



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Facultad de Ciencias del Mar

TESIS DOCTORAL

PROGRAMA DE DOCTORADO EN GESTIÓN COSTERA

LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE URBANIZACIONES TURÍSTICAS COSTERAS:
EL EJEMPLO DE PUERTO RICO-AMADORES, GRAN CANARIA (ESPAÑA)

Doctorando: Francisco José Macías González

Las Palmas de Gran Canaria, 2017



Cabildo Insular de Gran Canaria (2.004)



Grupo de investigación
GEOGRAFÍA FÍSICA Y MEDIO AMBIENTE





D^a MARÍA ISABEL PADILLA LEÓN, SECRETARIA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR, ÓRGANO RESPONSABLE DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN GESTIÓN COSTERA, DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA.

CERTIFICA

Que el Consejo de Doctores del Programa de Doctorado en Gestión Costera, en su sesión de fecha 7 de junio de 2017, tomó el acuerdo de dar el consentimiento para su tramitación, a la tesis doctoral titulada:
“La Problemática Ambiental de Urbanizaciones Turísticas Costeras: El Ejemplo de Puerto Rico – Amadores, Gran Canaria (España)”,
presentada por el doctorando: **D. Francisco José Macías González** y dirigida por la Doctora D^a Emma Pérez-Chacón Espino.

Y para que así conste, a efectos de lo previsto en el Artº 6 del Reglamento para la elaboración, tribunal defensa y evaluación de tesis doctorales de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, firmo el presente en Las Palmas de Gran Canaria, a seis de junio de dos mil diecisiete.



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA
Facultad de Ciencias del Mar

PROGRAMA DE DOCTORADO EN GESTIÓN COSTERA

**LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE URBANIZACIONES TURÍSTICAS COSTERAS: EL
EJEMPLO DE PUERTO RICO-AMADORES, GRAN CANARIA (ESPAÑA)**

Tesis doctoral presentada por: Francisco José Macías González

Dirigida por la catedrática de Geografía Física

Dña. Emma Pérez-Chacón Espino

La Directora

El Doctorando

Las Palmas de Gran Canaria, a 5 de Junio de 2.017

Índice

Primer parte: introducción, objetivos, hipótesis y metodología y rasgos generales de la zona de estudio

1. Introducción y agradecimientos	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Agradecimientos.....	4
2. Antecedentes, objetivos, hipótesis y metodología	7
2.1. Antecedentes	7
2.1.1. Los modelos territoriales turísticos costeros y sus problemática ambiental.....	8
2.1.2. Problemas relacionados con movimientos de ladera	22
2.1.3. Problemas relacionados con la impermeabilización del sustrato.....	24
2.1.4. Problemas relacionados con el drenaje y con las aguas residuales.....	26
2.2. Objetivos e hipótesis	31
2.3. Metodología.....	32
2.3.1. Estructura metodológica general.....	32
2.3.2. Fuentes y procedimientos específicos.....	35
2.3.2.1. Caracterización del modelo territorial	38
2.3.2.2. Problemática urbanística	57
2.3.2.3. Movilidad y accesibilidad.....	65
2.3.2.4. Riesgo debido a movimientos de ladera.....	70
2.3.2.5. Impermeabilización del sustrato.....	89
2.3.2.6. Problemas relacionados con el drenaje y con la calidad de las aguas de baño	95
3. Rasgos generales de la zona de estudio.....	99
3.1. Características del medio natural	99
3.1.1. El medio terrestre	99
3.1.1.1. Clima	100
3.1.1.2. Geología	101
3.1.1.3. Geomorfología.....	112
3.1.1.4. Flora.....	114
3.1.1.5. Fauna	121
3.1.1.6. Espacios protegidos	121
3.1.2. El medio marino.....	122
3.1.3. Situación del espacio urbanizado respecto a los espacios protegidos existentes en la Isla.	129
3.2. Aspectos sociales, demográficos y económicos del espacio urbano.....	130
3.2.1. Aspectos sociales	130
3.2.2. Aspectos demográficos	132
3.2.3. Aspectos económicos.....	136

Segunda parte: resultados

4. El modelo territorial.....	141
4.1. Evolución histórica de la urbanización	141
4.2. La planificación de la urbanización, y su marco legal	149
4.3. El modelo territorial resultante.....	159
4.3.1. Los usos del suelo y su distribución espacial.....	159
4.3.2. Relación entre la configuración urbanística y la geomorfología	163
4.3.3. Estudio de la morfología edificatoria	168
4.3.4. Densidad	180
4.3.5. Red viaria e infraestructuras	189
4.4. Grado de cumplimiento de los parámetros previstos por el planeamiento urbanístico	190
5. Problemática urbanística.....	193
5.1. Inadecuación del emplazamiento	193
5.2. Alta densidad poblacional.....	198
5.3. El uso residencial de los establecimientos turísticos	199
5.4. Escasez de dotaciones y equipamientos.....	201
5.5. Excesiva ocupación de las playas	206
5.6. Escasa calidad de los espacios no edificados.....	209
5.7. Escasa calidad de los establecimientos turísticos	213
5.7.1. Insuficiencia de zonas ajardinadas en establecimientos turísticos.....	213
5.7.2. Insuficiencia de piscinas en establecimientos turísticos	216
5.7.3. Excesivas plantas aparentes de las edificaciones turísticas	216
5.7.4. Superficie útil, por plaza alojativa, cercana a los valores mínimos.....	218
5.8. Deficiente estado de conservación de construcciones, infraestructuras y equipamientos	221
6. Dificultades para la movilidad y la accesibilidad en los espacios públicos.....	227
6.1. Dificultades para la circulación peatonal	227
6.1.1. Problemas relacionados con la accesibilidad.....	227
6.1.2. Problemas relacionados con la movilidad peatonal	230
6.2. Dificultades para la circulación de vehículos	241
7. Riesgos por movimientos de ladera	245
7.1. Estudio vulcano-estratigráfico.....	245
7.2. Características geotécnicas de los materiales	251
7.3. Movimientos detectados, o previsibles	266
7.4. Medidas mitigadoras adoptadas	270
7.4.1. Medidas mitigadoras de la exposición al riesgo	270
7.4.2. Medidas potenciadoras de la resiliencia	271
7.5. Niveles de riesgo	279
7.6. Mapas de riesgo por movimientos de ladera.....	280

7.7.	Relación entre los usos del suelo, y el riesgo por movimientos de ladera....	282
7.8.	Evolución temporal del riesgo por movimiento de ladera	285
7.9.	Riesgo por movimiento de laderas en función de las unidades geomorfológicas	287
7.10.	Riesgo por movimientos de ladera, según la proximidad a la costa	290
7.11.	Variación del riesgo por movimiento de ladera, en función de la pendiente natural del terreno	292
7.12.	Variación del riesgo por movimiento de laderas, según la altura de los desmontes realizados	293
7.13.	Riesgos por movimientos de ladera, en las parcelas alojativas previstas por el planeamiento en cada fase de la urbanización	293
7.14.	Riesgo existente en las parcelas en las parcelas alojativas previstas por el planeamiento, según su tipología edificatoria.....	294
8.	La excesiva impermeabilización del sustrato.	297
8.1.	Distribución espacial de la impermeabilización por pavimentos y edificaciones	297
8.2.	Relación existente entre el uso del suelo, y su grado de impermeabilización	299
8.3.	Evolución temporal de la impermeabilización global.....	301
8.4.	Impermeabilización global, según la proximidad a la costa	302
8.5.	Impermeabilización en función de las áreas geomorfológicas	305
8.6.	Impermeabilización de las parcelas alojativas	307
8.7.	Relación de los coeficientes de impermeabilización de las parcelas alojativas, con su distribución espacial	309
8.8.	Relación entre la impermeabilización de las parcelas alojativas, y la pendiente de sus terrenos.....	313
8.9.	Evolución temporal de los coeficientes de impermeabilización de las parcelas alojativas	315
8.10.	Análisis de la impermeabilización de las parcelas alojativas comprendidas en cada fase de la urbanización	316
8.11.	Análisis de la relación entre las limitaciones impuestas por las ordenanzas urbanísticas y el grado de impermeabilización en las parcelas alojativas	317
8.12.	Coefficientes medios de impermeabilización correspondientes a las parcelas alojativas , según su tipología edificatoria.....	319
8.13.	Análisis de la evolución temporal de la relación entre el suelo impermeabilizado y el número de camas, en las parcelas de uso alojativo turístico	321
8.14.	Análisis comparado de la impermeabilización de Puerto Rico-Amadores con las de otras áreas urbanizadas	322

11. Bibliografía.....	435
Anexo 1. Fichas de problemas asociados a los movimientos de ladera.....	459
Anexo 2. Fichas de problemas relacionados con las inundaciones fluviales y pluviales	559

9. Problemas relacionados con el drenaje y con la calidad de las aguas de baño.....	327
9.1. Inundaciones.....	327
9.1.1. Régimen de precipitaciones máximas diarias anuales	327
9.1.2. Datos históricos relacionados con inundaciones en la urbanización estudiada	329
9.1.3. Relación entre las inundaciones constatadas y las precipitaciones registradas en las fechas correspondientes.....	336
9.1.4. Mapas de riesgo por inundaciones de origen fluvial	336
9.1.5. Características de la red de aguas residuales, las canalizaciones de los barrancos, y la red de aguas pluviales.....	342
9.1.6. Caracterización general de los problemas relacionados con inundaciones fluviales o pluviales	347
9.2. Calidad de las aguas de baño.....	354
10. Discusión, recomendaciones, conclusiones, y perspectivas	363
10.1. Discusión	363
10.1.1. Discusión de la metodología y las fuentes	363
10.1.1.1. Reflexión sobre la estructura metodológica general	363
10.1.1.2. Discusión sobre los procedimientos específicos	367
10.1.2. Discusión de los resultados y verificación de hipótesis.....	385
10.1.2.1. La evolución temporal y espacial del proceso de urbanización ...	386
10.1.2.2. El modelo territorial resultante.....	388
10.1.2.3. Problemática urbanística derivada del modelo territorial.....	392
10.1.2.4. Problemática ambiental causada por la alteración de los procesos físicos naturales	403
10.1.2.5. Discusión general	415
10.1.2.6. Verificación de hipótesis	415
10.2. Recomendaciones	416
10.2.1. Recomendaciones relacionadas con el modelo territorial.....	416
10.2.2. Recomendaciones relacionadas con la movilidad y la accesibilidad en los espacios públicos	419
10.2.3. Recomendaciones relacionadas con los riesgos por movimientos de ladera.....	421
10.2.4. Recomendaciones relacionadas con la impermeabilización del sustrato	422
10.2.5. Recomendaciones relacionadas con el drenaje y con la calidad de las aguas de baño	422
10.3. Conclusiones	424
10.3.1. Conclusiones generales	424
10.3.2. Conclusiones específicas	425
10.4. Perspectivas de la investigación	433

1. INTRODUCCIÓN Y AGRADECIMIENTOS

1.1 Introducción

La actividad turística en áreas litorales se ha incrementado exponencialmente en numerosas regiones del planeta a partir de la segunda mitad del siglo XX. Su desarrollo ha supuesto, entre otras muchas cuestiones, transformaciones territoriales significativas, así como el desencadenamiento de una variada problemática ambiental.

Las islas Canarias son un destino turístico de primera magnitud, al que han llegado en el año 2016 casi catorce millones de turistas, una afluencia que resulta especialmente significativa si se considera su escasa extensión, de 7.500 kilómetros cuadrados, y su población, formada por unos dos millones de residentes. La economía de Canarias está basada en la actualidad en el sector terciario, y principalmente en los servicios turísticos. Entre los factores naturales que han favorecido este desarrollo se encuentran la calidad de su litoral, y las bondades de su clima, que en las zonas costeras se caracteriza por las reducidas variaciones térmicas, la ausencia de nubes, y la escasez de precipitaciones. Otras circunstancias que favorecen la llegada de viajeros son la existencia de conexiones aéreas con los países europeos, la estabilidad política, el nivel de desarrollo económico, y la existencia de una infraestructura turística capaz de satisfacer esta demanda. Su modelo turístico ha sido clasificado como turismo de masas, de sol y playa. Generalmente, adopta la modalidad “*package tour*”, y por lo tanto, la mayor parte de los gastos se desembolsan en el lugar de origen. La evolución del número de turistas ha seguido una tendencia general creciente, desde la década de los años sesenta del siglo XX hasta la actualidad, aunque se han producido diversas etapas de crisis. Para reducir el impacto territorial del turismo, en la década del 2000 se llevó a cabo un proceso normativo que pretendió contener la ocupación de suelo, mejorar las características de la infraestructura existente, y propiciar un modelo turístico de mayor calidad, y más respetuoso con el medio ambiente.

En la isla de Gran Canaria, la infraestructura turística se localiza principalmente en el litoral de los municipios de San Bartolomé de Tirajana, en el sur, y en el de Mogán, en el suroeste, aprovechando el elevado número de horas de sol que ambos poseen. De los

cuatro millones de turistas que visitaron la isla, un millón se alojó en Mogán, y unos 600.000, aproximadamente, en el núcleo turístico Puerto Rico-Amadores, situado en dicho municipio.

En este contexto, se pretende conocer si existe o no relación entre el modelo territorial resultante del proceso de urbanización de un sector del litoral de Gran Canaria, orientado a la industria turística, y la problemática ambiental que de él se deriva. Para ello se ha seleccionado un ejemplo, el de Puerto Rico-Amadores, que resulta especialmente significativo para utilizarlo como caso de estudio por diversas razones:

- Se trata de un núcleo turístico que se ha desarrollado paulatinamente, siguiendo proyectos urbanísticos que se han ido adaptando a la evolución del marco legislativo, por lo que resulta interesante su estudio para comprender el efecto producido por las sucesivas normativas.
- Toda la urbanización ha sido promovida por una misma entidad, y todo su planeamiento ha sido redactado por el mismo arquitecto. Por lo tanto, las conclusiones relacionadas con la estrategia inmobiliaria y con el modelo territorial proyectado no se ven distorsionadas por la intervención de otros agentes, que podrían tener diferentes intereses o criterios.
- La entidad promotora se ha ocupado de la gestión y del mantenimiento de la totalidad de sus infraestructuras hasta fechas muy recientes, circunstancia que facilita el análisis de las estrategias desarrolladas.
- Aunque han sido realizados diversos estudios sobre los problemas ambientales de las urbanizaciones turísticas que se encuentran en las costas arenosas de Canarias, no ha sido tratada aún la problemática específica de las urbanizaciones situadas en zonas de geomorfología contrastada, como son las desembocaduras de barrancos encajados, o las costas acantiladas. Estos condicionantes geomorfológicos, característicos de la zona estudiada, y en general, de la costa del municipio de Mogán, pueden afectar a nuevas urbanizaciones que se pretendan realizar en otros espacios similares.

La finalidad que se persigue es reflexionar sobre los errores cometidos, desentrañar en detalle las características de la urbanización que han incidido en la generación de problemas ambientales y, con ello, intentar responder a dos cuestiones: ¿se podría haber

hecho mejor? ¿Qué aspectos se deberían tener en cuenta para no volver a repetir un modelo territorial que, a priori, parece insostenible?

Esta tesis doctoral se enmarca en la línea de investigación “Cambio global y planificación del paisaje”, desarrollada por miembros del grupo de investigación de Geografía Física y Medio Ambiente, adscrito al Instituto Universitario de Oceanografía y Cambio Global (IOCAG) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. El objetivo de esta línea es “analizar el impacto del uso del suelo (agrícola, turístico, residencial, etc.) en el cambio global. Los estudios se centran en los sistemas insulares, teniendo en cuenta las consecuencias ambientales de los procesos (desertificación, artificialización, etc.) derivados de los cambios territoriales (abandono de la agricultura, litoralización, etc.). Se investiga la dinámica del paisaje y cómo la planificación territorial ha influido en él. También se estudian modelos de planificación que aplican criterios de sostenibilidad, con especial atención a la conservación y puesta en valor del patrimonio natural y cultural. Se combinan técnicas geográficas (SIG) con otras derivadas de la planificación participativa y la gestión integrada (gobernanza)” (IOCAG, 2015). Así pues, la temática de esta tesis doctoral está plenamente relacionada con la citada línea de investigación, ya que estudia, en un territorio insular, y empleando tecnología SIG, la relación entre los parámetros urbanísticos y el paisaje turístico resultante; así como los problemas ambientales derivados del modelo territorial que presentan las urbanizaciones turísticas situadas en las desembocaduras de barrancos, alterando diversos procesos naturales, como la dinámica de vertientes, la fluvial, o la marina, entre otras.

Desde el punto de vista académico, la investigación se ha desarrollado en el programa de Doctorado en Gestión Costera de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, y ha sido dirigida por la Dra. Emma Pérez-Chacón Espino. Entre los trabajos realizados a lo largo de este programa, deben mencionarse la tesis de fin de master, que supuso una introducción al estudio de los riesgos existentes en Puerto Rico-Amadores (Macías González, 2012), y el trabajo presentado para la Acreditación de la Etapa de Investigación (Macías González, 2014), donde se realizó una aproximación a la problemática derivada de la impermeabilización que se ha producido en dicha zona. Ambos trabajos abrieron perspectivas sobre líneas de investigación a desarrollar, que son las que han orientado la presente tesis doctoral.

La presentación de la investigación realizada se ha organizado en once capítulos. Tras una introducción, se muestra, en el segundo capítulo, el marco de análisis sobre la problemática ambiental de las áreas turísticas litorales, considerando diferentes escalas espaciales. Se resumen los principales rasgos que esta problemática tiene en Canarias, indicando cómo se ha producido el proceso de artificialización de su litoral, y se presentan los procedimientos metodológicos generales para abordar esta temática. Finalmente se exponen los objetivos de la investigación, su hipótesis y la metodología específica utilizada. En el tercer capítulo se indican los rasgos generales de la zona de estudio (Puerto Rico-Amadores) desde el punto de vista abiótico, biótico y antrópico. En el cuarto, se expone la evolución histórica del proceso de urbanización de la zona y el modelo territorial resultante. En los capítulos comprendidos entre el quinto y el noveno, se muestra la problemática ambiental analizada, tratando específicamente los problemas urbanísticos, las dificultades para la movilidad y la accesibilidad, los riesgos por movimientos de ladera, la excesiva impermeabilización del sustrato, los problemas relacionados con el drenaje, y la calidad de las aguas de baño. Finalmente, en el décimo capítulo, se discuten los resultados y se muestran las conclusiones alcanzadas, así como las perspectivas de esta investigación. Asimismo, se han incorporado dos anexos: en el primero, se incluyen las fichas de los problemas producidos por movimientos de ladera, y en el segundo, las fichas correspondientes a los problemas relacionados con las inundaciones.

1.2 Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible por la colaboración de muchas personas, a quienes tengo que agradecer su ayuda, y su apoyo:

A Emma Pérez-Chacón, que fue quien me llevó por primera vez, siendo estudiante de geografía, a las lomas de Puerto Rico, y me ha seguido acompañado durante tantos años, enseñándome a investigar, y animándome continuamente para que siguiera adelante con este trabajo. Su paciencia, sus indicaciones y sus correcciones han resultado imprescindibles para ayudarme a estructurarlo y a redactarlo.

A José Mangas, buen profesor y buena persona, que me enseñó las costas de Mogán durante mi paso por la facultad de Ciencias de Mar, y me ha seguido ayudando, durante esta investigación, a caracterizar su geología.

A Leopoldo O'Shanahan, por las horas que hemos estado hablando sobre los problemas de contaminación de las aguas de baño en Gran Canaria. Su experiencia y los datos que me ha proporcionado han resultado indispensables.

A Luis Hernández-Calvento, a Pablo Mayer, y a los restantes compañeros y compañeras del grupo de investigación de Geografía Física y Medio Ambiente, vinculado actualmente al Instituto de Oceanografía y Cambio Global (IOCAG), por haber podido contar con ellos durante la elaboración de esta tesis.

A Adrián Navarro, por enseñarme Puerto Rico desde dentro, y por ponerme en contacto con muchas personas que han vivido su transformación. A estas personas, y a las muchas que han accedido a ser entrevistadas, sin conocerme, les estoy también muy agradecido por la información que me han facilitado.

A Pedro Rojo Riera, Arquitecto del Ayuntamiento de Mogán, por ayudarme a aclarar las dudas que me han surgido sobre los planes urbanísticos.

A Alejandro Lomoschitz, por la información que me ha proporcionado sobre la intervención de estabilización de un talud rocoso que ha sido realizada en Agua de la Perra.

A Enrique Moreno, técnico del Consejo Insular de Aguas, por facilitarme los registros que me han permitido caracterizar el régimen pluviométrico.

A Penélope Ramírez, mi compañera del Departamento de Ingeniería Civil. Gracias a ella he podido dedicarle más tiempo a este trabajo.

A mi amiga Raquel Medina, por ayudarme a revisar la digitalización de las superficies que han sido impermeabilizadas.

A mi amiga Nieves Pérez, por todo lo que hemos hablado de esta tesis, y por su apoyo.

Y a Marian, porque ha estado siempre conmigo.

2. ANTECEDENTES, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA

2.1 Antecedentes

Los criterios adoptados para el diseño de una ciudad se reflejan en una morfología final que puede afectar tanto al funcionamiento del propio núcleo urbano, como a su entorno. Para poder caracterizar adecuadamente la zona estudiada, y analizar, con fundamento, los problemas que el proceso de urbanización pueda haber originado, es conveniente hacer una revisión de los trabajos previos relacionados con la gran diversidad de aspectos a tratar en la investigación..

“Proyectar con la naturaleza” (McHarg, 1.969) es una obra clásica de la planificación urbana y territorial, que sigue teniendo extraordinaria vigencia, a pesar del tiempo transcurrido desde su publicación. En esta obra, el autor plantea la necesidad de comprender los procesos que configuran los paisajes, para averiguar si una zona es adecuada para un determinado uso, y para poder diseñar correctamente las intervenciones a realizar en ella. Además de fundamentar conceptualmente este enfoque, expone, por medio de ejemplos, las características de los procesos naturales que ocurren en determinadas zonas (como el litoral, las cuencas, las vertientes, etc.), y la problemática específica de determinadas intervenciones (vías de comunicación, la ciudad, etc.). Podría decirse, empleando términos actuales, que la metodología que propone “proyectar con la naturaleza” persigue la sostenibilidad de las actuaciones en el territorio.

Dado que la planificación territorial, y la turística, son realizadas por técnicos procedentes de diversas disciplinas, se producen, en ocasiones, confusiones terminológicas. Zoido Naranjo (2.006: p.2) constata el creciente uso de las expresiones “modelo territorial” y “modelo de ordenación territorial” en el lenguaje normativo y técnico en los últimos años del siglo XX, expresiones que se usan con diferentes propósitos y significados, y concluye que se ha de entender por “modelo de ordenación territorial”, la opción deseada para la evolución de un territorio, reservándose

frecuentemente en España la expresión “modelo territorial” para aludir “al modo de organización político-territorial”.

No obstante, el Diccionario de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio (Zoido, *et al.*, 2.000) define el término “modelo territorial”, como “la expresión sintética del orden territorial deseado o propuesto, generalmente incluido como opción finalista e integradora en un plan de ordenación a cualquier escala y similar, por tanto, a modelo de ordenación”; y define “modelo urbano”, como “la interpretación sintética de la realidad urbana en dos vertientes; por una parte, un orden deseado o propuesto para una ciudad como opción de futuro que pretende corregir los problemas y desajustes generados en el presente; por otra, es una formulación analítica simplificada de la realidad ciudadana existente, tanto del casco urbano como de su periferia más inmediata, que facilita su análisis desde diversas perspectivas o la intervención sobre ella”. Dada la diversidad de acepciones, en esta tesis se empleará, el término “modelo territorial” para designar tanto el orden territorial propuesto por el planeamiento, como la formulación analítica simplificada de la configuración territorial existente, en el núcleo urbano, y en su entorno.

2.1.1 Los modelos territoriales turísticos costeros y su problemática

Generalmente, los estudios que se realizan de los espacios diseñados para el turismo de masas describen, de manera integrada, la morfología urbana, los aspectos socioeconómicos, los factores ambientales, y la problemática existente.

Gormsen (1.997) ha caracterizado el fenómeno turístico en las zonas costeras, y los impactos que genera, desde tres puntos de vista. En el primero aborda la evolución del turismo en las zonas costeras, considerando su variación cuantitativa, los cambios en sus patrones socioeconómicos y las distintas formas de asentamiento; desde el segundo, analiza el impacto sobre las poblaciones locales, y desde el tercero, trata los aspectos ambientales. Encuentra el autor que los problemas ecológicos están frecuentemente relacionados con los problemas socioeconómicos de la población local, que no puede acceder al suelo que necesita para construirse una vivienda en una zona segura, ni tiene acceso a las infraestructuras básicas. Cita diversos problemas ambientales que ocurren con frecuencia en la zona terrestre, como los causados con el consumo excesivo de agua, los ocasionados por la construcción ilegal de infraviviendas

en zonas peligrosas, la degradación de manglares; la desecación de lagunas, para su ocupación, o simplemente, para reducir el número de insectos; el tránsito de personas sobre dunas o terrenos sensibles, en vehículo o a pié, saliéndose de los caminos marcados, etc. Por lo que respecta a los ecosistemas marinos, señala la contaminación causada por los vertidos al mar de aguas residuales, o de aguas insuficientemente depuradas; los daños que sufren las barreras de corales, producidos por la eutrofización que originan los fertilizantes, y los residuos urbanos, que potencian el crecimiento de determinadas algas. Estas barreras de coral, auténticos rompeolas naturales que protegen la costa, se han llegado a destruir para extraer bloques que se destinan a la construcción de alojamientos turísticos. Los propios turistas, en ocasiones, arrancan los corales, para llevárselos como recuerdos, y es frecuente que los dañen, al caminar sobre ellos.

Para ilustrar estos efectos, resulta interesante citar algunas investigaciones realizadas en el ámbito internacional, que abordan el estudio partiendo del análisis de casos. Así, por ejemplo, Qian et al. (2012) exponen el caso de la urbanización turística costera de Zhapo, en la isla China de Hailing, que se ha materializado en una banda estrecha a lo largo de la costa, de 5 km de longitud, donde se encuentra la infraestructura turística. El núcleo urbano existente ha crecido hacia la nueva zona turística, de manera que la ocupación de la zona costera es prácticamente total. El desarrollo ha sido caótico, como consecuencia de las ineficaces regulaciones gubernamentales. Este ejemplo, que es representativo de la problemática territorial producida por los desarrollos turísticos en las costas de China, se relaciona con la propiedad del suelo que, en las zonas rurales de China, pertenece mancomunadamente a las comunidades locales. Los residentes ejercen un considerable control sobre el uso del suelo, ya que las empresas privadas negocian directamente con ellos la creación de proyectos de pequeña dimensión, fragmentados a lo largo de la costa, que no responden a una planificación oficial.

En otros ejemplos se muestra el desarrollo de metodologías para averiguar la adecuación de los espacios costeros para acoger determinados usos. Para el distrito de Kuala Langat, en Malasia, se ha realizado un plan integrado, basado en diferentes escenarios de planificación (Pourebrahim *et al.*, 2011). Aplicando técnicas de evaluación multicriterio, que consideran aspectos sociales, económicos y ambientales, y contando con un SIG como herramienta, se obtienen mapas que representan la

adecuación de cada zona para su uso residencial, turístico, e industrial, así como las áreas que deben ser preservadas de la artificialización.

Benseny (2.008 y 2.012) ha estudiado, en la localidad turística de Villa Gesell, que considera un caso paradigmático de la transformación de la costa de Buenos Aires, (Argentina), las consecuencias de su inadecuado marco legal, y de la ausencia de control durante la ejecución de las obras de urbanización. Este núcleo turístico ha crecido de forma desordenada, expandiéndose a lo largo de la costa. No cuenta con los servicios públicos necesarios, y los espacios destinados al alojamiento se han construido peligrosamente próximos a la costa. La urbanización se ha desarrollado sobre playas y médanos, creando problemas ambientales derivados de la alteración del sistema natural. Como consecuencia de la impermeabilización y del efecto barrera de las edificaciones, se ha producido intrusión de agua salobre, y erosión en la costa. Asimismo señala que el diseño urbanístico estandarizado anula los valores naturales, elimina la singularidad del paisaje y crea un entorno urbano similar al existente en otras localizaciones geográficas.

El proceso de artificialización de la costa de Santa Catarina (Brasil) ha sido estudiado por Ferreira, *et al.* (2.009), considerando la variación de la población residencial, los incrementos de la población turística, y los cambios en el modelo territorial. Dicho modelo se caracteriza por medio de diversas variables, entre las que se encuentran la superficie urbanizada, la superficie de suelo con vegetación suprimida, la infraestructura viaria, los usos del suelo, o la tipología edificatoria.

La caótica expansión turística que se ha producido en la Bahía de Acapulco (Méjico), formando una franja urbana continua a lo largo de la costa, ha potenciado, a su vez, la creación de asentamientos informales, en lugares inundables y en acantilados costeros, que constituyen espacios de alto riesgo (Carrascal y Pérez, 1.998). Asimismo, ha progresado la ocupación de la zona montañosa, en la que se hacina la población, sin agua, luz ni alcantarillado, porque el suelo es más barato que en la zona costera. La progresiva pérdida de cubierta vegetal, además de constituir un grave deterioro ambiental, potencia los movimientos de ladera hacia las zonas urbanizadas de la costa. Para caracterizar la progresiva pérdida de cubierta vegetal, se cartografía el área ocupada, y las zonas que presentan vegetación perturbada, en cada etapa histórica.

La relación entre los parámetros urbanísticos, las normativas zonales, y los atributos geográficos del territorio, ha sido estudiada en las parcelas de Morgantown,

una población situada en una ladera de Virginia, Estados Unidos de América (Khim y Zhou, 2012). Por medio de CAD, se ha calculado la superficie ocupada por los edificios, y la superficie ajardinada. La pendiente del terreno, se ha obtenido creando un modelo digital de elevaciones. Los resultados de la investigación han comprobado las relaciones existentes entre los distintos modelos territoriales encontrados, y sus normativas urbanísticas.

El turismo en la Petit-Côte de Senegal se ha expandido rápidamente, generando múltiples impactos. El turismo ha modificado negativamente la estructura tradicional de la sociedad, introduciendo comportamientos inadecuados. Mientras los negocios turísticos maximizan su rentabilidad, la mayor parte de la población local no participa de los beneficios, o es empleada como mano de obra barata. Los pescadores y los poblados sufren los efectos de la polución que genera la actividad turística, ya que no funciona adecuadamente el tratamiento de los residuos sólidos, ni la depuración de las aguas residuales (Diagne, 2004).

El impacto de la urbanización y el turismo en las costas turcas, del Egeo, y del Mediterráneo, ha sido estudiado por Burak, Dogan y Gazioglu (2004). Tras considerar los factores legislativos, y los incentivos institucionales que potencian la ocupación de las costas, los autores analizan los problemas derivados de este proceso. Detectan graves daños paisajísticos y económicos producidos por el abandono de terrenos agrícolas, y por la urbanización densa de zonas aisladas, con edificios de excesiva altura. La gestión de los residuos sólidos es inadecuada. Frecuentemente, el sistema de drenaje y la red de recogida de aguas residuales resultan insuficientes, o no existen. El vertido al mar de aguas residuales después de un simple tratamiento primario es práctica común. Consecuentemente, en las aguas de baño se exceden los valores de contaminación permitidos por la legislación sanitaria. Los vertidos de aguas ricas en nutrientes producen, a su vez, eutrofización en las aguas costeras. La modificación de la dinámica litoral originada por algunas obras marítimas ha producido erosión en bancos de arena, e inestabilidad en playas. Estas alteraciones han tenido efectos destructivos sobre la flora y la fauna, y han afectado, de forma particular, a algunas especies endémicas. La extracción de aguas de pozos situados cerca de la costa, para el abastecimiento de las poblaciones, está haciendo descender el nivel de los acuíferos, favoreciendo la intrusión marina.

Son también abundantes los estudios relacionados con los efectos territoriales del desarrollo turístico de la costa mediterránea española. Vera Rebollo (1.992) al analizar la dimensión territorial de la planificación turística, señala que los turistas están teniendo, en la actualidad, mayor sensibilidad hacia el medio ambiente, y que el turismo depende, más que cualquier otra actividad, de la calidad del entorno. Encuentra que, hasta ahora, las administraciones públicas y los empresarios se han preocupado, exclusivamente, por lograr incrementar el número de visitantes, pero este modelo tradicional turístico está comenzando a cambiar. Refiere el autor que el turismo, en sí, no es una actividad más dañina que otras. El problema es la falta de planificación. El modelo de negocio se ha orientado hacia la obtención de rentabilidad a corto plazo, a costa de la degradación de los incentivos originales (el paisaje y los valores culturales). Como principales efectos negativos generados por el turismo, la investigación destaca el crecimiento descontrolado de las superficies urbanizadas, la excesiva densidad, la inadecuación de los usos del suelo, la falta de integración paisajística de las intervenciones, la escasa preservación de espacios libres, la contaminación de las aguas, la salinización de los acuíferos; la destrucción de valores paisajísticos, ambientales y patrimoniales; la inadecuación de las infraestructuras, los desafortunados modelos de implantación urbana, y la baja calidad estética de las edificaciones.

Rodríguez (2.008) analiza los territorios del turismo de la costa mediterránea, señalando que el patrón de ocupación agresivo, expansionista y consumista, ha alterado el funcionamiento del sistema natural, y la estructura social. Entre las frecuentes actuaciones inadecuadas que encuentra, destaca el consumo insostenible de agua, la excesiva generación de residuos, la destrucción de la vegetación natural, y las reforestaciones con especies alóctonas, no adecuadas al medio costero. Refiere que en la costa mediterránea se han registrado los mayores crecimientos relativos de las áreas urbanas españolas entre 1.981 y 2.006, un crecimiento rápido y mal planificado que ha tenido como protagonista al sector inmobiliario. El litoral ha quedado fragmentado por urbanizaciones aisladas y por carreteras, que sirven a unos, pero forman barreras para otros. Sin atenerse a una planificación supramunicipal, las corporaciones locales compiten por lograr inversiones, generándose una “ciudad difusa” de arquitectura “internacional”. Paralelamente, las principales empresas turísticas españolas están trasladando su *modus operandi* a otros países africanos y americanos.

En algunos lugares de la costa mediterránea española se han realizado análisis, particularizados, de la evolución del paisaje. Centrándose en la Costa del Sol, Galacho y Luque (2.000) señalan la importancia de los cambios y las intervenciones territoriales que han sido realizadas en los espacios urbanos y periurbanos, motivando la transformación o la desaparición de las actividades tradicionales, un creciente deterioro ambiental, y una pérdida de calidad de vida. De la Hera (1..998) ha analizado, asimismo, la evolución del litoral andaluz. En lo que respecta a los aspectos territoriales del sector turístico, este autor ha comprobado que su modelo, de carácter desarrollista, se caracterizó por la ejecución de diferentes planes, sin un marco de ordenación de referencia. Ha encontrado que la urbanización para el turismo de masas se ha concentrado, fundamentalmente, en el litoral malagueño, ocupando inicialmente la primera línea de costa, para extenderse progresivamente hacia el interior, y hacia zonas topográficamente inadecuadas. Entre las dinámicas recientes, menciona el protagonismo que ha cobrado el turismo de segunda residencia, la aparición de un elevado número de campos de golf (76), y la construcción de puertos deportivos (32 en el año 1.998), que han afectado de forma importante la dinámica litoral. Como conclusión, el estudio considera que los citados equipamientos no responden a la demanda existente, sino a intereses inmobiliarios, que se apoyan en estas instalaciones como estrategia comercial.

En el municipio de Torrevieja, de la Comunidad Valenciana, Vera (1.984: p. 14) ha estudiado el proceso de urbanización provocado por el turismo de masas, de espacios rurales, que en ocasiones presentan un alto grado de naturalidad. Al analizar los libros del Registro de la Propiedad, ha comprobado la especulación que se ha generado, y el alza espectacular del valor del suelo. Estudiando las licencias urbanísticas de obras, ha observado que en una primera etapa, entre 1.965 y 1.974, se promueven urbanizaciones en primera línea; entre 1.975 y 1.979, bloques de apartamentos, y desde 1.979, urbanizaciones situadas más hacia el interior. El 83 % de los edificios son de una vivienda, y el 73 %, de una planta. Refiere el autor que el municipio se enfrenta a problemas relacionados con déficits de infraestructuras, ya que en la década de 1.970 “en medio de la anarquía de construcción no se obligó a los promotores a realizar obras básicas de infraestructura tales como alcantarillado, red viaria, zonas verdes, aparcamientos, etc..., sino que se dejó especular con el suelo hasta las últimas consecuencias”

Horrach (2.015) ha analizado la configuración urbanística de Palmanova-Terranova, en Calviá, uno de los principales núcleos turísticos de la Isla de Mallorca. Este núcleo vacacional es considerado por el autor como un destino “maduro”, según el modelo de Butler (1.980). Tras analizar la evolución de su planeamiento urbanístico, considera que su problemática actual es debida a los cambios que han ido realizándose en el planeamiento, ante la llegada del turismo de masas. De tal manera que la morfología presente responde a una superposición de diferentes modelos urbanísticos, que se han ido adoptando para dar respuesta a la demanda del mercado, con un aumento neto de densidad, y una disminución de la superficie ajardinada.

Salvá i Tomás (1.991) ha analizado las consecuencias que un crecimiento turístico sin planificación, coordinación, ni legislación específica, ha producido sobre las costas. Posteriormente, Rullán (2.011) ha investigado los efectos de las medidas urbanísticas y territoriales adoptadas por las diferentes administraciones españolas para regular el crecimiento urbanístico en el litoral.

Ojeda y Villar (2.007) también han investigado la evolución histórica del suelo urbanizado, o alterado, en el litoral de Andalucía, empleando tecnología SIG, y fotointerpretación, verificando el crecimiento superficial del suelo urbanizado, y su consolidación por la construcción de edificaciones.

Otros documentos de especial relevancia son los informes que han elaborado diferentes instituciones y organizaciones sobre la situación del litoral español. El informe sobre cambios de ocupación del suelo en la costa 2.016, realizado por el observatorio de la sostenibilidad en España (Estévez *et al.*, 2.016), empleando los datos satelitales *Corine Land Cover* (1.987-2.011), refleja un avance muy preocupante de la cobertura artificial. El proceso se está realizando a gran velocidad, ya que entre 1.987 y 2.011 se ha construido el 30 % de la superficie artificial existente en una franja costera de 2 km, transformándose diariamente unas dos hectáreas en la banda de los primeros 500 m. En la actualidad, la superficie construida es muy extensa, ya que ocupa el 70 % de la banda formada por los primeros 2 km. El factor determinante es el turismo, que constituye prácticamente un monocultivo, muy vulnerable ante las fluctuaciones de la demanda. Además, se está registrando una deriva poblacional hacia la costa. El proceso está provocando la desaparición de sistemas naturales de gran valor ecológico. La evolución de Canarias es aún más preocupante, ya que en dicho periodo ha aumentado la ocupación lineal de la costa en un 43 %, mientras en España lo ha hecho en un 33 %.

La organización Greenpeace ha elaborado un informe que analiza la situación del litoral español, a escala municipal (Marcos *et al*, 2.013). En este informe, la isla de Gran Canaria queda muy malparada, ya que se sitúan en ella tres de los veinticinco municipios peor valorados en España. Al referirse a Mogán, mencionan que:

En el año 2.012 quedó a la cabeza de la ocupación de apartamentos en España, junto con San Bartolomé de Tirajana en Gran Canaria y Tías, en la isla de Lanzarote. Posee una gran superficie artificial de casi 400 hectáreas en la primera franja de costa. Existen instalaciones hoteleras y restaurantes alrededor de los paseos marítimos y las playas. Importantes casos de corrupción urbanística, como el caso Góndola que acabó con la detención del alcalde y concejales de urbanismo y turismo. Las urbanizaciones han llegado a colgarse sobre el mar en acantilados y playas y ocupan en muchos casos zonas que presentan elevado riesgo.

En las Islas Canarias, los aspectos territoriales del turismo también han sido abordados por diferentes autores. Cáceres Morales (2.002), tras exponer los principales rasgos del fenómeno turístico en Canarias, describe sus características espaciales. Para ello, diferencia una serie de zonas turísticas, con características medioambientales y de ordenación homogéneas. En cada zona distingue los “centros turísticos” existentes, que define como asentamientos poblacionales en los cuales la actividad turística es predominante, y los “núcleos turísticos”, expresión con la que denomina el espacio físico de uso exclusivamente turístico. Clasifica el ámbito tratado en esta tesis como un “núcleo turístico”, a pesar de contar con una considerable superficie con uso residencial permanente. Lo enmarca en la zona sudoeste de Gran Canaria, caracterizada físicamente por barrancos sucesivos que tienen una pequeña ensenada en su desembocadura, y urbanísticamente por la existencia de diferentes tipos de núcleos turísticos, que se sitúan en las desembocaduras de los barrancos, *ex novo*. Al calcular las densidades que presentan los núcleos turísticos, encuentra que Puerto Rico presenta la mayor de todo el Archipiélago Canario (es conveniente señalar que, con posterioridad a la publicación de este estudio, se urbanizó el barranco de Amadores y Valle de Puerto Rico). Al tipificar los núcleos turísticos según su origen, y su grado de desarrollo, considera que Puerto Rico es de origen aislado, ya que no se originó como una ampliación de una población preexistente, y lo clasifica en una fase “3”, a la que se llega al alcanzar una superficie superior a las 100 ha y más de 10.000 plazas, con una densidad superior a las 120

plazas por ha. En esta fase, como consecuencia del crecimiento, comienzan a aparecer problemas, por escasez de espacios libres y equipamientos, por la insuficiencia de las infraestructuras, y por la existencia de núcleos infradotados para la población trabajadora. En la descripción del núcleo turístico, el autor considera que tiene un porcentaje muy bajo de plazas hoteleras, y un nivel de equipamientos alto (especialmente por los centros comerciales y por el puerto deportivo). Señala, a su vez, que el planteamiento urbanístico inicial fue correcto, al localizarse los espacios libres y los equipamientos en las cercanías del cauce, y los alojamientos en las zonas aledañas de menor pendiente, aunque este planteamiento inicial se desvirtuó posteriormente tras la progresiva construcción de alojamientos en cotas cada vez más altas. No obstante, se ha constatado en la investigación realizada para esta tesis que el Proyecto de Urbanización inicial ya prevé la ocupación de las laderas y las lomas.

Mirallave y Pescador (2.004) señalan una serie de problemas que observan en los litorales canarios, entre los que se encuentran su grado de urbanización actual, la excesiva clasificación de suelo urbanizable, la tendencia a situar en la costa las infraestructuras urbanas, las disfunciones generadas por los puertos, la contaminación producida por los vertidos urbanos, la reducción de la superficie de las playas, la mala calidad de los servicios de ocio ligados a las playas, la invasión del Dominio Público, la mermada percepción de la costa desde las rutas litorales, el efecto “barrera” de las vías que discurren próximas al litoral; la ocupación de barrancos, laderas y lomas; la falta de paseos marítimos adecuados, la ocupación intensiva y lineal de la costa por la urbanización turística con pocos accesos al mar, la obsolescencia de los espacios turísticos y, en general, la mala calidad del paisaje urbano. En el mismo artículo, resumen las conclusiones del Primer Congreso Internacional del Espacio Litoral, celebrado en Las Palmas de Gran Canaria. Algunas de estas conclusiones, destacables por su relación con esta tesis, son las siguientes: el litoral es un sistema complejo, que ha de ser estudiado a una escala detallada; este sistema precisa de continuidad a lo largo de la costa, en una banda de suficiente anchura; es necesario disminuir la presión generada por la urbanización y las infraestructuras; es preciso frenar la aparición de nuevos núcleos turísticos y transformar cualitativamente los existentes; se han de proyectar edificaciones que se integren topográfica y tipológicamente, para mejorar la calidad paisajística y ambiental; no se deben permitir nuevas playas artificiales; se ha de facilitar el acceso a la costa, y recuperar el Dominio Público; los nuevos puertos

deportivos deben construirse solamente en áreas urbanas ya existentes, y se debe estudiar adecuadamente la dinámica litoral, para evitar su alteración.

Pérez-Chacón *et al.* (2007) describen la diversidad morfológica y biogeográfica de los litorales volcánicos canarios, diferenciando dos tipos de costas: las rocosas, y las arenosas. A continuación, analizan la mutación de las actividades humanas que se desarrollan en el litoral, desde los modelos agrarios tradicionales, a los urbano-turísticos. Seguidamente, estudian, a través de varios ejemplos, los efectos de las nuevas actividades, y por último, valoran la efectividad de las normas, las actuaciones ejecutivas, y las movilizaciones populares, para conseguir un mayor grado de protección. Como conclusión, exponen que el modelo territorial que se está materializando en Canarias, una región muy dependiente del sector turístico, entra en conflicto con la necesaria preservación de sus importantes valores naturales. Las transformaciones que han ocurrido en los últimos decenios en su litoral son debidas, en gran medida, a los intereses especulativos que han forzado la recalificación de terrenos, y la expansión urbana. Los esfuerzos legislativos no han sido efectivos para lograr frenar este proceso, por lo que se impone un mayor control por parte de las administraciones implicadas, y un esfuerzo colectivo, para lograr compatibilizar el desarrollo turístico con la conservación del medio, de cuya existencia depende.

Científicos del Instituto de Oceanografía y Cambio Global de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria han realizado numerosos estudios sobre los cambios antropogénicos que se han producido en el litoral de las Islas Canarias. Algunos han tratado específicamente los impactos urbano-turísticos en los sistemas sedimentarios de Maspalomas, Corralejo, Lambra y Jable Sur (García-Romero *et al.*, 2016). Asimismo, Hernández-Cordero *et al.* (2017) y Hernández-Calvento (2002) han estudiado los impactos que se han producido en el campo de dunas de Maspalomas, considerando, como indicador, los cambios de su vegetación. Las alteraciones más importantes se asocian a la ocupación directa de las dunas por la infraestructura turística, y a los cambios que los edificios construidos producen en el régimen de vientos. A su vez, Ferre-Valero *et al.* (2017) han cuantificado los impactos que el crecimiento urbano y el desarrollo turístico han producido en las geoformas costeras de Gran Canaria, encontrando que han sido alteradas en un 43 %.

La evolución del modelo turístico de Canarias, desde sus comienzos hasta finales del siglo XX, ha sido estudiada por Domínguez Mujica (2008), encontrando

semejanzas entre las transformaciones ocasionadas por el turismo de masas en las Islas, y el intenso proceso urbanizador que se registró en la costa mediterránea española, de forma coetánea. A su vez, García (2.014) ha investigado la manifestación territorial de las sucesivas fases de crecimiento y estancamiento turístico-inmobiliario de la demanda turística, hasta el “tercer boom turístico-inmobiliario”, que se registró entre los años 1.998 y 2.009. Según este autor, el último boom ha sido similar a los anteriores, por su carácter especulativo-inmobiliario ajeno a las dinámicas turísticas, pero con algunos matices. A pesar de que el marco normativo, que regula el desarrollo turístico en Canarias desde finales del siglo XX, pretende limitar el consumo de suelo, y mejorar las áreas turísticas preexistentes, desde el sector público se han incentivado, económica y fiscalmente, la creación de grandes *resorts* (complejos) de lujo, con campos de golf, puertos deportivos y otras ofertas complementarias, que han expandido la superficie artificializada, sin lograrse la pretendida regeneración de la planta turística.

Simancas y García (2.013) han estudiado los efectos territoriales del progresivo uso residencial que se está dando a las áreas turísticas de Canarias, señalando los factores que lo explican. Entre ellos, destacan la obsolescencia de los establecimientos, la atomización y dispersión de la propiedad de las unidades, y la prohibición, por la denominada “moratoria turística canaria” de la concesión de nuevas autorizaciones turísticas.

García (2.011 y 2.017) ha estudiado la evolución reciente de la normativa y el planeamiento territorial que afectan a las zonas turísticas de Canarias, y ha criticado el escaso cumplimiento de la legislación aprobada en la década del año 2.000, con la que se pretendió conseguir un modelo territorial sostenible y respetuoso con el entorno, en lo concerniente a los plazos que se establecieron para adaptar el planeamiento territorial y el urbanístico a sus determinaciones.

Por lo que respecta a la isla de Gran Canaria, se han realizado algunas investigaciones relativas a los modelos territoriales de sus núcleos turísticos, diagnosticando también la situación en la que se encuentran.

Cáceres y Pescador (2.001), al estudiar la urbanización turística del sur de Gran Canaria, consideran que la inexistencia de un planeamiento adecuado ha originado una urbanización turística desvertebrada y con graves carencias, como consecuencia de la ejecución de sucesivos planes parciales que no responden a una planificación de conjunto. El diseño del espacio parece responder a la suposición de que los turistas no

buscan la autenticidad del lugar, enterrada bajo los hoteles, sino un paisaje artificial, banalizado. Los valores paisajísticos han sido ignorados y destruidos, ya que se ha considerado el territorio como un simple soporte para desarrollar la urbanización. Esta falta de sensibilidad hacia el paisaje se manifiesta, de forma más evidente, en la ocupación continua de la costa con urbanizaciones de alta densidad.

También han sido estudiadas las características urbanísticas de los núcleos turísticos, su planta alojativa, y los servicios complementarios que se ofertan en ellos. Storino, *et al.* (2.012), al investigar la zona de El Veril, en Gran Canaria, por medio de una revisión bibliográfica e investigación de campo, han diagnosticado los problemas existentes, encontrando un territorio masificado, con pérdida de identidad, y edificaciones envejecidas. Consideran estos autores que estas conclusiones se pueden generalizar al conjunto de la oferta turística canaria.

En Gran Canaria ha sido investigado, también, el proceso de deterioro de la urbanización turística de San Agustín, empleando metodología SIG (Sobral, 2.008). La autora encuentra una deriva hacia la obsolescencia, y propone la realización de diversas intervenciones, conducentes a la recuperación de los valores paisajísticos naturales.

Por lo que respecta a los problemas de movilidad urbana, Durante el siglo XX, las propuestas racionalistas consideraron al automóvil como un medio de transporte rápido y eficiente, que debía tener un importante protagonismo en el diseño de las ciudades, y en su interconexión (Corbusier, 1.973). La creación y el crecimiento de los núcleos turísticos costeros canarios se apoyó en un diseño de la red viaria que asumió dichos planteamientos, de manera que se potenció la ocupación de zonas más alejadas de costa, y la urbanización de lugares que presentaban dificultades para el acceso peatonal, por su orografía. Otras tendencias urbanísticas, que gozan de aceptación en la actualidad, divergen de los planteamientos racionalistas, ya que priman un entorno urbano de calidad que propicie las relaciones y los intercambios de las personas, creando espacios de ocio y tranquilidad, incompatibles con las molestias generadas por una movilidad basada en el coche privado (Jacobs, 1.973; Gel, 2.006). Para lograr este tipo de ciudad, según estos planteamientos, sería necesario favorecer el uso del transporte colectivo y los desplazamientos peatonales, que han de resultar agradables, fáciles y cómodos.

Diversos autores han propuesto sistemas para la medición de la calidad peatonal, como Talavera (2.014), que considera como indicadores el ancho de las vías

peatonales, la seguridad ante el tráfico automóvil, y diversos aspectos relacionados con el confort y con la atracción que el recorrido presenta al peatón. También se han realizado estudios relacionados con la movilidad en municipios turísticos, como el de Fernández y Parrilla (2.007), en Calvià (Islas Baleares), que presta especial importancia a los desplazamientos peatonales.

En Canarias, los criterios de diseño de la red viaria vigentes durante el último tercio del siglo XX no eran particularmente sensibles a las personas con movilidad reducida, y la legislación al respecto era inexistente, hasta que se publicó la ley de accesibilidad (ley 8/1.995, de 6 de abril), y el Reglamento que la regula (Decreto 227/1.997, de 18 de septiembre). Actualmente, la accesibilidad en los espacios públicos está regulada por una normativa básica nacional (Real Decreto 505/2.007 de 20 de abril), que se desarrolla en un documento técnico (Orden VIV/561/2.010, de 1 de febrero).

Diversos organismos internacionales, como la Organización Mundial del Turismo, en la Asamblea General celebrada en Manila (1.980), han reconocido el derecho al turismo de las personas discapacitadas, y han señalado la necesidad facilitar su acceso a estas actividades. Hay que tener en cuenta, además, que el número de personas con movilidad reducida aumentará con total seguridad en el futuro, por la tendencia al incremento de las ayudas técnicas y económicas disponibles para que estas personas puedan viajar, y por el progresivo envejecimiento de la población.

Fernández (2.009) ha realizado una revisión bibliográfica de la investigación realizada en España sobre la accesibilidad turística, en el que se mencionan diversas actuaciones realizadas en destinos turísticos de Castilla-La Mancha, y en Madrid. Por su parte, Molina y Cánoves (2.010) presentan diversas iniciativas realizadas en establecimientos turísticos de Cataluña. A lo largo de la presente investigación, no se han encontrado estudios que traten los problemas de movilidad, o de accesibilidad, que puedan existir en los núcleos turísticos canarios.

Por lo que respecta a los problemas ambientales de los núcleos turísticos costeros, diversos autores han desarrollado procedimientos metodológicos específicos para estudiarlos. En su tesis doctoral, Babinger (2.010) analiza los riesgos existentes en dos espacios turísticos: Andalucía (España) y Yucatán (Méjico). Tras estudiar la evolución y las características actuales de los espacios sometidos a peligro (siete en Andalucía y dos en Yucatán), analiza los riesgos debidos a la dinámica litoral, la subida

del nivel del mar, la sismicidad, los tsunamis, las inundaciones, y los huracanes (estos últimos se estudian solamente en los casos mejicanos). Encuentra que la mayor parte de los problemas se asocian a la construcción de edificaciones a lo largo de la línea de costa, que los patrones de ocupación son semejantes, y que estos patrones siguen estando vigentes, repitiendo modelos obsoletos que se creían superados. España, a pesar de contar con más recursos que Méjico para afrontar los riesgos, no los utiliza adecuadamente, por una falta de concienciación sobre su magnitud. Constata el autor que el fenómeno turístico ha disparado la exposición y la vulnerabilidad, y considera que los instrumentos de planificación territorial deberían incluir un estudio integral de riesgos, cuyas recomendaciones tuviesen un carácter vinculante. Menciona, en especial, el incremento de la vulnerabilidad debido a la construcción de vías de circulación con trazado paralelo a la costa, ya que interrumpen los flujos de los cauces, aumentan el riesgo ante peligros de origen marino, y pueden quedar inutilizadas como vías de evacuación con mayor probabilidad.

Perles y Cantarero (2.010) señalan que las metodologías cartográficas generalmente empleadas para la planificación territorial de territorios sometidos simultáneamente a distintos peligros, basadas en su representación superpuesta “vertical”, no reflejan adecuadamente las interacciones entre los distintos peligros, ni la transferencia espacial y temporal de los impactos. Para su estudio, proponen una metodología basada en la elaboración de mapas: para cada tipo de peligro, de peligrosidad conjunta, de peligrosidad agregada, de estabilidad causal para los distintos peligros, y de peligrosidad acumulada en cadena.

Zapata-Balanqué y Labiste-González (2.013) han investigado, en la zona turística de Baconao (Cuba), los riesgos y los posibles impactos que puedan producirse por huracanes, inundaciones, deslizamientos, o movimiento sísmicos.

También en Cuba, en Cayo Guillermo, han sido estudiados los principales impactos adversos que puede causar la arquitectura turística en pequeñas islas (Ruiz, 2.015). Investigando el ciclo de vida de los edificios, y realizando un análisis multivariado de las actividades que causan impactos ambientales severos, el autor ha concluido que un diseño adecuado de las intervenciones puede disminuir los impactos y preservar los valores naturales. Para minimizar los impactos recomiendan emplear edificaciones ligeras prefabricadas, minimizar los movimientos de tierras y los

desbroces, reducir la altura de las edificaciones, y evitar el relleno de las lagunas que están conectadas con el mar.

Tras esta revisión de los estudios realizados sobre la problemática urbanística derivada de diversos modelos territoriales turísticos situados en el litoral, en los apartados siguientes se comentan las publicaciones encontradas que tratan los problemas ambientales causados por la alteración de procesos físicos naturales, centrando la atención en los más significativos: los relacionados con los movimientos de ladera, con la impermeabilización del sustrato, con el drenaje y con la calidad del agua de baño.

2.1.2 El estudio de los problemas relacionados con los movimientos de ladera

El análisis de riesgos originados por movimientos de ladera puede realizarse de manera extensiva, diferenciando zonas en función de su peligro o de su riesgo, o de forma particularizada, empleando la escala y la resolución adecuadas para cada caso. La zonificación permite describir, de forma generalizada, la problemática existente en un determinado ámbito, mientras que el estudio pormenorizado es más adecuado para analizar detalladamente los riesgos existentes y gestionar su reducción.

Won y ko (2.005) han revisado los diferentes métodos para realizar análisis particularizados de riesgos por movimientos de ladera, diferenciando los cualitativos, los semicuantitativos y los cuantitativos. Según estos autores, la aproximación cualitativa conlleva, usualmente, el empleo de algún sistema de puntuación para evaluar la probabilidad de ocurrencia de un fallo, y sus consecuencias, considerando las características de las laderas, y los posibles elementos afectados. Existen diferentes sistemas, que emplean diagramas de flujo, baremos, descriptores cualitativos, matrices de riesgo, o una combinación de estos procedimientos. Algunos de estos métodos están diseñados, de manera específica, para ciertos tipos de movimientos (desmontes, terraplenes, etc.), o para determinados elementos expuestos (como las carreteras). Otros, más complejos, son de uso general.

Los primeros métodos cualitativos se diseñaron en la década de 1.970, y han sido aplicados frecuentemente, desde entonces. Suelen ser los empleados por los

organismos encargados de gestionar los riesgos existentes en un elevado número de laderas, ya que permiten, de una manera práctica, hacer valoraciones preliminares, priorizar las intervenciones a realizar y seguir la evolución de los problemas. Como ejemplo de metodología cualitativa, puede mencionarse la seguida por Mateos y Azañón (2.005), para inventariar los diversos tipos de movimientos de ladera que se han producido en Mallorca, en las urbanizaciones turísticas costeras que se han desarrollado al pie de la abrupta Sierra de Tramuntana, constituida por rocas carbonatadas, y analizar los factores que los condicionan.

Los métodos cuantitativos surgieron en la década de 1.990. Son más detallados y elaborados que los métodos cualitativos, y buscan obtener una valoración precisa del riesgo, que permita decidir la intervención a realizar. Esto se consigue aplicando unos criterios predeterminados, que han sido elaborados tomando en consideración la tolerancia al riesgo, y las relaciones coste-beneficio. Frecuentemente, cuando se pretende gestionar el riesgo de un elevado número de laderas, la aplicación de este tipo de métodos no resulta práctica, porque no se dispone de los datos necesarios, o porque los datos disponibles no tienen la suficiente precisión. En estos casos, se pueden emplear modelos simplificados para la determinación de las frecuencias y las consecuencias (Aramburu *et al*, 2.006). Un ejemplo de metodología cuantitativa, empleada con éxito en un tramo ferroviario canadiense, es la diseñada por Macciotta *et al*. (2.016). En la Península Ibérica son abundantes los trabajos realizados sobre movimientos de ladera, especialmente macizos montañosos, como el Sistema Central, Sierra Nevada o los Pirineos, con una metodología de este tipo, como el efectuado por Corominas *et al*. (2.005) en la ladera de Solà de Andorra.

La evolución de los acantilados y las plataformas rocosas costeras, ha sido estudiada por diversos autores, que han señalado, como factores estáticos condicionantes la composición y alternancia de los distintos niveles geológicos, las debilidades estructurales o la angulosidad de los frentes, y como factores dinámicos desencadenantes, agentes como la acción hidráulica, los procesos de humectación-desección, o la alteración cutánea de los materiales (Schillizzi *et al.*, 2.004; Blanco-Chao *et al.*, 2.006:). Recientemente, han sido investigadas otros agentes exógenos, como los procesos bioquímicos originados por las plantas (Otero *et al.*, 2.015a), o la concentración de fósforo debida a las colonias de gaviotas (Otero *et al.*, 2.015b).

En la isla volcánica de El Hierro, en Canarias, Fernández-Hernández *et al.* (2.012) han realizado un estudio del riesgo de movimientos de ladera, empleando una metodología semicuantitativa que obtiene un índice de susceptibilidad mediante tecnología SIG. Por su parte, en la isla de Gran Canaria, se han elaborado mapas de susceptibilidad a deslizamientos mediante tecnología SIG, teledetección, y métodos de evaluación multicriterio (Hervás *et al.*, 2.002)

En las islas Canarias, en el marco del proyecto RIESGOMAP (2.014) han sido elaborados mapas de riesgos (total, social y económico), por combinación, en un SIG, de mapas de susceptibilidad, exposición económica, exposición social, vulnerabilidad económica y vulnerabilidad social. Estos mapas han sido realizados con una resolución espacial de 10 m/píxel. La terminología empleada es la propuesta por UNDRO (1.991).

2.1.3 Estudios relacionados con la impermeabilización del sustrato en áreas urbanizadas

Se han realizado estudios sobre la evolución de la impermeabilización originada por causas antrópicas en grandes ámbitos (Zhou y Wang, 2.007), y sobre el incremento de flujo en cuencas hídricas originado por los procesos de urbanización (Jennings y Jarnagin, 2.002; Olivera y De Fee, 2.007). También se han investigado ámbitos urbanos, en su conjunto, para cuantificar la evolución temporal de la impermeabilidad (Wu y Thompson, 2.013).

Por lo que respecta al estudio de la impermeabilización de zonas turísticas, el caso de Pensacola (costa de Florida, en Estados Unidos) ha sido estudiado por Yang y Liu (2.05), en la escala regional, empleando métodos de teledetección para caracterizar su crecimiento espacial. Los autores han encontrado un significativo incremento de la impermeabilidad, originado por el crecimiento urbano disperso a lo largo de varias vías de comunicación principales, en el entorno del aeropuerto regional y en varias bases militares.

Por su parte, y en la escala de la parcela, Stone (2.004) analizó la relación existente entre la dimensión de las parcelas residenciales y su impermeabilidad. Verbeeck *et al.* (2.011) investigan el progresivo sellado de la superficie de las zonas ajardinadas de las parcelas residenciales, por sus propietarios. Mientras que Perry y

Nawaz (2.008) estudian la evolución temporal de la impermeabilidad, y predicen el incremento de la escorrentía superficial que ésta originará.

Otra dimensión interesante del problema es la influencia de las ordenanzas urbanísticas en la impermeabilidad, cuestión que ha sido estudiada por Stone (2.004) y por Sung, Yi y Li. (2.013), entre otros.

La cobertura de las ciudades ha sido estimada siguiendo procedimientos diversos. Algunos autores han empleado tecnologías basadas en la teledetección y en los sistemas de información geográfica (Lu y Weng, 2.006). Otros han utilizado de forma simultánea fotografía aérea de alta resolución y datos LiDAR (Hodgson et al., 2.003). En la mayor parte de los casos, la calidad de las clasificaciones realizadas a partir de la teledetección depende de la existencia de un número suficiente de controles de campo. Otras investigaciones (Pang et al., 2.008) se han basado exclusivamente en datos cartográficos.

El índice de impermeabilización del suelo es un indicador de sostenibilidad ambiental de la actividad urbanística, relacionado con los espacios libres y con la biodiversidad urbana, que ha sido considerado en estudios realizados en Sevilla (2.008), o en Vitoria-Gasteiz (2.010). Este índice puede ser obtenido con relativa facilidad empleando la cartografía digital elaborada por el proyecto Copernicus (2.012) de la Unión Europea, que ofrece el porcentaje de impermeabilización, con una resolución espacial de 20 metros.

Finalmente, es interesante destacar que no se han encontrado trabajos que aborden simultáneamente la relación entre la impermeabilización, los condicionantes geomorfológicos y la evolución temporal de un proceso urbanizador, ni estudios detallados de procesos de impermeabilización en urbanizaciones turísticas. Por lo que puede considerarse novedosa la manera en la que esos aspectos se abordan en esta tesis doctoral.

2.1.4 Problemática relacionada con el drenaje y con la calidad del agua de baño

Los primeros estudios sobre riesgos fueron realizados por algunos geógrafos norteamericanos, precisamente para abordar los problemas de inundaciones (Arnold, 1.988) en el marco de la *Flood Control Act*. Estos estudios constataron los incrementos de muertes y daños materiales que se habían producido en diversos ríos, paradójicamente, tras realizarse en ellos obras hidráulicas para prevenir inundaciones.

Recientemente el Banco Mundial ha publicado una guía (Wright, 2.015) para gestionar los riesgos de inundación en las ciudades, fenómeno que va en aumento por el crecimiento de la población y por las tendencias climáticas. En este documento se propone un enfoque integrado, basado en un equilibrio adecuado entre las medidas estructurales y las no estructurales. Algunas de las medidas que aconseja realizar proponen invertir en redes de drenaje, crear mayores superficies de zonas verdes, y planificar adecuadamente el uso del suelo.

La construcción de obras de defensa frente a las avenidas potencia la ocupación de las llanuras de inundación fluviales. Parker (1.995) ha estudiado esta tendencia en Inglaterra y Gales, y cuestiona la eficacia de la planificación territorial, que tiende a facilitar la ocupación de dichas llanuras.

También ha sido estudiado, en una zona de la costa mediterránea francesa, el efecto que la impermeabilización de los suelos, producida por la urbanización, tiene sobre la escorrentía (Dennis *et al.*, 2.011).

Buena parte de las investigaciones consultadas tratan las inundaciones fluviales o costeras, pero pocas abordan los problemas causados por un drenaje insuficiente de las aguas pluviales caídas en la propia ciudad. Perales-Momparler *et al.* (2.011) abordan una inundación de este tipo que se produjo en Thatcham (Berkshire, Reino Unido), explicándola por medio de un software específico, y poniendo de relieve la importancia, muchas veces infravalorada, que pueden llegar a tener este tipo de inundaciones.

Entre los trabajos realizados en España, puede citarse una tesis doctoral realizada en el Departamento de Geografía de la Universidad de Murcia, que estudia la peligrosidad de las aguas de avenida en los cruces de carreteras con ramblas (García, 2.010). Para ello, el autor modeliza los flujos y aplica técnicas de teledetección para

determinar las avenidas correspondientes a diversos periodos de retorno, comprobando también la capacidad de las obras de paso, y estableciendo índices de peligrosidad. A su vez, diversos autores han analizado los riesgos por inundaciones fluviales en las urbanizaciones turísticas de la costa del Levante español (Giménez Ferrer, 2.006; Camarasa-Belmonte, 2.011; Babinger, 2.010; Vera y Treviño, 2.010).

La incidencia del riesgo de inundación fluvial en las ciudades españolas ha sido analizada por García (2.004), constatando el efecto que producen los factores físicos y humanos en la localización y en la evolución de dichos riesgos. El autor observa una importante disminución de la siniestralidad debida a las crecidas de los ríos, que se manifiesta especialmente en los puntos más conocidos por su peligrosidad. Sin embargo, encuentra que han aumentado las inundaciones causadas por las avenidas relámpago, que se originan por lluvias torrenciales que caen en cuencas pequeñas, o en áreas densamente pobladas, especialmente en las regiones de clima mediterráneo, y en las grandes áreas metropolitanas. Estas tendencias las relaciona con la evolución de las ciudades y con las actuaciones que se han realizado en la red hidrográfica.

La percepción que se tiene del riesgo, en áreas sometidas a inundaciones crónicas, ha sido estudiada por Perles (1.999), analizando los razonamientos y las valoraciones que se manifiestan en unas entrevistas que realiza sobre los sucesos acaecidos en la desembocadura del río Guadalhorce, en 1.989. En general, encuentra que los planteamientos de la población y de las instituciones públicas son poco coherentes, y que se aceptan fatídicamente las pérdidas y el riesgo. Por lo que respecta a las actuaciones de los organismos públicos, le resulta evidente que los efectos de las inundaciones podrían haber sido minimizados si el planeamiento urbanístico hubiera impedido la ocupación de zonas inundables, y se hubiera realizado un mantenimiento adecuado de los cauces y del sistema de drenaje.

El proyecto RIESGOMAP (2.014), de prevención de riesgos naturales y tecnológicos en la planificación territorial y urbanística, ha confeccionado mapas de los riesgos asociados a diversos peligros, que se presentan en formato WMS, y pueden emplearse como capas en un entorno SIG. Uno de estos mapas representa los riesgos de inundación fluvial en Canarias, con una resolución espacial de 10 metros.

El Grupo de investigación de Geografía física y Medio Ambiente, integrado en el Instituto de Oceanografía y Cambio Global (IOCAG) de la de la Universidad de Las

Palmas de Gran Canaria, ha realizado abundantes estudios sobre las lluvias torrenciales que ocurren en Gran Canaria y las inundaciones que éstas generan. En algunos de sus trabajos se resalta el valor de la prensa como fuente de información (Torres *et al.*, 1.992; Mayer, 1.999). Algunos de estos estudios, como el realizado por Mayer (2.003) se han centrado en las consecuencias de las precipitaciones intensas que se producen en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria, relacionando su crecimiento urbanístico, y las transformaciones que se realizan en el medio, con las inundaciones consecuentes.

La mayor parte de los trabajos que han servido de base para los cálculos de infraestructura hidráulica, o viaria, en Gran Canaria, determinan los caudales de avenida partiendo de funciones de distribución estadísticas, sin aportar información respecto a las causas meteorológicas que los provocan. Contrasta, en este sentido, el trabajo de Mayer (2.005), tanto por la metodología empleada, como por su visión integrada del problema. En su investigación caracteriza las principales unidades ambientales de la Isla, y establece para cada una de ellas un determinado umbral de precipitación. Por medio de tecnología SIG realiza mapas de distribución espacial de las precipitaciones que superan dicho umbral, cuestión que posteriormente compara con un modelo digital de elevaciones, para explicar la concentración de las lluvias en determinados sectores situados en las cabeceras de algunas cuencas. Además, clasifica las situaciones atmosféricas inestables basándose en la configuración isobárica de las capas medias y altas de la atmósfera, y analiza también las consecuencias socioeconómicas de las inundaciones.

Un estudio realizado sobre la zona turística del sur de Gran Canaria (Mayer y Pérez-Chacón, 2.006) está particularmente relacionado con la investigación de esta tesis. En la mencionada publicación se indica que esa parte de la isla ha sufrido importantes cambios en su geomorfología como consecuencia del desarrollo urbano. También se demuestra la conexión existente entre la expansión turística de las últimas décadas y el incremento del daño causado por las avenidas, originado por el tipo de crecimiento y por las características de la infraestructura creada.

Se han estudiado también las inundaciones en la isla de Lanzarote, y específicamente la de febrero de 1.989 (Dávila y Torres, 1.995). Por su parte, Marzol (2.002) analiza el régimen pluviométrico de la ciudad de Santa Cruz de Tenerife y lo relaciona con la grave inundación que tuvo lugar en 2.002.

El Consejo Insular de Aguas de Tenerife, tras las graves riadas de 2.009 y 2.010, aprueba definitivamente su Plan de Defensa contra las Avenidas (García *et al.*, 2.006). Tras analizar los riesgos, en este documento se proponen medidas concretas, normas, y pautas de actuación. Una de sus conclusiones es que en Tenerife no son aplicables soluciones tradicionales, basadas en presas o encauzamientos, por sus especiales características geomorfológicas e hidrológicas. Además de requerir inversiones no asumibles, este tipo de medidas tendría impactos sociales y ambientales muy negativos. La velocidad que adquiere el agua por las fuertes pendientes de laderas y barrancos incrementa el riesgo y, por lo tanto, la población debe tener un papel activo, ha de ser consciente de los riesgos y debe saber lo que ha de hacer para minimizar los daños.

En Gran Canaria, el Consejo Insular de Aguas (2.014) ha realizado mapas de peligrosidad, y de riesgo de inundación, tanto por causas fluviales como costeras. Se diferencian seis zonas con riesgo potencial significativo de inundación fluvial, entre las que se encuentra el tramo final, urbano, del barranco de Puerto Rico, que forma parte del ámbito estudiado en esta tesis. Para el diseño de los mapas se ha contado con cartografía LIDAR con una precisión de 0,2 m en altimetría. Se calculan los caudales por medio del método racional y se realiza el estudio hidráulico por medio del modelo numérico IBER.

Las publicaciones relacionadas con la contaminación de las aguas de baño son abundantes. Algunas muestran los problemas de las redes unitarias de alcantarillado durante las lluvias, y han propuesto soluciones de diseño para reducir sus efectos (Temprano *et al.*, 1.997; Suarez y Cagiao, 2.005; Suárez, *et al.*, 2.012).

Otros autores han relacionado los problemas que ocasionan los vertidos, procedentes de redes unitarias, en los ecosistemas marinos y en la calidad de las masas de agua. Como ejemplo, puede citarse el trabajo de Echevarri (2.007), en la Bahía de Santander.

A nivel internacional, abundan los estudios sobre la calidad de las aguas de baño. Generalmente, los autores comparan los indicadores de contaminación fecal, con los valores máximos permitidos en la normativa de cada país. Un ejemplo de este tipo de estudio es el realizado por Vergaray *et al.* (2.007) en Perú. En ocasiones, otros investigadores proponen el uso de indicadores alternativos, como ha hecho Oliveria

(2.016), en Brasil, cuantificando el gen nifH de *Methanobrevibacter smithii*, un metanogen solamente encontrado en el intestino humano.

La calidad de las aguas de baño en las playas de Gran Canaria ha sido estudiada por diversos autores. Tejedor *et al.* (2.005) encontraron que solamente tres de las 1.149 muestras obtenidas en las playas de Gran Canaria superaban los estándares máximos de la UE, correspondiendo estas muestras a la playa de las Alcaravaneras, en Las Palmas de Gran Canaria. Previamente, O'Shanahan (1.998) había analizado los efluentes de varias depuradoras situadas en las costas de los municipios de Telde y de Las Palmas de Gran Canaria, constatando frecuentes vertidos de aguas incorrectamente depuradas, que hacían que las aguas de baño debieran ser consideradas como “no satisfactorias”.

Precisamente, en el suroeste de la Isla de Gran Canaria, en la zona donde se encuentra el núcleo urbano cuyos problemas se estudian en esta tesis, se ha investigado el aumento de los niveles de contaminación de las aguas de baño, originado por el funcionamiento incorrecto de estaciones depuradoras, en los años 2.013 y 2.014. Se ha constatado que, en diez ocasiones, se han podido relacionar los problemas de funcionamiento de las depuradoras con aumentos en los indicadores microbiológicos de contaminación fecal. Sin embargo, estos sucesos no han afectado negativamente a la categoría oficial de las aguas de baño, ya que no se han alcanzado los niveles de contaminación máximos que establece la normativa vigente (Herrera *et al.*, 2.015).

O'Shanahan-Roca *et al.* (2.014: p.46) han analizado los efectos que los factores climáticos producen en la calidad de las aguas de diversas playas turísticas del sur de Gran Canaria. Estudiando la evolución histórica de los indicadores de contaminación, entre los años 1.996 y 2.008, han investigado la clasificación que habría correspondido a las playas estudiadas, de aplicarse retroactivamente la directiva 2.006/7/CE, averiguando que las aguas de Maspalomas, El Inglés y las Burras habrían tenido “calidad insuficiente”, en determinados años. Comprueban, asimismo, que “la calidad sanitaria de las aguas de baño de playas situadas en la desembocadura de cauces pluviales, está estrechamente relacionada con las condiciones climáticas y ambientales naturales que se producen durante el año”, señalando como causa probable el rebosamiento de las redes sanitarias.

2.2 Objetivos e hipótesis

El objetivo general de la tesis es analizar la problemática ambiental de urbanizaciones turísticas costeras ubicadas en desembocaduras de barrancos, conocer su evolución espacio-temporal y determinar las causas que originan los problemas ambientales más significativos, estudiando como ejemplo la Urbanización de Puerto Rico-Amadores, en Gran Canaria. Para ello, se tendrá en cuenta la interrelación de los problemas con las peculiaridades del medio, la normativa que ha amparado el crecimiento urbanístico, y las características de las obras realizadas (figura 2.1).

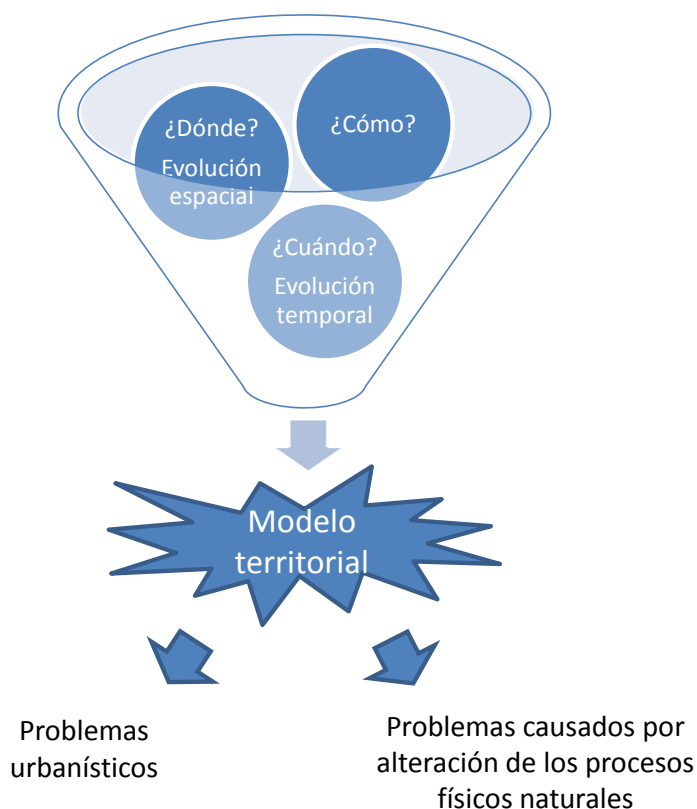


Figura 2.1 Planteamiento general de la investigación

Específicamente, se pretende:

- Analizar la evolución temporal y espacial del proceso de urbanización.
- Caracterizar el modelo territorial resultante
- Determinar la problemática urbanística derivada del modelo territorial
- Evaluar la problemática ambiental causada por la alteración de los procesos físicos naturales
- Establecer recomendaciones para reducir la problemática ambiental

La hipótesis de partida consiste en determinar si existe, o no, relación entre el modelo de urbanización turística costera que se ha ejecutado en Puerto Rico-Amadores (Gran Canaria) y la existencia de problemas ambientales relacionados con la calidad del paisaje turístico, la movilidad, la dinámica de vertientes, la impermeabilización del sustrato, las inundaciones, y la contaminación por aguas residuales urbanas.

2.3 Metodología

En este apartado se explica en primer lugar la estructura metodológica general que sigue la investigación, para exponer posteriormente la metodología específica que se emplea para caracterizar el modelo territorial que se ha materializado, y para analizar sus consecuencias ambientales.

2.3.1 Estructura metodológica general

El proceso seguido comienza con una caracterización general del modelo territorial existente, que se realiza estudiando la evolución histórico-temporal del núcleo urbano, sus parámetros urbanísticos, y el contexto normativo vigente durante la urbanización. A continuación se analizan los problemas derivados del modelo territorial adoptado, por su configuración, y por las alteraciones que produce en los procesos físicos naturales. Por último, se plantean diversas recomendaciones orientadas a la planificación territorial (figura 2.2)

ESTRUCTURA METODOLÓGICA GENERAL

OBJETO: **URBANIZACIONES TURÍSTICAS COSTERAS
EN DESEMBOCADURA DE BARRANCO**

OBJETIVO GENERAL: **EVALUAR SU PROBLEMÁTICA AMBIENTAL**

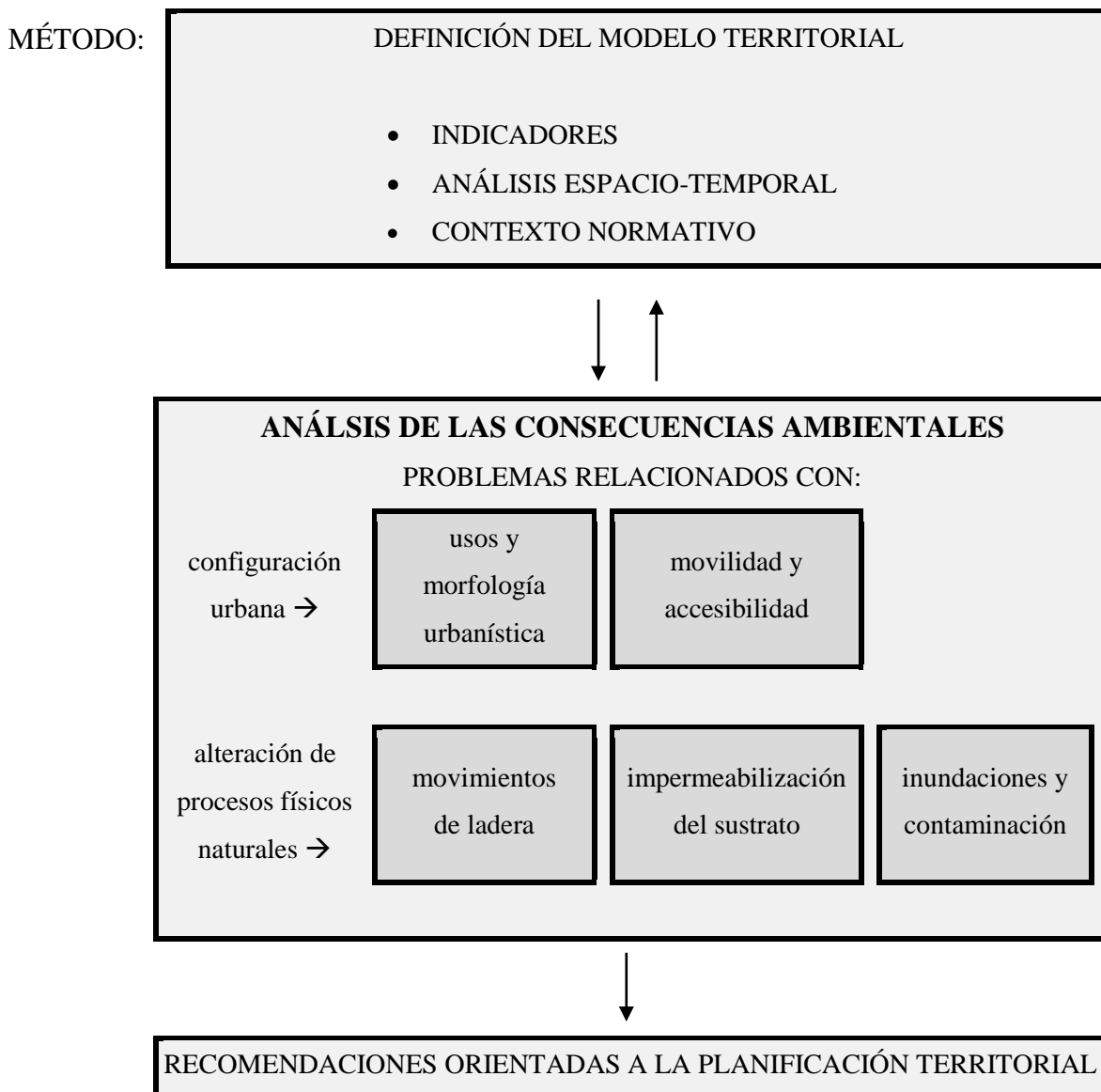


Figura 2.2. Estructura metodológica general

Un análisis detallado de la metodología adoptada permite diferenciar diversas etapas y procedimientos (figura 2.3). La secuencia seguida comienza con una valoración previa de la problemática ambiental. Para ello se realiza, en primer lugar, una búsqueda general de información (en registros públicos, bases de datos, cartografía básica y temática, investigaciones previas, etc.). A continuación, considerando el tiempo y los recursos disponibles para la investigación, se valoran las posibilidades de adquirir información adicional. Finalmente, se seleccionan las líneas de investigación que permitan, partiendo de los datos disponibles, o adquiribles, obtener información sobre los aspectos más significativos de la problemática ambiental, priorizando aquellos que se manifiestan de manera más grave e inmediata en la realidad urbana objeto de estudio.

Las líneas de investigación finalmente seleccionadas tratan los problemas relacionados con:

- El uso del suelo y la morfología urbana
- Las dificultades de movilidad y accesibilidad
- Los movimientos de ladera
- La impermeabilización del sustrato
- Las inundaciones y la calidad de las aguas de baño

A continuación se seleccionan los ámbitos territoriales a considerar:

- El conjunto del núcleo urbano
- El suelo ocupado por parcelas
- El suelo urbanizado en cada fase
- Las parcelas con uso residencial o turístico, que han sido previstas en el planeamiento urbanístico de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico” (Parcelas que se denominarán en este trabajo “PAP”). Esta selección se realiza para obtener una muestra representativa, que excluya elementos que puedan desvirtuar las conclusiones del estudio, ya sea por sus usos específicos, por sus características urbanísticas, o por la escasa superficie que ocupan, en comparación con la superficie total de la urbanización. Se excluyen de este ámbito, por lo tanto, los núcleos urbanos preexistentes, y la promoción Amanay.
- Las parcelas alojativas turísticas

A su vez, se analiza la variación de la problemática de las parcelas comprendidas, en los ámbitos territoriales mencionados:

- Según la zonificación geomorfológica.
- Según la distancia a la costa

En el siguiente paso se determinan los indicadores y el sistema de valoración de los distintos problemas tratados. Para facilitar la comprensión de los problemas se estudian, además, las relaciones existentes entre las distintas variables consideradas.

Una vez valorada la problemática correspondiente a cada línea de investigación, se contextualizan los resultados, comparándolos con valores que se toman como referencia.

Una vez comprobada la gravedad de cada uno de los problemas estudiados, se caracteriza, de manera global, la problemática relacionada con la morfología urbana, y la derivada de la alteración de los procesos físicos naturales.

Por último, se elaboran recomendaciones que podrían ser tenidas en cuenta a la hora de proyectar futuras urbanizaciones, con el fin de evitar la reproducción de los problemas estudiados, o de reducir su magnitud. Se sugieren, además, diversas propuestas que permitan profundizar en las líneas de investigación de esta tesis, o abordar otros aspectos que no hayan podido ser tratados.

La metodología seguida se apoya en el uso de un sistema de información geográfica, por medio del cual se relacionan, espacial y temporalmente, datos procedentes de fuentes muy diversas, y referidos a la escala precisa para estudiar adecuadamente los problemas de las parcelas. Los resultados se presentan de forma numérica, gráfica o cartográfica, para facilitar la comprensión de las causas, la magnitud, las relaciones y la variación de estos problemas.

2.3.2. Fuentes y procedimientos específicos

A continuación, se detallan los procedimientos seguidos en la investigación, ordenados según la secuencia seguida, y la estructura del documento. Las distintas capas que se han creado para su tratamiento en el sistema de información geográfica se presentan resumidamente en la tabla 2.1.

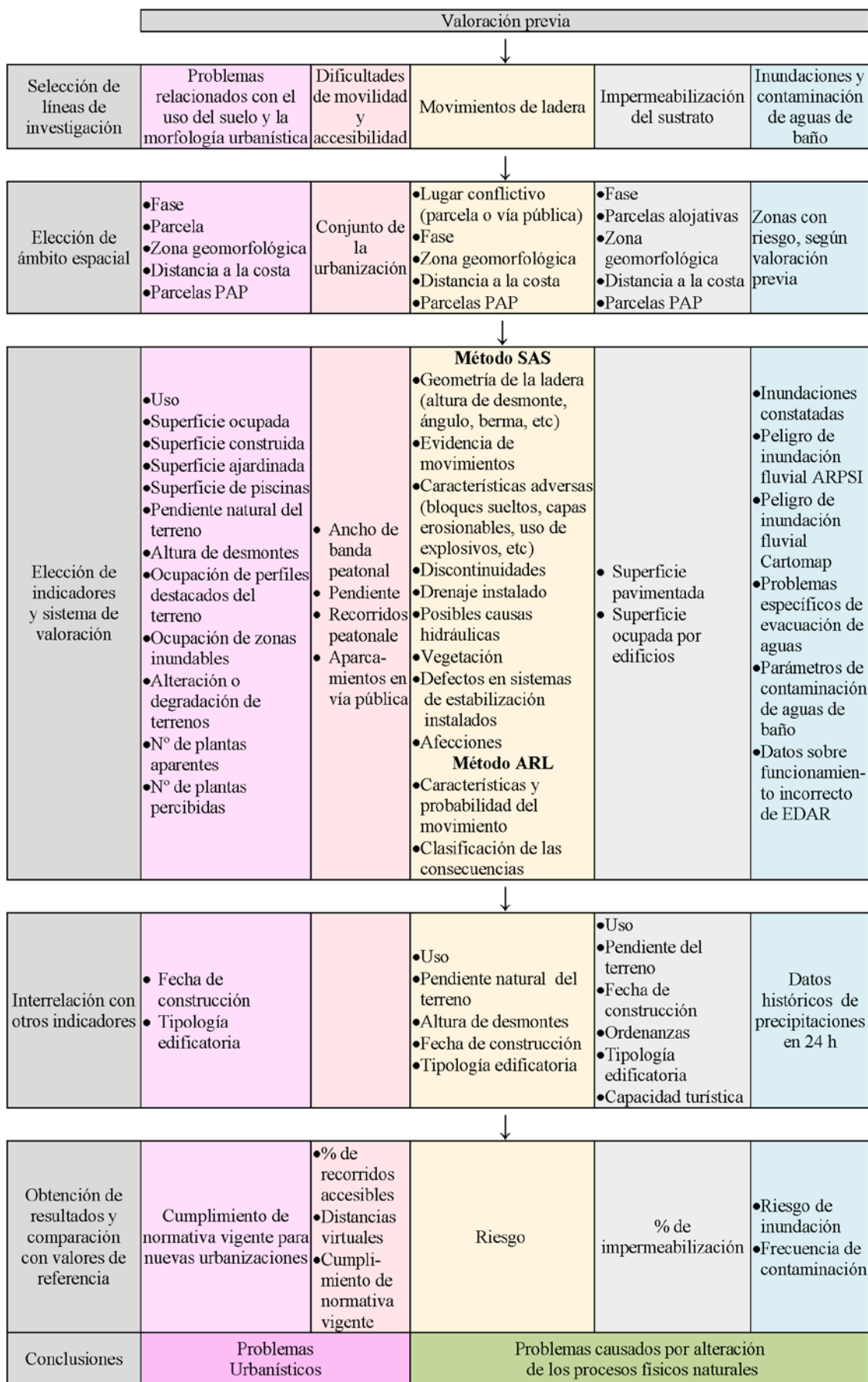


Figura 2.3 Esquema metodológico detallado

Tabla 2.1 Capas empleadas en el sistema de información geográfica.

Nombre	Uso o contenido	Obtención	Tipo de fichero	Tipo de entidad
prico	General (capa principal)	Digitalización manual	vectorial	polígonos
púcleos	Fases del proceso de urbanización	Procesamiento de “prico”	vectorial	polígonos
ocupación	Superficie ocupada por edificios	Digitalización manual, partiendo de capa mapa topográfico	vectorial	polígonos
pavimento	Superficie pavimentada	Digitalización manual	vectorial	polígonos
zona_geomorf	Zonas geomorfológicas	Digitalización manual	vectorial	polígonos
líneas_1962	Curvas de nivel en 1.962	Digitalización manual	cad	líneas
purico	elevaciones	Postprocesamiento de líneas-1962	raster	1 x 1 m
penpurico	pendientes	Postprocesamiento de “purico”	raster	1 x 1 m
dist_costa	Zonas comprendidas entre ciertas distancias a la costa	Postprocesamiento de “líneas_1962”	vectorial	polígonos
ground	Suelo no ocupado por edificaciones ni pavimentos	Postprocesamiento de “prico” “ocupación” y “pavimento”	vectorial	polígonos
fase_sin_el_ni_sg	Fases del proceso de urbanización, excluyendo espacios inaccesibles no urbanizados	Postprocesamiento de “prico”	vectorial	polígonos
verde	Zonas ajardinadas	Digitalización manual	vectorial	polígonos
piscinas	piscinas	Digitalización manual	vectorial	polígonos
mayorque30	Edificaciones en zonas con pendiente > 30 %	Digitalización manual partiendo de “penpurico” e intersección con “ocupación”	vectorial	polígonos
mayorque50	Edificaciones en zonas con pendiente > 50 %	Digitalización manual partiendo de “penpurico” e intersección con “ocupación”	vectorial	polígonos
costas	Edificaciones en zonas de dominio Público Marítimo Terrestre y su servidumbre de protección	Digitalización manual e intersección con “ocupación”	vectorial	polígonos
divisorias	Edificaciones en Terrenos situados en las lomas	Digitalización manual partiendo de “penpurico” e intersección con “ocupación”	vectorial	polígonos
inundación	Terrenos situados en zonas inundables	Digitalización manual e intersección con “ocupación”	vectorial	polígonos
reglada	Terrenos no ocupables, según disposiciones regladas de la normativa	Postprocesamiento de “mayor que30” y “costas”	vectorial	polígonos
discrecional	Terrenos no ocupables, según disposiciones discrecionales de la normativa	Postprocesamiento de “mayor que30”, “costas”, “mayor que 50”, “divisorias” e “inundación”	vectorial	polígonos
bordillos	Recorridos peatonales	Digitalización manual partiendo de mapa digital	vectorial	líneas
aceporfase	Recorridos peatonales en los terrenos de cada fase	Postprocesamiento de “bordillos” y “núcleos”	vectorial	líneas
pto	Acceso a parcelas turist.	Digitalización manual	vectorial	puntos
playa	Acceso a playas	Digitalización manual	vectorial	puntos
parada	Paradas de guagua	Digitalización manual	vectorial	puntos
vertidos	Vertidos al mar	Digitalización manual	vectorial	puntos

2.3.2.1 Caracterización del modelo territorial

Partiendo de una revisión bibliográfica, que se confirma mediante trabajo de campo, se estudian los ecosistemas terrestre y marino, para caracterizar el medio abiótico y averiguar la distribución, y la abundancia, de las poblaciones de las distintas existentes.

Se caracterizan, asimismo, los aspectos demográficos, sociales y económicos, revisando estudios publicados, cartografía y fuentes de datos estadísticos. La información obtenida se complementa con entrevistas y estudios de campo.

Para considerar el factor temporal, se realiza una revisión diacrónica del marco legal y del planeamiento urbanístico que han regulado el proceso de urbanización, consultando para ello diversas fuentes documentales.

A su vez, se estudian, de forma cuantitativa, las variables que definen la morfología urbana, y su evolución a lo largo del tiempo. Las consideradas son: uso, superficie ocupada, superficie construida, superficie ajardinada, superficie de piscinas, pendiente natural del terreno, altura de desmontes, ocupación de perfiles destacados del terreno, ocupación de zonas inundables, alteración o degradación de terrenos, número de plantas aparentes, y número de plantas percibidas.

Los procedimientos y los criterios adoptados se detallan a continuación:

- **Creación de la capa de polígonos principal, y estructuración de su base de datos asociada.**

Se crea una capa de polígonos, que se denomina “prico”. Se digitalizan manualmente los espacios que se encuentran delimitados físicamente en el terreno, empleando el “mapa topográfico integrado 1:1000-1:5000” (IDECanarias, 2.012). Cuando un polígono limita con zonas sin urbanizar, se digitaliza su límite de manera que aparezcan incluidos todos los terrenos que hayan sido desmontados o terraplenados en las obras realizadas en él.

Para digitalizar los límites de los espacios exteriores, o de los linderos de solares que no se encuentran materializados en el terreno, se tienen en cuenta los establecidos en las “zonas de edificación” del “Programa Urbanismo en Red” (IDECanarias, 2.013) , en el que se encuentran, georreferenciados, los planos parcelarios de los instrumentos de planeamiento. La digitalización realizada se comprueba consultando, a su vez, el servicio WMS Ortofoto urbana de alta resolución (IDECanarias, 2.012). Se asigna un código a cada polígono (campo “cod”), y se calcula automáticamente su superficie (campo “superficie”).

En la tabla 2.2 se indican los campos incluidos en la base de datos asociada a la capa de polígonos “prico”, y sus fuentes.

Tabla 2.2.a Campos incluidos en la base de datos asociada a la capa de polígonos “prico” (base de datos principal), y sus fuentes

Campo	Variable	Obtención	Fuente
cod	Código	Elaboración propia	
refcat	Referencia catastral	Elaboración propia según datos catastrales	Dirección General del Catastro, 2.016
núcleo	Fase de la Urbanización	Proyecto de urbanización de Puerto Rico Texto Refundido del Reformado del Plan Parcial Amadores Plan Parcial Valle de Puerto Rico	Ayuntamiento de Mogán, 1.966 Ayuntamiento de Mogán, 1.989 Ayuntamiento de Mogán, 2.000
feh_orto	Fecha de construcción (año)	Elaboración propia según datos catastrales Ortofotografías históricas Fotografías aéreas cenitales históricas Fotografías aéreas oblicuas históricas Fotografías históricas	Dirección General del Catastro, 2.016 IDECanarias (varias) GRAFCAN, Cabildo Insular de G.C. (varias) Foto Expedito, Dirección General de Costas, otras Foto Expedito, FEDAC, otras
uso	Uso	Elaboración propia según datos catastrales, Programa de Regeneración de Puerto Rico, Ortofoto urbana de alta resolución, y Mapa callejero turístico	Dirección General del Catastro, 2.016 Consejería de Turismo, 2.007 IDECanarias, 2.015 IDECanarias, 2.008b
superficie	Superficie (m ²)	Elaboración propia previa delimitación de polígonos, empleando Programa de Urbanismo en red mapa topográfico integrado y ortofoto urbana	IDECanarias, 2.013b IDECanarias, 2.012a IDECanarias, 2.012c
construida	Superficie edificada (m ²)	Elaboración propia según datos catastrales	Dirección General del Catastro, 2.016

Tabla 2.2.b Campos incluidos en la base de datos asociada a la capa de polígonos “prico” (base de datos principal), y sus fuentes

Campo	Variable	Obtención	Fuente
pavim	Superficie pavimentada (m ²)	Elaboración propia empleando mapa topográfico integrado y ortofoto urbana	IDECanarias, 2.012a IDECanarias, 2.012c
c_pav	Coefficiente de pavimentación (C_pav, %)	Elaboración propia empleando mapa topográfico integrado y ortofoto urbana	IDECanarias, 2.012a IDECanarias, 2.012c
Ocup	Superficie ocupada (m ²)	Elaboración propia empleando mapa topográfico, ortofoto urbana y trabajo de campo	GRAFCAN, 2.012a IDECanarias, 2.012c
estado2012	Alteración o degradación de espacios no edificados (natural ,degradado o transformado)	Elaboración propia empleando ortofoto urbana y trabajo de campo	IDECanarias, 2.012c
no_lim_oc	Parcela con coeficiente de ocupación limitado directamente por las ordenanzas (SI/NO)	Proyecto de urbanización de Puerto Rico Texto Refundido del Reformado del Plan Parcial Amadores Plan Parcial Valle de Puerto Rico	Ayuntamiento de Mogán, 1.966 Ayuntamiento de Mogán, 1.989 Ayuntamiento de Mogán, 2.000
clase_edif	Tipología edificatoria	Elaboración propia empleando: mapa topográfico integrado ortofoto urbana y trabajo de campo	IDECanarias, 2.012a IDECanarias, 2.012c
pisos	Plantas aparentes	Elaboración propia empleando: mapa topográfico integrado ortofoto urbana y trabajo de campo	IDECanarias, 2.012a IDECanarias, 2.012c
pl_aparent	Plantas percibidas	Elaboración propia empleando mapa topográfico integrado ortofoto urbana y trabajo de campo	IDECanarias, 2.012a IDECanarias, 2.012c
tipo_resid	Parcela alojativa incluida en los proyectos de Amadores, Puerto Rico o Valle de Puerto Rico (RESPR)	Proyecto de urbanización de Puerto Rico Texto Refundido del Reformado del Plan Parcial Amadores Plan Parcial Valle de Puerto Rico	Ayuntamiento de Mogán, 1.966 Ayuntamiento de Mogán, 1.989 Ayuntamiento de Mogán, 2.000
sup_piscin	Superficie de piscina (m ²)	Elaboración propia empleando ortofoto urbana	IDECanarias, 2.012c

Tabla 2.2.c Campos incluidos en la base de datos asociada a la capa de polígonos “prico” (base de datos principal), y sus fuentes

Campo	Variable	Obtención	Fuente
uso_origin	Uso original de establecimientos turísticos (hotel o apartamento)	Elaboración propia partiendo de: Proyecto de urbanización de Puerto Rico Texto Refundido del Reformado del Plan Parcial Amadores Plan Parcial Valle de Puerto Rico	Ayuntamiento de Mogán, 1.966 Ayuntamiento de Mogán, 1.989 Ayuntamiento de Mogán, 2.000
plaz_total	Plazas alojativas, incluyendo tanto turísticas como residenciales)	Elaboración propia, empleando: Datos del Programa de Regeneración de Puerto Rico, del Patronato de Turismo de G.C., y catastrales	Consejería de Turismo, 2.007 Patronato de Turismo de Gran Canaria. 2.016 Dirección General del Catastro, 2.016
verde	Superficie ajardinada (m ²)	Elaboración propia empleando mapa topográfico integrado y ortofoto urbana	IDECanarias, 2.012a IDECanarias, 2.012c
pendmed	Pendiente media (%)	Generación propia de MDP empleando mapa topográfico de 1.962	Cabildo Insular de G.C, 2.005
altitud	Altitud respecto al nivel del mar (m)	Elaboración propia empleando mapa topográfico integrado	IDECanarias, 2.012a
alt_des	Altura de desmonte (m)	Generación propia de MDE empleando datos LIDAR	GRAFCAN, 2.014
sas	Puntuación de atributos de ladera	Elaboración propia	
arl	Nivel de riesgo estimado	Elaboración propia	
alt_cauce	Altitud respecto al cauce del barranco	Elaboración propia empleando mapa topográfico integrado	IDECanarias, 2.012a
long_lader	Longitud de ladera (m)	Elaboración propia empleando mapa topográfico integrado	IDECanarias, 2.012a
zona_geo	Zona geomorfológica	Elaboración propia	
dist_costa	Distancia desde el baricentro de la parcela a la costa (según intervalos) (m)	Elaboración propia empleando mapa topográfico de 1.962	Cabildo Insular de G.C., 2.005
dist_playa	Distancia a la playa siguiendo recorridos peatonales (m)	Elaboración propia empleando mapa topográfico integrado	IDECanarias, 2.012a

Tabla 2.2.d Campos incluidos en la base de datos asociada a la capa de polígonos “prico” (base de datos general), y sus fuentes

d_v_playa	Distancia virtual a la playa siguiendo recorridos peatonales (m)	Elaboración propia empleando mapa topográfico integrado	IDECanarias, 2.012a
dis_bus_es	Distancia a la parada de guagua más cercana para trayectos hacia el este siguiendo recorrido peatonal (m)	Elaboración propia empleando mapa topográfico integrado	IDECanarias, 2.012a
dit_bus_o	Distancia a la parada de guagua más cercana para trayectos hacia el oeste siguiendo recorrido peatonal (m)	Elaboración propia empleando mapa topográfico integrado	IDECanarias, 2.012a

- **Digitalización general de la superficie ocupada por la edificación y por la superficie pavimentada en la urbanización.**

Se considera que la superficie ocupada por la edificación incluye todo tipo de elementos horizontales que formen parte de un edificio, incluso los elementos volados, como balcones o marquesinas, por lo que no se corresponde exactamente con la definición de “ocupación” comúnmente empleada en urbanismo.

Para determinar la superficie ocupada por la edificación se parte de las capas correspondientes a edificios, incluidas en el mapa topográfico integrado 1:1.000/1:5000 (GRAFCAN, 2.012). Utilizando el programa AUTOCAD CIVIL 3D se exporta la información de estas capas a un fichero de polígonos (“Ocupación”). Posteriormente, se edita esta fichero con el programa ARCGIS, corrigiendo los errores que se detectan durante el trabajo de campo, y los que se aprecian al comparar los polígonos con la ortofotografía del año 2.012, de 12,5 cm/pixel (IDECanarias, 2.012c). Los sótanos o aparcamientos, que no se encuentren bajo edificios que sobresalgan del terreno, se clasifican por digitalización como suelo ocupado por la edificación, al no estar incluidos en las capas de edificios de la cartografía digital. Se considera ocupación todo tipo de forjados, aunque el espacio inferior sea diáfano. La superficie pavimentada se digitaliza utilizando como referencia la ortofotografía del año 2.012, mencionada anteriormente, obteniéndose la capa de polígonos “Pavimento”. Por su parte, las

piscinas y las superficies horizontales impermeabilizadas se han asimilado a los pavimentos. En la figura 2.4 se muestra, como ejemplo, un detalle del resultado de la digitalización de estos polígonos.

La digitalización resultante se confirma, cuando ha sido necesario, mediante el trabajo de campo y la consulta de fotografías aéreas.

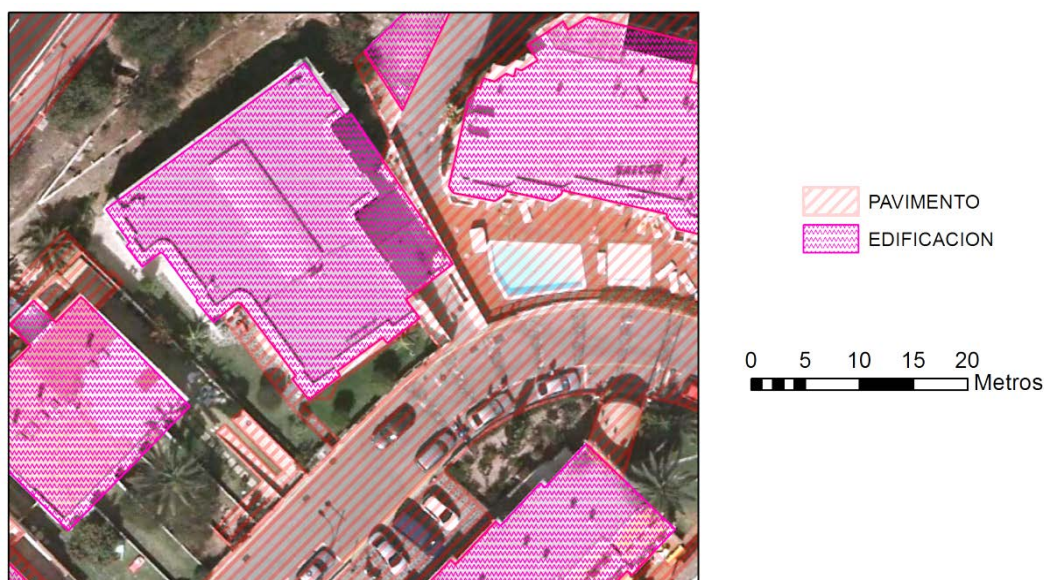


Figura 2.4. Ejemplo de clasificación mediante digitalización del suelo pavimentado y del suelo ocupado por la edificación.

- **Determinación de la superficie ocupada por la edificación y de la superficie pavimentada, de cada entidad de la capa de polígonos principal del SIG**

Se parte de las capas de polígonos “prico” (capa principal), y “núcleos”, (correspondiente a las fases de la urbanización).

Las superficies ocupadas y pavimentadas en cada polígono de la capa “prico” se obtienen empleando el programa ARCGIS, intersectando, en dos fases, los polígonos de la capa “prico”, con los polígonos de la capas “Ocupación” y Pavimento”, empleando los comandos “intersección” y “disolución”. Se calculan las áreas impermeabilizadas de los polígonos que constituyen las entidades auxiliares generadas, y finalmente se unen estos valores a la base de datos asociada a la capa de polígonos “prico”, en los campos numéricos “ocupación” y “pavimento”. La superficie total impermeable se calcula sumando las dos anteriores.

- **Determinación de la superficie construida, en cada polígono de la capa principal del SIG**

En la Sede Electrónica del Catastro (Dirección General del Catastro, 2.016) se consulta, una por una, la superficie construida en cada polígono. Este dato se introduce en el campo “construida” de la capa de polígonos “prico”. En el caso de que exista división horizontal, se obtiene la superficie total construida, dividiendo la superficie de cualquier inmueble (sin contabilizar los elementos comunes), entre su coeficiente de participación (figura 2.5)

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	0541601DR3704S0010UL  
Localización	AV GRAN CANARIA 4 Es:1 Pl:00 Pt:05 35130 MOGAN (LAS PALMAS)
Clase	Urbano
Uso principal	Ocio,Hostelería
Superficie construida (*)	89 m ²
Año construcción	1976

PARCELA CATASTRAL		
	Parcela con varios inmuebles (división horizontal)	
	Localización	AV GRAN CANARIA 3 MOGAN (LAS PALMAS)
	Superficie gráfica	6.255 m ²
	Participación del inmueble	1,612026 %

CONSTRUCCIÓN					
Uso principal	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m ²	
HOTELERO	1	00	05	46	
HOTELERO	Y	01	05	43	

Figura 2.5. Ficha catastral utilizada para obtener la superficie construida y el uso del inmueble.

Fuente: Dirección General del Catastro (2.016)

Consultando las fichas del Programa de Regeneración y Rehabilitación de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007), se comprueba el tipo de uso alojativo (residencial, turístico, mixto o no sabe/no contesta) de las parcelas de Puerto Rico (figura 2.6). El uso de las parcelas restantes se averigua consultando el mapa topográfico antes citado, la ortofoto urbana de alta resolución de 12,5 cm/píxel

(IDECanarias, 2.012), el mapa callejero turístico (IDECanarias, 2.008), y la base de datos catastral (Dirección General del Catastro, 2.016). Este uso se confirma durante en trabajo de campo, y se introduce en el campo “uso” de la base de datos asociada a la capa de polígonos “prico”.

En la urbanización existen parcelas alojativas que no se encuentran incluidas en los proyectos presentados por el promotor único de la urbanización, Puerto Rico S.A.. Estas parcelas, que tienen uso residencial y unas características específicas, se encuentran en los barrios preexistentes de Cortadores, Chaparral y Motor Grande, y en el complejo de viviendas “Amanay”, ocupando una superficie que es muy poco relevante, respecto al área total urbanizada. Para evitar que las características propias de estas parcelas desvirtúen las conclusiones sobre el modelo territorial pretendido en los proyectos, se diferencian estas parcelas asignando el código “respr” (campo “tipo_res”) a las parcelas alojativas consideradas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico” (parcelas que se denominan en este trabajo PAP).

- **Tipología edificatoria**

Se han distinguido seis tipologías edificatorias en la urbanización (figura 2.7). La identificación del tipo correspondiente a cada parcela se hace mediante el trabajo de campo, o consultando posteriormente las fotografías que se toman durante las visitas. Cuando en una parcela se encuentran varias tipologías, se le asigna la que ocupa mayor extensión. Cuando existe duda al clasificar una edificación como D, E o F, ya que no se puede apreciar con certeza si la estructura es diáfana, o si la cimentación es escalonada, se le asigna al edificio la tipología que los indicios apunten como más probable. La tipología edificatoria correspondiente a cada parcela se registra en el campo “clase_edif” de la base de datos principal.



Figura 2.6. Ficha por establecimiento turístico. Fuente: Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007)

- **Obtención de la capa de polígonos “núcleos”, correspondiente a las fases de la urbanización**

Partiendo de la capa de polígonos “prico” se obtiene la capa de polígonos “núcleos”, fusionando los polígonos correspondientes a cada fase de la urbanización. En el campo “fase” se introduce su denominación. Se calcula automáticamente la superficie de cada fase (campo “Área”).

		
<p>A: Edificación con escaso movimiento de tierras. Se considera escaso movimiento de tierras el desmonte que no supere una planta de altura</p>	<p>B: Bloque, con planos de fachada verticales y movimientos de tierras considerables (que exceden la altura de una planta)</p>	<p>C: Edificaciones en bancales, apoyadas directamente sobre el terreno, en plataformas situadas a distinto nivel.</p>
		
<p>D: Edificación de plantas solapadas y cimentación escalonada, con solape de dos plantas consecutivas como máximo. Aunque hayan varios módulos de este tipo situados en bancadas a distinto nivel, se considera que la tipología general es la D.</p>	<p>E: Edificación escalonada, con todos sus cimientos bajo la planta inferior y plantas superiores con superficies progresivamente menores.</p>	<p>F: Edificación sobre estructura reticular diáfana, carente, total o parcialmente, de forjados y tabiquería en las plantas inferiores.</p>

Figura 2.7. Criterios para la asignación de una tipología edificatoria a un edificio

• **Zonificación geomorfológica del espacio urbanizado**

Se realiza una zonificación de los terrenos, teniendo en cuenta la geomorfología de la zona antes de la urbanización. Se diferencian las siguiente geoformas: fondo de barranco, zona baja de ladera, zona alta de ladera, interfluvio alomado, acantilado costero, y terrenos ganados al mar. El relieve original se obtiene del mapa topográfico del Cabildo Insular de 1.962, a escala 1:5000, que se suministra digitalizado y georreferenciado (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.005)

Para la delimitación de las distintas zonas se han seguido los siguientes criterios:

- Las playas originales se consideran incluidas en los barrancos, ya que se encuentran en su desembocadura.
- En la clase “terrenos ganados al mar” se incluyen las obra marítimas, los rellenos, y las playas, tomando como referencia la línea de nivel correspondiente a la cota 0 del mapa topográfico de 1.962.
- Los terrenos situados en las laderas de los barrancos se clasifican como “ladera alta” o “ladera baja” según su diferencia de cota respecto al cauce. Todos los terrenos situados en las laderas de escaso desarrollo se clasifican como “ladera baja”. Los fondos de barranco se clasifican como “barranco”

Se crea la capa de polígonos zona_geomorf, fusionando los polígonos de “prico” y dividiéndolos posteriormente siguiendo los criterios expuestos.

En la base de datos de la capa “prico” se crea un campo, en el que se asocia a cada polígono la zona geomorfológica en la que se sitúa su baricentro, empleando la herramienta de selección por localización. En la figura 2.8 se puede observar la delimitación de las zonas geomorfológicas mencionadas.

- **Zonificación de los terrenos según su distancia a la costa**

Partiendo de la línea de cota 0 del mapa topográfico escala 1:5.000 de 1.962 (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.005), se digitaliza la línea de nivel de cota 0, y se crean líneas paralelas a las siguientes distancias: 50, 100, 250, 500, 1.000, 1.500 y 2.000 m.

Se crea la capa de polígonos dist_costa, fusionando los polígonos de la capa “prico” y dividiéndolos posteriormente por las líneas equidistantes de la costa mencionadas anteriormente.

En la tabla de atributos de “prico” se crea otro campo, en el que se asocia a cada polígono la banda de distancias a la costa en la que se localiza su baricentro, empleando la herramienta de selección por localización. En la figura 2.8 se puede también observar la delimitación de las bandas mencionadas.

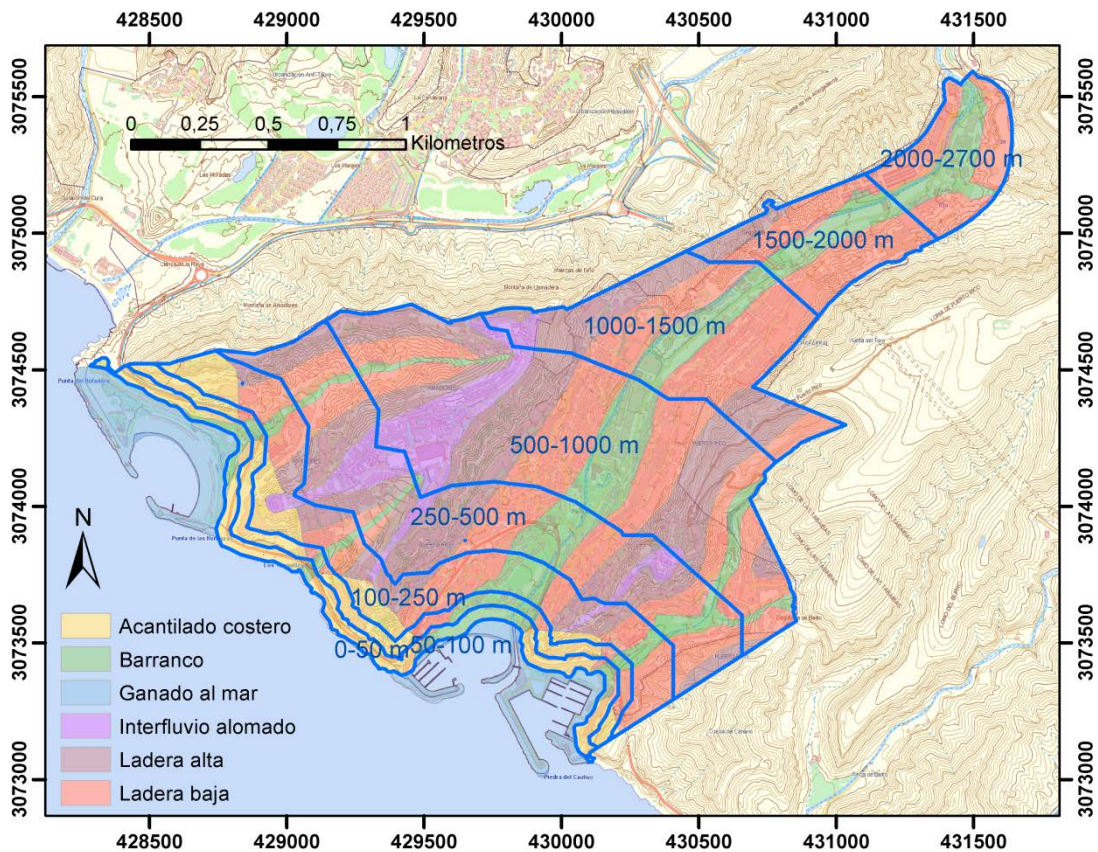


Figura 2.8 Denominación de las zonas geomorfológicas, y bandas de distancia a la costa (líneas azules) consideradas en el estudio. Base cartográfica: IDECanarias 2.012a

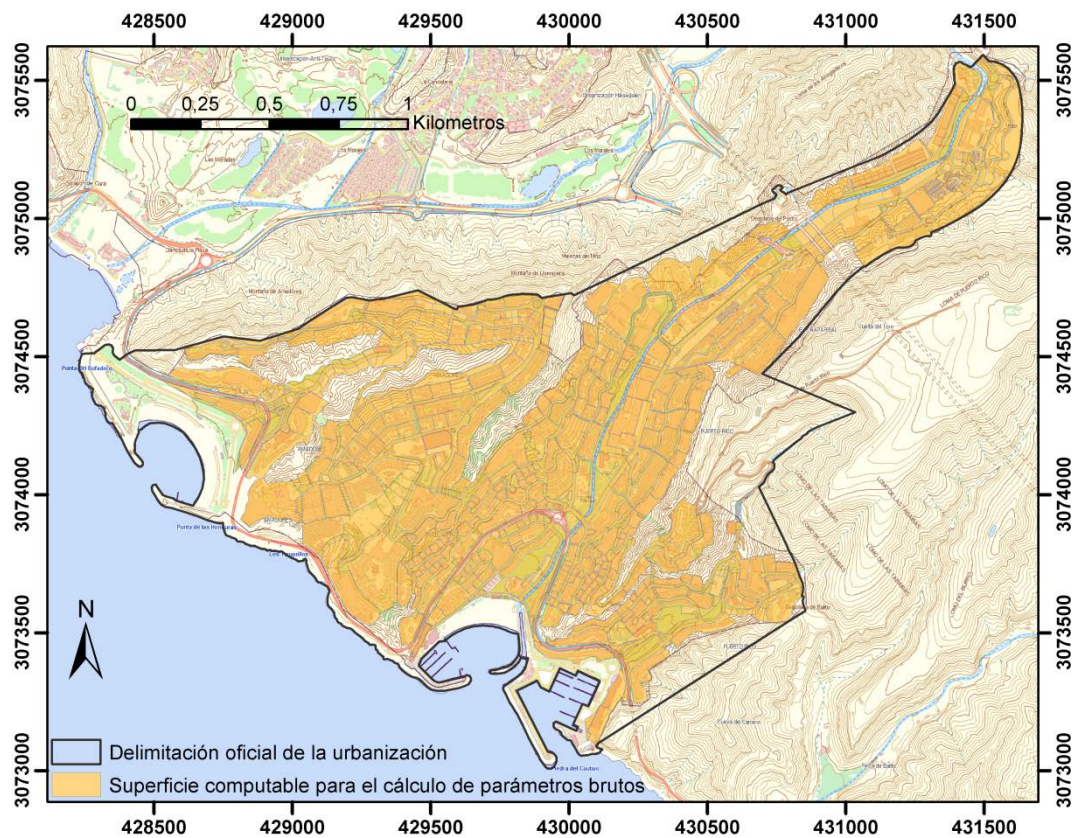


Figura 2.9. Superficie computable para el cálculo de parámetros urbanísticos brutos. Base Cartográfica: IDECanarias 2.012a

• **El planeamiento y la evolución del marco normativo**

Se consulta la documentación relacionada con la legislación, con el planeamiento, y con las sentencias judiciales, que han condicionado el proceso de urbanización de la zona estudiada. Se relacionan diacrónicamente los datos obtenidos. Las principales fuentes consultadas para obtener esta documentación se indican en la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Principales fuentes relacionadas con legislación urbanística, planeamiento y jurisprudencia, que han condicionado el proceso de urbanización.

	Fuente	Enlace
Instrumentos de Planeamiento	Plataforma Territorio Canario. GESPLAN	www.territoriocanario.org
	Archivo del Servicio de Planeamiento de Política Territorial, sostenibilidad y Seguridad	
	Boletín oficial de Canarias	http://www.gobiernodecanarias.org/boc/
	Boletín Oficial de la Provincia de Las Palmas	http://www.boplaspalmas.net/nbop2/
	Programa Urbanismo en Red (Planeamiento Urbanístico y de ENP)	http://grafcan.es/A2MTgyG
Legislación	Boletín oficial de Canarias	http://www.gobiernodecanarias.org/boc/
	Boletín Oficial del Estado	https://www.boe.es/legislacion/legislacion.php
	Boletín oficial del Estado. Códigos de derecho urbanístico	https://www.boe.es/legislacion/codigos/
	Legislación de Canarias	http://www.gobiernodecanarias.org/juriscan/
Sentencias Judiciales	Buscador de jurisprudencia del Consejo General del Poder Judicial	http://www.poderjudicial.es/search/indexAN.jsp

• **Evolución temporal de la urbanización**

Se consulta, en la Sede Electrónica del Catastro (Dirección General del Catastro, s.f.), la base de datos catastral, y se introduce en el campo “fecha” de la base de datos principal, la registrada para la construcción de cada edificio. Asimismo, la información se completa y contrasta consultando las ortofotografías y las fotografías aéreas cenitales disponibles (tabla 2.4), así como diversas fotografías aéreas oblicuas y fotografías horizontales de diversos orígenes.

Tabla 2.4. Principales fuentes relacionadas con legislación urbanística, planeamiento y jurisprudencia, que han condicionado el proceso de urbanización.

Origen	Fecha
Ortofotos históricas (Servicios WMS de IDECanarias) https://www.idecanarias.es/listado_servicios	2.015, 2.014, 2.013, 2.012, 2.011, 2.010, 2.009, 2.008, 2.007, 2.006, 2.002, 1.998
Imágenes cenitales históricas Cabildo Insular de Gran Canaria: http://tiendavirtual.grafcan.es/visor.jsf?currentSeriePk=234487809 GRAFCAN: http://tiendavirtual.grafcan.es/visorFototeca.jsf?currentSeriePk=3	1.962, 1.963, 1.964, 1.973, 1.977, 1.982, 1.987, 1.988, 1.989, 1.992, 1.993, 1.994, 1.995, 1.996, 1.997, 1.998, 1.999, 2.000, 2.002, 2.003, 2.005, 2.006, 2.007, 2.008, 2.009, 2.010, 2.011, 2.012, 2.013, 2.014, 2.015

Se introduce en el campo “fecha_orto” de la base de datos principal la fecha de la imagen más antigua en la que aparece una construcción en un polígono. Los polígonos de la red viaria se subdividen, cuando tienen varias antigüedades. Se contrastan los registros de los campos “fecha” y “fecha_orto”. Los registros de “fecha_orto” que no pueden rellenarse, por no haber fotografías en varios años consecutivos, se completan con los datos del catastro que constan en “fecha”. Se detectan frecuentes errores en los registros de la base de datos del catastro, especialmente en las parcelas más antiguas.

Empleando el mismo procedimiento, se registra el año en el que se aprecie una alteración o una degradación de los terrenos. Si un objeto aparece degradado en una determinada fecha, pero posteriormente se construye una edificación en él, se hace constar la fecha de dicha edificación.

Estableciendo un filtro “menor o igual que” en el campo “fecha_orto” se calcula la superficie total urbanizada, ocupada o construida, desde el comienzo de la urbanización hasta la finalización de cada año, sumando las respectivas superficies de los registros que cumplen la condición establecida. El resultado se presenta gráficamente.

Siguiendo un proceso similar, se analiza y se representa la evolución temporal de la superficie edificada, acumulada, en el ámbito territorial correspondiente a cada fase de la urbanización.

Asimismo, se estudia la evolución temporal de la superficie de suelo dedicada a los principales usos. Los resultados se presentan en una tabla, expresando la superficie de suelo asignada a cada uso, en cada intervalo temporal.

- **Usos del espacio urbanizado**

Tratando la base de datos asociada a la capa “prico” se obtiene, de manera detallada, el suelo total destinado a cada uso. Los resultados se presentan en una tabla, en dos columnas. En la primera, se expresan como porcentajes respecto a la superficie total oficial, y en la segunda, como porcentajes respecto a la superficie resultante de la exclusión de los espacios libres inaccesibles. Asimismo, los diversos usos del suelo se presentan en un mapa temático.

- **Pendiente original del terreno**

Partiendo de la imagen georreferenciada del mapa topográfico a escala 1:1.000 de 1.962 (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.005), se digitalizan las curvas de nivel y líneas de rotura, empleando el programa CIVIL3D. El fichero que se crea se denomina lineas1962.dwg. Se obtiene un modelo digital de elevaciones, de triángulos. Partiendo de ese modelo, se genera con el programa ArcMap la capa raster de elevaciones “purico”, con píxeles de 1x1 m. Empleando la herramienta “slope” se crea el modelo digital de pendientes “penpurico”, en porcentajes, con píxeles de 1x1 m. Y mediante la herramienta “estadísticas zonales como tabla” se genera una tabla en la que consta la pendiente media de cada polígono de la capa “prico”. Esta pendiente se une empleando el comando “join” a la tabla de atributos de la capa de polígonos “prico” en el campo “pendiente”.

Se generan mapas de pendientes, y se obtienen las pendientes medias, ponderadas por la superficie, de los polígonos correspondientes a cada uso del suelo.

Considerando específicamente las parcelas alojativas, incluidas en los planes urbanísticos (PAP), se presentan, asimismo, las pendientes medias ponderadas de los terrenos naturales de estas parcelas, atendiendo a su distancia a la costa, la fase correspondiente del proceso de urbanización, y la tipología edificatoria.

Se analiza la evolución temporal de la pendiente natural de los terrenos, determinando el valor medio, ponderado por la superficie, de la pendiente natural de los terrenos, de las parcelas construidas desde el comienzo de la urbanización hasta el final de cada año. El conjunto de los resultados se representan gráficamente.

- **Estudio de parámetros urbanísticos**

Se comprueba, estudiando las fotografías tomadas desde puntos estratégicos durante el trabajo de campo, y el mapa topográfico, el número de plantas aparentes de las edificaciones de cada parcela. Se considera la definición de planta aparente dada por el PIO (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004: p.554): “la resultante de la proyección ortogonal del volumen construido sobre un plano vertical ..., independientemente de la posición relativa de cada planta”.

Esta cifra se registra en el campo “pisos” de “prico”. Si en una parcela hay módulos con distintos números de plantas, se registra el mayor.

Asimismo, durante el trabajo de campo se estima el “número de plantas percibido”. Este número es la suma de las plantas de varios módulos que, vistas frontalmente, parecen, por su posición relativa y por su aspecto, formar parte de un solo edificio. Cuando un edificio se encuentra cimentado sobre muros de contención, se considera una planta adicional. Si en una parcela se perciben distintos números de plantas en varios lugares, se considera el mayor (figura 2.10). El dato se registra en el campo “pl_aparen” de “prico”.



Figura 2.10 Número de plantas según Normas Subsidiarias (Ayuntamiento de Mogán ,1.987), número de plantas aparentes según el Plan Insular de Ordenación (PIO (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004: p.554), y número de plantas percibidas, según criterios fijados en esta investigación.

En la base de datos principal, se calcula, en el campo “C_ocu”, el coeficiente de ocupación, como cociente entre la superficie ocupada y la superficie total de cada parcela. De igual manera, se calcula, en el campo “C_edi”, el coeficiente de edificación, relacionando la superficie edificada, con la total. Se realizan mapas de clasificación de las parcelas según estos coeficientes.

Filtrando los registros de la base de datos principal, se construyen diversas tablas, en las que se presentan:

- Los valores medios correspondientes a las parcelas de uso industrial, comercial y alojativo de cada zona geomorfológica. Se calcula el coeficiente de ocupación, el coeficiente de edificabilidad, y el cociente entre ambos. Asimismo, se calcula el número de plantas aparentes como media, ponderada por la superficie, del número de plantas aparentes de cada parcela.
- Los coeficientes correspondientes a las parcelas de uso industrial, comercial y alojativo, situadas en los intervalos de distancia a la costa considerados, que se han calculado de manera similar.
- Los coeficientes brutos correspondientes a cada fase de la urbanización, considerando las superficies de referencia que se han explicado anteriormente, en este apartado.

Seleccionado, en la base de datos principal, exclusivamente los registros correspondientes a las parcelas alojativas incluidas en los planes urbanísticos (PAP), se operan los datos necesarios para presentar los siguientes resultados:

- Variación, a lo largo de los años, del valor medio del coeficiente de ocupación, del coeficiente de edificación, y del cociente entre ambos. Se entiende como valor medio del coeficiente de ocupación, para un año determinado, el cociente entre la superficie total ocupada en la urbanización (desde el comienzo de la urbanización hasta la finalización de ese año), y la superficie total de las correspondientes parcelas construidas. De manera similar, se define el valor medio del coeficiente de edificación correspondiente a cada año.
- En el caso de las parcelas, éstas se han clasificado previamente de dos maneras: en función de los intervalos de distancia a la costa considerados y de las zonas geomorfológicas en las que se localizan. Para cada uno de los grupos resultantes se han calculado los siguientes valores: coeficiente de ocupación, coeficiente de

edificación, relación ocupación/edificación y número medio de plantas aparentes (hallado como media, ponderada por la superficie de las parcelas).

- Coeficientes netos correspondientes a cada fase de la urbanización, considerando las superficies totales correspondientes a las parcelas alojativas previstas en cada fase de los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores, y “Valle de Puerto Rico”.
- Para cada tipología edificatoria se ha calculado el promedio, ponderado por la superficie de las parcelas, de los coeficientes netos de ocupación, pavimentación e impermeabilización.
- Efecto de la existencia de limitación a la ocupación, en las ordenanzas: Se comprueba, revisando las ordenanzas de los planes urbanísticos, qué parcelas tienen asignado un coeficiente de ocupación máximo. Se halla el coeficiente de ocupación y el coeficiente de edificabilidad de estas parcelas, como valor medio ponderado por la superficie. De manera similar, se hallan los coeficientes correspondientes a las parcelas sin limitación. Los resultados se presentan en una tabla.

- **Densidad**

Se calcula la densidad bruta y la densidad neta de la urbanización. Para ello, se obtiene la población total a partir de la suma de las plazas turísticas y de los residentes permanentes, según establece el Plan Territorial Especial de Ordenación Turística Insular de Gran Canaria (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.014).

Para el cálculo de las densidades, se toma como superficie neta la superficie total de las parcelas correspondientes, y como superficie bruta, la definida anteriormente, en este apartado.

Se calcula la densidad bruta prevista, contabilizando las plazas turísticas previstas y la capacidad alojativa; la densidad bruta, en 2.016, se obtiene computando la oferta turística actual y la población residente.

Para analizar densidad prevista, se calcula el número de plazas turísticas o residenciales de cada parcela (campo “Plaz_total”), según el siguiente procedimiento:

- Establecimientos originalmente turísticos, situados en Puerto Rico o en el Valle de Puerto Rico, con fichas del Programa de regeneración y rehabilitación del núcleo turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007) en las que consta el número de plazas: se consideran las plazas que figuran en las fichas.
- Parcelas turísticas, en su origen, situadas en Puerto Rico, con fichas del Programa de regeneración y rehabilitación del núcleo turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007) en las que no consta el número de plazas, aunque consta el número de unidades alojativas: se consideran tres plazas por unidad alojativa.
- Parcelas originalmente turísticas, situadas en Puerto Rico, sin datos sobre número de plazas ni unidades alojativas: se considera que existe una plaza alojativa por cada 19,97 m² construidos, que es el coeficiente medio de las parcelas con datos.
- Parcelas residenciales fuera de Puerto Rico: se considera que existe una vivienda por cada 100 m² de superficie construida, habitada por 2,26 personas (tamaño medio del hogar de Mogán, según el Censo de Población y Viviendas del Instituto de estadística de Canarias).
- Parcelas con uso turístico permitido en el Valle de Puerto Rico: se toman como referencia los datos del Patronato de Turismo, confirmados por los establecimientos.

Para calcular la oferta turística existente en 2.016 se consideran, en primer lugar, los datos obtenidos de las fichas del Programa de regeneración y rehabilitación del núcleo turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007) en las que consta el uso de las parcelas originalmente turísticas. Contabilizando las plazas correspondientes a los usos “turístico”, “mixto” y “no sabe/no contesta”, se obtiene la capacidad alojativa total máxima. Asimismo, se obtiene la oferta turística mínima, contabilizando solamente las plazas correspondientes al uso “turístico”. Estos datos se validan por comparación con las Encuestas de Alojamiento Turístico / Series anuales. Canarias por microdestinos turísticos. 2.009-2.015, del Instituto de estadística de Canarias, en las que figura su evolución desde 2.009. La población residencial en 2.016 se obtiene del Padrón Continuo.

Tras realizar un análisis estadístico a partir de la base de datos asociada a “prico” se obtienen diversos resultados:

- Tabla de densidades brutas, previstas y actuales, correspondiente a cada fase de la urbanización.
 - Gráfica de evolución de la densidad media neta prevista, desde el comienzo de la urbanización, hasta la actualidad. Se calcula la densidad media, para cada año, como cociente entre la capacidad alojativa de los edificios creados desde el comienzo de la urbanización hasta el final de ese año, y la correspondiente superficie total de las parcelas.
 - Tabla de análisis estadístico de la densidad neta prevista, de las parcelas con uso turístico asignado por el planeamiento, en cada fase de la urbanización. Se calculan medidas de centralización y de dispersión, y se determina el porcentaje de parcelas que tienen menos de 50 m²/persona.
- **Cumplimiento de los parámetros previstos en el planeamiento urbanístico:**

Se contrastan los parámetros urbanísticos previstos en los planes de ordenación, para cada fase de la urbanización, con los actuales, que constan en la base de datos asociada a la capa “prico”. Su forma de obtención se explicó anteriormente en este apartado. Los resultados se presentan desglosados, para Puerto Rico, Amadores y Valle de Puerto Rico.

2.3.2.2 Problemática urbanística

Se investiga la existencia de problemas urbanísticos, caracterizándolos, y determinando su magnitud. Para ello, se comprueba qué aspectos de la urbanización existente no son admitidos por la normativa que se aplica actualmente a las urbanizaciones de nueva creación. Aunque esta normativa no es aplicable a las urbanizaciones ya realizadas, se considera que esta metodología permite poner de manifiesto, de una manera objetiva, algunos de los problemas existentes. Para caracterizar la problemática urbanística se han seleccionado los indicadores que se tratan a continuación, señalando asimismo cómo se han calculado los valores correspondientes.

- **Adecuación del emplazamiento**

Se determina la superficie ocupada hoy por edificaciones que, de tener en cuenta la normativa actual, no habrían podido ejecutarse por las siguientes razones: ocupar zonas inundables por desbordamientos fluviales, afectar a la servidumbre de protección del Dominio Público Marítimo Terrestre, estar situadas en zonas de pendiente excesiva, o bien situarse sobre lomas, que constituyen perfiles destacados del terreno.

El proceso seguido consiste en:

- Generación de la capa de polígonos “mayorque30”, que comprende las zonas cuyos terrenos, originalmente, tenían inclinaciones superiores al 30 %, partiendo de la capa raster “penpurico”, que contiene el valor de la pendiente. De igual manera, se obtiene “mayorque50”, de las zonas que superaban originalmente el 50% de pendiente.
- Considerando el deslinde del Dominio Público Marítimo Terrestre, obtenido por medio del servicio WMS del Servicio de Visualización Inspire de Costas y Medio Marino (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, 2.016) se genera, por digitalización, la capa de polígonos “Costas”, que contiene la servidumbre de protección del Dominio Público Marítimo Terrestre, que tiene una anchura de 100 m, medida desde la ribera del mar, que sería la aplicable si la zona no fuera urbana.
- Superponiendo las capas correspondientes al mapa topográfico de 1.962 (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.005), y a la denominada “mayorque30”, se obtienen, por digitalización, los polígonos de la capa “divisorias”, que contienen los terrenos situados en las lomas.
- Se digitalizan las zonas que deberían preservarse de edificaciones, en una hipotética nueva urbanización, por su riesgo de inundación. Para ello, se consultan los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de inundación del Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria (2.014) correspondientes al barranco de Puerto Rico. De este documento, se considera, además de la información gráfica, la relación de parcelas afectables. Estos datos se completan con la información recabada durante el trabajo de campo, y con la obtenida de la hemeroteca, para comprobar que quedan incluidas todas las

zonas en las que se han constatado inundaciones históricas. La capa resultante se denomina “inundación”.

- Se intersecta “ocupación”, con “serv_proteccion”, y se eliminan los polígonos de uso distinto al alojativo, que son permisibles.
- Se intersecta “ocupación” con “mayorque30”, y se eliminan las edificaciones que no son de uso alojativo turístico, que son permisibles.
- Se intersecta, por separado, “ocupación” con, “mayorque50”, “divisorias” e “inundación”, para hallar la superficie ocupada que no sería permisible por cada una de las causas mencionadas.
- Fusionando los ficheros resultantes de cada una de las tres intersecciones mencionadas anteriormente, se obtiene la capa “discrecional”; a continuación, se fusionan, a su vez, sus polígonos, para evitar que existan entidades duplicadas. Esta capa contiene los polígonos correspondientes a las edificaciones situadas en alguna de las zonas no ocupables, aunque algunas de estas edificaciones se pudieran permitir, de manera discrecional, según la normativa.
- Se fusionan solamente las capas correspondientes a los edificios alojativos situados en el DPMT, y las edificaciones turísticas situadas en terrenos de pendiente superior al 30 %. De ese modo se obtienen, finalmente, las edificaciones situadas en zonas prohibidas de forma taxativa por la legislación. La capa de polígonos generada se denomina “reglada”.
- Se calculan las áreas totales de los polígonos de cada una de las capas (“discrecional” y “reglada”), y se presentan, en una tabla, junto con el porcentaje que representan con respecto al área total ocupada por edificaciones.

Asimismo, se genera un mapa, en el que se distinguen las edificaciones no permisibles, según los criterios mencionados anteriormente.

- **Densidad poblacional:**

Se comparan las densidades actuales, obtenidas como se ha explicado anteriormente, con los estándares previstos en la legislación urbanística.

- **El uso de los establecimientos turísticos**

En la base de datos de la capa “prico” se crea el campo “uso_origin”, en el que se registra el tipo de uso alojativo (residencial o turístico) previsto por el planeamiento para cada parcela.

En una tabla, se presenta de forma comparada la superficie de cada parcela, la superficie construida prevista por el planeamiento para uso turístico, y la que actualmente presente de manera exclusiva dicho uso.

- Mediante el correspondiente tratamiento estadístico se obtienen los siguientes valores: La superficie total, y la superficie construida, de las parcelas que el planeamiento asignó uso alojativo turístico.
- La superficie total, y la superficie construida de las parcelas que en la actualidad presentan dicho uso de manera exclusiva.

Se calcula, asimismo, la superficie de las parcelas que han cambiado de uso, determinando su porcentaje respecto a la superficie total. Dado que existe un cierto número de parcelas sin datos, se presentan los valores máximos y mínimos posibles para estos porcentajes, teniendo en cuenta la superficie de los establecimientos sin datos.

En dos mapas, que se presentan de forma paralela (figura 5.1), se comparan los usos alojativos previstos con los actuales.

- **Dotaciones y equipamientos**

Se suman las superficies (de suelo, y edificadas) asignadas a dotaciones o a equipamientos, y se comparan con las necesarias, según la normativa vigente. La situación de estos espacios se muestra en el mapa correspondiente.

- **Ocupación de playas**

Empleando el servicio WMS Ortofoto Urbana de Alta Resolución (IDECanarias, 2.012c), de 12,5 cm/pixel de, se mide, mediante herramientas del SIG, la superficie y las dimensiones de cada uno de los grupos de hamacas, y la distancia entre ellos, para verificar el cumplimiento de las limitaciones reglamentarias, en cada una de las playas. Se comprueba si la densidad, medida en m² de playa por usuario, en las zonas de hamacas, excede la capacidad de carga de las playas urbana estudiada por Roia i Munar (2.002).

- **Calidad de los espacios no edificados**

Se comprueba, por medio de la ortofoto urbana de alta resolución (IDECanarias, 2.012), y trabajo de campo, la pérdida de naturalidad de los terrenos. Se diferencian tres clases de espacios: naturales, degradados y transformados. Los criterios seguidos para la clasificación se explican en la figura 2.11. Se subdividen los polígonos de terrenos de la capa “prico” que presenten distintas situaciones. Se crea un campo en “prico” denominado “estado2012”, en el que se introduce su estado. Considerando estos datos, se sintetiza en una tabla la proporción del suelo comprendido en los solares, en las zonas de transición, o en las parcelas desclasificadas, que se encuentra en cada estado (degradado, transformado, o natural). Se realiza, asimismo, un mapa, en el que se refleja el grado de conservación de estos espacios.

<p>Espacios naturales:</p> <p>Mantienen, en general, sus características geomorfológicas originales, y conservan relictos de flora endémica, aunque pueden presentar alteraciones por estructuras como tuberías o tendidos eléctricos aéreos.</p>	
<p>Espacios transformados:</p> <p>Han experimentado cambios, pero éstos son compatibles con los usos permitidos, actuales o futuros. Ejemplo: solares en los que se han realizado excavaciones.</p>	
<p>Espacios degradados:</p> <p>Han sufrido modificaciones originadas por movimientos de tierras, compactación, vertido de escombros o tránsito de vehículos, que no guardan relación con el uso previsto.</p>	

Figura 2.11. Criterios para clasificar la alteración o la degradación de los terrenos.

- **Calidad de los establecimientos turísticos**

Como indicadores de calidad, se consideran el grado de ajardinamiento, la superficie de piscina por plaza alojativa, el número de plantas aparentes de las edificaciones, y la superficie útil, por plaza alojativa.

- **Grado de ajardinamiento**

Para hallar la superficie ajardinada de cada polígono, se fusionan todos los polígonos de la capa “prico”. Posteriormente, se eliminan, empleando el comando “borrar” las áreas ocupadas por polígonos de las capas “pavimento” y “ocupación” (obtenidos según se ha explicado anteriormente), y se renombra la capa resultante, que es el de suelo desnudo, denominándola “ground”. Considerando la ortofoto urbana de 12,5 cm/pixel (IDECanarias, 2.012c), se eliminan de “ground”, por digitalización, la superficies que no están ajardinadas, y se renombra la capa, denominándola “verde”. A continuación, se intersectan las capas “verde” y “prico”; y se emplea el comando “disolver” utilizando como campo de referencia el correspondiente al código de cada polígono de “prico”; se calcula el área de la zona verde correspondiente a cada código; y por último, se une a la base de datos principal (la asociada a la capa “prico”) la superficie ajardinada de cada polígono, en el campo “verde”. En la figura 2.12 puede verse un detalle del resultado de la digitalización de estas zonas ajardinadas.

Relacionando la superficie ajardinada con la superficie total de cada polígono, se realizan, por medio del SIG, mapas del grado de ajardinamiento. Se realiza un estudio estadístico del grado de ajardinamiento de los espacios públicos, y de los establecimientos turísticos.



Figura 2.12. Detalle de la digitalización de zonas ajardinadas.

Se calcula la proporción de superficie ajardinada en las parcelas turísticas, y se compara, en una tabla, con la exigible. Se realiza, además, un mapa, en el que se refleja el grado de ajardinamiento de estos establecimientos.

- o Superficie de las piscinas de los establecimientos turísticos.

Se digitalizan las piscinas situadas en parcelas privadas de la urbanización, partiendo de la ortofoto urbana de alta resolución (IDECanarias, 2.012c), y el mapa topográfico integrado escala 1:1000 (IDECanarias, 2.012a). La capa de polígonos obtenida se denomina “piscinas”; se calcula automáticamente la superficie de cada uno de estos polígonos.

Se intersectan las capas de polígonos “prico” y “piscinas”, para asociar a cada piscina el código de la parcela en la que se encuentra, y posteriormente se une (comando “join”) el fichero resultante a “prico”, tomando como campo de referencia el código de cada parcela “cod”, de manera que la superficie de piscinas se registra en un nuevo campo

de la capa “prico” denominado “sup_piscin”. Se obtiene, para las parcelas turísticas, la relación “sup_piscin”/ “plaz_total”, y en una tabla se compara dicho valor, con el exigido por la normativa.

- Plantas aparentes en las edificaciones turísticas

El concepto de plantas aparentes y plantas percibidas considerado es el que ha sido definido anteriormente en este capítulo.

En el campo “uso_origin”, se diferencian las parcelas alojativas turísticas, asignando el código “hotel” a las parcelas hoteleras y “turístico” a los establecimientos de apartamentos. Para ello, se recurre a la base de datos del Patronato de Turismo, pero ante la evidencia de que esta base de datos es incompleta, se clasifican como hoteles los que se anuncian de esa manera, tanto en sus carteles, como en las páginas web de reservas.

Estableciendo un filtro en el campo “uso_origin” (para seleccionar el tipo de establecimiento, hotel o apartamento), se comparan los datos contenidos en los campos “pisos” y “pl_aparent” (plantas aparentes y plantas percibidas) de la base de datos principal, con las limitaciones establecidas en la normativa, para cada uno de estos tipos de establecimiento. Los resultados se presentan en forma de tabla.

- Superficie útil, por plaza alojativa, en edificios turísticos

Dado que la normativa regula la superficie útil por plaza turística, se emplea el ratio propuesto por la Asociación Española de Análisis de Valor (2.016), que relaciona la superficie útil en un edificio, con su superficie total construida. La superficie útil de cada establecimiento se obtiene dividiendo su superficie construida, entre dicho coeficiente.

Filtrando la base de datos principal, según el campo “uso_origin” (tipo de establecimiento: hotel o apartamento), se calcula, tanto para los hoteles como para los apartamentos, el número total de establecimientos, la superficie total útil, el número total de plazas y la relación superficie total útil/número total de plazas, para comprobar

el cumplimiento del reglamento vigente (Decreto 142/2.010, de 4 de octubre), considerando el promedio correspondiente a los establecimientos existentes.

- **Estado de conservación de construcciones, infraestructuras y equipamientos**

Los datos necesarios para caracterizar el estado de conservación se obtienen a partir del trabajo de campo, y de la consulta de diversas fuentes documentales. Para recabar información sobre el estado de las infraestructuras se revisan los informes técnicos incluidos en el Programa de Regeneración de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.010), y se realizan consultas a los técnicos municipales.

2.3.2.3 Movilidad y la accesibilidad

La metodología empleada para el estudio de la movilidad y la accesibilidad, en la urbanización estudiada, comienza con la selección de los indicadores a emplear para analizar ambos aspectos. A continuación, se digitalizan y se analizan los datos necesarios, con ayuda del sistema de información geográfica. Para el estudio se cuenta con la capa principal “prico” y con la capa de polígonos “núcleos”, que corresponde a las fases del proceso de urbanización (las características de estas capas y su forma de obtención han sido explicadas anteriormente); se crean, además, diversos archivos específicos para abordar este apartado.

- **Accesibilidad**

Se seleccionan, en primer lugar, los indicadores a considerar para el estudio de la accesibilidad, adoptándose dos: el ancho y la pendiente de los recorridos peatonales. Se decide desagregar los resultados según la fase correspondiente del proceso de urbanización.

Contando con el apoyo del mapa topográfico integrado de IDECanarias (2.012a), realizado a escala 1:1.000 en las zonas urbanas, se digitalizan líneas en la capa “bordillos”, que representa los recorridos que pueden realizar los peatones en la urbanización. La base de datos de esta capa contiene los campos “longitud”, “anchura”, “pendiente” y “fase” asociados a cada una de las entidades lineales, que representan los tramos de los posibles recorridos.

Para introducir la geometría longitudinal, se parte de las capas de la cartografía digital correspondientes a los bordillos. Posteriormente, se completa y perfecciona esta geometría por medio de un proceso de digitalización manual. Los anchos de cada tramo se obtienen de la Ortofoto con resolución 12,5 cm/píxel (IDECanarias, 2.012c). La precisión de los datos obtenidos se verifica por medio de mediciones aleatorias realizadas en el terreno, encontrándose en todos los casos que los errores no superan los 15 cm. La pendiente media de cada tramo se obtiene de forma manual del servicio WMS “mapa topográfico integrado” (IDECanarias, 2.012a). Los recorridos se segmentan para que la pendiente pueda considerarse uniforme en cada uno de los tramos considerados.

La capa “bordillos” se intersecta con la capa “núcleos”, que contiene los polígonos que delimitan las fases de la urbanización, de manera que las entidades lineales de “bordillos” se fragmentan, y se obtiene un nuevo campo asociado a las etapas de construcción de la urbanización (“fase”). La capa de entidades lineales resultante se denomina “aceporfase”. Se calculan automáticamente las longitudes de las entidades, y se halla el valor del campo “superficie” multiplicando los campos “longitud” y “anchura”.

Posteriormente, se tratan los registros de la base de datos asociada a “aceporfase”, obteniéndose, para cada fase, la longitud total de los tramos con pendiente menor o igual al 6%, la longitud total de los tramos con ancho superior a los dos metros, la longitud total de los tramos que cumplen ambos requisitos, y la longitud total. Se relacionan porcentualmente los resultados obtenidos, que se presentan en forma de tabla.

Empleando el SIG, se elabora un mapa temático, que contiene la capa “aceporfase”, en el que se refleja la situación de los tramos que cumplen simultáneamente los requisitos de ancho mínimo y pendiente máxima, citados anteriormente.

- **Movilidad**

Se seleccionan como indicadores de problemática los siguientes: la relación entre la superficie de las áreas peatonales y la superficie total de la red viaria, las pendientes de los recorridos, la existencia de escaleras, el ancho de la banda peatonal, la distancia desde cada alojamiento a la parada de guagua más cercana (esta distancia se calcula

para cada sentido de circulación, en la carretera GC-500, ya que las paradas no están colocadas simétricamente a ambos lados de la calzada, y por lo tanto, varía la distancia a la parada más cercana), y la distancia desde la playa a cada alojamiento. Se decide desagregar los resultados según cada fase del proceso de urbanización.

Se intersectan las capas “prico” y “núcleos”, de manera que se fragmentan los polígonos de “prico”, que ocupan simultáneamente varias fases. La nueva capa obtenida de la intersección, que se denomina “pricofase”, tiene un campo en su base de datos asociada que corresponde a la fase de la urbanización (campo “fase”). Los polígonos que se ven afectados por esta división se encuentran en la red viaria. Se calcula el área de los polígonos.

Relacionando, las áreas de los recorridos peatonales correspondientes a cada fase, que se obtienen de “aceporfase”, y el área total de la red viaria de cada fase, que se obtiene de “pricofase”, se calcula la relación porcentual entre ambos datos, que se presenta también en forma de tabla.

De forma similar, se tratan los registros de la base de datos de “aceporfase”, obteniendo, para cada fase, la longitud total de los tramos con pendientes comprendidas en ciertos intervalos, y la longitud de escaleras. Se relacionan porcentualmente los resultados obtenidos, que se presentan en una tabla.

Empleando el SIG, se elaboran otros dos mapas temáticos de clasificación, que contienen la capa “aceporfase”. En el primero se presentan las pendientes, y en el segundo, los anchos de las bandas peatonales.

Modificando la capa “bordillos”, de manera que se asegure la conexión de los distintos tramos en los vértices, se construye un esquema de red de tráfico, que se analiza con el módulo de análisis de redes del SIG.

Se crea una capa de puntos (“pto”), y se digitaliza una entidad en cada acceso a una parcela alojativa, tanto en las residenciales como en las turísticas. Al intersectar “pto” con “prico”, se asocia a cada punto el código de la correspondiente parcela.

Se digitalizan otras dos capas de puntos, “paradas” y “playas”. En el primero se introducen las paradas de las guaguas, y en el segundo, las playas. Se introducen códigos identificativos de cada uno de los puntos.

Se obtienen diversas matrices de origen-destino, considerando como orígenes los correspondientes a la capa “pto”, y como destinos, los puntos de la capa “playa”, los puntos de la capa “parada” correspondientes a los sentidos de desplazamiento hacia el este, y por último, los puntos de la capa “parada” correspondientes a sentidos de desplazamiento hacia el oeste.

Filtrando las matrices obtenidas, se obtienen las distancias más cortas, desde cada parcela, a una playa, a una parada hacia el este, o a una parada hacia el oeste. Los resultados se incorporan a la base de datos principal, correspondiente a la capa “prico”, vinculándolos con el comando “join”.

Considerando las plazas turísticas, o los residentes en cada parcela, que se han calculado según se ha explicado anteriormente, se construyen tres tablas, en las que se presenta el número de personas que se alojan a cierta distancia de una playa, de una parada hacia el este, o de una parada hacia el oeste.

Empleando el SIG, se han elaborado tres mapas temáticos, partiendo de la capa “prico”, en los que se clasifican las parcelas, según sus distancias a los tres tipos de destino anteriormente mencionados.

A continuación, se trata la base de datos principal “prico”, para hallar la pendiente media correspondiente al recorrido entre cada parcela alojativa y la playa más cercana, dividiendo su desnivel respecto a la playa, entre la distancia

Según Pandolf, Givoni y Goldman (1.976), la tasa de consumo energético en un recorrido viene dada por la expresión:

$$M_w = 1.5 \cdot W + 2 \cdot (W+L) \cdot (L \cdot W)^2 + \mu \cdot (W+L) \cdot (1.5 \cdot V^2 + 0.3 \cdot V \cdot G) \quad (\text{fórmula 2.1})$$

Donde:

M_w : tasa de consume energético (W)

W : masa corporal (kg)

L : masa transportada (kg)

μ : factor dependiente del tipo de terreno (1 para pavimentos duros)

V : velocidad (m/s)

α : pendiente media (%)

Particularizando la expresión con estos datos, para masa corporal de 70 kg sin transportar carga, sobre terreno duro, a una velocidad de 1 m/s, la tasa de consumo energético es:

$$M_{w1} = 1,5 \cdot 70 + 70 \cdot (1,5 + 0,35 \cdot \alpha) = 210 + 24,50 \alpha$$

Si la pendiente es 0, el consumo en llano es $M_{w2} = 210$ w

Para obtener la distancia en llano d_2 , recorrida en un tiempo t_2 en la que se consume la misma energía que se consumiría caminando una distancia d_1 , que tiene una cierta pendiente, y que se recorre en un tiempo t_1 , suponiendo que se camina a la misma velocidad (1 m/s), se igualan las energías totales consumidas:

$$E_1 = M_{w1} \cdot t_1 = E_2 = M_{w2} \cdot t_2;$$

Pero teniendo en cuenta que $t_1 = d_1/v_1$, que $t_2 = d_2/v_2$, y que $v_1 = v_2 = 1$ m/s:

$$M_{w1} \cdot d_1 = M_{w2} \cdot d_2, \text{ por lo que } d_2 = \frac{M_{w1}}{M_{w2}} \cdot d_1$$

Por lo que se considera que una persona con masa corporal de 70 kg, caminando a una velocidad de 1 m/s, sin llevar carga, sobre un terreno duro, en llano, ha de recorrer una distancia d_2 , para consumir la misma energía que consumiría en otro trayecto de distancia d_1 , que tiene una pendiente α , y que recorre a una velocidad de 1 m/s, dada por la expresión:

$$d_2 = \frac{210 + 24,5 \cdot \alpha}{210} \cdot d_1 \tag{fórmula 2.2}$$

Por medio del SIG, se calculan los valores “Dvp” (distancias virtuales a la playa) correspondientes a cada parcela, empleando la fórmula 6.2, en la que se sustituyen d_1 y α , por los registros correspondientes a los campos “Dp” (distancia a la playa) y “pendiente” de la base de datos de la capa “prico”.

Considerando las plazas turísticas o los residentes en cada parcela, que se han calculado según se explica anteriormente, se construye una tabla, en la que presenta, de forma clasificada, el número de personas que se alojan a cierta distancia virtual de la playa.

Finalmente, empleando la capa “prico”, se elabora un mapa, en el que se refleja la clasificación de las parcelas alojativas, según su distancia virtual a la playa (“Dvp”).

- **Adecuación de la red viaria y de los aparcamientos**

Se analiza, de forma general, si los criterios de diseño de la red viaria se ajustan a los estándares turísticos (Decreto 10/2.001, de 22 de enero).

Para comprobar la suficiencia de aparcamientos, se parte de la capa “aceporfase” del SIG, en la que se encuentran las líneas correspondientes a bordillos. Se añade como capa el servicio WMS de IDECAN “Ortofoto Urbana de Alta Resolución”, y se completa “aceporfase” con líneas digitalizadas donde existan aparcamientos, aunque no existan recorridos peatonales.

Se comprueban las zonas de la urbanización en las que no está prohibido el estacionamiento (aunque los vehículos aparcados dificulten el paso de otros vehículos que se crucen, cuestión que sucede en muchas calles de la urbanización que terminan en fondo de saco). En cada línea, de esas zonas, se introduce como atributo, en el campo “aparcamientos”, el número de vehículos estacionables. Para calcular este número de plazas se consideran, cuando son aparcamientos en línea, una longitud de 5 m por aparcamiento, y cuando se trata de aparcamientos en batería, 2,5 m por aparcamiento. Se construye una tabla, en la que se introduce el número de aparcamientos en cada fase, obtenido de “aceporfase”; y la superficie construida de cada fase, que se calcula gracias a la base de datos de la capa “prico” (base de datos principal). Finalmente, se calculan los aparcamientos existentes por cada 100 metros cuadrados construidos, en cada fase, y también a nivel global, para comprobar su suficiencia, según la normativa.

2.3.2.4 Riesgos debidos a movimientos de ladera

La terminología empleada en los análisis de riesgos es diversa, y además, ha ido cambiando a lo largo del tiempo. La más aceptada, en la actualidad, es la propuesta por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del riesgo de Desastres (UNISDR, 2.009), que seguiremos en este estudio. Esta terminología define los siguientes conceptos:

“Riesgo: es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Los factores que lo componen son la amenaza y la vulnerabilidad.

Amenaza es un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y

económicos, o daños ambientales. La amenaza se determina en función de la intensidad y la frecuencia.

Vulnerabilidad son las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Con los factores mencionados se compone la siguiente fórmula de riesgo.

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

Los factores que componen la vulnerabilidad son la exposición, la susceptibilidad y la resiliencia, expresando su relación en la siguiente fórmula.

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Exposición} \times \text{Susceptibilidad} / \text{Resiliencia}$$

Exposición es la condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto o sistema expuesto al riesgo.

Susceptibilidad es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso.

Resiliencia es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas”.

Frecuentemente, los métodos para la determinación del riesgo por movimientos de ladera emplean los términos Likelihood (probabilidad), para referirse a la amenaza, y Consequence (consecuencia), para referirse a la vulnerabilidad.

Numerosos estudios siguen empleando la terminología propuesta por UNDRO – *Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator*– (1.991). La relación entre esta terminología y la actualmente definida por la UNISDR –*United Nations Office for disaster Risk Reduction*– se refleja en la figura 2.13.

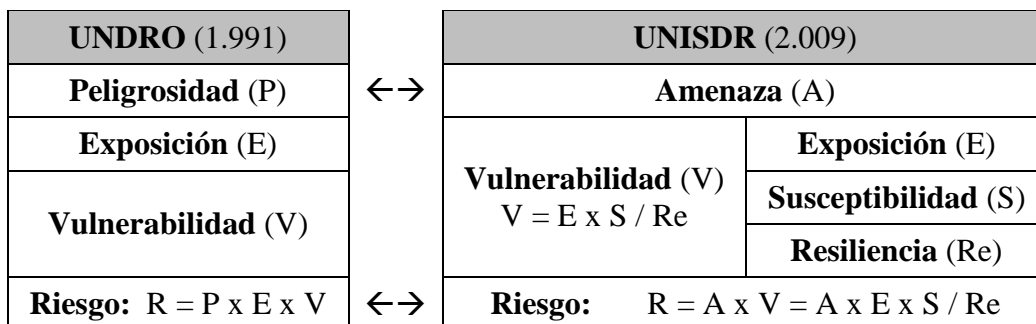


Figura 2.13 Relación entre las terminologías propuestas por UNDRO (1.991) y UNISDR (2.009) para el análisis de riesgos.

- **Determinación del alcance y escala del estudio del riesgo por movimientos de ladera**

El análisis de riesgo se lleva a cabo, en una primera fase, seleccionando los lugares en los que se aprecian problemas significativos, *a priori*, por los movimientos de ladera que hayan podido ser constatados, por las características de las laderas, o por las obras que hayan sido realizadas en ellas. En cada uno de los 101 lugares que se seleccionan, se busca la zona donde se manifiesta predominantemente el riesgo, teniendo en cuenta la altura de los desmontes, la inclinación de las laderas, y el grado de exposición.

A continuación, y aplicando los mismos criterios, se identifican otros lugares que presenten riesgos de importancia evidentemente menor, encontrándose 91 casos.

Por último, se obtienen conclusiones generales, previas, sobre los riesgos existentes en los distintos ámbitos espaciales que se diferencian.

- **Determinación del ámbito espacial.**

Para caracterizar adecuadamente la problemática, se opta por realizar el estudio diferenciando dos ámbitos espaciales. El primero comprende la urbanización, en su conjunto, y se considera con el objeto de caracterizar globalmente la evolución temporal y la distribución espacial del riesgo. El segundo ámbito es el de las parcelas con uso residencial o turístico, que han sido construidas según el planeamiento urbanístico encargado por el promotor de la urbanización.

- **Selección del método de valoración del riesgo**

Se aplican los métodos semicuantitativos SAS (*Slope attribute score*) y ARL (*assessed risk level*), de la guía RTA –*Road and Traffic Authority*– (Stewart *et al.*, 2.002). Relacionando los niveles de riesgo obtenidos, con otros datos disponibles, se analiza la evolución temporal y la distribución espacial de los problemas. Se estudia, además, su relación con la geomorfología del terreno natural, con el uso del suelo y con las tipologías edificatorias existentes. Se emplea el sistema de información geográfica para obtener, almacenar, analizar y representar cartográficamente estos datos.

- **Diseño de fichas para toma de datos y determinación de los niveles de riesgo**

Se diseña una ficha en la que pueda almacenarse la información necesaria para determinar los niveles de riesgo, así como los resultados del análisis. Esta información está constituida por datos alfanuméricos y materiales gráficos (Ejemplo en figuras 2.14 y 2.15).

- **Obtención de datos**

El análisis del riesgo comienza con la obtención de datos que permitan sacar conclusiones sobre los mecanismos de fallo, su probabilidad, y sus efectos. Estos datos se obtienen, mediante:

- Observación directa
- Recopilación de información sobre las obras realizadas, y los incidentes que se han producido históricamente. Para ello se realizan entrevistas, se investigan las informaciones publicadas en la prensa, se consultan las fotografías históricas disponibles, y se obtiene información de la base de datos catastral.
- Consulta de mapas topográficos a escala detallada
- Consulta de ortofotos de alta resolución

Figura 2.14. Ejemplo de ficha para análisis del riesgo por movimientos de ladera (1 de 2)

B – Geometría de la ladera	30	G – Posibles daños por escorrentía o por instalaciones hidráulicas	5	Tipo de movimiento de ladera →	Caída de piedras	Deslizamiento
Ángulo del desmonte (º):88	10	Depósitos o tuberías de agua	5	Caracterización y probabilidad del movimiento		
Altura del desmonte (m):15	10	Se interceptan barranquillos		Por volumen (S1-S5)		
Ancho de berma (m):0	10	H – Capacidad de arrastre o de infiltración de aguas pluviales	5	Por tamaño de bloques (S1-S5)	S1	
Angulo natural: 37º (Roca/suelo)		Vegetación: Escasa	5	Longitud afectada/ longitud de ladera (m)	24/20	
D – Evidencia de movimientos	5	I – Afloramientos de agua	5	Velocidad (R1-R5)	R1	
Sí	5	Cantidad: Ligeros	5	Probabilidad (cualitativa, L1- L6)	L2	
E1 - Características adversas	35	J - Defectos en sistemas de estabilización o contención instalados	0	Clasificación de las consecuencias		
Bloques sueltos o rellenos movilizables		Sistemas instalados:		Probabilidad de presencia de personas (T1-T5)	T2	
Bloques sobresalientes/descalzados	10	Agrietamiento en morteros proyectado		Vulnerabilidad: probabilidad de que el accidente sea mortal (V1-V5)	V1	
Capas subyacentes erosionables	5	Corrosión		Consecuencias por pérdida de vidas (C1-C5) f(T,V)	C1	
Fracturación inducida por explosivos	10	Pérdida de tensión o rotura de cables o redes / postes doblados o sueltos		Consecuencias por daños materiales (C1-C5)	C4	
Cantidad: Muchas	10	Infradimensionamiento evidente		Resultados del análisis de riesgo		
E2 – Discontinuidades	30	K - Afecciones	10	Puntuación de atributos de la ladera (SAS)	130	
Juntas o planos visibles, ángulo > 30º		Edificios ocupados	10	Magnitud del evento (M1-M5) f(S,R)	M1	
Cuñas	10	Edificios desocupados		Clasificación del peligro (H1-H5) f(M,L)	H1	
Juntas que pueden originar vuelco	10	Carreteras o calles		Riesgo de la ladera (ARL1-ARL5) f(C,L)	ARL1	
Limpieza y meteorización de juntas	5	Aparcamientos o espacios libres		Observaciones:		
Cantidad: Alguna	5	Espacios libres privados		Apartamentos con entrada posterior ,al pie del desmonte. Sin sistemas de estabilización. Recientes caídas de piedras. Excavación realizada en tobas. Sobre este nivel se encuentra capa de ignimbrita más soldada, fragmentada en grandes bloques. Se observa agua manando en el nivel de tobas.		
F – Drenaje instalado	5	Instalaciones				
Cunetas “de pie” o “de guarda” sin drenaje /ausencia de cunetas	5	Puntuación de atributos de la ladera (SAS): B+D+E1+E2+F+G+H+I+J+K	130			
Drenaje horizontal correcto						

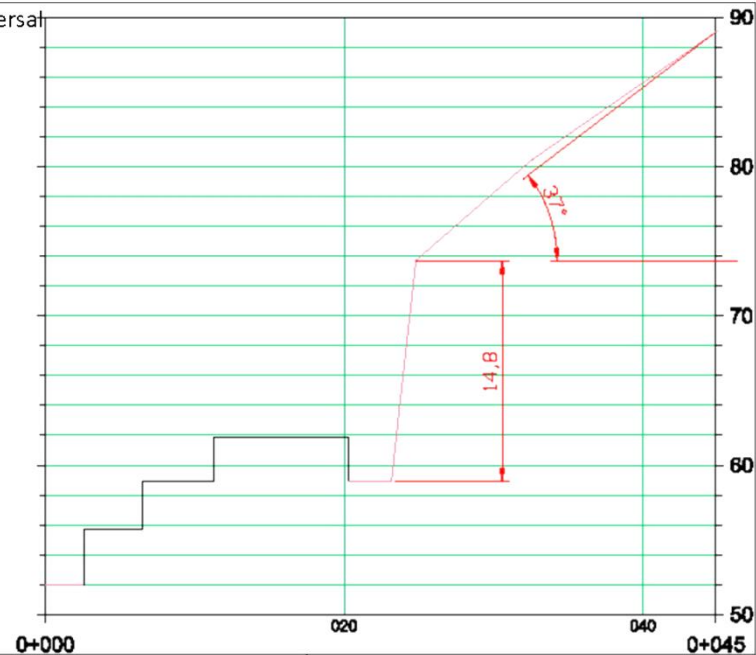
Vista general



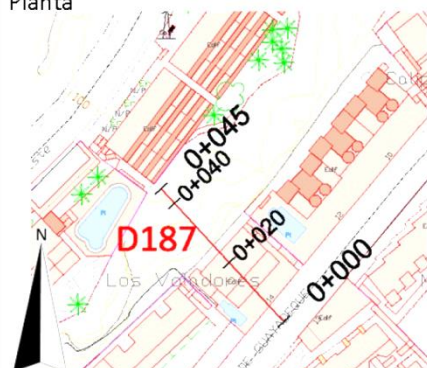
Detalle



Perfil transversal



Planta



Situación



- **Organización de la información en un entorno SIG**

Empleando el sistema de información geográfica, se superpone la capa de polígonos “prico”, a las que contienen los servicios WMS “Mapa Topográfico Integrado”, escala 1:1000-1:5000 (IDECanarias, 2.012a), y la ortofoto de 12,5 cm/píxel (IDECanarias, 2.012c)

- **Obtención de información topográfica**

En cada uno de los lugares seleccionados, se buscan las zonas donde se manifiesta predominantemente el riesgo, teniendo en cuenta la altura de los desmontes, las características naturales de las laderas, y el grado de exposición.

Empleando el programa CIVIL3D, se genera un modelo digital de elevaciones, partiendo del mapa topográfico escala 1:1.000 (GRAFCAN, 2.012) y cartografía LIDAR (GRAFCAN, 2.014). Se utiliza este modelo para generar transectos perpendiculares a las laderas en las zonas más problemáticas de cada polígono. Los transectos calculados automáticamente se supervisan, y se corrigen errores. Finalmente, se obtienen gráficamente los datos relativos a la geometría de la ladera.

Para cada uno de los polígonos seleccionados, se dibuja un plano de situación y una planta detallada, en la que se refleja la situación del transecto correspondiente.

- **Cálculo de la puntuación de atributos de las laderas (SAS)**

La puntuación SAS –*Slope attribute score*– se calcula, siguiendo los criterios de la guía RTA–*Road and Traffic Authority*– (Stewart *et al.*, 2.002), como sumatoria de diversos subtotaes que valoran determinados aspectos del riesgo. A su vez, estos subtotaes se calculan según las puntuaciones típicas propuestas en la guía. Sin embargo, se han realizado diversas modificaciones para adaptar el método a las particularidades climáticas y geológicas del lugar. Las puntuaciones asignadas, en este estudio, a cada uno de los aspectos valorados, se reflejan en las tablas 2.5.a y 2.5.b

Tabla 2.5.a Puntuación de atributos de ladera (SAS). Stewart *et al.* (2.002), modificada.

B – Geometría de la ladera				
Ángulo del desmonte (º):	Roca →	≥60º: 10	≥50º: 8	≥50º: 5 <40º: 0
	Suelo →	≥45º: 20	≥35º: 15	≥25º: 10 <25º: 5
Altura del desmonte (m):	>30 m: 20	20-30 m: 15	10-20 m: 10	5-10 m: 8 <5m:0
Ancho de berma (m):4		>5m: 0	2-5 m: 5	
Angulo natural (º)	Roca →	≥70º: 5	≥60º: 4	≥50º: 2 <50º: 0
	Suelo →	≥45º: 5	≥35º: 4	≥25º: 2 <25º: 0
D – Evidencia de movimientos				
		Si: 5	No: 0	
E1 - Características adversas				
Bloques sueltos o rellenos movilizables			10	
Bloques sobresalientes/descalzados			10	
Capas subyacentes erosionables			5	
Fracturación inducida por explosivos			10	
Cantidad:		Muchas: 10	Alguna: 5	Ninguna: 0
E2 – Discontinuidades				
Juntas o planos visibles, ángulo > 30º			10	
Cuñas			10	
Juntas que pueden originar vuelco			10	
Limpieza y meteorización de juntas			5	
Cantidad:		Muchas: 10	Alguna: 5	Ninguna: 0
F – Drenaje instalado				
Cunetas “de pie” o “de guarda” sin drenaje /ausencia de cunetas			5	
G – Posibles daños por escorrentía o por instalaciones hidráulicas (Máximo:5)				
Depósitos o tuberías de agua			5	
Se interceptan barranquillos			5	
H – Capacidad de arrastre o de infiltración de aguas pluviales				
	Vegetación →	Densa: 0	Escasa: 5	Ninguna: 5

Tabla 2.5.b Puntuación de atributos de ladera (SAS). Stewart *et al.* (2.002), modificada.

I – Afloramientos de agua	
	Fuerte: 10 Ligeramente: 5 Ninguno: 0
J - Defectos en sistema de estabilización	
Agrietamiento en morteros proyectado	5
Corrosión	5
Pérdida de tensión o rotura de cables o redes / postes doblados o sueltos	10
Infradimensionamiento evidente	5
K - Afecciones	
Edificios ocupados	10
Edificios desocupados	5
Carreteras o calles	10
Aparcamientos o espacios libres	5
Espacios libres privados	5
Instalaciones	5
Puntuación de atributos de la ladera (SAS):	B+D+E1+E2+F+G+H+I+J+K

- **Análisis del riesgo según la metodología ARL**

Los niveles de riesgos ARL –*Assessed Risk Level*– se calculan según el procedimiento propuesto por Stewart *et al.* (2.002), que combina puntuaciones que describen varios aspectos de los posibles mecanismos de fallos y sus consecuencias, a través de una serie de matrices (figura 2.16).

Cuando en una ladera pueden producirse movimientos que respondan a diferentes causas, este método considera que se ha de valorar, por separado, el riesgo asociado a cada una de las causas, para adoptar finalmente el de mayor gravedad. Como en algunas de las laderas estudiadas existen rocas que pueden caer o volcar, y se aprecian, además, derrubios o escombros que podrían desplazarse sobre una superficie de rotura, se ha diseñado la ficha de manera que pueda calcularse, por separado, el riesgo asociado a cada uno de estos tipos de movimiento.

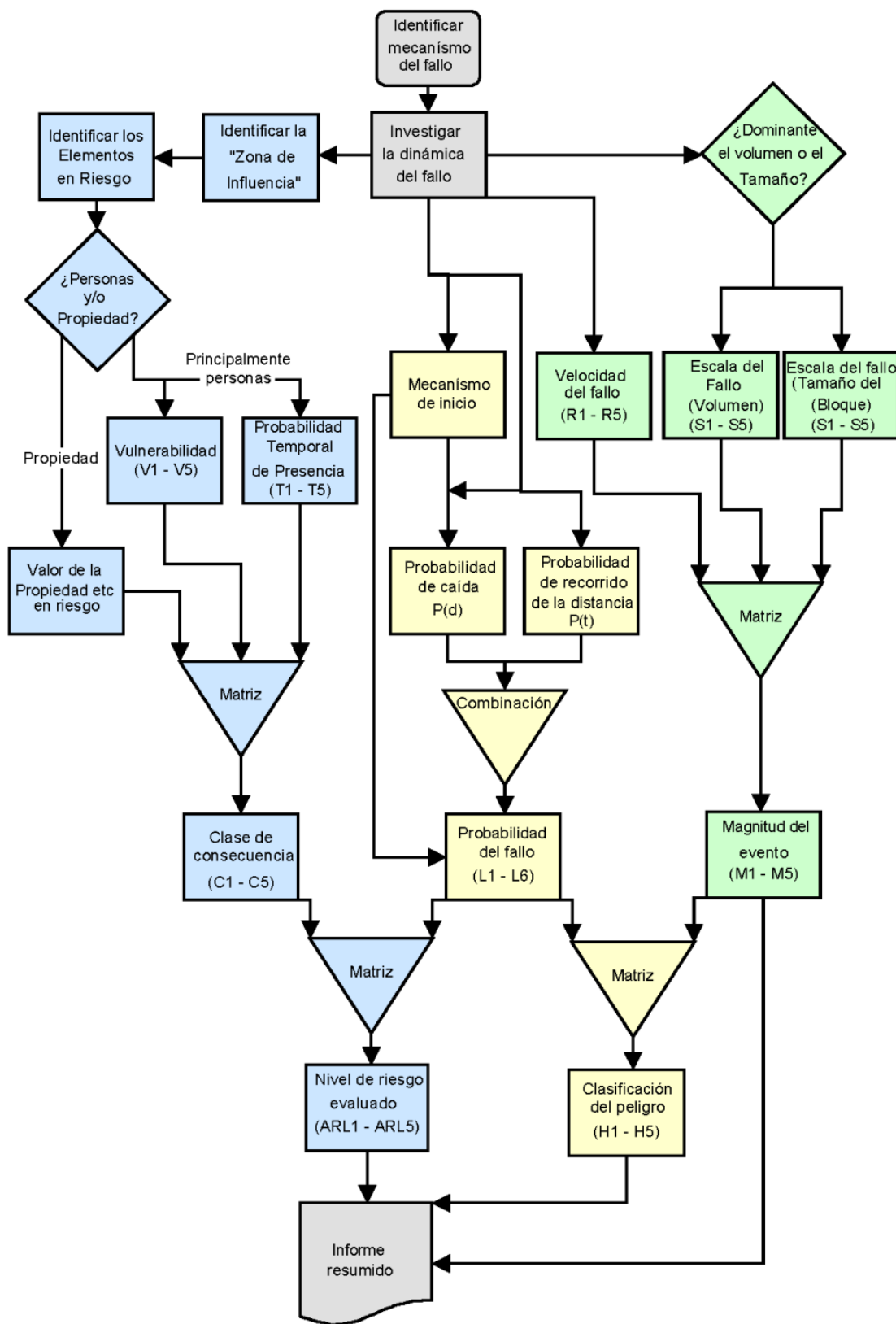


Figura 2.16 Análisis del riesgo según la metodología ARL. Stewart *et al.* (2.002)

A continuación, se detallan los pasos previstos en este procedimiento.

- a) Análisis de la probabilidad (cualitativa) de ocurrencia de un fallo. La calificación se obtiene de la tabla 2.6 (L1 a L6)
- b) Análisis de las consecuencias. Se estudian separadamente las consecuencias relacionadas con la pérdida de vidas humanas, y las que se traducen en daños a las propiedades.

b.1) Consecuencias por pérdida de vidas. Se valora según la probabilidad de presencia de personas en el momento del fallo, y su vulnerabilidad.

La calificación de la probabilidad de presencia de personas (T1 a T5) se realiza según la tabla 2.7, o de la figura 2.17, si se afectan vehículos que transitan por una vía pública. En este último caso, se cuenta con los datos de tráfico (IMD) de las carreteras GC500 y GC1; no así para las calles de la urbanización, por lo que se les asignan datos aproximados, según su jerarquía.

Se entiende por vulnerabilidad, la probabilidad de que el evento cause una muerte, si dentro de la zona de influencia, hay personas, o vehículos circulando. Se califica según la tabla 2.8. (V1 a V5).

Por último, se obtiene la calificación de la consecuencia por pérdida de vidas (C1 a C5), combinando la calificación de la probabilidad de presencia y la calificación de la vulnerabilidad, según la tabla 2.9.

b.2) Consecuencias por daños a la propiedad o sus efectos socio-económicos.

La calificación (C1 a C5) se obtiene de la tabla 2.10.

- c) Estimación del riesgo. Combinando la probabilidad de ocurrencia del fallo (L), con su consecuencia (C), se obtiene la calificación del riesgo (ARL1 a ARL5), según la tabla 2.15. Si difiere la calificación de la consecuencia por pérdida de vidas, de la calificación debida a pérdidas materiales, se adopta la más grave de las dos.

d) Parámetros suplementarios. Adicionalmente, se obtiene la magnitud del evento y la calificación del peligro, para completar la valoración del riesgo y facilitar la priorización de las actuaciones remediadoras.

d.1) Calificación de la magnitud del evento: se obtiene considerando su escala y su rapidez. La escala (S1 a S5) se extrae de la tabla 2.12, teniendo en cuenta el tamaño de las rocas o el volumen de los deslizamientos. La calificación de la rapidez del fallo (R1 a R5) se obtiene de la tabla 2.13. Por último, la calificación de la magnitud del evento (M1 a M5) procede de la tabla 2.14.

d.2) Calificación del peligro. Las calificaciones de la magnitud del evento y de la probabilidad de ocurrencia del fallo conducen a la clasificación de la amenaza, al combinarlas mediante la matriz de la tabla 2.15

Tabla 2.6. Indicador de probabilidad de fallo (cualitativa). Stewart *et al.* (2.002)

L1	El evento puede, o es esperado que ocurra dentro de un corto periodo bajo circunstancias promedio, o el mecanismo está activo en el presente (dependiendo de las circunstancias un periodo corto pueden ser de días a no más de 2 o 3 años). La probabilidad anual indicativa es alrededor 0.9
L2	El evento puede, o es esperado que ocurra dentro de un periodo moderado (de unos pocos años a 30 años) o dentro del próximo periodo de inspección bajo condiciones ligeramente adversas. La probabilidad anual indicativa es alrededor 10^{-1}
L3	El evento podría ser esperado que ocurra alguna vez dentro de un periodo de 100 años, en el normal curso de los eventos pero solo podría ocurrir dentro del próximo periodo de inspección bajo circunstancias adversas. La probabilidad anual indicativa es 10^{-2}
L4	El evento podría no ser esperado para ocurrir dentro de un periodo de 100 años bajo condiciones normales y es improbable que ocurra dentro del próximo periodo de inspección excepto bajo condiciones muy adversas. La probabilidad anual indicativa es 10^{-3}
L5	El evento podría no ser esperado para ocurrir dentro de un periodo de 100 años y es improbable que ocurra dentro del próximo periodo de inspección aún bajo condiciones muy adversas. La probabilidad anual indicativa es 10^{-4}
L6	El evento es improbable que ocurra aún bajo condiciones extremas. La probabilidad anual indicativa es $<10^{-5}$

Tabla 2.7. Calificación de la probabilidad de presencia de personas. (Stewart *et al.*, 2.002)

T1	Usualmente se espera presencia de la persona como parte de la forma normal de uso (Ejemplo edificios residenciales, algunos edificios comerciales). Usuarios de la carretera en la condición más pesada de tránsito urbano ($P > 0.5$)
T2	Se espera que a menudo estén presente la persona como parte de la forma normal de uso (Ejemplo edificios residenciales, algunos edificios comerciales). Usuarios de las vías en las mayores arterias urbanas y en las vías rurales de tráfico más pesado ($P = 0.1 - 0.5$)
T3	Se espera que algunas veces esté presente la persona como parte de la forma normal de uso. Usuarios de las vías en muchas arterias urbanas y en las mayores arterias rurales ($P = 0.01 - 0.1$)
T4	Es improbable que esté presente la persona como parte de la forma normal de uso. Usuarios de las vías suburbanas y arterias rurales menores ($P = 0.001 - 0.01$)
T5	Es muy improbable que esté presente la persona. Usuarios de la mayoría de las vías de tráfico ligero, bermas de las vías etc. ($P < 0.001$)

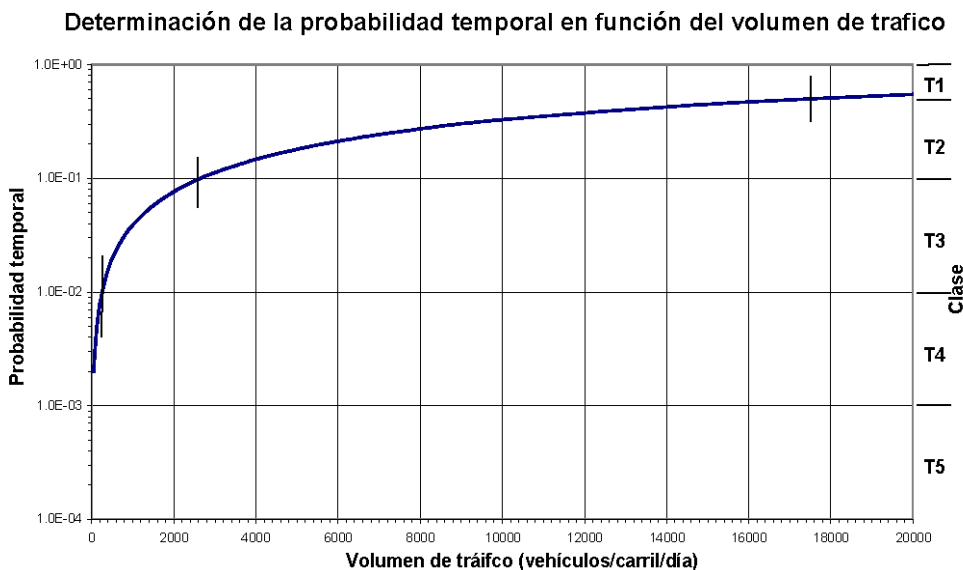


Figura 2.17. Calificación de la probabilidad de presencia de personas en función del volumen de tráfico. Stewart *et al.* (2.002)

Tabla 2.8. Calificación de la vulnerabilidad (Stewart *et al.*, 2.002)

V1	Persona al descubierto incapaz de evadir las caídas de rocas y otros detritos (movimientos extremadamente rápidos). Vehículo chocado contra un bloque mayor de 1 m de altura o perdido dentro de un hueco profundo y angosto a velocidad de autopista (P>0.5)
V2	Persona al descubierto puede ser capaz de evadir los detritos. Vehículo chocado contra un bloque de 0.5-1 m de altura a velocidad de autopista o mayor a 1 m de altura a velocidad urbana, o perdido dentro de un hueco angosto (P 0.1-0.5)
V3	La mayoría de la gente al descubierto puede evadir los detritos. Vehículo chocado contra un bloque de 0.5-1 m de altura a velocidad urbana, o un bloque >1 m de altura a baja velocidad. Vehículo impacta detritos de mezclas de suelo y roca seco o húmedo (o cruza superficie escalonada con escalones de 0.1-0.2 m causados por el desarrollo del fallo de un terraplén) a velocidades de autopista (P=0.01-0.1)
V4	Vehículo choca contra bloques de alrededor de 0.2 m de altura a velocidad de autopista o un bloque de altura 0.5-1 m a baja velocidad. Vehículo impacta detritos de mezclas de suelo y roca seca o húmeda (o cruza superficie escalonada con escalones de 0.1-0.2 m causados por el desarrollo del fallo de un terraplén) a velocidades urbana. Vehículo interactúa con una depresión o hueco superficial donde la barrera de defensa puede prevenir la salida del vehículo de la vía (P 0.001-0.01)
V5	Vehículo choca contra bloques de alrededor de 0.2 m de altura a velocidad urbana o un bloque de tamaño menor a velocidad de autopista. Vehículo impacta detritos de mezclas de suelo y roca seco o húmedo a baja velocidad. Vehículo atraviesa una superficie irregular formada por suelo o pequeñas rocas (<100 mm de dimensión mínima) o por una fallo desarrollado en un terraplén a velocidades de autopista (P<0.001) Nota: Velocidad de autopista=100-110 km/h, urbana=60-80 km/h, baja=20-30 km/h.

Tabla 2.9. Calificación de la consecuencia asociada a la pérdida de vidas humanas. Stewart *et al.* (2.002)

Vulnerabilidad	Probabilidad temporal de que un individuo esté presente en el momento del fallo				
	T5	T4	T3	T2	T1
V1	C4	C3	C2	C1	C1
V2	C4	C3	C2	C1	C1
V3	C5	C4	C3	C2	C2
V4	C5	C5	C4	C3	C3
V5	C5	C5	C5	C4	C4

Tabla 2.10. Consecuencias asociadas a daños a la propiedad o a sus efectos socio-económicos. Stewart *et al.* (2.002)

C1	Cierre total de una carretera troncal o doble calzada por un periodo extendido. Daños mayores de infraestructuras o propiedades (Diferentes a carreteras). Interrupción muy costosa. Costos de reparación muy altos. (> C\$1500 M)
C2	Cierre total de un carril de una carretera troncal o doble calzada o cierre total de una carretera secundaria por un periodo extendido. Daños sustanciales de infraestructuras o propiedades (Diferentes a carreteras). Grandes costos de la interrupción. Costos de reparación muy altos (Entre C\$200 M y C\$1.500 M)
C3	Cierre total de una carretera secundaria por un periodo corto, un periodo largo se puede aceptar si hay alternativas razonables disponibles. Daños moderados de infraestructuras o propiedades (Diferentes a carreteras). Costos moderados de la interrupción. Costos de reparación moderados. (Entre C\$50 M y C\$1500 M)
C4	Cierre total o parcial de una carretera secundaria por un periodo corto. Daños menores de infraestructuras o propiedades (Diferentes a carreteras). Costos menores de la interrupción. Costos de reparación bajos. (Entre C\$10 M y C\$50 M)
C5	Cierre total o parcial de una carretera terciaria por un periodo corto. Daños de infraestructuras o propiedades despreciables (Diferentes a carreteras). Costos bajos o despreciables de la interrupción. Costos de reparación bajos o sin costos. (Menores a C\$10 M)

Tabla 2.11 Estimación del nivel de riesgo juzgado ARL (*Assessed risk level*). Stewart *et al.* (2.002)

Probabilidad	Clases de consecuencias				
	C5	C4	C3	C2	C1
L1	ARL3	ARL2	ARL1	ARL1	ARL1
L2	ARL4	ARL3	ARL2	ARL1	ARL1
L3	ARL5	ARL4	ARL3	ARL2	ARL1
L4	ARL5	ARL5	ARL4	ARL3	ARL2
L5	ARL5	ARL5	ARL5	ARL4	ARL3
L6	ARL5	ARL5	ARL5	ARL5	ARL4

Tabla 2.12. Escala del fallo. Stewart *et al.* (2.002)

	Volumen	Tamaño de bloque
	S1	> 20.000 m ³
S2	> 2.000 m ³	Dimensión máxima > 1.0 m
S3	> 200 m ³	Dimensión máxima < 1.0 m
S4	> 20 m ³	Dimensión máxima < 0.5 m
S5	< 20 m ³	Dimensión máxima < 0.2 m

Tabla 2.13. Ponderación de la rapidez del fallo. Stewart *et al.* (2.002)

Grado	Descripción	Velocidad	Velocidad típica
R1	Extremamente rápido	$5 \cdot 10^3$ mm/s	5 m/s
R2	Muy rápido	$5 \cdot 10^1$ mm/s	3 m/min
R3	Rápido	$5 \cdot 10^{-1}$ mm/s	1.8 m/h
R4	Moderado	$5 \cdot 10^{-3}$ mm/s	13 m/mes
R5	Lento	$5 \cdot 10^{-5}$ mm/s	1.6 m/año
	Muy lento	$5 \cdot 10^{-7}$ mm/s	16 mm/año
	Extremamente lento		

Tabla 2.14 Calificación de la magnitud del evento. Stewart *et al.* (2.002)

Velocidad del fallo		Escala del fallo				
		S5	S4	S3	S2	S1
Rápido	R1	M3	M2	M2	M1	M1
↑	R2	M4	M3	M2	M2	M1
	R3	M4	M4	M3	M2	M2
↓	R4	M5	M4	M4	M3	M2
Lento	R5	M5	M5	M4	M4	M3

Tabla 2.15 Calificación del peligro. Stewart *et al.* (2.002)

Probabilidad	Magnitud del evento				
	M5	M4	M3	M2	M1
L1	H3	H2	H2	H1	H1
L2	H4	H3	H2	H2	H1
L3	H4	H4	H3	H2	H2
L4	H5	H4	H4	H3	H2
L5	H5	H5	H4	H4	H3
L6	H5	H5	H5	H4	H4

- **Incorporación al SIG de los datos relacionados con riesgos por movimientos de ladera**

Se incorporan a la base de datos de la capa “prico” los registros referentes a la puntuación de atributos de ladera (Campo “SAS”), valoración del riesgo de ladera (campo “ARL”), y altura de desmonte (campo “alt_desm”). Procediendo de esta manera, se asume que el riesgo calculado se manifiesta por igual en toda la superficie de cada polígono, ya sean parcelas, espacios libres, o tramos de vías públicas. Dado que en los viales y carreteras varía el nivel de riesgo a lo largo de su trazado, se subdividen los polígonos existentes para lograr que los resultantes tengan un nivel de riesgo homogéneo.

- **Comparación entre los niveles de riesgo calculados según las metodologías SAC y ARL**

Considerando los valores de SAC y las clases ARL calculadas, se realiza un estudio analítico, en el que se obtienen medidas de tendencia central, de dispersión y de posición.

- **Obtención de mapas de clasificación del suelo según su riesgo por movimientos de ladera**

Se obtiene superponiendo las capas “prico” y “núcleos” sobre el mapa topográfico integrado (IDECanarias, 2.012a) a escala 1:1000-1:5000, clasificando cada polígono de “prico” según su nivel de riesgo estudiado (ARL).

- **Determinación de la relación entre el uso del suelo y el riesgo por movimientos de ladera.**

Para hallar el riesgo por movimientos de ladera correspondiente a cada tipo de uso del suelo, en la base de datos principal se establecen filtros en los campos correspondientes al riesgo (“arl”) y al uso (“uso”), y se halla, para cada tipo de uso, la superficie total afectada por cada nivel de riesgo. Los resultados, absolutos y relativos, se resumen en una tabla y se representan gráficamente.

- **Determinación de la evolución temporal del riesgo por movimiento de ladera en la urbanización**

Relacionando los registros relativos a la fecha de construcción (campo “fecha_orto” de “prico”), y los niveles de riesgo ARL, se representa gráficamente la evolución temporal de la superficie total afectada por cada nivel de riesgo en la urbanización, desde su comienzo hasta la actualidad. También se muestra, para cada periodo quinquenal, la superficie afectada por cada tipo de riesgo, expresada en porcentaje respecto a la superficie total urbanizada, accesible. Para el cálculo de esta superficie total accesible no se consideran los espacios libres inaccesibles situados en las laderas, ni los solares.

- **Determinación del riesgo por movimiento de laderas en la urbanización, según la zonificación geomorfológica**

Se establecen filtros en los campos “uso”, “arl”, “superficie” y “zona_geo” de la base de datos principal, para hallar las relaciones porcentuales existentes entre el

área total donde se manifiesta cada tipo de riesgo, y el área total de terrenos accesibles, para cada nivel de riesgo, y cada zona geomorfológica. Los resultados se representan en una gráfica. Se elabora, además, un mapa, en el que se representan, las delimitaciones de las zona geomorfológicas, y los polígonos de la capa “prico”, clasificados según nivel de riesgo ARL.

- **Determinación del riesgo por movimiento de laderas en la urbanización, considerando la proximidad a la costa**

Siguiendo un procedimiento semejante al explicado en el apartado anterior, se filtran los campos “uso”, “arl”, “superficie” y “dist_costa” de la base de datos asociada a “prico”, para determinar, para cada banda equidistante a la costa, el porcentaje de los terrenos en los que se manifiesta cada nivel de riesgo, respecto a la superficie total de los terrenos accesibles. Estos resultados se representan en una gráfica y en un mapa.

- **Determinación de la variación del riesgo por movimiento de laderas, según la pendiente natural de los terrenos**

Tratando estadísticamente las relaciones entre los valores de pendiente (campo “pendmed”) y lo niveles de riesgo (campo “arl”) incluidos en la base de datos de la capa “prico”, se obtienen medidas de tendencia central (media ponderada por la superficie de las parcelas), de dispersión, y de posición, para cada nivel de riesgo ARL. Este mismo análisis se realiza considerando exclusivamente los riesgos existentes en las parcelas previstas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico” (parcelas “PAP”).

- **Determinación de la variación del riesgo por movimiento de laderas, según la altura de los desmontes realizados**

Procediendo de manera similar a la expuesta en el apartado anterior, se analizan las relaciones entre las alturas de los desmontes realizados (campo “alt_des”) y los niveles de riesgo (campo “arl”), obteniendo, para cada nivel de riesgo, el valor medio, ponderado por la superficie de las parcelas, de las alturas de desmonte, así como los valores mínimos, y máximos, la desviación típica, y las alturas correspondientes a los percentiles 5 y 95.

- **Determinación del riesgo por movimientos de ladera, en las parcelas alojativas (residenciales o turísticas), construidas según el planeamiento urbanístico promovido, en cada fase del proceso de urbanización**

Se determina, para cada fase, las relaciones porcentuales existentes entre las áreas de las parcelas donde se manifiesta cada tipo de riesgo, y el área total de las parcelas alojativas construidas. Para ello, se realizan filtrados en la base de datos principal, en los campos “fase”, y “arl”. Los resultados se representan en una gráfica

- **Determinación del riesgo existente en las parcelas de uso alojativo, construidas según el planeamiento urbanístico promovido, en función de su tipología edificatoria**

Siguiendo un procedimiento semejante al explicado en el apartado anterior, se determina, para cada tipología edificatoria, la relación entre la superficie de las parcelas que presentan cada nivel de riesgo, y la superficie total de las parcelas en las que predomina dicha tipología edificatoria, expresado en porcentaje. Este procedimiento se realiza filtrando, los campos “arl” y “clase_edif” de la base de datos principal.

2.3.2.5 Impermeabilización del sustrato

Tras un análisis preliminar, se decide abordar el estudio considerando tres ámbitos territoriales: el primero comprende la urbanización, en su conjunto; el segundo, las parcelas alojativas previstas en los planes de Puerto Rico, Amadores y Valle de Puerto Rico (PAP); y el tercero corresponde exclusivamente a las parcelas que tienen asignado por el planeamiento un uso alojativo turístico. Este ámbito se diferencia del anterior al excluir las parcelas de uso alojativo residencial.

- **Selección de indicadores.**

Se decide estudiar por separado la superficie impermeabilizada por las edificaciones, y la superficie impermeabilizada por pavimentos, para poder diferenciar de manera más precisa las causas del sellado de la superficie del terreno natural. Al relacionar la superficie impermeabilizada, con la superficie total, se obtiene el coeficiente de impermeabilización (C_{ocu}), indicador profusamente empleado en la literatura científica (Arnold *et al.*, 1996). En este trabajo se ha

definido, además, el coeficiente de impermeabilización por pavimentación (C_{pav}) y el coeficiente de impermeabilización por la edificación (C_{imp}), indicadores que se obtienen al relacionar las correspondientes superficies con la superficie total.

- **Generación de mapas de clasificación del suelo según su grado de impermeabilización**

Se obtiene superponiendo las capas “Ocupación”, “pavimento” y “núcleos” del SIG sobre el mapa topográfico integrado 1:1.000-1:5000 (Grafcan, 2.012a).

- **Determinación de la relación existente entre el uso del suelo, y su grado de impermeabilización**

Filtrando la base de datos principal, según el campo “uso”, se obtiene la superficie total pavimentada, y la ocupada por la edificación, correspondiente a cada uso. Relacionando estas superficies con la superficie total asignada a cada uso, se obtienen el coeficiente de ocupación (c_{ocu}) el coeficiente de pavimentación (c_{pav}), y el coeficiente de impermeabilización (c_{imp}), como suma de los dos anteriores. Asimismo, se calcula en qué medida los terrenos asignados a cada uso contribuyen a la impermeabilidad global de la urbanización, expresando la relación porcentual entre su superficie impermeabilizada, y la superficie total impermeabilizada en la urbanización.

Este procedimiento se realiza, en primer lugar, considerando la totalidad de los terrenos incluidos en la delimitación oficial de los sectores urbanizados, y posteriormente, excluyendo los terrenos inaccesibles, sin transformar, que muestran continuidad con el suelo rústico exterior.

- **Determinación de la evolución temporal de la impermeabilidad global de la urbanización**

Estableciendo como criterio de filtro “menor o igual que” en el campo “fecha_orto” (fecha de construcción), se obtiene la superficie total, la superficie ocupada, y la superficie edificada, en la urbanización, desde el comienzo de la urbanización hasta la finalización de cada año. Al obtenerse las superficies totales correspondientes a cada año, se realiza una gráfica de la evolución temporal de dichas superficies. Asimismo, se relaciona, para cada año, dichas superficies con la superficie total de las parcelas construidas, para hallar la evolución temporal de los coeficientes medios de ocupación, pavimentación, e impermeabilización.

- **Estudio de la impermeabilización de la urbanización, considerando la proximidad a la costa.**

Considerando las superficies que constan en los campos “pavim”, “ocup” y “superficie” se calculan los coeficientes medios de pavimentación, ocupación, e impermeabilización correspondientes a cada distancia y a cada uso, como cocientes entre la suma de las respectivas superficies, y la superficie total. Este proceso se realiza filtrando simultáneamente los campos “dist_costa” y “uso”.

- **Estudio de la impermeabilización de la urbanización, según su zonificación geomorfológica.**

Operando de manera similar, se consideran las áreas que figuran en los campos “pavim”, “ocup” y “superficie”, para hallar los coeficientes medios de pavimentación, ocupación, e impermeabilización, en cada zona geomorfológica, y para cada tipo de uso, dividiendo la suma de las correspondientes superficies impermeabilizadas, entre la suma de las superficies totales de los polígonos, realizándose el proceso por medio de filtros que se colocan en los campos “zona_geo” y “uso”.

- **Estudio estadístico de la impermeabilización de las parcelas alojativas (residenciales o turísticas), previstas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y Valle de Puerto Rico (parcelas “PAP”)**

Las parcelas consideradas corresponden a los registros de la base de datos de la capa “prico” que tienen en el campo “tipo_res” el valor “SI”. Se filtran las filas correspondientes, y se obtienen el coeficiente de ocupación (c_ocu) y el coeficiente de pavimentación (c_pav), de cada polígono, relacionando las respectivas superficies con la superficie total. Se obtienen medidas de tendencia central (media ponderada por la superficie de las parcelas), de dispersión, y de posición, para cada uno de los coeficientes.

- **Generación de mapas de impermeabilización de las parcelas alojativas o residenciales, previstas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y Valle de Puerto Rico (parcelas “PAP”)**

Considerando los valores de los coeficientes de ocupación, pavimentación, e impermeabilización de cada parcela, calculados según se explica en el apartado anterior, se elaboran los respectivos mapas.

- **Estudio de la variación temporal de las superficie total impermeabilizada en las parcelas alojativas o residenciales construidas según el planeamiento urbanístico promovido (PAP), y evolución, a lo largo del tiempo, de la pendiente media original de los terrenos en los que se construye.**

Filtrando en la base de datos general los registros correspondientes a las parcelas PAP construidas desde el comienzo de la urbanización hasta la finalización de cada año (estableciendo como condiciones “menor o igual que” en el campo “fecha_orto”, y “SI” en el campo “respr”), se obtienen las superficie totales ocupadas y pavimentadas. Esa variación temporal se compara, en una gráfica, con la evolución temporal de la pendiente media de los terrenos construidos, que se calcula según se explicó anteriormente.

- **Análisis de la evolución temporal de los coeficientes de impermeabilización de las parcelas alojativas o residenciales construidas según el planeamiento urbanístico promovido.**

Prosiguiendo el proceso explicado en el apartado anterior, se calcula la evolución temporal de los coeficientes de ocupación (c_{ocu}), pavimentación (c_{pav}) e impermeabilización (c_{imp}), dividiendo las respectivas superficies acumuladas, ya calculadas, entre la superficie total de las parcelas construidas desde el comienzo de la urbanización hasta la finalización de cada año. Los datos obtenidos se representan en una gráfica.

- **Determinación de la variación del coeficiente impermeabilización de las parcelas de uso alojativo, construidas según el planeamiento urbanístico promovido, según la pendiente media.**

Mediante un diagrama de dispersión, se relaciona, la pendiente natural del terreno de cada parcela, con su coeficiente de impermeabilización. Con objeto de estudiar el efecto de los taludes de desmonte en la impermeabilización, se clasifican los datos formando dos series. En la primera, se incluyen las parcelas que lindan, posteriormente, con las zonas libres situadas en las laderas. En la segunda, se incluyen las restantes parcelas. Se obtienen rectas de regresión para cada una de las series.

- **Análisis, de la impermeabilización de las parcelas previstas por el planeamiento urbanístico de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico” (parcelas PAP), en cada fase de la urbanización.**

Se representan en una tabla los valores medios, ponderados por la superficie, de la pendiente natural del terreno, y de los coeficientes de ocupación, pavimentación e impermeabilización, de las parcelas PAP construidas en cada fase. Se incluye, además, la antigüedad de cada etapa, que viene dada por las fechas de construcción de su primera y de su última parcela. Estos valores se obtienen, al tratar la base de datos principal, para hallar las medias ponderadas, máximos o mínimos de los registros incluidos en los correspondientes campos, filtrados según el campo “fase”.

- **Análisis de la relación entre las limitaciones impuestas por las ordenanzas urbanísticas y el grado de impermeabilización, en las parcelas alojativas previstas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, “Valle de Puerto Rico”, y, Amadores (“PAP”)**

Según se explicó anteriormente, las parcelas “PAP” cuyas ordenanzas urbanísticas establecen un coeficiente de ocupación máximo, tienen el código “si” en el campo “no_lim_oc” de la base de datos principal. Estableciendo simultáneamente un filtro en este campo, y otro en el campo “fase”, se obtiene, para cada fase, la superficie de las parcelas que no tienen limitada la ocupación, expresada como porcentaje respecto a la superficie de las parcelas de dicha fase. Estos datos se presentan en una tabla, junto a los coeficientes de ocupación, pavimentación e impermeabilización de las parcelas de cada fase, hallados como se ha explicado anteriormente.

- **Análisis de los coeficientes medios de impermeabilización correspondientes a las parcelas de uso alojativo, construidas según el planeamiento urbanístico promovido, en función de su tipología edificatoria.**

Seleccionando los registros de la base de datos correspondientes a cada tipología edificatoria (campo “clase_edif”), se obtienen los valores medios, ponderados por la superficie, de los coeficientes de ocupación (c_ocu), pavimentación (c_pav), e impermeabilización (c_imp). Asimismo, se comprueba la desviación típica y los percentiles (5 y 95) de los coeficientes de impermeabilización de estas parcelas.

- **Análisis de la evolución temporal de la relación entre el suelo impermeabilizado y el número de camas, en las parcelas de uso alojativo turístico de la urbanización**

Considerando las parcelas turísticas construidas antes de la finalización de cada año (que se seleccionan filtrando el campo “fecha_orto” con la condición “menor o igual que” y el campo “uso” con la condición “turístico, mixto o no sabe/no contesta”), se calculan las sumas de las correspondientes plazas turísticas (campo “plaz_total”), las superficies ocupadas (campo “ocup”), y las superficies pavimentadas (campo “pavim”), desde el comienzo de la urbanización, hasta el final de cada año, en este tipo de parcelas. Estos datos se relacionan, para obtener el cociente entre la superficie total impermeabilizada en estas parcelas, y el número de plazas turísticas, en cada año. Los valores obtenidos se representan en una gráfica.

- **Análisis de los resultados mediante comparación con valores de referencia**

Para comparar los coeficientes de impermeabilización de la zona estudiada, con los que presentan otros lugares que puedan tomarse como referencia, se han empleado los datos de impermeabilidad, en alta resolución, suministrados por *Copernicus Land Monitoring Service* (2.012), y se han considerado asimismo diversos estudios publicados.

Los datos de impermeabilidad suministrados por Copernicus abarcan todo el territorio de la Unión Europea. Se han obtenido usando un algoritmo automático basado en el índice normalizado de vegetación calibrado, obtenido mediante el tratamiento de las señales captadas por satélites de la serie Sentinel en 2.012. Se suministran en formato raster con cuadrícula de 20x20 m. El valor de la impermeabilidad asociado a cada pixel oscila entre el 1 y el 100%.

Para Puerto Rico-Amadores se ha calculado la impermeabilización correspondiente a su superficie total, y la que presenta al área resultante al excluir, de esta superficie, los espacios libres inaccesibles, y los solares.

El procedimiento seguido para el cálculo de la impermeabilización consiste en el empleo de la herramienta “*zonal statistics as table*” del programa Arcgis, mediante la cual, se obtiene el valor medio de los píxeles que se encuentran dentro de los polígonos que se consideren. Los polígonos correspondientes a las zonas de referencia se han digitalizado partiendo del servicio WMS “Ortofotos PNOA máxima actualidad”

(Instituto Geográfico Nacional, 2.012). Los polígonos correspondientes a Puerto Rico-Amadores proceden de la capa “prico”.

2.3.2.6 Problemas relacionados con el drenaje y con la calidad de las aguas de baño

- **Problemas relacionados con el drenaje**

Se estudia, en primer lugar, el régimen de precipitaciones pluviométricas de la zona, según los registros de la estación pluviométrica del Consejo Insular de Aguas más cercana (060), situada en la depuradora de aguas residuales que se encuentra en el extremo nororiental de la urbanización. Se recaban también datos sobre las precipitaciones registradas en otras estaciones de la cuenca (162 y 239). La estación 060 tiene una serie de datos que abarca desde el año 1.949 hasta la actualidad.

Se seleccionan las precipitaciones máximas diarias de cada año, y se obtiene un ajuste de Gumbel, mediante el cual se calculan las precipitaciones correspondientes a diversos periodos de retorno.

Se realizan averiguaciones sobre la fecha, las causas, las características y las consecuencias de las inundaciones que se han producido históricamente, consultando la hemeroteca digital “Jable” de la ULPGC, realizando búsquedas en Internet sobre información audiovisual relacionada, entrevistando a residentes y trabajadores de las zonas afectadas, observando in situ las circunstancias que puedan potenciar el riesgo, y consultando la altimetría en cartografía LiDAR.

Se comprueba la intensidad de las precipitaciones que han ocurrido los días en los que se han constatado inundaciones, y se representan los datos obtenidos en un diagrama temporal. Se comparan dichas intensidades con las calculadas para los periodos de retorno considerados.

Se estudian los mapas de riesgo por inundación fluvial realizados por el Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria (2.014) y por el Proyecto Riesgomap (2.014).

Se obtiene información sobre las características de las canalizaciones, la red de drenaje, y la red de aguas residuales, estudiando los proyectos de urbanización, y realizando consultas a los técnicos municipales. Se cartografía la información obtenida.

Se confecciona una ficha para cada lugar susceptible de sufrir inundaciones, en la que se sintetiza la información recopilada (ejemplo en figura 2.18). Se realiza una valoración cualitativa del riesgo de inundación –considerando tanto la de origen fluvial como la pluvial–, y se confecciona un mapa de riesgo.



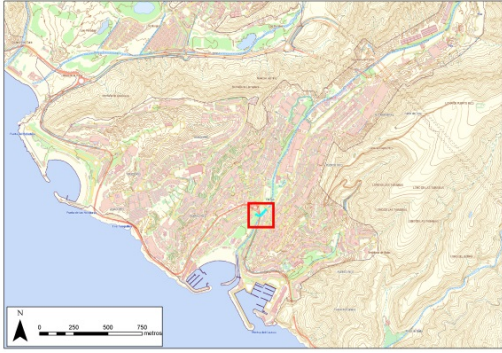
Código	Uso	Peligro fluvial (Cartomap)	Peligro fluvial (ARPSI)	Peligro Pluvial	Inundación Constatada	Riesgo
26	Red viaria	Alto	100	Medio	SI	1
<p>Observaciones: Paso peatonal situado bajo la carretera GC500. Frecuentemente se inunda por constituir una limahoya, y por tener sumideros de escasa sección, que no se limpian regularmente.</p>			<p>Fotografía</p> 			
<p>Planta</p> 			<p>Situación</p> 			

Figura 2.18. Ejemplo de ficha para problemas de inundaciones

• **Problemas relacionados con la calidad de las aguas de baño**

Para el estudio de los problemas relacionados con la contaminación de las aguas, se recopilan los resultados de los análisis de calidad de aguas de baño, que realiza periódicamente el Servicio de Sanidad Ambiental de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias, en la playa de Puerto Rico. Se consiguen datos que se remontan hasta el año 2.000. Como los indicadores microbiológicos empleados actualmente (*Escherichia coli* y *Enterococos*) difieren de los considerados antes de enero de 2.008 (coliforme totales, coliformes fecales y estreptococos fecales), se calculan los datos equivalentes de *Escherichia coli* anteriores a dicha fecha, transformando los datos de

coliformes fecales, por medio del coeficiente de equivalencia propuesto por USEPA (como se cita en Larrea *et al.*, 2.012: p. 7).

Con estos datos se elabora una gráfica en la que se representa la variación, a lo largo del tiempo, de la precipitación pluviométrica y de la concentración de *Escherichia coli*. Se observa en dicha gráfica si aparecen puntas de contaminación coincidentes con la ocurrencia de lluvias intensas.

Se obtiene información sobre las características del sistema de depuración de aguas residuales, y del emisario submarino para el vertido del agua depurada, consultando el Plan hidrológico de Gran Canaria de 1.999 (Cabildo Insular de Gran Canaria, 1.999) –ya que el plan hidrológico de Gran Canaria aprobado provisionalmente en 2.015, no informa sobre la capacidad de las plantas depuradoras existentes–. Se consulta, además, el Censo de Vertidos desde Tierra al Mar realizado por la Consejería de Medio ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias (2.008). Consultando el Plan Hidrológico (Cabildo Insular de gran Canaria, 1.999), se comprueba si el número de habitantes equivalentes previsto para el diseño de la planta es correcto, teniendo en cuenta la población residente, la variación efectiva de la demanda turística y la capacidad alojativa total.

Considerando el estudio de Herrera *et al.* (2.015), que investiga el funcionamiento de las plantas depuradoras situadas en la costa del municipio de Mogán, y la posible correlación de sus fallos con el incremento de la contaminación fecal en las playas, se extraen conclusiones relacionadas con la zona estudiada en la presente investigación.

3. RASGOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

Se describen, en este capítulo, los rasgos generales del medio natural correspondiente al ámbito territorial estudiado, y los aspectos sociales, económicos y demográficos más relevantes de su espacio urbano.

3.1. Características del medio natural

El medio natural presenta unas características similares a las que se pueden encontrar en otras zonas del suroeste de Gran Canaria. En los siguientes apartados se describen, a grandes rasgos, sus factores abióticos y bióticos más significativos.

3.1.1 El medio terrestre

El medio terrestre responde a las características generales de los barrancos sensiblemente encajados, de la vertiente suroccidental de la isla de Gran Canaria. En general, el territorio se encuentra muy antropizado, y sometido a importantes presiones. Tanto los espacios periféricos de la urbanización, como los intersticios no construidos, se encuentran afectados por movimientos de tierras, vertidos de escombros y apertura de pistas, que han alterado a la estructura de los suelos, y han afectado directamente a la flora existente. En diversas zonas, las infiltraciones debidas a los riegos de los jardines, y a las pérdidas que se producen en piscinas, depósitos y tuberías, afectan a la humedad y al contenido de nutrientes de los suelos. En estas zonas se produce un incremento artificial de la cubierta vegetal, que incluye, en ocasiones, especies alóctonas.

A continuación, se describen los principales aspectos físicos del medio terrestre.

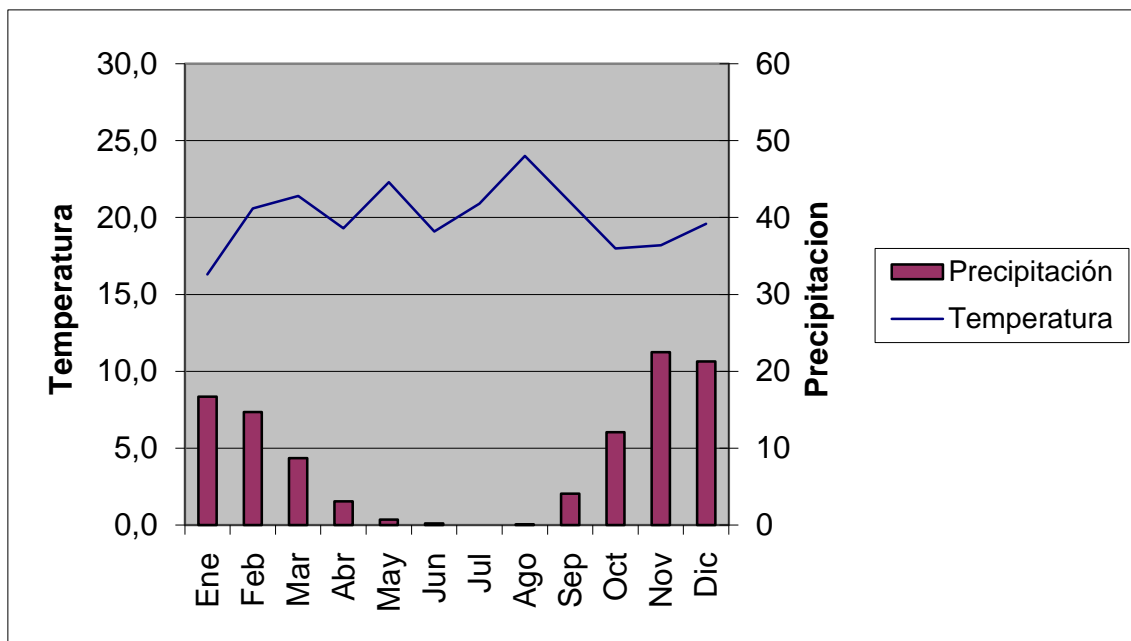


Figura 3.1 Distribución mensual de las temperaturas y precipitación. Valores medios obtenidos de la totalidad de datos de las series de precipitaciones (Puerto Rico) y temperaturas (Puerto de Mogán). Fuente: AEMET y Consejo Insular de Aguas. Elaboración propia.

3.1.1.2 Geología

La urbanización Puerto Rico-Amadores se encuentra en el suroeste de la isla de Gran Canaria y, desde el punto de vista geológico, en su parte más antigua, de edad miocena. A grandes rasgos, su geología responde a la superposición de coladas de diferentes características petrológicas, excavadas por una marcada red de barrancos fuertemente encajados.

Según el mapa geológico de España escala 1:25.000 (Instituto geológico Geominero de España, 1.990) –en adelante, IGME–, el crecimiento volcánico subaéreo de Gran Canaria se divide en tres grandes ciclos magmáticos, denominados Ciclo I o Antiguo (Mioceno), Ciclo II o Roque Nublo (Plioceno) y Ciclo III o Reciente (Plio-Cuaternario), separados por intervalos erosivos, según se indica en la figura 3.2. Aunque en las proximidades de la urbanización objeto de estudio afloran materiales del ciclo Roque Nublo, en la zona predominan las formaciones correspondientes al ciclo I. La mayor parte son apilamientos de coladas ignimbríticas, entre las cuales existen en ocasiones superficies de erosión, resultado de los intervalos erosivos que se han producido entre los periodos eruptivos.

Por su parte, los fondos de barranco presentan depósitos aluviales cuaternarios y, en determinadas laderas del barranco de Puerto Rico, aparecen coluviones holocenos y actuales. Las formaciones geológicas que afloran en la zona estudiada, y que se explican brevemente a continuación, pueden observarse en el mapa 3.1 y en la figura 3.2.

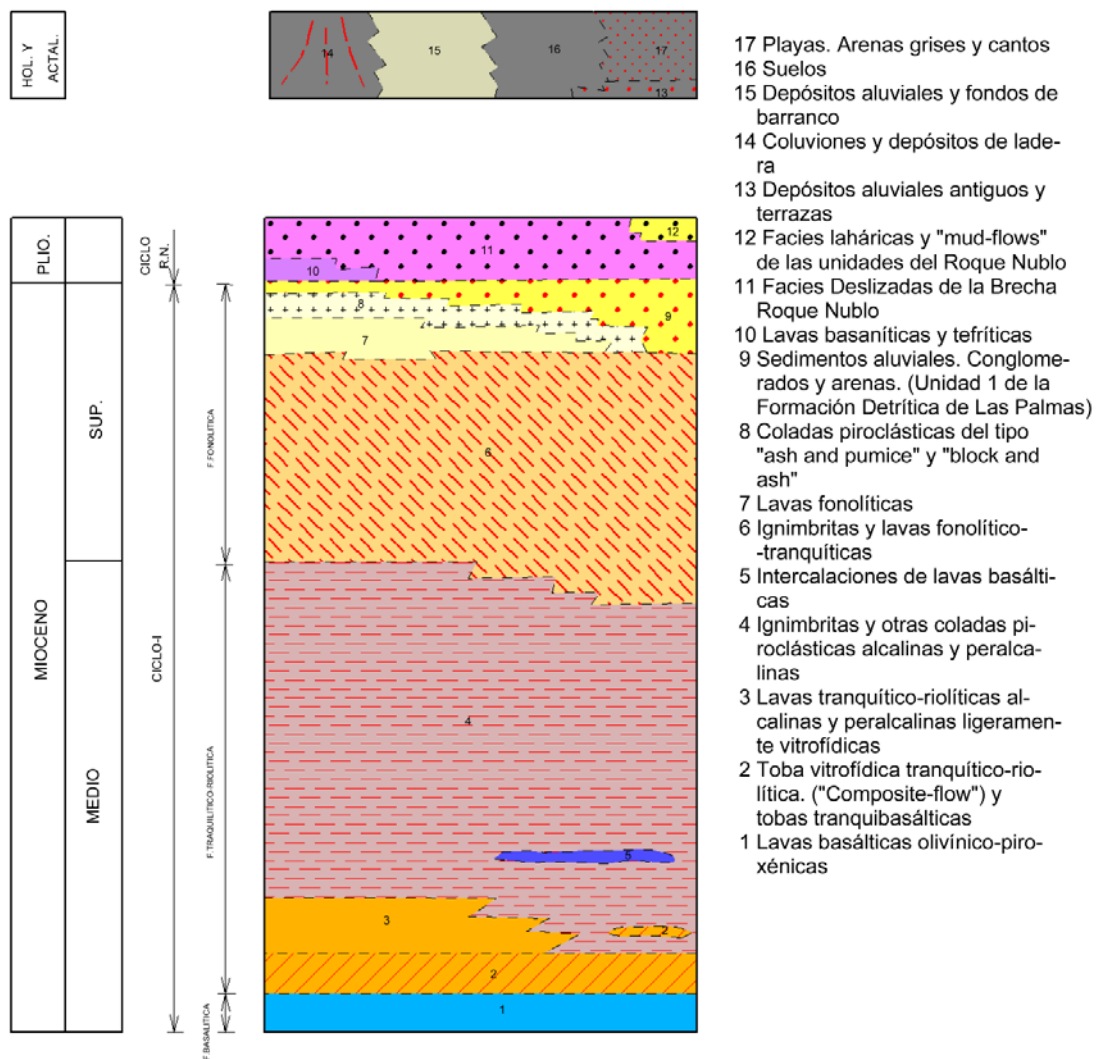
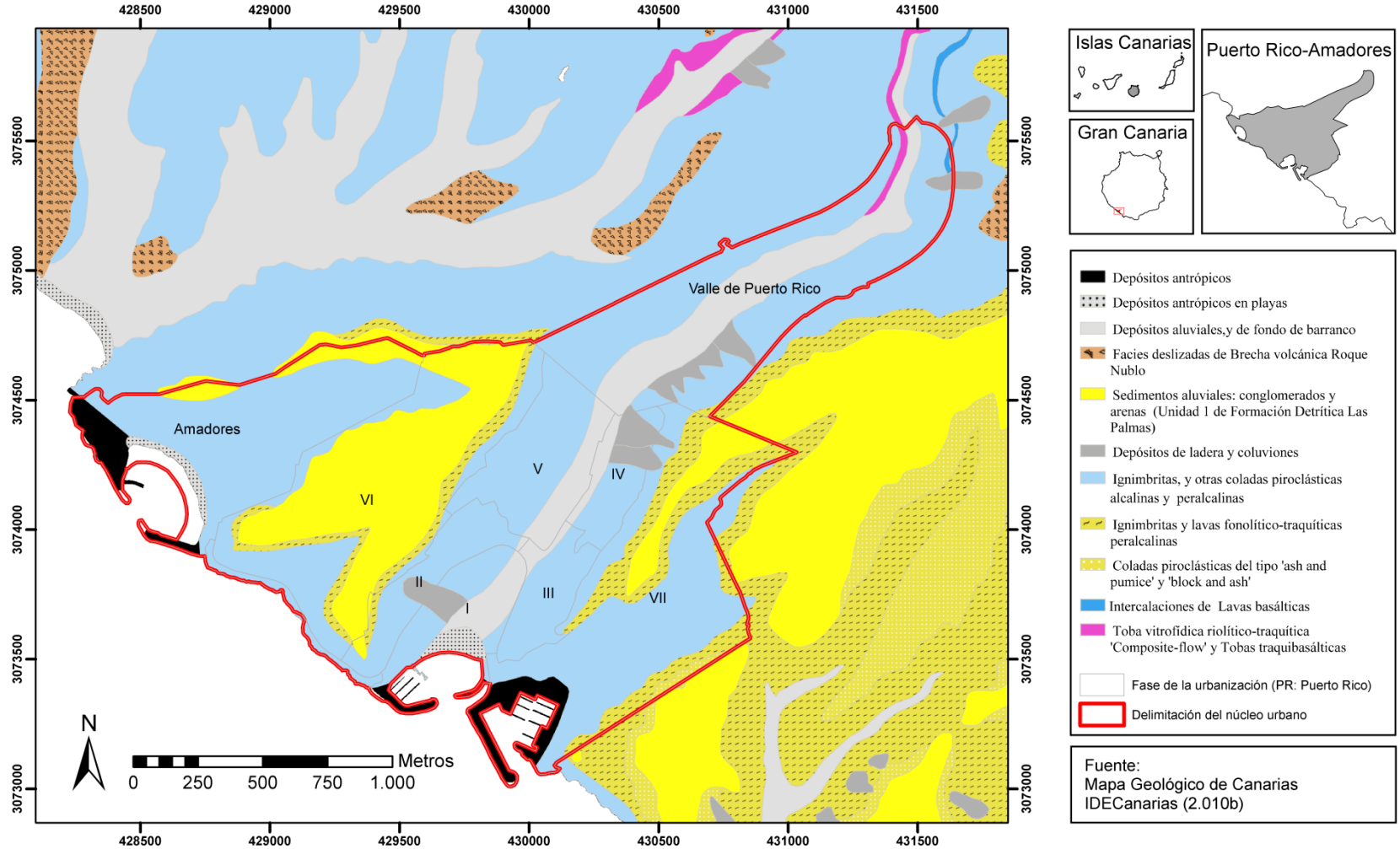


Figura 3.2 Materiales volcánicos y sedimentarios subaéreos de la zona de estudio. Fuente: IGME, 1.990.



REDACTOR:
Francisco J. Macías González

TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



DOCUMENTO: **Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)**

PLANO: **Geológico**

Mapa Nº : **3.1**

FECHA: **01/ 2017**

- **Formación Traquítico - Riolítica**

La formación traqui-riolítica está constituida por unidades lávicas de materiales félsicos que se sitúan entre la Formación Basáltica y la Formación Fonolítica. Esta formación se desarrolló en un intervalo bastante corto de tiempo, sin que parezca que hubiera fenómenos erosivos entre las diferentes emisiones entre 14.1 y 13 Ma., según indica el IGME (1.990) citando a Boogard, Schminke y Freundt . Dentro de ella se pueden diferenciar distintos tipos de coladas según su composición, que se describen a continuación.

- Tobas vitrofídicas riolítico-traquíticas (en base) y Traquibasaltos e intercalaciones de ignimbritas (al techo). “Composite flow “.

En esta unidad se agrupan varias coladas de aspecto y composición muy diferente, pero que, en conjunto, constituyen una unidad eminentemente piroclástica (vulcanismo explosivo). Se denominan tobas vitrofídicas, P1, o composite flow. Y están datadas en 14.1 Ma., según señala el IGME (1.990) citando a Boogard, Schminke y Freundt , momento en el que se forma la caldera volcánica de Tejada. En la zona estudiada aparece un nivel delgado de una colada masiva de aspecto tobáceo, conteniendo fragmentos de roca dispersos en una matriz vítrea negra y con fenocristales de feldespato. Esta unidad tiene muy poca representación en la zona estudiada. Se encuentra en las proximidades de la depuradora (figura 3.3).



Figura 3.3 Detalle fotográfico de la toba vitrofídica. Barranco de Puerto Rico en las proximidades de la depuradora.

- o Ignimbritas, coladas piroclásticas y lavas riolítico-traquíticas peralcalinas intercaladas.

En su conjunto, esta unidad presenta unas características bastante homogéneas y una notable concordancia en cuanto a su estructura y disposición de las coladas. Hay lavas riolíticas-traquíticas y coladas piroclásticas de la misma composición. Estas últimas son las que predominan en la zona estudiada. Se encuentran en las laderas y en fondos de los barrancos.

Esta unidad está compuesta por potentes apilamientos de ignimbritas (coladas piroclásticas), que forman capas de espesor variable. En las coladas a menudo se observan variaciones de textura y coloración causadas por el metamorfismo térmico de las coladas superiores o por enfriamiento. Así, en el techo de la colada subyacente, se suelen apreciar variaciones de color (tonos anaranjados y rojizos) debidas al calentamiento transmitido por la superior, y en el muro de la suprayacente suele también aparecer una estructura vítrea obsidiánica (de tonos negros), debida al enfriamiento rápido por el contacto con la inferior. Esta capa vítrea de color negruzco, contrasta con los tonos beige de las zonas masivas de las coladas.

En el tramo inferior de esta unidad se encuentran fragmentos de pómez más alargados (flamas), con pequeños cristales de feldespato, y abundan los líticos. Estos

materiales suelen estar bien soldados, aunque en los techos de las coladas se encuentran más alteradas.

En el tramo superior las ignimbritas tienen flamas mayores y también abundan los líticos, que pueden llegar a tener hasta 20 cm, y no hay presencia de cristales de feldespatos.

En las figuras 3.4 y 3.5 pueden observarse ejemplos de ignimbritas con diferentes grados de soldadura y contenido de líticos.



Figura 3.4. Aspecto a visu de la ignimbrita traquítico-riolítica sin líticos y muy soldada con flamas muy aplastadas y estiradas. En las proximidades del Hotel Gloria Palace.



Figura 3.5. Aspecto de la ignimbrita traquíutico-riolítica de bloques y ceniza, medianamente soldada de la ladera del Barranco de Amadores a cota intermedia.

o Intercalaciones de lavas basálticas

Afloramiento situado en ambas laderas del Barranco de Puerto Rico, a 2,8 km de la desembocadura, en los alrededores de la estación depuradora. Es una colada de lava traquibasáltica intercalada entre ignimbritas traquitico-riolíticas. Tiene una potencia comprendida entre los 2,5 y los 6 metros. Presenta un color oscuro con base escoriácea y disyunción columnar en las zonas centrales (figura 3.6)

• Formación fonolítica

Esta formación se sitúa inmediatamente encima de la Formación Traquíutico-Riolítica y está constituida por lavas y coladas piroclásticas de composición esencialmente fonolítica, depositadas entre 13 y 9 Ma según Boogard, Schminke y Freundt (como se citan en IGME, 1.990). Algunas de estas coladas se observan en lo alto de las lomas de la zona estudiada. Se han detectado solamente coladas piroclásticas.



Figura 3.6. Vista de colada basáltica en los alrededores de la depuradora de Puerto Rico, donde se observa una alineación de vacuolas.

- o Ignimbritas fonolítico-traquíticas peralcalinas

Las coladas ignimbríticas presentan gran variedad, observándose desde tipos tobáceos hasta rocas en las que la soldadura es muy intensa (figura 3.7).

- o Coladas piroclásticas tipo "ash and pumice" y "block and ash"

Esta formación contiene coladas de composición fonolítica y origen piroclástico. Sus dos variedades tienen tendencia a intercambiar su posición estratigráfica. Las coladas bloques y ceniza están formadas por fragmentos angulosos de fonolitas, sin selección ni ordenación interna, con matriz cinerítica y escaso material pumítico. Las coladas de ceniza y pómez que se encuentran en Puerto Rico son tobas de lapilli de color blanco, con líticos fonolíticos de tamaños comprendidos entre 0,7 y 5 cm (figura 3.8). La potencia suele ser reducida, por lo que son difíciles de cartografiar. En el Lomo de la Tabaiba, al este del barranco de Agua de la Perra, se observa una intercalación de tobas pumíticas en la parte inferior de los conglomerados fonolíticos.



Figura 3.7. Aspecto de una ignimbrita fonolítica soldada, con pocos líticos, situada en la loma situada entre los barrancos de Puerto Rico y Amadores



Figura 3.8. Vista de toba ceniza y pómez, muy poco soldada.
Parte alta del Barranco de Puerto Rico.

- Materiales sedimentarios

Se encuentran materiales sedimentarios datados en el mioceno (miembro inferior de la Formación Detrítica Las Palmas), en el holoceno, y actuales.

- Miembro inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas. Depósitos de conglomerados y arenas fonolíticos.

Se trata de depósitos sedimentarios del Mioceno superior (8 a 5 Ma) muy heterométricos, que se corresponden con materiales aluviales de alta energía, de tipo abanico aluvial. Estos sedimentos ocupan la parte alta de las laderas. Al ser cortados estos materiales por la red actual de barrancos, presentan un aspecto digitado en planta, apuntando hacia el Norte. La base de la unidad suele tener carácter erosivo y con frecuencia presenta formas canalizadas; en general el buzamiento es constante y suave hacia el sur.

La composición de los cantos es fundamentalmente fonolítica, aunque también se encuentran sienitas, traquitas y escasos basaltos. Éstos están unidos por una matriz arenosa de diferente consistencia, que a veces desaparece dejando exclusivamente un conjunto de líticos redondeados muy sueltos. Este depósito nos informa de un momento de fuerte desmantelamiento de la zona central de la isla, de donde provienen los materiales sieníticos y fonolíticos.

En la parte alta de la Montaña de Amadores, esta formación presenta una potencia variable entre 10 y 45 m. En la parte sur de este afloramiento se observa una ordenación por tamaño de los materiales detríticos, con potencias comprendidas entre los 4 y los 5 m, con los tamaños más finos, entre 1 y 2 cm, en la base, mientras en la parte superior el tamaño medio es de 10 a 12 cm, aunque pueden llegar a 20-30 cm.

En el Lomo de la Tabaiba, al este del Barranco de Puerto Rico, esta formación tiene una potencia de 50 m. Su granulometría es muy variable, ya que algunas capas tienen tamaños de 3-4 cm, mientras otras presentan bolos fonolíticos de hasta 60 cm.

- o Materiales sedimentarios holocenos y actuales

A continuación se describen de manera concisa las características de estos sedimentos recientes.

- Derrubios de ladera

Se encuentran adosados a las laderas del barranco de Puerto Rico. Se trata de taludes coluviales, en ocasiones coalescentes, cuyo espesor es muy reducido. La edad de estos coluviones es algo imprecisa, y variable en los distintos afloramientos. Los más antiguos se encuentran a veces seccionados por incisiones y barranqueras posteriores, y los más recientes son auténticos pedregales, aún sin cobertura vegetal.

- Depósitos aluviales

Estos depósitos aluviales se encuentran principalmente en el cauce del Barranco de Puerto Rico.

Poseen una composición lítica variada, principalmente compuesta por basaltos y fonolitas. Son heterométricos y pueden llegar a tamaños de hasta un metro.

Según los ensayos realizados para el colegio de Motor Grande (GEOTECAN, 2.007), el espesor de estos depósitos oscila entre 3,6 y 6,8 m.

- Suelos

Los materiales edáficos tienen poca potencia en la zona estudiada. No se observa en ellos diferenciación de horizontes, y están constituidos generalmente por limos arenosos de color marrón y cantos heterométricos dispersos.

- Playas, sedimentos de arenas grises y cantos

Las playas originales de Puerto Rico y Amadores se han alterado al ser acondicionadas aportando depósitos de arenas marinas externas. Estas arenas de aporte son sedimentos arenosos submarinos submareales de composición mixta silíceo-calcárea y granulometría fina. El sustrato natural está formado por cantos aluviales y otros aportes terrígenos de los barrancos.

3.1.1.3. Geomorfología

Los materiales volcánicos miocenos del Ciclo I se disponen en apilamientos tabulares que, en su parte superior, culminan en la zona estudiada con los materiales sedimentarios del miembro inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas. Estos apilamientos forman una serie de planos ligeramente inclinados, que fueron posteriormente incididos por la red de drenaje, por lo que a pesar de su origen volcánico, la serie volcánica presenta similitudes con sucesiones sedimentarias. Las macroformas cóncavas y convexas presentes son el resultado de procesos erosivos.

En la figura 3.9 se muestra un perfil topográfico paralelo a la costa a unos 500 m de distancia que atraviesa los materiales descritos.

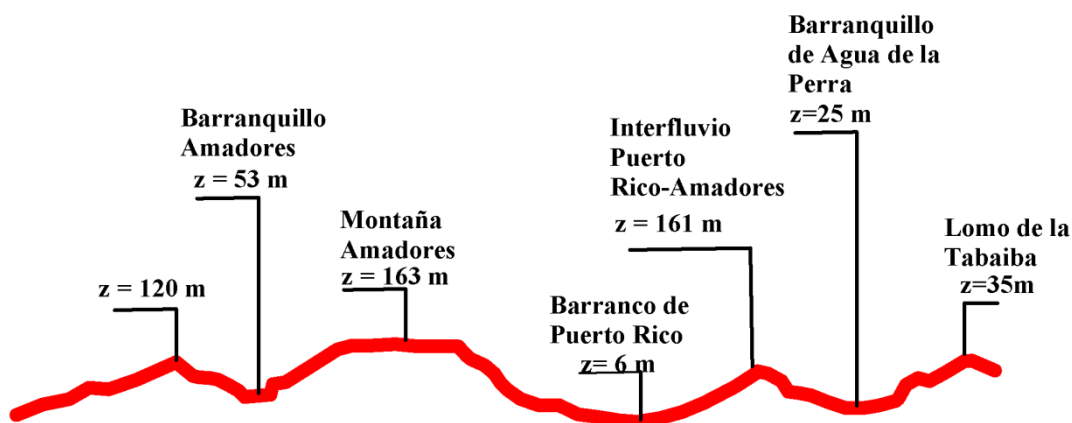


Figura 3.9. Perfil topográfico a 500 m de la costa de la zona de estudio.

Las formas convexas se encuentran en los interfluvios alomados situados entre los barrancos. Se distinguen la Montaña de Amadores (al oeste del barranco del mismo nombre), el interfluvio situado entre los Barrancos de Amadores y Puerto Rico, y el Lomo de la Tabaiba (al este del Barranco de Agua de La Perra). Estas lomas están rodeadas por escarpes de moderado desarrollo. En las laderas del Barranco de Puerto Rico se encuentran depósitos coluviales, que son menos abundantes en los otros dos barrancos. Las laderas tienen abarrancamientos, y se aprecia la formación de incisiones en los depósitos de origen antrópico vertidos sobre la ladera oriental del barranco de Amadores.

Entre las formas cóncavas destaca, por sus dimensiones, el barranco de Puerto Rico, que discurre en dirección NE-SO. Paralelos a él discurren el barranquillo de Agua de La Perra, al este, y el de Amadores, al oeste. Estos últimos tienen una cuenca menor

que el de Puerto Rico, presentan menos sedimentos y están más encajados. Aún más lo está la cañada del Tanquillo vaguada que se sitúa en la montaña de Amadores, que desemboca directamente al mar. En la figura 3.10 puede observarse la delimitación de estas cuencas y la situación de las estaciones pluviométricas que se han considerado para este estudio.

Los cauces de mayor longitud (Puerto Rico y Agua de La Perra) tienen pendientes que rondan el 8 %, y en los dos restantes están en torno al 19 %.

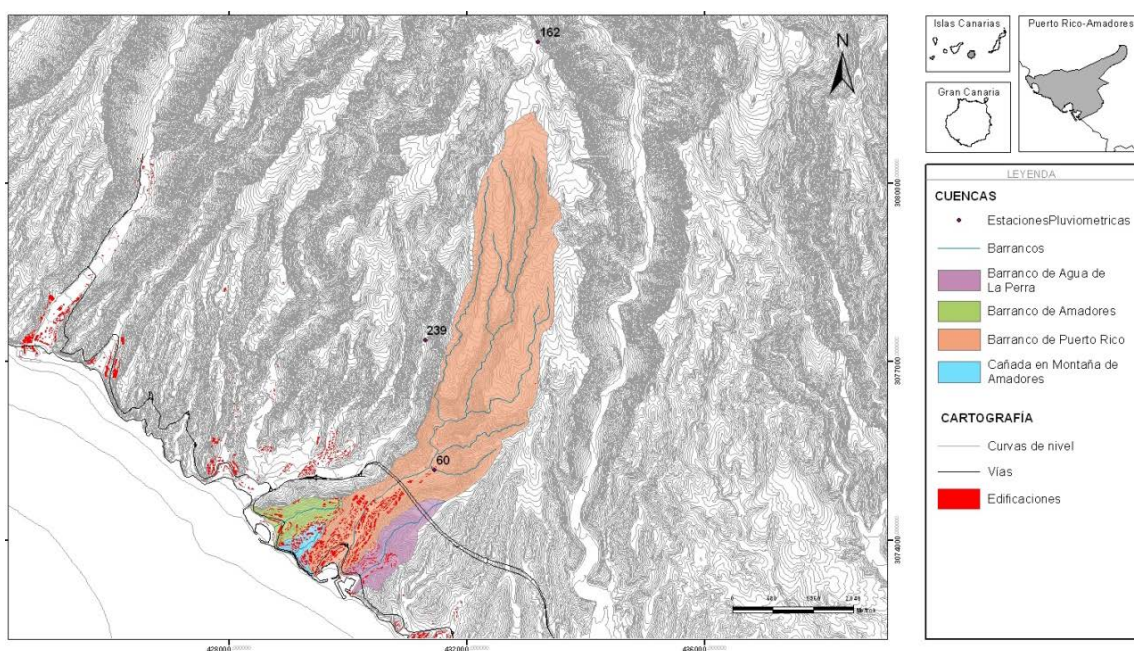


Figura 3.10. Características hidrográficas de las cuencas

La cuenca del barranco de Puerto Rico es la más importante por su extensa superficie (tabla 3.2), y en su cabecera se registran normalmente las precipitaciones más intensas.

Tabla 3.2 Rasgos generales de las cuencas de los barrancos ocupados, parcialmente, por la urbanización Puerto Rico-Amadores.

Cuenca	Longitud (m)	Superficie (ha)	Cota máxima (m)
Barranco de Puerto Rico	9.500	835	715
Barranquillo de Amadores	1.350	62	257
Braranquillo de Agua de la Perra	2.082	96	175
Cañada de los Tanquillos (en la montaña de Amadores)	810	28	168

La costa es, en su mayor parte, rocosa y acantilada, con paredes subverticales planas que están en torno a los 15 m de alto. Al pié de estos acantilados existe una plataforma litoral que tiene un ancho de unos 12 m. En la base del cantil se aprecian cavidades creadas sobre las distintas coladas piroclásticas por la erosión físico-química

del spray marino, en las partes altas, o del agua de mar en las condiciones intermareales actuales. Estas lavas presentan fracturaciones planares penetrativas, subverticales o inclinadas, que van a favorecer la meteorización y la alteración mecánica marina. Los materiales que están próximos a la costa presentan morfologías columnares y planares por desprendimiento, junto con alteraciones por efecto del spray marino, como por ejemplo tafonis, meteorización en panel y socavaciones en las capas de menor cementación.

En la base de datos PATRIGEO del IGME, que recoge los lugares de interés geológico del Inventario Nacional, no consta ningún espacio seleccionado en la zona. Sin embargo, es de suponer que una vez completado el inventario se incluirá algún ejemplo representativo de las ignimbritas de la zona sur y suroeste de la Isla, por su importancia científica y didáctica, y paisajística.

3.1.1.4 Flora

Al tratarse de un ambiente costero, situado en la fachada de sotavento del edificio insular, las precipitaciones son escasas y la insolación alta. Los terrenos más fértiles de los márgenes de los cauces, que antiguamente fueron ocupados por explotaciones agrícolas, no pueden ser colonizados hoy en día, al haber sido ocupados por la urbanización. Los espacios libres se encuentran en laderas y lomas, donde los suelos son pobres y sólo consigue instalarse un matorral xerofítico. La vegetación actual es el resultado de un secular proceso de antropización del medio.

El área de estudio se localiza en el piso de vegetación correspondiente al matorral costero, y las especies más abundantes son la tababiba dulce (*Euphorbia balsamífera*), el cardón (*Euphorbia canariensis*), el balo (*Plocama pendula*) y la aulaga (*Launaea arborescens*), así como diferentes matorrales de sustitución. También son frecuentes algunas especies invasoras como, por ejemplo, el rabo de gato (*Pennisetum staceum Poaceae*) (mapa 3.2).

Para clasificar las unidades de vegetación se ha tomado como referencia el Mapa de Vegetación de Canarias (Del Arco et al., 2006). Las unidades que se han diferenciado a la escala de este trabajo son el tabaibal dulce, el tabaibal-cardonal, la balera y las comunidades de degradación de veneneros (o tabaco moro) y de aulagar-saladar. En la tabla 3.3 se relacionan las especies más representativas de cada una de

estas unidades y la vegetación potencial que corresponde al territorio en el que se encuentran. A continuación se realiza una descripción de las comunidades presentes, y se valora su estado de conservación.

- Tabaibal dulce (*Euphorbietum balsamiferae*)

Descripción: el tabaibal dulce es una comunidad vegetal cuya fisionomía responde a un matorral de plantas suculentas, dominado por la forma hemiesférica de la tabaiba dulce. Es muy abundante en la mitad sur de la isla, por debajo de los 700 m.s.m., dándole un aspecto bastante homogéneo al matorral (figura 3.11).

Estado de conservación: los pocos enclaves existentes presentan un notable grado de alteración, lo cual se traduce en una pérdida de biodiversidad, Y también es frecuente la introducción de especies alóctonas.

Distribución: se encuentra en algunas de las pequeñas “islas” que la urbanización ha dejado libres en las laderas y en las partes altas de los cauces.

- Tabaibal-Cardonal (*Aeonio percarnei* - *Euphorbietum canariensis*)

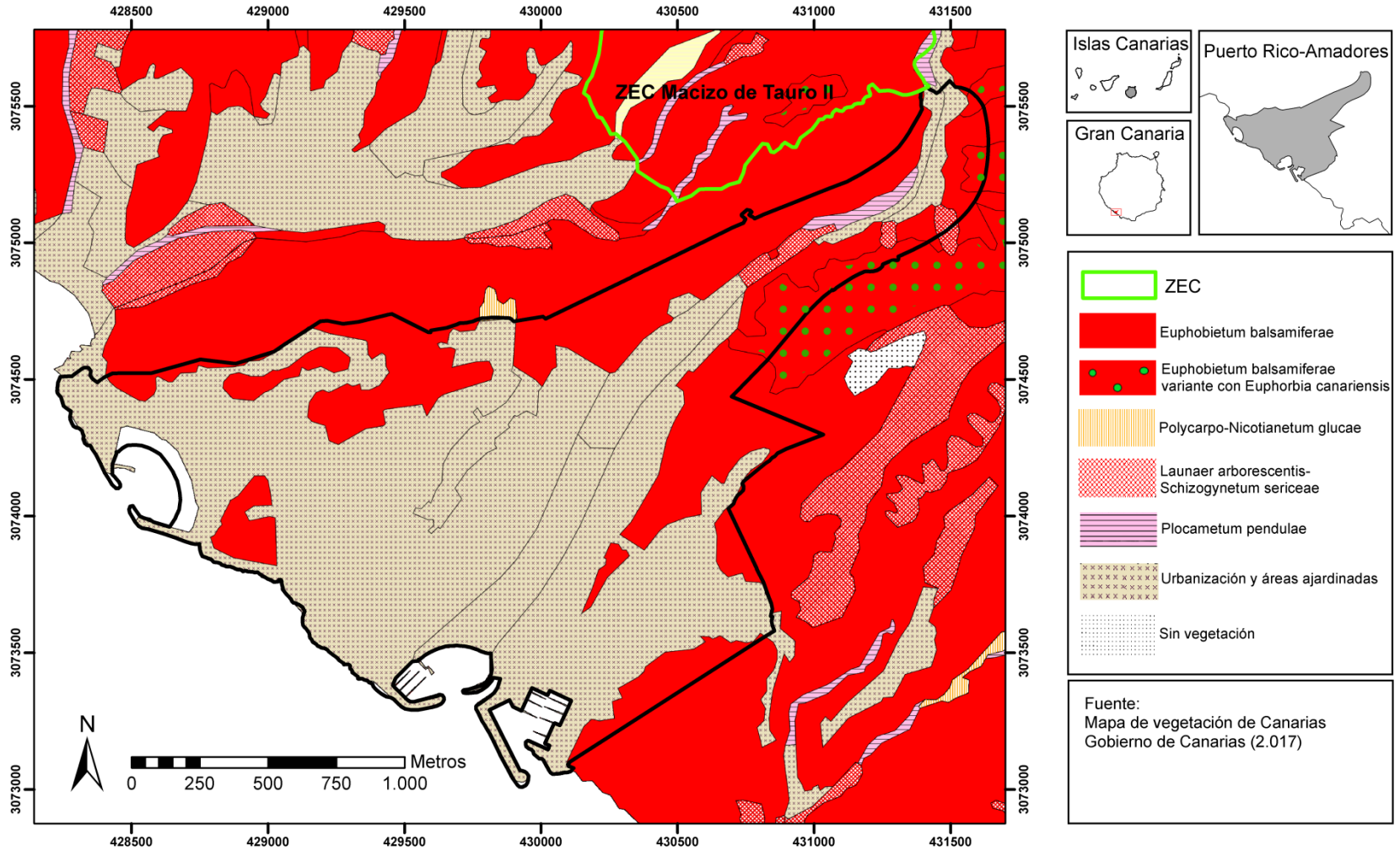
Descripción: entre las especies vegetales, en esta unidad destaca el aspecto candelabroforme, suculento, afilo y espinoso del cardón (*Euphorbia canariensis*), (figura 3.12).

Estado de conservación: el área original de esta comunidad se encuentra en la actualidad extraordinariamente alterada, estando ocupada por infraestructuras urbanas, viales, ajardinamientos, etc. Subsiste en pequeños enclaves en las laderas de los barrancos.

Distribución: principalmente aparece en la ladera izquierda del Barranco de Puerto Rico, desde Cortadores a la zona en la que se encuentra la depuradora.

Tabla 3.3 Especies más representativas de las unidades de vegetación presentes en la zona de estudio.
Fuente: Del Arco *et al.*, (2.006). Elaboración propia

Unidad de Vegetación	Nombre común	Vegetación potencial	Especies más representativas
<i>Euphorbietum balsamiferae</i>	Tabaibal dulce grancanario	<ul style="list-style-type: none"> • Tabaibal dulce <i>Euphorbio balsamiferae sigmetum</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Euphorbia balsamifera</i> (tabaiba dulce) • <i>Asparagus pastorianus</i> (espina blanca) • <i>Ceropegia fusca</i> (cardoncillo gris) • <i>Euphorbia regis-jubae</i> (tabaiba salvaje) • <i>Helianthemum canariense</i> (jarilla) • <i>Kleinia neriifolia</i> (verode) • <i>Rubia fruticosa</i> (tasaigo)
<i>Euphorbietum balsamiferae</i> variante con <i>Euphorbia canariensis</i>	Tabaibal-cardonal	<ul style="list-style-type: none"> • Tabaibal dulce <i>Euphorbio balsamiferae sigmetum</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Euphorbia canariensis</i> (cardón) • <i>Euphorbia balsamifera</i> (tabaiba dulce) • <i>Asparagus umbellatus</i> (esparraguera) • <i>Echium decaisnei</i> (tajinaste blanco) • <i>Euphorbia regis-jubae</i> ((tabaiba salvaje) • <i>Helianthemum canariense</i> (jarilla) • <i>Kleinia neriifolia</i> (verode) • <i>Rubia fruticosa</i> (tasaigo)
<i>Plocametum pendulae</i>	Balera	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Geosigmetum</i> de ramblas desértico-áridas (balera + tarajal). <i>plocama pendulae</i> • <i>Geosigmetum</i> faciación árida (<i>Plocametum pendulae</i>; <i>Atriplici-Tamaricetum canariensis</i>; <i>Euphorbietum balsamiferae plocametosum pendulae</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Plocama pendula</i> (balo) • <i>Cenchrus-Hyparrhenietum sinaicae</i> (cerrillal-panascal) • <i>Launaea arborescentis-Schizogynietum sericeae</i> (matorral de ahulaga y salado blanco)
<i>Launaea arborescentis-Schizogynietum sericeae</i>	Aulagar - saladar blanco	<ul style="list-style-type: none"> • Tabaibal dulce <i>Euphorbio balsamiferae sigmetum</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mesembryanthemetum crystallini</i> (barrilla) • <i>Gymnocarpos Decandrus</i> (mato de costa), <i>Launaea arborescens</i> (ahulaga), <i>Lotus sessifolius</i> (corazoncillo)
<i>Polycarpo-Nicotianetum glaucae</i>	Comunidad de veneneros	<ul style="list-style-type: none"> • Tabaibal dulce <i>Euphorbio balsamiferae sigmetum</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Mesembryanthemetum crystallini</i> (barrilla) • <i>Nicotiana glauca</i> (venenero) • <i>Launaea arborescens</i> (ahulaga)




REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)	Mapa Nº : 3.2
		TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino	PLANO: Vegetación real



Figura 3.11. Tabaibal dulce en lo alto de Puerto Rico.



Figura 3.12. Tabaibal-cardonal en laderas del Barranco de Puerto Rico.

- Balera

Descripción: es una comunidad que se encuentra en cauces de barrancos, sobre sustratos aluviales que tienen un cierto grado de humedad edáfica (figura 3.13). Se caracteriza principalmente por el balo (*Plocama pendula*), que en ocasiones llega a formar densos matorrales oligoespecíficos.

Estado de conservación: en general es deficiente, ya que la práctica totalidad de su área potencial, que son los cauces de barranco, en la actualidad están ocupados por la urbanización.

Distribución: se ha observado en el cauce del barranco, en la zona de las naves industriales de Motor Grande.



Figura 3.13. Balera, en la zona urbana de Puerto Rico.

- Comunidades de degradación

Descripción: se distinguen las comunidades de veneneros (o tabaco moro) y aulagar-saladar. Son comunidades formadas por matorrales arbustivos que se desarrollan en suelos nitrófilos, degradados o removidos. Sus especies características tienen amplia valencia ecológica. **Estado de conservación:** en progresión.

Distribución: la comunidad de veneneros (figura 3.14) más importante se encuentra en lo alto de la cabecera del Barranco de Amadores. Los aulagares (figura 3.15)

aparecen bajo el viaducto y en las laderas que están sobre el barrio de Motor Grande, en la margen occidental del Barranco de Puerto Rico



Figura 3.14. Veneneros (tabaco moro), en el interfluvio de Puerto Rico.



Figura 3.15. Aulagar, en la ladera del Barranco de Puerto Rico.

3.1.1.5 Fauna

La fauna terrestre de Mogán, como la de toda la Isla, es pobre si se compara con la de áreas continentales, pero presenta una elevada cifra de endemismos (aunque la avifauna en las islas es muy importante). Es importante tener en cuenta que en la zona estudiada, las condiciones ambientales naturales se encuentran muy alteradas por la presión antrópica.

Entre los vertebrados presentes, los grupos más abundantes son las aves y los reptiles, representados principalmente por las siguientes especies (Ayuntamiento de Mogán, 1.999):

- Aves: en la costa se encuentran pardela cenicienta (*Calonectris diomedea ssp borealis*), zarapito trinador (*Numenius phaeopus*) y gaviota común (Gaviota argentea), así como la posible presencia del petrel de Bulwer (*Bulweria bulwerii*). En el ámbito antropizado de la urbanización se pueden encontrar la golondrina (*Hirundo daurica*) y el vencejo (*Apus apus*).
- Especies de aves en zonas de pastizales: el triguero (*Emberiza calandra*), la curruca (*Sylvia conspicillata*), el alcaudón (*Lanius excubitor*) y la perdiz (*Alectoris rufa*).
- Reptiles: Se registran tres especies: el perenquén de Gran Canaria o perenquén de Boettger (*Tarentola boettgeri*), el lagarto de Gran Canaria (*Gallotia stehlini*) y el eslizón canario (*Chalcides sexlineatus*).

3.1.1.6 Espacios protegidos

Colindante con la urbanización, en el extremo nororiental de la misma, se encuentra la zona ZEC Macizo de Tauro II, integrada en la red Natura 2.000, “territorio que incluye los cardonales tabaibales de mayor calidad e interés y de Gran Canaria” (Unión Europea, 2.012). Cita la zona sumergida protegida (aunque luego la explicas en la parte marina) y también la Reserva de la Biosfera de Gran Canaria, aunque la zona de estudio quede fuera.

En el apartado 3.1.3 de esta tesis se estudia la situación de la zona urbanizada respecto al conjunto de los espacios protegidos (terrestres y marinos) existentes en el suroeste de la Isla.

3.1.2 El medio marino

Por su situación, al suroeste de la isla de Gran Canaria, el hábitat se encuentra al abrigo de los vientos dominantes, y el tamaño de los sedimentos tampoco favorece un excesivo transporte litoral. Sin embargo, la costa se ve afectada por los temporales del tercer cuadrante, muy energéticos, que se presentan en invierno.

El relieve submarino próximo a la costa costero está definido por una amplia plataforma, de fondos someros y arenosos, formada por un plano inicial con pendiente del 5 %, hasta los -24 m, y un segundo plano de pendiente más moderada, del 1,7 %, que se prolonga, al menos, hasta una distancia de dos kilómetros de la costa (mapa 3.3)

En los fondos de la costa de Mogán (mapa 3.4), se encuentran afloramientos de rocas volcánicas y zonas de sedimentos detríticos (fundamentalmente arenas y, en menor proporción, limos y cantos). Sobre estos materiales detríticos aparecen los sebadales, donde la fauna marina es rica y variada. Esta abundante vida marina ha servido tradicionalmente de sustento a los pescadores locales. También constituye actualmente un importante atractivo turístico, explotado por empresas que organizan actividades de pesca, buceo y observación de cetáceos.

Entre las especies marinas más significativas que se encuentran (mapa 3.5), pueden señalarse las siguientes (Ayuntamiento de Mogán, 1.999):

- Especies de carácter territorial como los meros (*Epinephelus guaza*), abades (*Mycteroperca rubra*), sargos breados (*Diplodus cervinus cervinus*), cabrillas (*Serranus atricauda*), etc.
- Especies de hábitos nocturnos o sombríos que prefieren la oscuridad como: catalufas (*Heteropriacanthus cruentatus*), peces trompeta (*Aulostomus strigosus*), morenas (*Muraena augusti*), langostas canarias (*Scyllarides latus*), alfonsitos (*Apogon imberbis*), cigalas canarias (*Enoplometopus antillensis*), etc.,
- Grandes pelágicos: túnidos, tiburones, entre otros , que se encuentran estacionalmente, generalmente atraídos por la abundancia de la fauna menor, como los grandes cardúmenes de bogas (*Boops boops*).

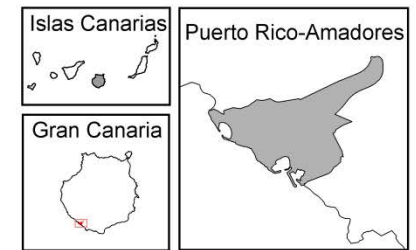
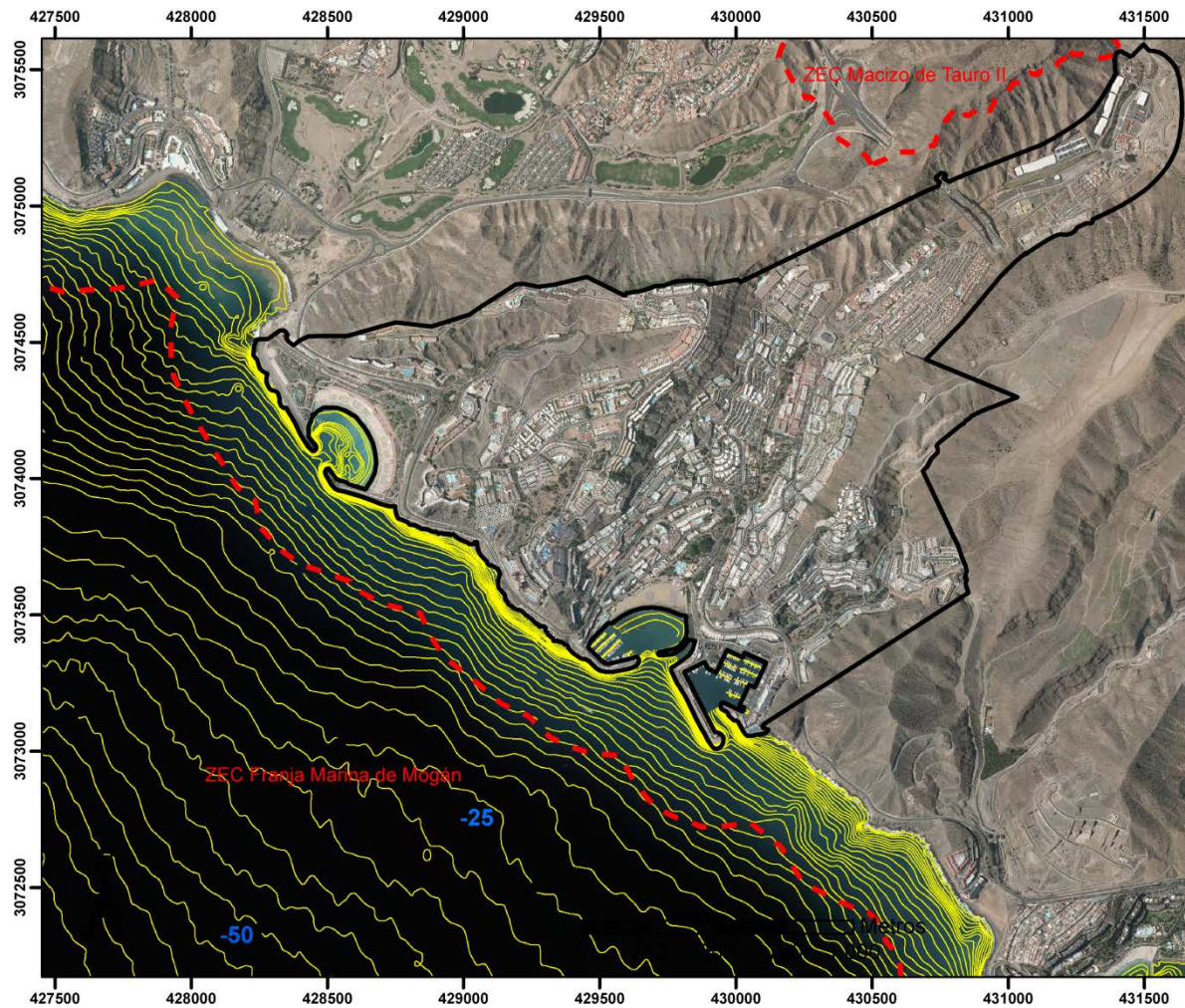
- Especies de fondos arenosos: angelotes o tiburón angel (*Squatina squatina*), chuchos (*Dasyatis pastinaca*) o la mantelina (*Gymnura altavela*)
- Se observan también frecuentemente cardúmenes de barracudas (*Sphyrna viridensis*).
- También tienen una presencia significativa especies de gran tamaño como patudo o bluefin tuna (*Thunnus spp*), peto (*Acanthocybium solandri*), dorado (*Coryphaena hippurus*), marlin blanco (*Tetrapturus albidus*), pez aguja (*Syngnathus abaster*), medregales (*Seriola dumerili*), pejerrey (*Pomatomus saltatrix*), tiburones azules (*Prionace glauca*), zorro (*Alopias vulpinus*), mako (*Isurus oxyrinchus*) y tiburón martillo (*Sphyrna mokarran*), entre otras. Se pueden observar en mar abierto y, por ello, se organizan excursiones para su pesca o avistamiento.
- Cetáceos. El número de especies de cetáceos que se pueden observar es importante: de las 79 especies existentes, se encuentran 26 en estas costas. Entre los grandes cetáceos, destaca el calderón tropical (*Globicephala macrorhynchus*), ballenas rorcual tropical (*Balaenoptera physalus*) y yubarta (*Megaptera novaeangliae*) o cachalotes (*Physeter macrocephalus*). Entre los delfines, el delfín mular (*Tursiops truncatus*), el delfín común (*Delphinus delphis*), el delfín moteado (*Stenela frontalis*) y los zifios (*Ziphius cavirostris*, *Mesoplodon densirostris*, *Hiperoodon ampullados*, etc.).

A trescientos metros de la costa, se encuentra la ZEC Franja Marina de Mogán, que fue declarada en septiembre de 2.011 (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, s.f.). Entre los hábitats presentes, se consideran de interés comunitario los bancos de arena, frecuentemente asociados a comunidades fanerógamas, y los fondos rocosos volcánicos. Como especies de interés comunitario, se encuentra la tortuga boba (*Caretta caretta*), y la tortuga verde (*Chelonia mydas*). Estas dos especies se consideran prioritarias, por estar en peligro de extinción en Europa. También se considera de interés comunitario el delfín mular (*Tursiops truncatus*).

Las praderas de *Cymodea nodosa* de Puerto Rico se encuentran en regresión (Tuya, 2.013). Esta tendencia puede ser generada, o potenciada, por diversos impactos antrópicos que se combinan en la zona, como es la destrucción directa del hábitat por la


construcción de obras marítimas y playas artificiales, el enterramiento causado por los cambios en la dinámica sedimentaria, que han producido dichas obras, la reducción lumínica debida al incremento de la turbidez del agua, la eutrofización por vertido de aguas residuales, el aumento localizado de la salinidad por los vertidos de salmuera, y los daños producidos por el fondeo de las embarcaciones.

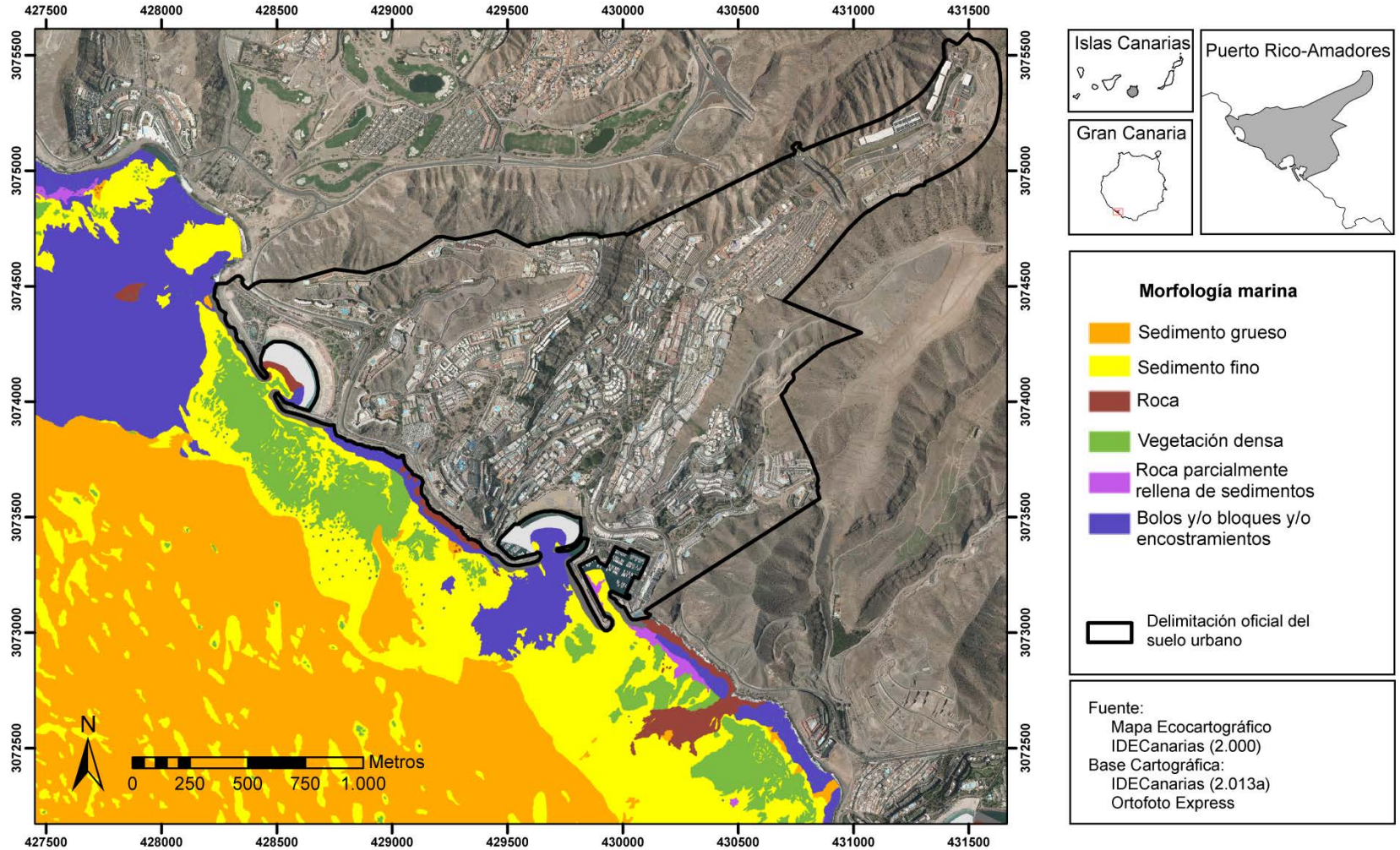
Se ha comprobado que se producen diversos vertidos al mar en la zona estudiada (mapa 3.6). Los vertidos autorizados (IDECanarias, 2.008a), según datos de la Dirección General de Calidad Ambiental de la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias correspondientes al año 2.008, son las aguas residuales depuradas procedentes de la EDAR de Puerto Rico, y la salmuera de la planta desalinizadora de dicha urbanización. Los vertidos no autorizados provienen de la EDAR de Anfi-Tauro, de la planta de desalinizadora situada en el Barranco del Lechugal y de la cuneta de la carretera GC-500, por la que circulan aguas procedentes del riego de algunos jardines de Puerto Rico.



- - - Delimitación de ZEC
 Delimitación oficial del suelo urbano
 Equidistancia de líneas batimétricas: 1 m

Fuente:
 Mapa Ecocartográfico
 IDECanarias (2.000)
 Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.013a)
 Ortofoto Express

REDACTOR: Francisco J. Macías González TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)	Mapa Nº : 3.3
		PLANO: Batimetría	FECHA: 01/ 2017



REDACTOR:
Francisco J. Macías González

TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



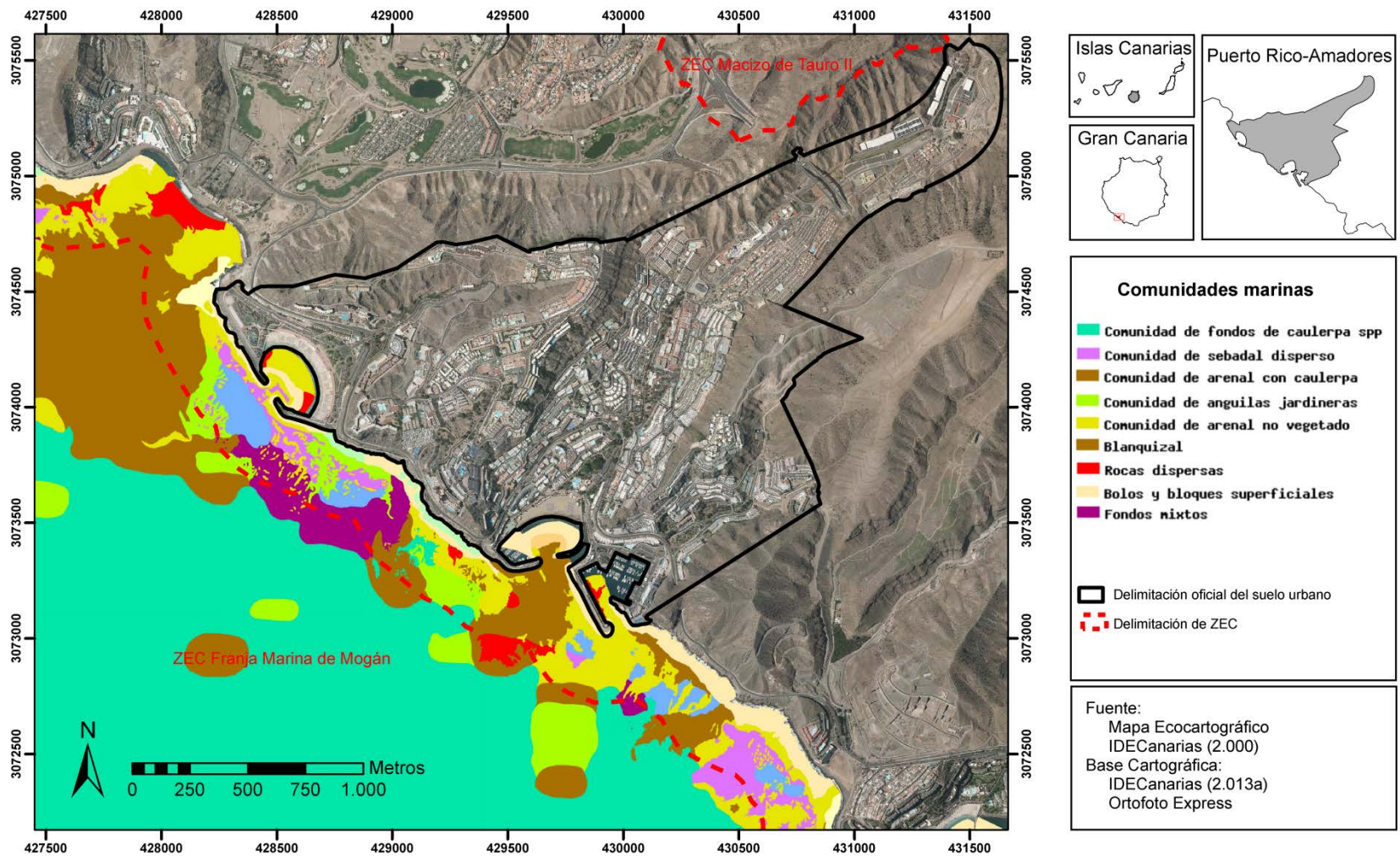
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria


DOCUMENTO: **Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras:
 El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)**

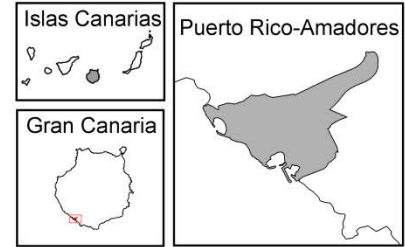
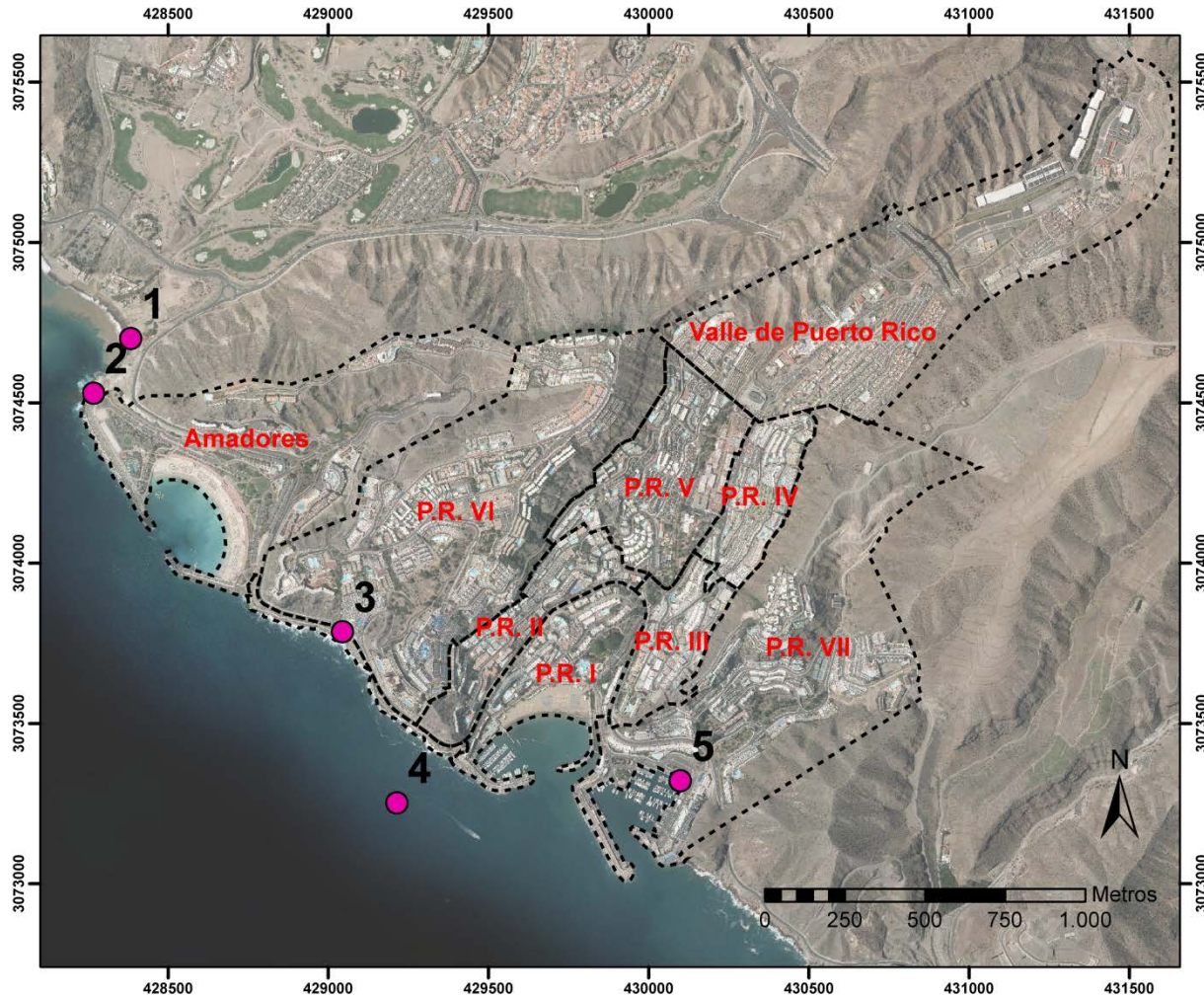
PLANO: **Morfología marina**

Mapa Nº :
3.4

FECHA:
01/ 2017



REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)	Mapa Nº: 3.5
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Comunidades marinas	FECHA: 01/ 2017



Leyenda

- vertidos

- 1: vertido de salmuera no autorizado
- 2: emisario submarino no autorizado
- 3: aguas de riego, no autorizado
- 4: emisario subamrino autorizado
- 5: vertido de samlmuera autorizado

P.R.: Puerto Rico

Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.013a)
 Ortofot Ortoexpress
 Censo de vertidos desde tierra al mar
 IDECanarias (2008a)

REDACTOR:
Francisco J. Macías González

TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



DOCUMENTO:
Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.

PLANO:
Vertidos desde tierra hacia el mar

Mapa Nº :
3.6

FECHA:
01/ 2017

3.1.3 Situación del espacio urbanizado respecto a los espacios protegidos existentes en la Isla.

Los núcleos turísticos existentes a lo largo de la costa del municipio de Mogán, entre Arguineguín y Puerto de Mogán, se encuentran rodeados por los espacios protegidos que abarcan la mayor parte del suroeste de Gran Canaria y de su litoral. Este hecho pone de manifiesto la extraordinaria calidad paisajística y ambiental de esta parte de la Isla, donde se ha desarrollado la urbanización estudiada (figura 3.16).

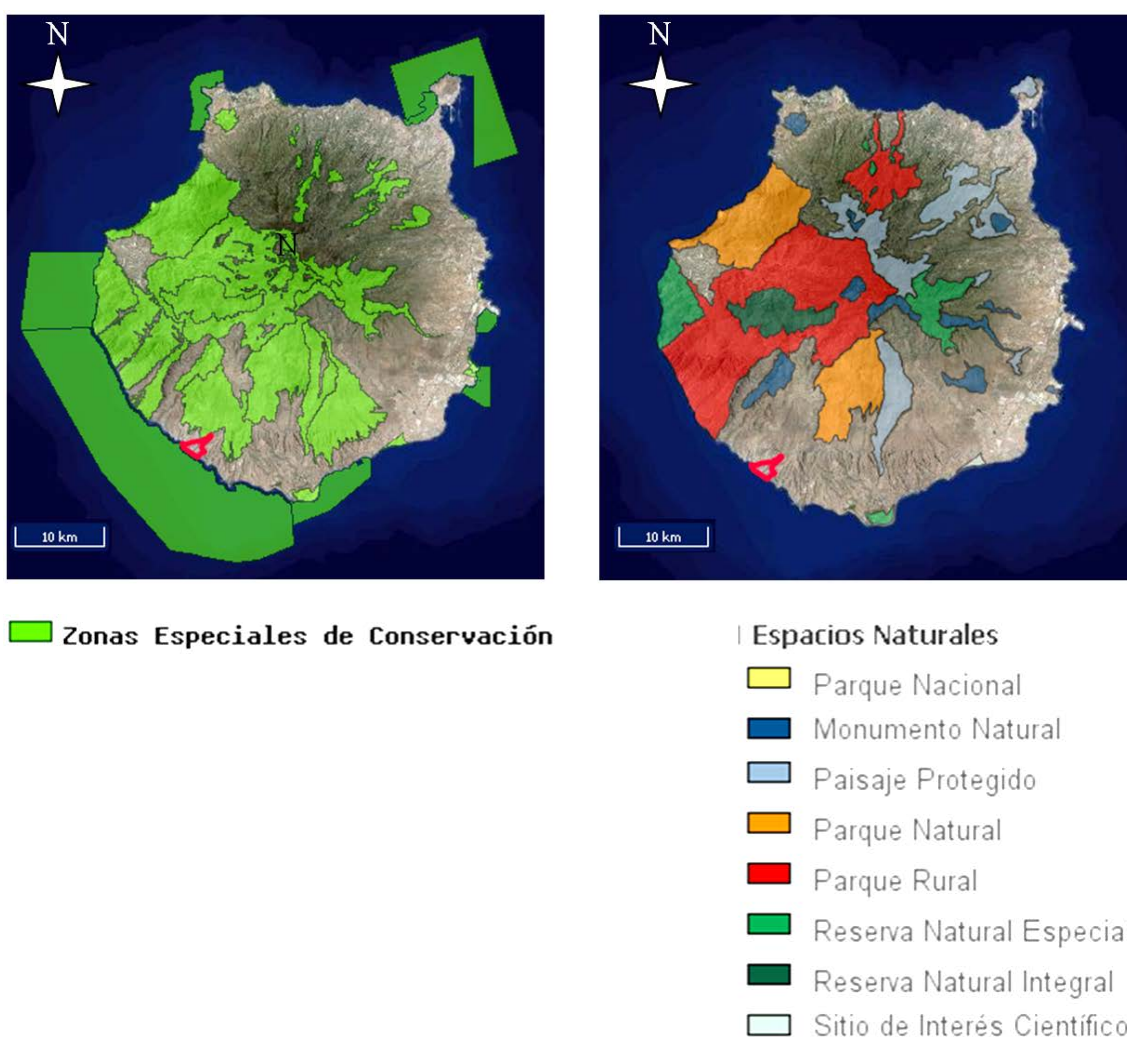


Figura 3.16. Situación del núcleo turístico estudiado respecto a los espacios protegidos de Gran Canaria: Zonas Especiales de Conservación (izquierda) y Red Canaria de Espacios Naturales Protegidos (derecha)

3.2 Aspectos sociales, demográficos y económicos del espacio urbano

Los aspectos sociales, demográficos y económicos del espacio analizado guardan una estrecha relación con el sector turístico, que dio origen a la urbanización, y continúa siendo la principal actividad económica.

3.2.1 Aspectos sociales

Según datos de la encuesta realizada para el Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007), la mayor parte de la población residente trabaja en el sector turístico (76 %), y frecuentemente en la propia urbanización (73 %). El nivel de estudios de la población residente es mayoritariamente bajo (el 41,5 % tiene solamente estudios primarios o elementales), aunque más del 70 % de los ciudadanos de origen europeo, no nacidos en Canarias, tienen estudios universitarios (tabla 3.4).

La oferta de ocio, en la urbanización, está también relacionada con el sector turístico. No existen equipamientos culturales, y el único equipamiento social es un centro de mayores.

Los barrios de Motor Grande y Chaparral tienen mayor cohesión social. Quedan aún algunas personas, de edad avanzada, que fueron empleados de la finca agrícola que existía antes de la urbanización, y que pasaron, posteriormente, a trabajar en las obras de construcción, o en la empresa promotora. Las viviendas originales se han ido ampliando, a lo largo del tiempo.

Tabla 3.4. Formación y empleo de la población residencial en la zona de Puerto Rico. Fuente: Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007).

Nivel de Estudios	
Hasta elementales/primaria	41,5
Medios (bachillerato/FP)	26,4
Universitarios Medios	22,6
Universitarios Superiores	9,4
Actividad Laboral	
Empresario/Directivo	10,4
Autónomo	1,9
Profesional/Técnico medio	1,9
Funcionario/a	0,9
Trabajador cualificado	20,8
Trabajador no cualificado	34,9
Ama de casa	11,3
Estudiante	6,6
Jubilado/ Prejubilado	8,5
Parado	2,8
Sector de trabajo	
Sector turístico	76,0
Construcción	1,3
Agricultura y ganadería	1,3
Comercio	16,0
Otros servicios	2,7
Administración Pública	2,7
Lugar de trabajo	
En Puerto Rico	73,3
En otro Lugar del Municipio de Mogán	18,7
En Otro Municipio de Gran Canaria	5,3
En otro lugar- Fuera de la Isla	2,7

Algunos residentes son ciudadanos europeos jubilados. En algunos casos, se ha podido comprobar que prefieren las viviendas tipo dúplex de las promociones que han sido construidas en la zona denominada “Valle de Puerto Rico”.

La afluencia turística se mantiene durante todo el año. Según el Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007), en invierno, los visitantes tienen estudios de mayor nivel, empleos más cualificados, y mayor capacidad de gasto. En estos meses aumenta sensiblemente la llegada de jubilados (tabla 3.5).

Tabla 3.5 Características sociales de los turistas que visitan la urbanización de Puerto Rico-Amadores. Fuente: Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007).

	Verano %	Otoño %
Nivel de Estudios		
Estudios primarios	20,2	2,8
Estudios medios	43,5	28,6
Universitarios Medios	14,1	31,7
Universitarios Superiores	16,9	31,3
Tercer grado	5,2	5,6
Actividad Laboral		
Empresario/a Directivo	2,0	14,2
Profesional/Técnico superior	6,5	5,9
Profesional/Técnico medio	8,5	13,0
Funcionario/a	2,4	5,5
Trabajador/a cualificado/a	29,8	23,7
Trabajador/a no cualificado/a	18,1	2,8
Ama de Casa	10,1	2,4
Estudiante	8,9	8,7
Jubilado	6,9	22,5
Parado	6,9	1,2

3.2.2. Aspectos demográficos

Las características demográficas del núcleo urbano estudiado son muy dinámicas, tanto por la variabilidad de la demanda turística, como por las características específicas de la población residente. En este apartado se indica la composición, el crecimiento y la distribución de la población.

Según datos del Padrón Municipal correspondientes al uno de enero de 2.015 (Instituto de Estadística de Canarias), la población total residente es de 5.444 personas, 4.242 de las cuales viven en Puerto Rico y 1.202 en Cortadores (zona que incluye los barrios de Chaparral y Motor Grande). En dicho Padrón, la población de Amadores figura agregada a la residente en Puerto Rico.

La evolución de la población residente ha sido creciente en los últimos once años, tal y como muestra la figura 3.16 Esta tendencia se ha acentuado en el último quinquenio.

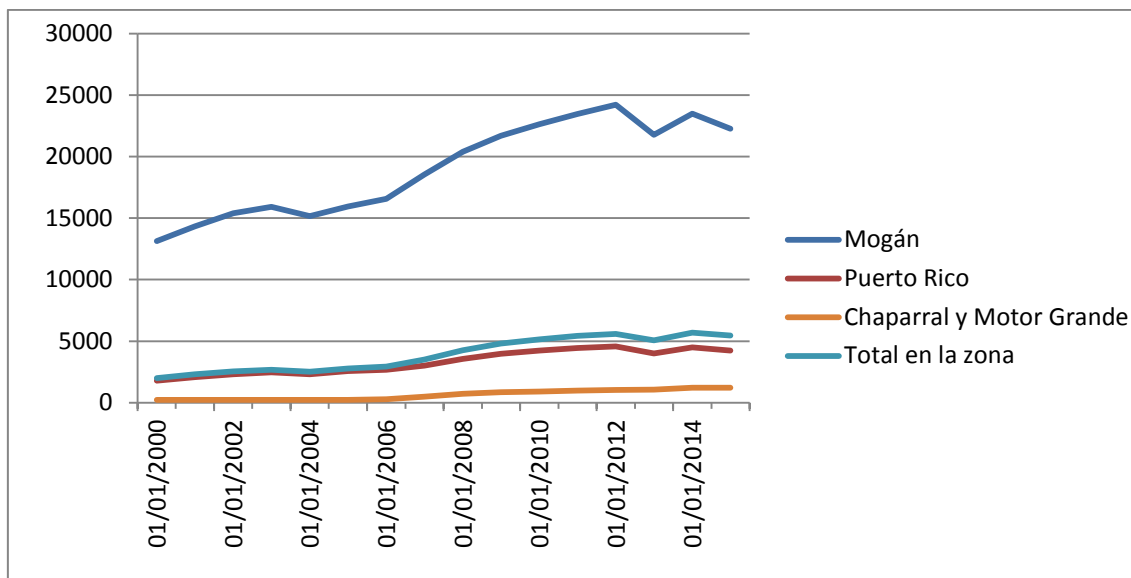


Figura 3.16. Crecimiento de la población residente. Fuente: Instituto de Estadística de Canarias. Elaboración propia.

El sexo masculino representa el 54 % de la población residente. Esta mayor proporción de hombres refleja un patrón que se asocia generalmente a poblaciones con tasas de inmigración significativas. La estructura de la población es de carácter maduro, con bajas tasas de natalidad (figuras 3.17 y 3.18). Sin embargo, se aprecia un aumento progresivo de la población infantil en los últimos diez años.

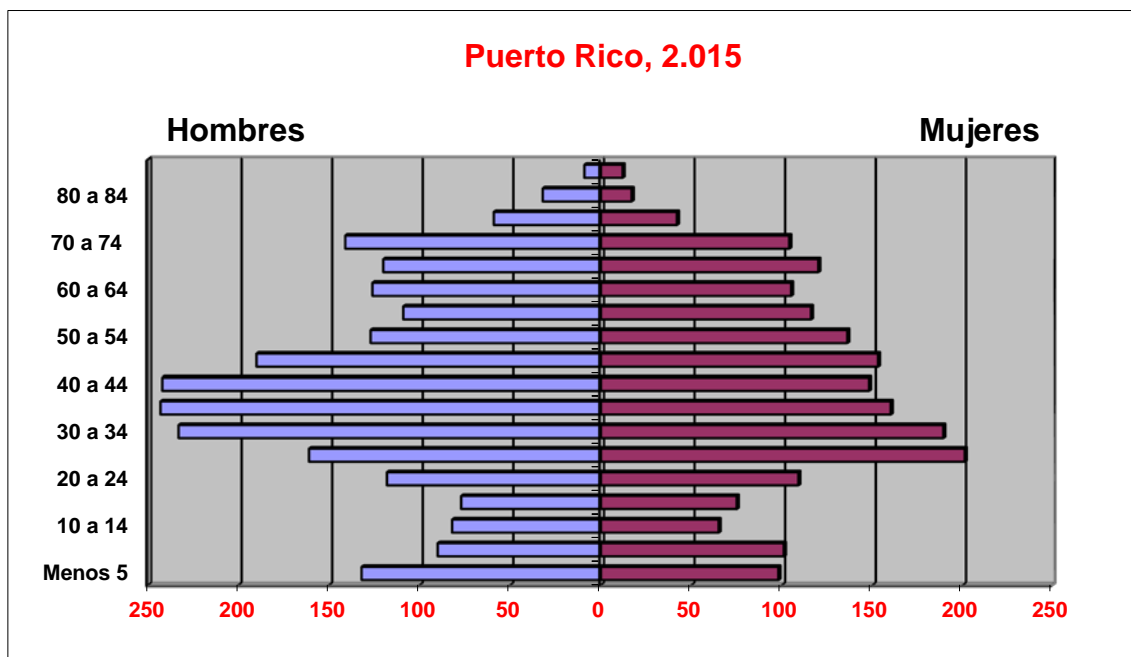


Figura 3.17 Pirámide de la población residente en Puerto Rico, correspondiente al a 1 de enero de 2.015. Fuente: Instituto de Estadística de Canarias. Elaboración propia.

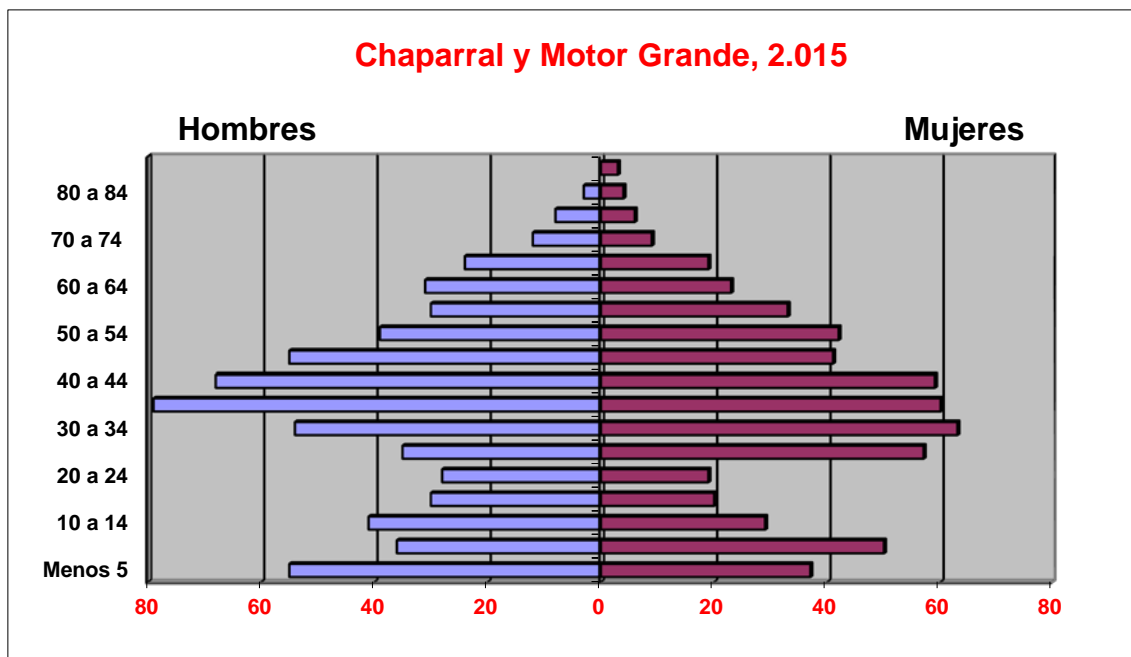


Figura 3.18 Pirámide de población residente en de Chaparral-Motor Grande, correspondiente al 1 de enero de 2015. Fuente: Instituto de Estadística de Canarias. Elaboración propia.

La población residente con 19 años, o menos, es de 1.018 personas, la comprendida entre 20 y 64 años es de 3.626 personas y la mayor de 65 años, de 798. Esta distribución no se corresponde con los valores globales españoles ya que, en la zona de estudio, es mayor la población en edad laboral (tabla 3.6). Estas cifras indican que la tasa de dependencia es menor que la media española.

Tabla 3.6 Comparación de la edad de la población española, en general, con la residente en Puerto Rico-Amadores, el 1 de enero de 2015 Fuente: Instituto de Estadística de Canarias e Instituto Nacional de Estadística. Elaboración propia.

Edad de la población (años)	España (%)	Puerto Rico-Amadores-Chaparral-Motor Grande (%)
1-19	19,7	18,7
20-64	61,9	66,7
> 65	18,4	14,6

Según el Padrón Municipal de habitantes correspondiente al uno de enero de 2015, el origen de la población residente (tabla 3.7) es predominantemente extranjero, con 3.645 personas que suponen el 70,8 % de la población de Puerto Rico-Amadores, y el 53,4 % de la población de Cortadores-Motor Grande. Tienen nacionalidad de otro país de la Unión Europea 1.602 personas (29.4 % de la población total).

Tabla 3.7 Población residente, según lugar de nacimiento, a uno de enero de 2.015. Fuente: Instituto de Estadística de Canarias. Elaboración propia.

	Total	Mismo municipio		Otro municipio de la isla		Otra isla de Canarias		Resto de España		Otro país	
	Nº	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
PUERTO RICO Y AMADORES	4.242	460	10,8	470	11,1	19	0,4	290	6,8	3.003	70,8
CHAPARRAL Y MOTOR GRANDE	1.202	243	20,2	229	19,0	6	0,5	82	6,8	642	53,4
Total	5.444	703	12,9	699	12,9	25	0,5	372	6,8	3.645	67,0

Según datos de la encuesta de alojamientos turísticos del Instituto de Estadística de Canarias, la población turística equivalente ha ido incrementándose en los últimos años, siguiendo una tendencia similar a la que presentan el Municipio, la Isla, y el conjunto de las Islas Canarias (tabla 3.8). El Instituto de Estadística de Canarias define el concepto de “población turística equivalente”, como el número de pernотaciones anuales en un destino, divididas por el número de días del año.

Tabla 3.8 Evolución de la población turística equivalente. Fuente Instituto de Estadística de Canarias. Elaboración propia

	2.009	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015	2.016
Amadores- Puerto Rico	10.336	10.505	11.465	11.263	11.062	11.808	11.249	sin datos
Mogán	16.104	16.241	18.104	17.471	17.411	18.416	20.168	sin datos
Gran Canaria	73.538	70.781	75.878	72.311	72.385	73.389	77.416	85.520
Canarias	232.782	237.092	261.718	253.369	261.893	271.357	275.223	301.129

Las características demográficas de los turistas, según el muestreo realizado para elaborar el Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007), reflejan que el perfil del turista varía según la temporada, ya que en otoño disminuyen los turistas británicos y aumentan los nórdicos (tabla 3.9).

Tabla 3.9. Características demográficas de los turistas que visitan la urbanización de Puerto Rico-Amadores. Fuente: Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007).

		Verano	Otoño
		%	%
Género			
	Hombre	64,0	48,2
	Mujer	36,0	51,8
Edad			
	Entre 20 y 30	37,2	18,2
	Entre 31 y 40	28,4	19,4
	Entre 41 y 50	16,4	23,3
	Entre 51 y 60	13,2	16,6
	Más de 60	4,8	22,5
Procedencia			
	Gran Bretaña	69,6	58,1
	Irlanda	16,8	15,0
	España	6,0	7,5
	Alemania	4,0	2,0
	Países Nórdicos	0,8	15,0
	Otra	2,8	2,4

3.2.3. Aspectos económicos

Los turistas que visitan Gran Canaria realizan la mayor parte de sus gastos (71,1 %) en su país de origen, según la encuesta de gasto turístico del Instituto de Estadística de Canarias –ISTAC–, de 2.016.

Según las encuestas de alojamientos turísticos realizadas por el ISTAC, entre los años 2.010 y 2.016, se comprueba que la relación entre el número de empleados, y los ingresos de los establecimientos turísticos, ha sido históricamente menor, en la urbanización estudiada, que los valores medios correspondientes a las islas turísticas de Canarias (tabla 3.10). Además, queda patente que este indicador ha ido disminuyendo en los últimos años.

Tabla 3.10 Número de empleos por cada 10.000 euros de ingresos alojativos. Fuente: ISTAC. Elaboración propia

	2.010	2.011	2.012	2.013	2.014	2.015
LANZAROTE	2,68	2,42	2,59	2,37	2,06	1,95
FUERTEVENTURA	2,44	2,18	2,27	2,2	2,09	2,00
TENERIFE	2,79	2,45	2,45	2,28	2,15	2,07
GRAN CANARIA	2,29	2,04	2,03	1,91	1,87	1,89
- Amadores	2,28	1,89	1,89	1,98	1,85	1,78
- Puerto Rico	2,02	1,71	1,57	1,61	1,68	1,82

La oferta turística responde a la tipología clásica de sol y playa. La urbanización de Puerto Rico se encuentra en etapa de madurez, y pierde atractivo para los turistas, por la antigüedad de sus edificaciones y de sus infraestructuras, que supera en algunas fases los 40 años. Amadores, por el contrario, tiene mayor competitividad, por haber desarrollado su urbanización en la última década.

Para analizar las actividades económicas, se han distinguido los subsectores de alojamiento, comercio, restauración/ocio nocturno, actividades náutico-deportivas e industriales y sanitarias.

- **Alojamiento**

Según la encuesta de alojamientos turísticos del ISTAC, en el año 2.015 existían, en la zona estudiada, un total de 111 establecimientos turísticos, que ofertaban 20.533 plazas. Sin embargo, el número de plazas reales debía ser, aproximadamente, un 32 % superior, si se considera la proporción entre las plazas turísticas reales y las legales que existen en Canarias, según la comunicación del Gobierno de Canarias sobre las condiciones y evolución del mercado turístico en el trienio 2.003-2.006, presentada al Parlamento (2.006, p. 5).

Ni el ISTAC, ni el Patronato de Turismo del Cabildo Insular de Gran Canaria, ofrecen datos actualizados sobre la categoría de dichos establecimientos. Sin embargo, las cifras oficiales del Patronato de Turismo, correspondientes al año 2.011, mostraban un claro predominio de los alojamientos extrahoteleros de menores categorías (tabla 3.11).

Tabla 3.11. Oferta de plazas alojativas en Puerto Rico-Amadores. Fuente: Patronato de Turismo del Cabildo Insular de G.C. (2.011). Elaboración propia.

Tipología	Categoría	Plazas
Hotelera	3 / 4 estrellas	6.899
Extrahotelera	1-2 llaves	12.708
Extrahotelera	3 estrellas	3.884
Total		23.491

- **Comercio**

La mayor parte del comercio se concentra en los cinco principales centros comerciales: Puerto Rico, Europa, Pasarela, Olas y Playa de Amadores. Cada complejo alojativo suele tener, además, establecimientos más pequeños, dedicados a la venta de mercancías diversas. Según datos del ISTAC, relativos a la Encuesta de Gasto Turístico, correspondiente al año 2.016, en la zona sur de Gran Canaria, el turista gasta en compras de recuerdos y supermercado un 36,7 % del gasto que realiza en el destino.

- **Restauración y ocio nocturno**

El 58 % de los restaurantes, bares y discotecas se localiza en los centros comerciales, según el Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007). Los restantes suelen estar asociados a establecimientos alojativos, aunque también se encuentran algunos agrupados en determinadas zonas, generalmente cercanas a las playas. En Gran Canaria, el turista gasta en estos conceptos un 36,1 % del gasto que realiza en el destino, según la Encuesta de Gasto Turístico del ISTAC en 2.016.

- **Actividades náuticas**

En Puerto Rico tienen su base de operaciones más de veinticuatro barcos, que ofrecen sus servicios a los turistas, y dos empresas dedicadas a la explotación de líneas regulares de transporte marítimo, por medio de las cuales los visitantes se desplazan frecuentemente a otras poblaciones de la costa suroeste de Gran Canaria. Estos servicios hacen que sea el puerto deportivo con mayor actividad turística en las Islas Canarias, según el Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007).

- **Transporte**

Los turistas utilizan frecuentemente el taxi, dadas las fuertes pendientes de las calles y el déficit de transporte público en el interior de la urbanización. No obstante, y gracias a la encuesta realizada para elaborar el Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007), se sabe que también efectúan algunas visitas a entornos cercanos (como por ejemplo, los pueblos de Arguineguín y Puerto de Mogán), usando transporte público. También

realizan excursiones al resto de la isla, generalmente alquilando coches.

- **Actividades industriales**

En la zona de Motor Grande se han destinado al uso industrial diversas parcelas, situadas en las proximidades de la depuradora, que ocupan una superficie total de 3,29 ha. En estas parcelas se han construido naves industriales, en las que se localizan principalmente pequeñas industrias y almacenes, aunque muchas de ellas se encuentran desocupadas en la actualidad.

- **Sector sanitario**

Existen algunas farmacias y consultas médicas en la zona. La Clínica Hospiten-Roca, que contaba con 26 camas de hospitalización y 4 camas de Unidad de Cuidados Especiales, no se encuentra operativa en la actualidad

4. EL MODELO TERRITORIAL

En el presente capítulo se analizan, desde una perspectiva histórica, los instrumentos de planeamiento de la urbanización, la evolución de su marco legislativo, y su proceso de ejecución, para estudiar, a continuación, la morfología urbana actual, y los usos del suelo, con objeto de caracterizar adecuadamente el modelo territorial resultante.

4.1 Evolución histórica de la urbanización

Al comienzo de la década de 1.960, el barranco de Puerto Rico está ocupado por la finca "Llanos Baldíos de Cortadores", en torno a la cual se localizan edificaciones relacionadas con la actividad agrícola, y las viviendas de sus trabajadores. La zona alta recibe la denominación "Motor Grande", por el pozo que allí se encuentra, y la parte intermedia, donde se sitúan los almacenes de empaquetado de tomates, "Chaparral" (figura 4.1).

Los accesos son deficientes, y se realizan a través de la pista costera sin pavimentar que une Mogán con Arguineguín (figuras 4.2 y 4.3).



Figura 4.1 Pozo de Motor Grande, 2.011 (izquierda) y almacén de empaquetado de tomates de Cortadores, 2.011 (derecha). Fuente: FEDAC



Figura 4.2 Puerto Rico, 1.950 (finca de Llanos Baldíos de Cortadores) Fuente: Foto Expedito



Figura 4.3 Puerto Rico, 1.968. Fuente: Foto Expedito

La transformación urbanística comienza en 1.967 con la constitución de Puerto Rico, S.A., sociedad que adquiere 2.000.000 de m² de la finca "Llanos Baldíos de Cortadores" según información que consta en el Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007).

Las obras de la urbanización de Puerto Rico se inician en diciembre de 1.968. Se realizan en siete fases, cada una de las cuales se financia con la venta de las parcelas creadas en las fases previas. Adoptando una estrategia similar a la empleada en las urbanizaciones mediterráneas españolas, se potencia la construcción de apartamentos, que se venden por unidades, para lograr una amortización más rápida de los costes de construcción.

Durante la fase I se urbaniza la zona de la desembocadura del barranco de Puerto Rico, se construye el puerto “Escala” y la playa artificial. Durante las fases II a V, se prosigue la urbanización hacia el interior del barranco y sus laderas, y se construye el puerto “Base”. En la fase VI se ocupa el interfluvio que separa el barranco de Puerto Rico del barranco de Amadores, en el lado occidental; y en la última fase, que se completa en 1.987, se urbaniza Agua de la Perra, el barranquillo situado al este de la desembocadura del barranco de Puerto Rico.

En 1.989 comienzan a ejecutarse las obras en el barranquillo de Amadores (figura 4.4). En 1.997 se termina la obra marítima de abrigo y la playa artificial que se encuentran en la desembocadura de dicho barranquillo. En 1.998 se termina el paseo peatonal costero, que une la playa de Puerto Rico con la de Amadores.



Figura 4.4 Amadores, 1.994 Fuente: Foto Expedito

En el año 2.000 comienzan a ejecutarse las obras del Plan Parcial Valle de Puerto Rico. En 2.004 se termina la construcción de la autopista GC-1, entre Arguineguín y el barranco del Lechugal, que atraviesa el barranco de Puerto Rico con un viaducto, y que une ambos barrancos con un ramal alojado en túnel. Concluye la urbanización de Amadores, y comienzan a construirse las edificaciones. Se terminan las obras de urbanización de Valle de Puerto Rico.

El 6 de septiembre de 2.001 se aprueba el Plan de Infraestructuras y Calidad Turística de Canarias para el periodo 2.001-2.006, en base al cual se realizan diversos proyectos de mejora del alumbrado de la urbanización de Puerto Rico.

En el año 2.006, en el marco de los Planes de choque del Gobierno de Canarias 2.006-2.011, se realizan nuevas obras de rehabilitación de escaleras y alumbrado público en Puerto Rico.

El 24 de septiembre de 2.010 el municipio de Mogán recibe las obras de la urbanización de Puerto Rico. La entidad promotora continúa gestionando el servicio de abastecimiento de agua y la depuración de aguas residuales.

El último edificio de nueva planta en la urbanización se termina en el año 2.014. A partir de entonces, se realizan solamente obras de rehabilitación. Quedan aún parcelas por edificar, que se encuentran principalmente en la fase VI, en Amadores, y en el sector denominado “Valle de Puerto Rico”.

Como síntesis, puede decirse que el proceso de urbanización comienza en la playa de Puerto Rico, se extiende posteriormente por el cauce bajo del barranco, las laderas adyacentes, las lomas, y los barranquillos situados a ambos lados (Amadores y Agua de la Perra), para llegar, por último, al tramo medio de la cuenca (figura 4.5). La superficie correspondiente a cada fase del proceso de urbanización se refleja en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Superficie correspondiente a cada fase del proceso de urbanización (incluyendo los espacios de transición que se consideran en los instrumentos de planeamiento como espacios libres). Elaboración propia.

Fase	Superficie (ha)
Puerto Rico Fase I	14,2
Puerto Rico Fase II	12,9
Puerto Rico Fase III	10,5
Puerto Rico Fase IV	10,4
Puerto Rico Fase V	22,0
Puerto Rico Fase VI	66,4
Puerto Rico Fase VII	71,2
Paseo marítimo	1,4
Amadores	49,2
Valle de Puerto Rico	66,9
Total	325,1

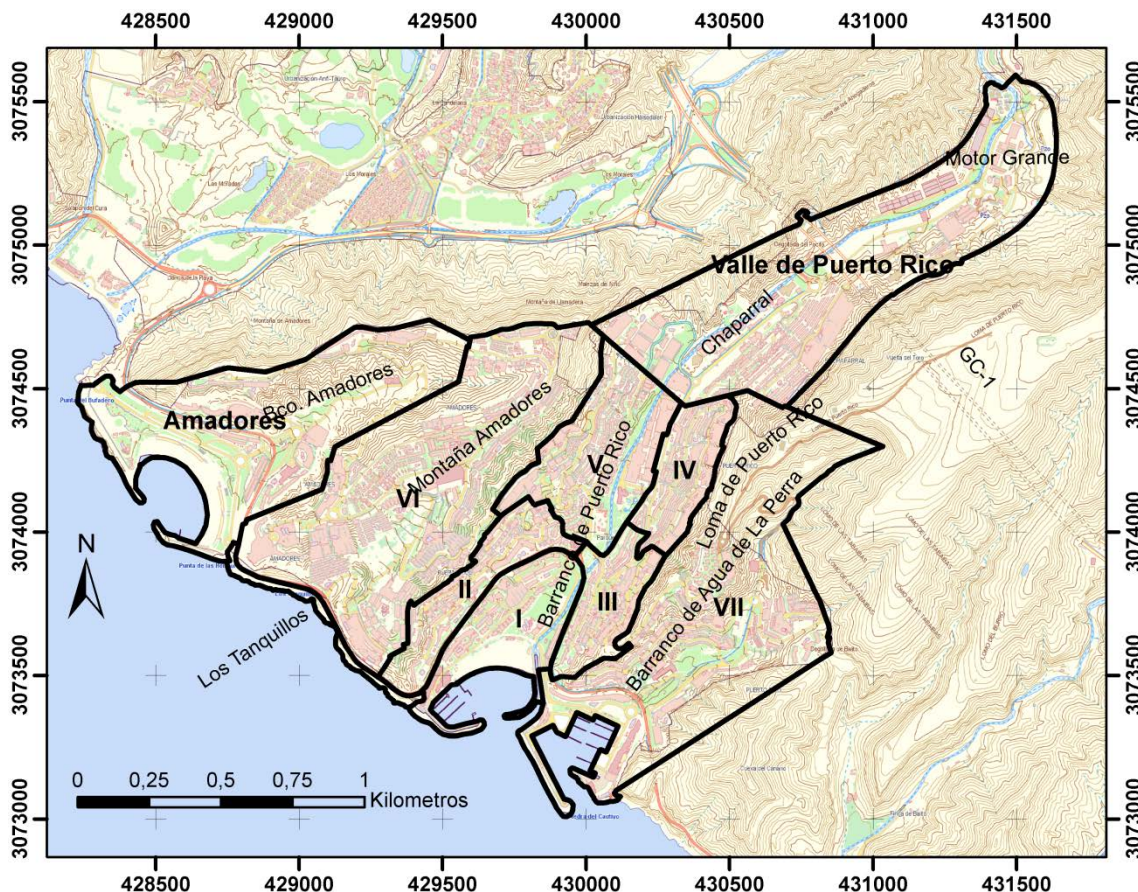


Figura 4.5. Fases del proceso de urbanización. Fuentes: Proyecto de Urbanización de Puerto Rico (Ayuntamiento de Mogán, 1.966), Texto refundido del reformado del Plan Parcial de Amadores (Ayuntamiento de Mogán, 1.989), Plan Parcial Valle de Puerto Rico (Ayuntamiento de Mogán, 2.000)

Entre los años 1.968 y 1.972 se urbanizan los terrenos comprendidos en la fase I que se encuentran más próximos a la costa. En esta zona predominan las edificaciones de baja densidad, las zonas públicas ajardinadas, y los equipamientos. Entre 1.972 y 1.987 ocupación avanza de forma simultánea con la urbanización del resto de los terrenos comprendidos en la fase I, y en las fases II, III, IV y V. Entre los años 1.987 y 1.990, se desarrollan principalmente las fases VI y VII. Entre 1.990 y 1.999 se paraliza, prácticamente, la construcción de nuevos edificios; aunque se termina en 1.998 la playa artificial de Amadores y el paseo peatonal que la une con la playa de Puerto Rico. Entre los años 2.000 y 2.008 se acelera el proceso de construcción en los terrenos de las fases VI y VII de Puerto Rico, en el barranquillo de Amadores y en la zona denominada “Valle de Puerto Rico”. En el año 2.002 se completan las obras de la autopista GC1, construyéndose un viaducto sobre el barranco de Puerto Rico, y un ramal que conecta con el barranco del Lechugal, por medio de un túnel. Entre 2.009 y 2.014 desciende mucho el ritmo de la construcción, ya que se edifican solamente

algunos equipamientos en “Valle de Puerto Rico”. Desde entonces, no se construyen nuevas edificaciones (figuras 4.6 y 4.7)

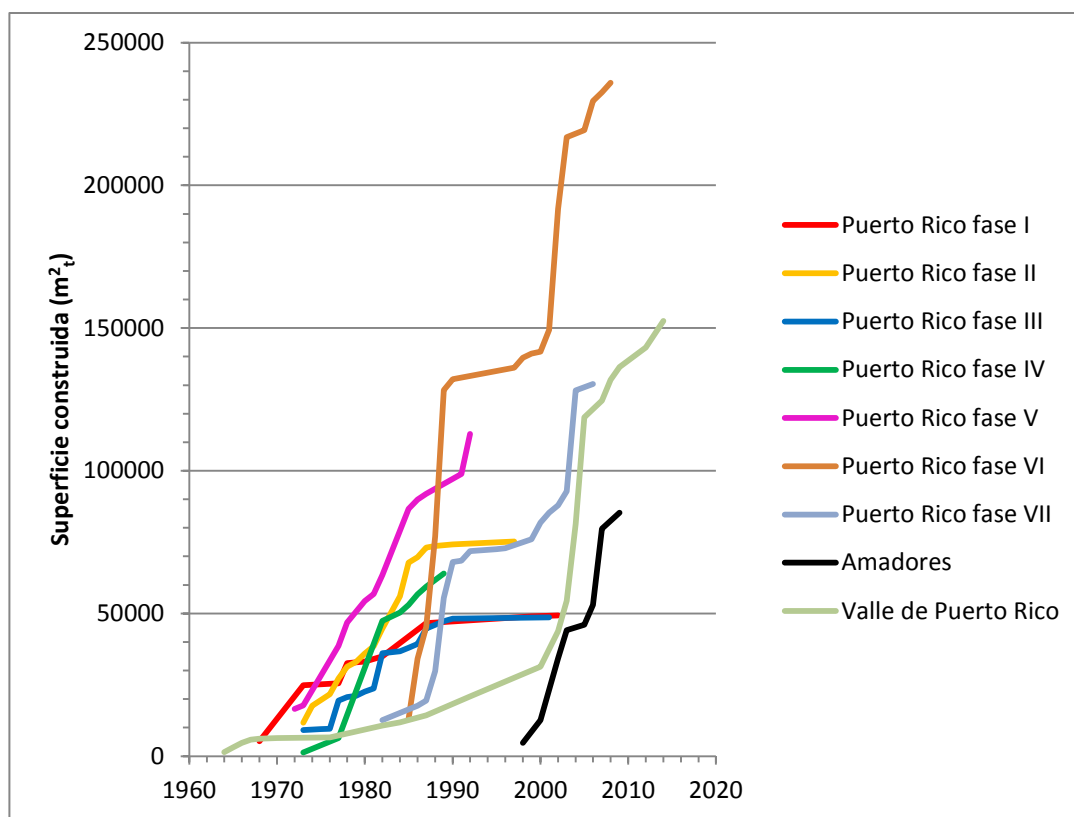


Figura 4.6 Evolución temporal de la superficie edificada en cada fase de la urbanización. Fuentes: Dirección General del Catastro y diversas fotografías aéreas históricas. Elaboración propia.

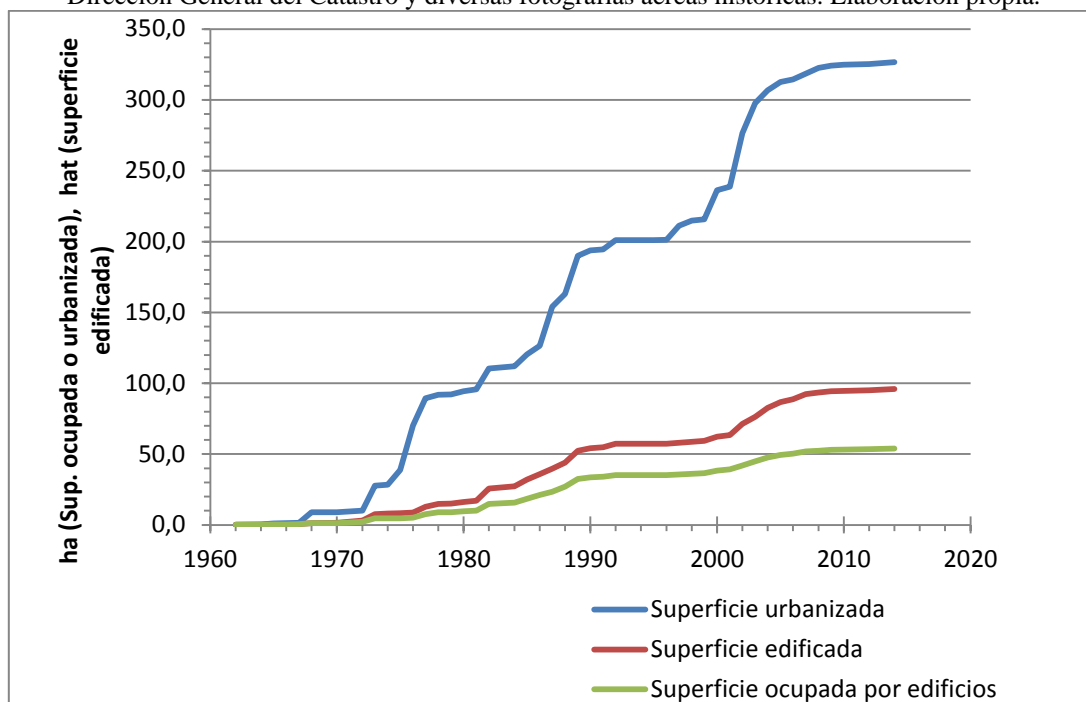


Figura 4.7. Evolución temporal de la superficie urbanizada, la superficie ocupada por edificios, y la superficie edificada. Fuentes: Dirección General del Catastro y diversas fotografías aéreas históricas. Elaboración propia

La creación de plazas turísticas, tras un tímido comienzo entre los años 1.968 y 1.973, se estanca entre 1.973 y 1.976. A partir de ese año, se produce un incremento acelerado hasta 1.990, una nueva paralización durante toda la década de 1.990, y una última fase de construcción entre 2.000 y 2.008. Desde entonces, no se crean nuevos establecimientos turísticos (figura 4.8).

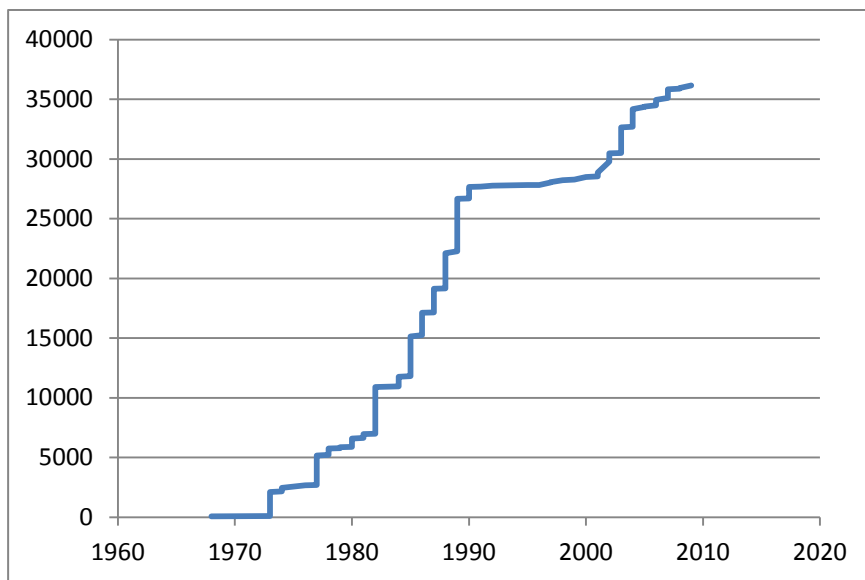
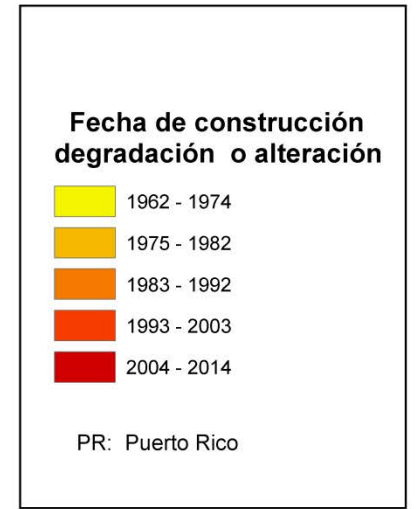
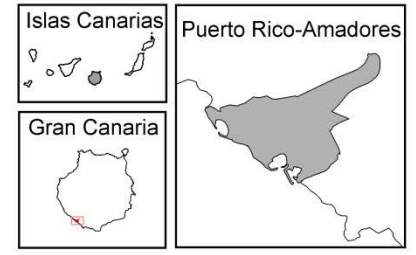
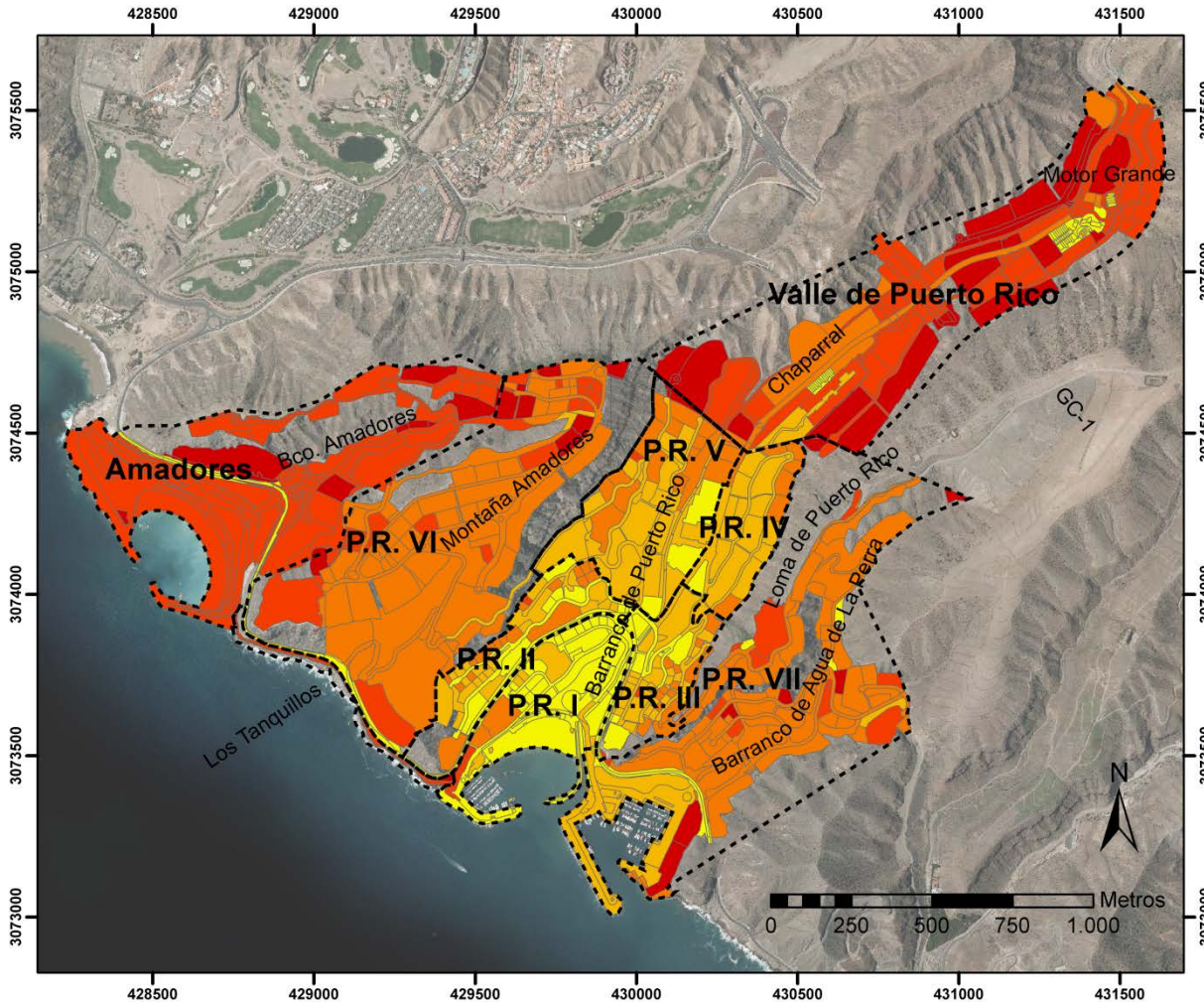


Figura 4.8. Creación de plazas turísticas en la urbanización. Elaboración propia, considerando datos del Programa de Regeneración de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007), del Patronato de Turismo de Gran Canaria, de la Dirección General del Catastro, y fotografías aéreas históricas.

En el mapa 4.1 se muestran los diferentes espacios de la urbanización, clasificados según la fecha de las actuaciones realizadas en ellos. Como actuaciones, se consideran las obras, los movimientos de tierras que sean necesarios para las construcciones que vayan a ser realizadas con posteridad, y las alteraciones que se produzcan por vertido de escombros, apertura de pistas, etc.

Las últimas edificaciones se construyen en el Barranquillo de Amadores, en Cortadores y en Motor Grande, la zona urbanizada más alejada de la costa. No obstante, se puede comprobar que se mantienen sin edificar, hasta fechas recientes, diversas parcelas que se encuentran cerca de la costa, a pesar de que forman parte de las primeras fases de la urbanización.



Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.013a)
 Ortofoto Ortoexpress
 Fuente: Dirección General del Catastro y fotografías aéreas históricas

REDACTOR: Francisco J. Macías González		DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº : 4.1
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	PLANO: Evolución temporal de la urbanización	FECHA: 01/ 2017

Al comparar las fechas de las distintas obras, se observa que, en cada fase, las playas artificiales y los parques cercanos se construyen antes que las edificaciones. La red viaria y las parcelas residenciales se van ejecutando paulatinamente. El equipamiento comercial comienza a construirse tempranamente, pero los restantes equipamientos son muy escasos hasta 1.980. La mayor parte de las parcelas de uso industrial se ocupan después del año 2.005. Estos resultados se presentan en la tabla 4.2.

Tabla 4.2. Clasificación de la urbanización según los usos del suelo y la fecha de construcción. Elaboración propia

	Superficie de suelo (ha)									
	1962-74	1975-79	1980-84	1985-89	1990-94	1995-99	2000-04	2005-09	2010-15	Total
Alojativo	7,44	8,79	15,32	39,74	2,69	1,79	25,57	10,40	0,00	111,75
Red viaria	11,16	9,15	3,24	8,43	1,46	1,69	14,19	1,71	0,00	51,02
Parques y playas	4,35	1,02	0,80	7,43	0,00	2,81	4,50	0,00	0,00	20,91
Espacio libre accesible	0,18	6,14	0,01	1,00	0,00	0,78	3,58	0,21	0,00	11,90
Equipamientos	0,73	0,63	0,18	0,75	4,84	0,00	0,00	1,11	1,37	9,61
Infraestructuras	1,58	1,50	0,01	1,48	0,20	2,44	1,94	0,01	0,00	9,17
Comercial	1,98	0,59	0,35	0,51	1,26	0,23	1,20	0,23	0,45	6,81
Industrial	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	1,02	1,79	0,00	3,29
Solares y parcelas	0,00	0,44	0,00	6,25	0,00	0,50	12,71	0,73	0,70	21,33
Espacios en laderas que no han sido efectivamente urbanizados s	1,19	41,55	0,08	7,16	0,00	5,29	24,20	1,45	0,00	80,93
Total según delimitación oficial	28,60	69,83	19,99	72,74	10,93	15,53	88,92	17,65	2,52	326,72

4.2 La planificación de la urbanización, y su marco legal

La planificación de Puerto Rico se realiza estando vigente la Ley de Zonas y Centros de Interés Turístico Nacional (Ley 197/1.963 de 28 de diciembre), y la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana (Ley de 12 de mayo de 1.956). Estas leyes, que pretenden lograr un rápido desarrollo turístico, imponen escasas obligaciones a los promotores, son poco exigentes en cuanto a estándares urbanísticos, y no subordinan los proyectos a una planificación general. Aunque, en general, logran el

rápido desarrollo que persiguen, producen graves alteraciones del medio natural, y disfunciones en la propia actividad turística (Vera Galván, 2.003). La urbanización del Barranco de Puerto Rico no se realiza bajo la condición de “centro de interés turístico”, pues en Canarias esa declaración solamente la recibieron Costa Tauritos, en la provincia de Las Palmas, y otros cinco lugares en la de Santa Cruz de Tenerife (Galiana y Barrado, 2.006)

El proyecto de urbanización de Puerto Rico (Ayuntamiento de Mogán, 1.966), presentado por Puerto Rico, S.A., prevé la realización de la urbanización en siete fases, cada una de las cuales tiene ordenanzas específicas. En determinadas parcelas, que se encuentran situadas en laderas, se permite que las edificaciones adopten una tipología edificatoria “escalonada”, sin estar sujetas a un coeficiente máximo de ocupación, ni a la obligación de edificar en un solo módulo. La urbanización se aprueba por la Comisión Municipal de Turismo en 1.967.

El 26 de junio de 1.969 se aprueba, por la Comisión Provincial de Urbanismo, el Plan Especial de Ordenación Turística “Urbanización Playa de Amadores” (Ayuntamiento de Mogán, 1.969); y el 23 de Noviembre de 1.973, el Plan Especial “Cortadores de Puerto Rico” (Ayuntamiento de Mogán, 1.973), ambos promovidos por Puerto Rico, S.A.

La reforma de la ley del Suelo (Ley 19/1.975, de 2 de mayo) introduce por primera vez un sistema de planeamiento urbanístico, e impone a los promotores la obligación de ceder gratuitamente el 10 % del aprovechamiento medio. Esta ley, que en teoría debía mejorar el sistema de planeamiento, termina por favorecer un crecimiento exacerbado de las urbanizaciones turísticas (Vera Galván, 2.003).

La Comisión Provincial de Urbanismo aprueba el 19 de diciembre de 1.975 la Delimitación de Suelo Urbano de Mogán (Ayuntamiento de Mogán, 1.975), en desarrollo de las Normas Subsidiarias y Complementarias del Planeamiento de la Provincia de Las Palmas (Ministerio de Vivienda, 1.973), que fijan una edificabilidad máxima de $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$.

En mayo de 1.980 se aprueba definitivamente una Modificación de las Ordenanzas Generales de la Urbanización de Puerto Rico (Ayuntamiento de Mogán,

1.980). Esta norma extiende la posibilidad de optar por la solución escalonada a todas las parcelas de la urbanización que se encuentran en las laderas.

En Julio de 1.981 se concede licencia urbanística al complejo de viviendas residenciales Amanay, en una parcela prevista por el Plan Especial Cortadores de Puerto Rico, en la zona de El Chaparral.

En el año 1.982 el Gobierno de Canarias asume, entre otras, las competencias relacionadas con la ordenación del territorio, el litoral, el urbanismo, la vivienda, los espacios protegidos y el turismo (Ley Orgánica 10/1.982, de 10 de agosto).

En diciembre de 1.983 se aprueba, a instancias de Puerto Rico, S.A., una modificación del Plan Parcial de Ordenación “Playa de Amadores”, tras subsanarse las objeciones manifestadas por la Consejería de Obras Públicas y Urbanismo, entre las que se encuentra la necesidad de establecer las preceptivas reservas y dotaciones.

En abril de 1.987, se deniega una modificación solicitada en Amadores, porque excede la edificabilidad de $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$ prevista en la Delimitación de Suelo Urbano, e incluye edificaciones no toleradas en zonas ganadas al mar, según deslinde del Dominio Público Marítimo-Terrestre vigente (Comisión de Urbanismo y Medio Ambiente de Canarias, 1.987).

El 17 de Noviembre de 1.987, se aprueban definitivamente las Normas Subsidiarias de Planeamiento de Mogán (Ayuntamiento de Mogán, 1.987), que derogan la Delimitación de Suelo Urbano. Estas normas ordenan incorporar varias disposiciones a las ordenanzas de los planes parciales vigentes, relacionadas con la forma de medir la superficie edificada, la posibilidad de adoptar edificaciones escalonadas en las laderas, la separación requerida entre bloques que se encuentren en una parcela, la superficie mínima de jardín, o la superficie mínima de piscina. Con posterioridad, se producen diversas modificaciones puntuales en estas Normas para modificar las ordenanzas particulares de algunas parcelas.

La Ley de Costas (Ley 22/1.988 de 28 de Julio) redefine el Dominio Público Marítimo Terrestre, la Ribera del Mar, la servidumbre de protección del Dominio Público, y las limitaciones a la propiedad en dicha zona de servidumbre. Dado que Puerto Rico es suelo urbano, y que Amadores tiene su plan parcial aprobado con anterioridad al 1 de enero de 1.988, la anchura de la franja de servidumbre de protección

que corresponde a ambas zonas es de 20 m. En esta zona de protección se prohíben nuevas construcciones, o la ampliación de las existentes.

En 1.989 es aprobado el Texto Refundido del Reformado del Plan Parcial Amadores (Ayuntamiento de Mogán, 1.989), que incorpora al Plan Parcial una playa artificial, y terrenos ganados al mar. Recoge, además, modificaciones en la ordenanzas, en el parcelario y en la trama viaria.

La ley de Ordenación del Turismo de Canarias (Ley 7/1.995 de 6 de abril) unifica diversas regulaciones dispersas, que afectan a la actividad y a su infraestructura. Introduce el concepto “unidad de explotación”, por el que se vincula la edificación turística y la actividad. Fija la densidad máxima, exige que los Planes Insulares de Ordenación tengan determinaciones territoriales y turísticas, y obliga a obtener una autorización previa, que es necesaria para el inicio de la actividad, y para la ejecución de las obras necesarias.

La Ley de Ordenación de Territorio de Canarias (Ley 9/1.999, de 13 de mayo), que se refunde posteriormente en el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio y Espacios Naturales de Canarias (Decreto Legislativo 1/2.000, de 8 de mayo) es la primera que se propone una ordenación integral y sostenible del territorio. Con planteamientos opuestos a la ley estatal, que potencia la clasificación de suelo urbanizable, la ley canaria la restringe a la cantidad precisa para satisfacer las demandas previsibles, y señala que los crecimientos deben producirse por contigüidad. Respecto al suelo turístico, consolida el carácter supramunicipal de su ordenación, plantea la necesidad de fijar límites a su crecimiento, y establece que la transformación del suelo asignado al uso turístico es una potestad pública, que ha de ser ejercida por razones de conveniencia territorial o sectorial, fijando reservas y estándares específicos para este tipo de suelo (García, 2.007).

Promovido por Puerto Rico, S.A., en el año 2.000 se aprueba definitivamente el Plan Parcial Valle de Puerto Rico, que contempla parcelas turísticas, residenciales, industriales y equipamientos (Ayuntamiento de Mogán, 2.000).

El Decreto por el que se regulan los estándares turísticos (Decreto 10/2.001 de 22 de enero), desarrolla reglamentariamente la Ley de Ordenación del Turismo (Ley 7/1.995 de 6 de abril). Establece los “estándares aplicables a la urbanización turística y,

en general, al suelo en que el planeamiento permita el uso turístico”, y los criterios que han de seguir los instrumentos de planeamiento urbanístico de las zonas turísticas.

Como consecuencia de la alarma pública que produce en Canarias el incontrolado crecimiento turístico, se redacta la “Moratoria Turística” (Ley 6/2.001 de 23 de julio), que pretende frenar la ocupación del territorio y el incremento de la oferta alojativa, orientando la industria hacia un turismo con mayor poder adquisitivo. En aplicación de esta ley, se suspenden la tramitación de autorizaciones previas y se paralizan las licencias de construcción turísticas; se detiene, asimismo, la tramitación de planes parciales y de proyectos de urbanización; se caducan licencias, autorizaciones previas, y que planes parciales que no hayan sido ejecutados en los plazos legales. Solamente se permite la construcción de establecimientos turísticos rurales, hoteles de cuatro estrellas con instalaciones complementarias (campos de golf, puertos deportivos o complejos temáticos), y hoteles de cinco estrellas. En Puerto Rico, Amadores y Valle de Puerto, se aceleran los trámites de buen número de licencias y autorizaciones previas, antes de la aprobación de esta ley.

En el año 2.002 se aprueba una modificación puntual del Plan Parcial “Valle de Puerto Rico” (Ayuntamiento de Mogán, 2.002), que reubica las parcelas de titularidad municipal.

Con las Directrices de Ordenación General y las Directrices de Ordenación del Turismo de Canarias (Ley 19/2.003 de 14 de abril) se adopta en Canarias la Estrategia Europea de Ordenación del Territorio. Avanzando en la línea de la “ley de la moratoria” (Ley 6/2.001 de 23 de Julio), las Directrices proponen frenar el crecimiento descontrolado, orientando las inversiones a la renovación de la planta alojativa obsoleta, y a la creación de una oferta más cualificada. Prestan especial importancia a la preservación del entorno, y para ello, establecen criterios de integración paisajística para las nuevas urbanizaciones. Para lograr estos objetivos, establecen medidas de suspensión, hasta que se creen los Planes Territoriales Especiales de Ordenación Turística Insular, o se adapte el planeamiento a las propias Directrices y al Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio y Espacios Naturales de Canarias (Decreto Legislativo 1/ 2.000, de 8 de mayo). Según estas medidas, no se otorgan nuevas autorizaciones previas turísticas, ni licencias urbanísticas para zonas turísticas; se suspende la tramitación de las que están en curso; se extinguen las autorizaciones

previas que no hayan obtenido la licencia urbanística; se caducan las licencias y proyectos de urbanización cuyas obras no hayan sido iniciadas, transcurridos los plazos máximos legales. Asimismo, el suelo urbanizable turístico con planes parciales aprobados, pero no ejecutados, se recategoriza a suelo urbanizable no sectorizado; se suspende la tramitación de todos los procesos de aprobación y de alteración de los Planes Parciales y Especiales de Ordenación, en aquellos ámbitos de suelo urbano no consolidado y sectores de suelo urbanizable en los que el planeamiento general permita el uso alojativo turístico. A su vez, se fija un ritmo de otorgamiento de autorizaciones previas, según el cual, en los tres primeros años no se darán nuevas autorizaciones previas en Gran Canaria. Estas medidas no afectan a la terminación de las obras de urbanización de Amadores, ni a las de Valle de Puerto Rico. Aunque es posible que no hayan podido ser tramitadas autorizaciones previas o licencias urbanísticas para alguna de las parcelas de uso alojativo turístico, no constan datos al respecto.

En 2.004 se aprueba el Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria, documento adaptado al Texto Refundido (TRLOTENC), que contiene determinaciones específicas para la zona turística del suroeste de la Isla (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004). Este plan propone regular el ritmo de producción de nueva oferta turística, y establece criterios de diseño, de las urbanizaciones y de los edificios, con objeto de proteger el paisaje.

El Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo del Gobierno de Canarias, 2.007) realiza un análisis, apoyado en encuestas, de las características, uso y estado de conservación de la urbanización. Sus propuestas urbanísticas pretenden mejorar la movilidad, incrementar la calidad y la oferta de equipamientos turísticos, recuperar el uso turístico hotelero (especialmente en las áreas más cualificadas), recobrar el potencial paisajístico del entorno, y mejorar las dotaciones urbanas, focalizando la atención en actuaciones en los puertos deportivos y en la creación de un edificio emblemático polifuncional.

En el año 2.008 se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 9/2.008 de 11 de enero), para conseguir una protección más efectiva de los cauces, ante la presión urbanística que soportan, y para incorporar los criterios de la Directiva Europea 2.007/60/CE, relativa a la evaluación y a la gestión de los riesgos de inundación.

En el año 2.009 se prorroga la moratoria turística (Ley 6/2.009 de 6 de mayo), pero se introducen modificaciones que la flexibilizan. Se elimina el límite al incremento anual del número de camas, y se permite clasificar nuevo suelo urbanizable turístico en determinados casos. Se establecen incentivos (nuevas autorizaciones, incremento de la densidad o incremento de la edificabilidad), cuando se sustituyan establecimientos situados en zonas saturadas por otros localizados en zonas autorizadas, cuando se renueven edificios, y cuando se rehabiliten. Esta ley reconoce el derecho de los promotores afectados por la moratoria a recibir indemnizaciones, y está originando sentencias que obligan al Gobierno a cuantiosos desembolsos, o a la restitución de los derechos urbanísticos.

El Decreto 142/2.010, de 4 de octubre, regula la actividad turística de alojamiento, y modifica el reglamento por el que se regulan los estándares de planeamiento turísticos (Decreto 10/2.001 de 22 de enero)

La Ley de Renovación y Modernización Turística de Canarias, (Ley 2/2.013, de 29 de mayo) crea la figura del Plan de Modernización, Mejora e Incremento de la Competitividad (PMMIC). Las determinaciones de estos planes no han de sujetarse al planeamiento urbanístico, ni al territorial, y pueden clasificar nuevo suelo urbanizable turístico, en determinados casos. Los planes, incluso, pueden ser llevados a cabo por ejecución empresarial (por una tercera persona que no sea propietaria). La ley aumenta los incentivos a la renovación o a la sustitución, permitiendo aumentar tanto la edificabilidad como la densidad de las parcelas donde se realizan renovaciones, incluso por encima de los límites del planeamiento urbanístico vigente. Permite la implantación de la tipología turística de “villas”, y permite la conversión de viviendas en “villas”. Para frenar el proceso de residencialización, tipifica como infracción grave destinar al uso residencial un espacio autorizado para uso turístico.

El Plan Territorial Especial de Ordenación turística Insular de Gran Canaria – PTEOTI– (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.014), previsto en las Directrices de Ordenación del Turismo, respeta los planteamientos del Plan Insular de Ordenación de 2.004. Empleando los mecanismos que permite la ley de Medidas Urgentes (Ley 6/2.009 de 6 de mayo), prevé actuaciones para especializar los suelos mixtos (turístico-residenciales), y propone convenios de sustitución para esponjar y mejorar las áreas

turísticas, contando con los PMMIC previstos en la Ley de renovación y modernización turística de Canarias (Ley 2/2.13, de 29 de mayo).

La modificación de la Ley de Renovación y Modernización Turística de Canarias (Ley 9/2.015 de 27 de abril) establece que puede clasificarse nuevo suelo de uso turístico para trasladar la edificabilidad, si se limita por modificaciones en el planeamiento, y reconoce que los titulares tendrán derecho a compensación económica, en su caso. Las plazas turísticas existentes que no tengan autorización, podrán obtenerla, aunque se exceda la densidad máxima permitida en una parcela. Se elimina la prohibición de nuevos establecimientos de categoría inferior a cinco estrellas, siempre que cumplan determinados estándares de calidad edificatoria y ambiental, que se establecerán en un reglamento a desarrollar. El Gobierno de Canarias, por “razones socioeconómicas”, puede autorizar la clasificación y categorización de suelos con destino a las actividades turísticas.

El Plan de Modernización, Mejora e Incremento de la Competitividad de Costa de Mogán (Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política Territorial, 2.015) incentiva la renovación y la sustitución de los establecimientos turísticos, y el retorno de las plazas residencializadas a su función original, permitiendo aumentos en la superficie construida y en el número de plazas alojativas. Para ello, permite ocupar, sin limitación de superficie, los sótanos o semisótanos situados sobre la acera, destinados actualmente a almacenes o usos similares, para su uso en equipamiento turístico complementario. Autoriza a aumentar en una planta los edificios. Los que no son de tipo escalonado, podrán llegar hasta tres plantas, en la zona más próxima a la costa, o hasta cuatro, en la zona situada a distancia intermedia, aumentando la ocupación en un 15%. En los edificios escalonados se podrá aumentar el volumen de las cajas superpuestas, ocupando los espacios residuales entre pilares que pudieran haber quedado a la hora de cimentar.

La memoria de este Plan de Modernización incluye datos de los establecimientos turísticos, recopilados en fichas. Aunque las anotaciones relacionadas con la superficie de las parcelas, y con el porcentaje de ocupación son correctas, existen frecuentes discrepancias entre el número de plazas alojativas totales, y las que constan en el Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007). En general, son incorrectos los planos de situación, y

las fotografías no se corresponden con la realidad. La superficie de piscinas anotada suele ser errónea, con diferencias importantes respecto a la real. En numerosas fichas se menciona que no existe aparcamiento en el establecimiento, pero aparece un número de plazas, y viceversa. Las distancias a la playa, medidas según recorridos peatonales, tampoco son correctas, ni las distancias al transporte público. También se incluyen, en el PMMIC, fichas de los espacios libres de la urbanización. Figuran como espacios libres las zonas inaccesibles, por sus elevadas pendientes, que se encuentran en las laderas.

A pesar de que el TRLOTENC (Decreto Legislativo 1/2.000 de 8 de mayo), y las Directrices (Ley 19/2.003 de 14 de abril), establecían plazos para que el planeamiento urbanístico se adaptara a sus determinaciones, no se ha aprobado aún un nuevo Plan General en Mogán, por lo que siguen estando vigentes las Normas Subsidiarias de 1.987.

Durante la vigencia de las Normas Subsidiarias de Mogán han sido realizadas numerosas modificaciones puntuales que afectan a las ordenanzas de determinadas parcelas.

A modo de síntesis de lo expuesto, en la figura 4.9 se representa gráficamente el desarrollo de la urbanización, la evolución histórica de su planeamiento, y las variaciones legislativas. Puede observarse que la urbanización planifica y se ejecuta sin que la legislación que se va promulgando condicione en gran medida su desarrollo, y que el planeamiento general municipal prácticamente se limita a asumir los proyectos urbanísticos propuestos por el promotor de la urbanización.

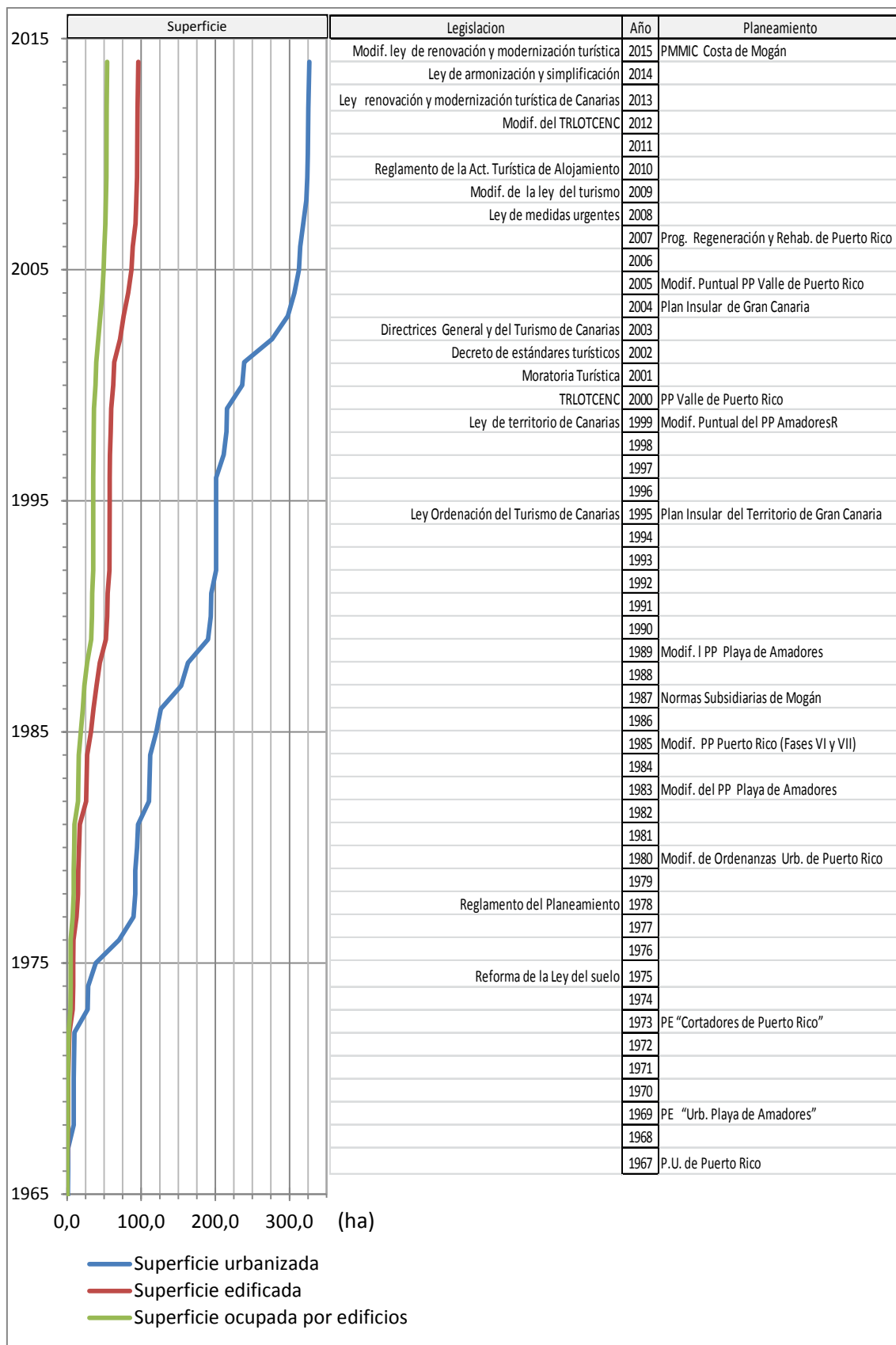


Figura 4.9 Incremento histórico de la superficie urbanizada, la ocupada por edificios y la edificada. Evolución temporal de la legislación (urbanística y turística), y del planeamiento (territorial y urbanístico). Elaboración propia

4.3 El modelo territorial resultante

Los usos del suelo urbanizado, las características de los distintos espacios, y la morfología urbanística diseñada, responden a una estrategia orientada a maximizar las plusvalías, centrada en el sector turístico, y condicionada por la geomorfología de los terrenos. Por otra parte, el tiempo transcurrido desde la construcción de las edificaciones y las infraestructuras ha afectado a su estado de conservación.

4.3.1 Los usos del suelo y su distribución espacial

Se han estudiado los usos actuales del suelo, y se ha calculado la relación porcentual entre la superficie ocupada por cada uno de ellos, y la total (tabla 4.3). Para el cálculo de esta superficie total de referencia, no se han computado los denominados espacios libres, inaccesibles, que se encuentran situados en las laderas. Tras el análisis realizado, se constata que el suelo alojativo turístico, que corresponde al uso predominante, ocupa el 28 % de la superficie total urbanizada, duplicando aproximadamente la superficie de suelo residencial; la red viaria ocupa el 20 %, mientras que otros espacios libres, que no son parques, abarcan aproximadamente el 14 %.

Entre los equipamientos existentes destacan, por su extensión, los centros comerciales. Se encuentra, además, un equipamiento sanitario privado (actualmente cerrado), en la zona de Chaparral; y diversos equipamientos públicos, como un cuartel de la Guardia Civil, un parque de bomberos, un colegio, una oficina de correos y un centro para mayores.

Los equipamientos turísticos incluyen una oficina de información, en las proximidades de la carretera GC-500; un parque acuático, en la zona de Chaparral (actualmente cerrado); varios campos de mini-golf, y varias zonas lúdico-deportivas.

La urbanización tiene dos playas artificiales, cuyas características se resumen en la tabla 4.4. En las zonas adyacentes a las canalizaciones de los barrancos se han creado espacios ajardinados que, en general, se encuentran en buen estado.

Tabla 4.3. Clasificación detallada de la superficie ocupada por los diferentes usos del suelo en la urbanización. Elaboración propia.

Uso		Superficie (ha)		% respecto a superficie total, excluyendo los espacios libres inaccesibles	
Alojativo	Alojativo turístico	68,36	111,75	28,2	46,1
	Alojativo residencial	37,77		15,6	
	Alojativo mixto	4,24		1,8	
	Alojativo sin identificar	1,38		0,6	
Red viaria	Calle	40,48	51,02	16,7	21,1
	Vial peatonal	1,85		0,8	
	Sistema general viario	6,04		2,5	
	Pista	1,40		0,6	
	Aparcamiento	1,25		0,5	
Espacios libres	Playa	5,02	32,81	2,1	13,6
	Parque	15,89		6,6	
	Otros espacios accesibles	11,90		4,9	
Dotaciones y equipamientos, salvo comercial	Deportivo	6,70	9,61	2,8	4,0
	Docente	1,37		0,6	
	Sanitario	0,91		0,4	
	Emergencias	0,20		0,1	
	Correos	0,06		0,0	
	Información turística	0,02		0,0	
	Social	0,18		0,1	
	Policía	0,10		0,0	
	Balneario	0,04		0,0	
	Cultural	0,02		0,0	
Religioso	0,01	0,0			
Equipamiento comercial	Comercial	5,21	6,81	2,1	2,8
	Comercial bajo peatonal	0,64		0,3	
	Chiringuito	0,51		0,2	
	Oficinas	0,45		0,2	
Industrial	Industrial	2,78	3,29	1,1	1,4
	Estación de servicio	0,49		0,2	
	Pozo	0,02		0,0	
Infraestructuras	Obra marítima	4,85	9,17	2,0	3,8
	Canal	2,31		1,0	
	Instalaciones urbanas	2,01		0,8	
Solares	Solar en obras	1,93	17,93	0,8	7,4
	Solar	16,00		6,6	
Espacios libres inaccesibles y parcelas desclasificadas	Parcela desclasificada	3,40			
	Espacio libre exterior	80,93			
Total		326,72	242,39	100	100

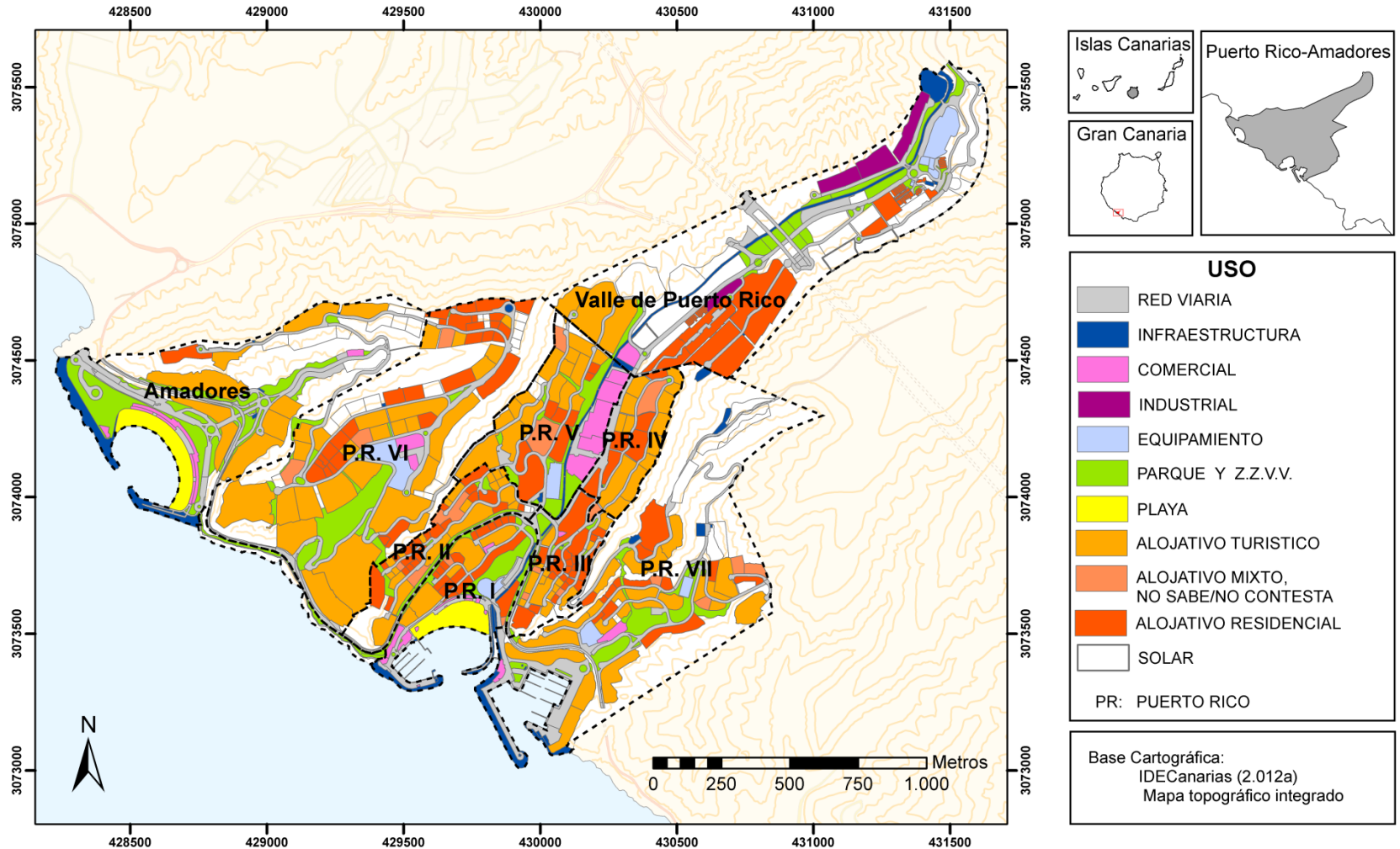
La urbanización tiene dos playas artificiales, cuyas características se resumen en la tabla 4.4. En las zonas adyacentes a las canalizaciones de los barrancos se han creado espacios ajardinados que, en general, se encuentran en buen estado.

Playa	Puerto Rico	Amadores
Longitud en pleamar	292 m	348 m
Ancho medio en pleamar	61	93
Superficie de playa seca	17.800	32.220

Tabla 4.4 Comparación de las dimensiones de las playas de Puerto Rico y Amadores. Elaboración propia

Existen solares sin edificar que suponen el 7% de la superficie total (excluyendo los espacios libres inaccesibles). La superficie total de solares que tienen previsto un uso alojativo turístico es de 59,4 ha (37 %); la de uso residencial, 66,4 ha (42%), y la superficie de los solares que serán destinados a equipamientos, 21,5 ha (13%).

En el mapa 4.2 se representa la clasificación de los usos del suelo. Puede observarse que la mayor parte de los parques, y los equipamientos, se encuentran en las proximidades de los cauces de los barrancos.



REDACTOR:
Francisco J. Macías González

TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

DOCUMENTO:
Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.

PLANO:
Usos del espacio urbanizado

Mapa Nº :
4.2

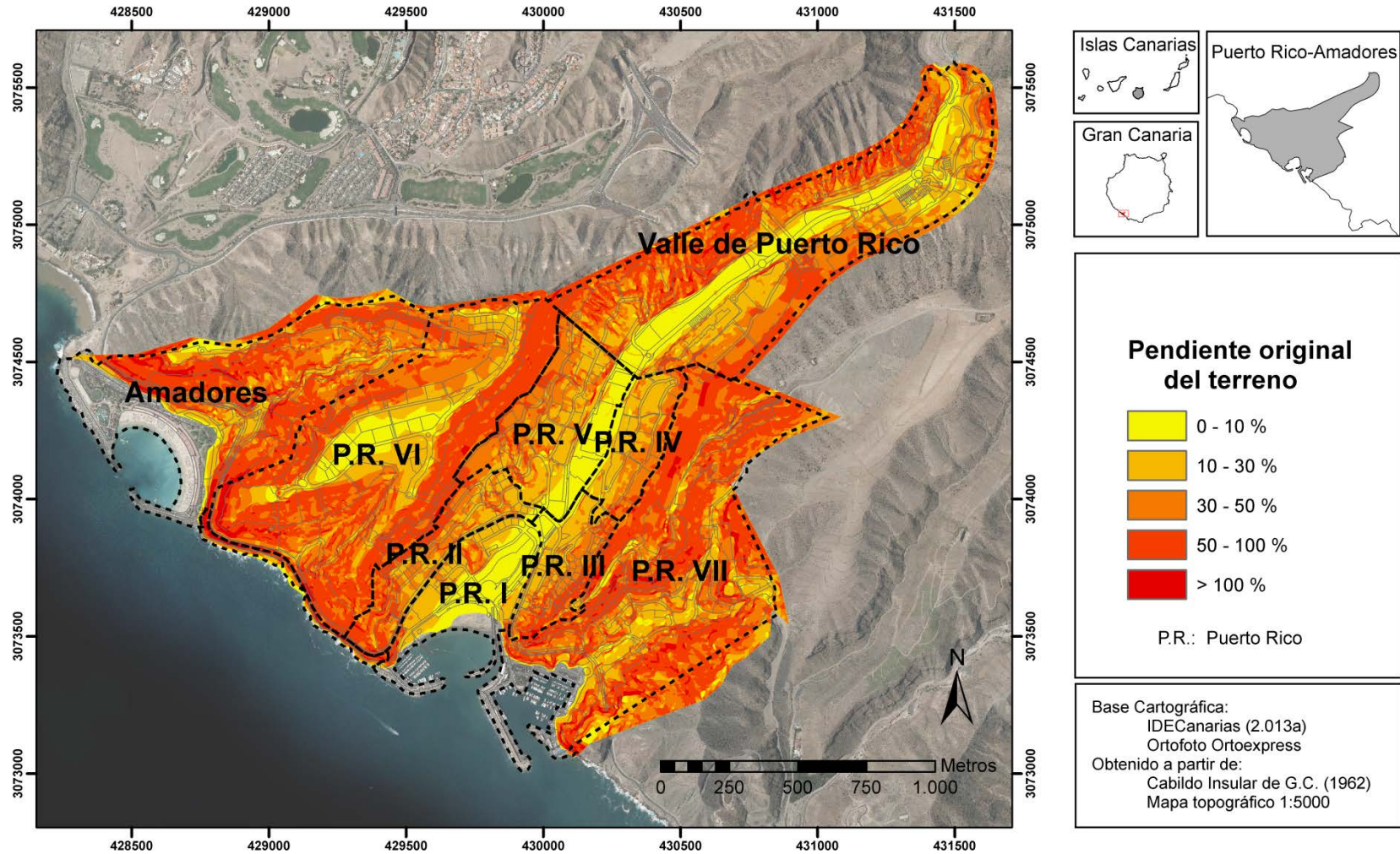
FECHA:
01/ 2017

4.3.2. Relación entre la configuración urbanística y la geomorfología

La urbanización se ha desarrollado en la desembocadura del barranco de Puerto Rico, en el barranquillo de Agua de la Perra, en el barranquillo de Amadores, y en los interfluvios que separa estos cauces. Los cursos de agua han sido canalizados, y se han ocupado sus llanuras de inundación. También se han colonizado las laderas de los barrancos, salvo en sus zonas más escarpadas. Buena parte de las parcelas alojativas se encuentran en dichas laderas, y en los acantilados costeros. Los equipamientos y los parques se localizan predominantemente en las zonas llanas, contiguas a los cauces. Estos datos se presentan detalladamente en la tabla 4.5. Puede comprobarse que los terrenos tienen pendientes naturales elevadas, con una inclinación media del 44 %. Esta pendiente natural se representa en el mapa 4.3.

Tabla 4.5 Pendiente original de los terrenos de la urbanización, clasificados según su uso. Elaboración propia, según mapa topográfico de 1.962 (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.005)

Uso	Pendiente mínima (%)	Pendiente media ponderada (%)	Pendiente Máxima (%)	Desviación típica (%)
Alojativo	1,7	43,0	83,4	18,4
Comercial	1,3	12,9	68,4	18,7
Equipamientos	1,9	21,5	52,6	12,7
Parque	1,8	17,9	58,7	17,7
Red viaria	1,0	36,6	156,8	24,0
Industrial	17,9	53,8	63,7	18,4
Solares	2,6	41,6	80,9	18,4
Espacio libre	2,0	59,1	115,5	22,2
Global	1,0	43,9	156,8	21,8




Pendiente original del terreno

- 0 - 10 %
- 10 - 30 %
- 30 - 50 %
- 50 - 100 %
- > 100 %

P.R.: Puerto Rico

Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.013a)
 Ortofoto Ortoexpress
 Obtenido a partir de:
 Cabildo Insular de G.C. (1962)
 Mapa topográfico 1:5000

REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº: 4.3
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Pendiente original del terreno	FECHA: 01/ 2017

Centrando el estudio de la pendiente natural del terreno, en las parcelas alojativas incluidas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico” (parcelas “PAP”), se observa que el conjunto de la urbanización se localiza en una zona donde la pendiente media original es elevada (43,5 %). Esta pendiente es más acusada en las fases 6 y 7 de Puerto Rico, en Amadores y en “Valle de Puerto Rico”. No obstante, se observa una cierta dispersión en los datos correspondientes a las parcelas de cada fase, ya que presentan desviaciones típicas comprendidas entre el 11.1 % y el 19.6 % (tabla 4. 6).

Tabla 4.6 Pendiente media de las parcelas alojativas construidas al amparo del planeamiento urbanístico promovido, en cada fase de la urbanización.

	Pendiente mínima (%)	Pendiente media ponderada (%)	Pendiente Máxima (%)	Desviación típica	Parcelas
Puerto Rico Fase I	4,33	20,4	56,02	11,09	25
Puerto Rico Fase II	20,28	42,6	75,08	14,14	45
Puerto Rico Fase III	15,55	39,0	75,20	14,16	40
Puerto Rico Fase IV	17,07	32,8	60,05	12,00	21
Puerto Rico Fase V	21,45	36,5	52,90	8,43	25
Puerto Rico Fase VI	5,48	43,7	66,33	19,62	59
Puerto Rico Fase VII	23,71	54,6	83,44	13,58	38
Amadores	32,41	58,4	76,09	11,90	10
Valle de Puerto Rico	13,15	42,9	62,02	14,27	11
Global	4,33	43,47	83,44	17,22	274

Al estudiar la pendiente de las parcelas alojativas previstas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores, y “Valle de Puerto Rico” (parcelas “PAP”), según su distancia a la costa, se observa que las más próximas al mar han sido construidas en terrenos que tienen una mayor pendiente natural. No obstante, se encuentra una apreciable dispersión en los valores correspondientes a las parcelas comprendidas en cada intervalo (tabla 4.7).

Tabla 4.7 Pendiente media de las parcelas alojativas construidas al amparo del planeamiento urbanístico promovido, según su distancia a la costa. Elaboración propia.

Distancia a la costa (m)	Pendiente mínima (%)	Pendiente media ponderada (%)	Pendiente máxima (%)	Desviación típica	Parcelas
0-50	43,73	55,66	76,86	11,59	6
50-100	5,10	49,19	66,33	21,84	9
100-250	4,33	49,93	78,37	17,48	59
250-500	5,95	42,36	83,44	18,90	96
500-1000	5,48	37,92	68,11	14,31	78
1000-1500	21,11	43,07	62,02	12,30	23
1500-2000	22,52	27,67	36,51	6,99	2
2000-2700	13,15	13,15	13,15	0,00	1
Global	4,33	43,47	83,44	17,22	274

Al examinar la pendiente de las parcelas PAP, según el tipo de edificación que presentan (figura 4.10), se observa que:

- La tipología A se adopta frecuentemente en terrenos llanos, lo que concuerda con su propia definición
- La tipología F se encuentra en terrenos de mayor pendiente
- Los tipos B, C, D y E se emplean de manera frecuente en terrenos con pendiente superior al 30 %.
- Las tipologías edificatorias predominantes son la B, presente en el 29,6 % de las parcelas; la C, en el 8,8 %; y la D en el 14,6 %.



Figura 4.10. Distribución del tipo de edificación en función de la pendiente original de los terrenos. Elaboración propia.

Al comprobar la evolución temporal de la pendiente media de las parcelas incluidas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico” (parcelas PAP), desde el comienzo de la urbanización hasta la actualidad (figura 4.11), se observa que aumenta de forma continua, salvo en el periodo comprendido entre 1.990 y 1.999, en el que permanece constante.

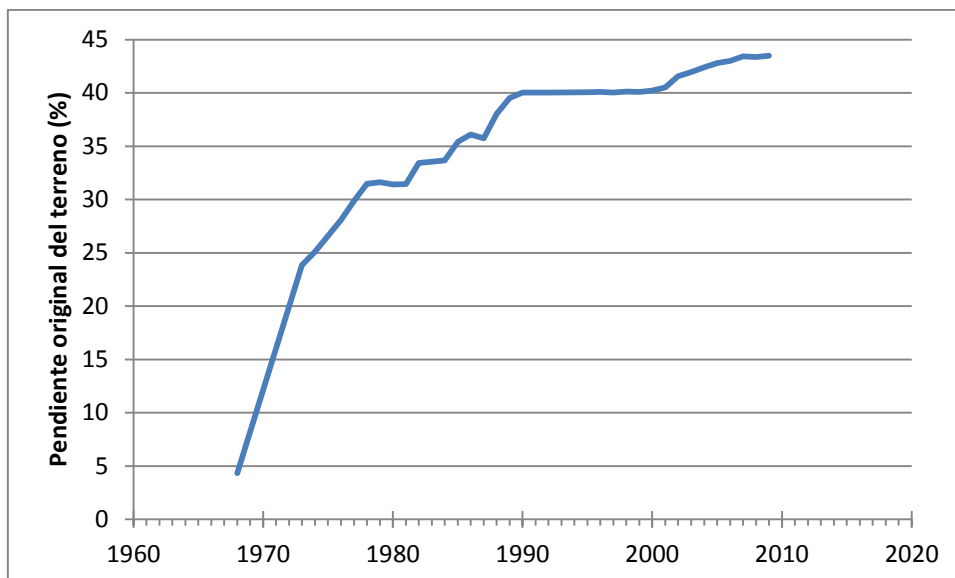
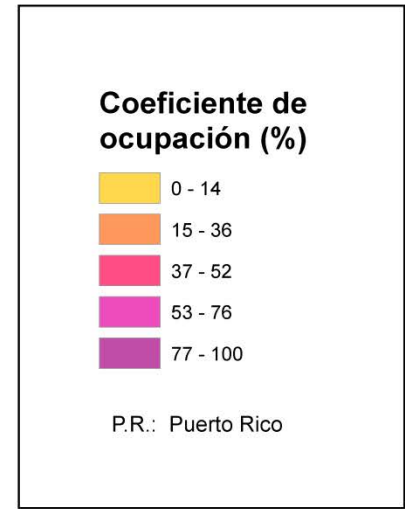
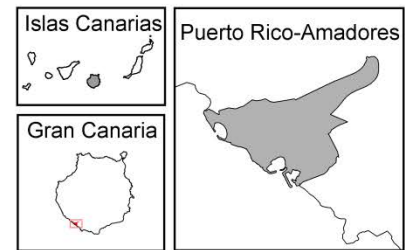
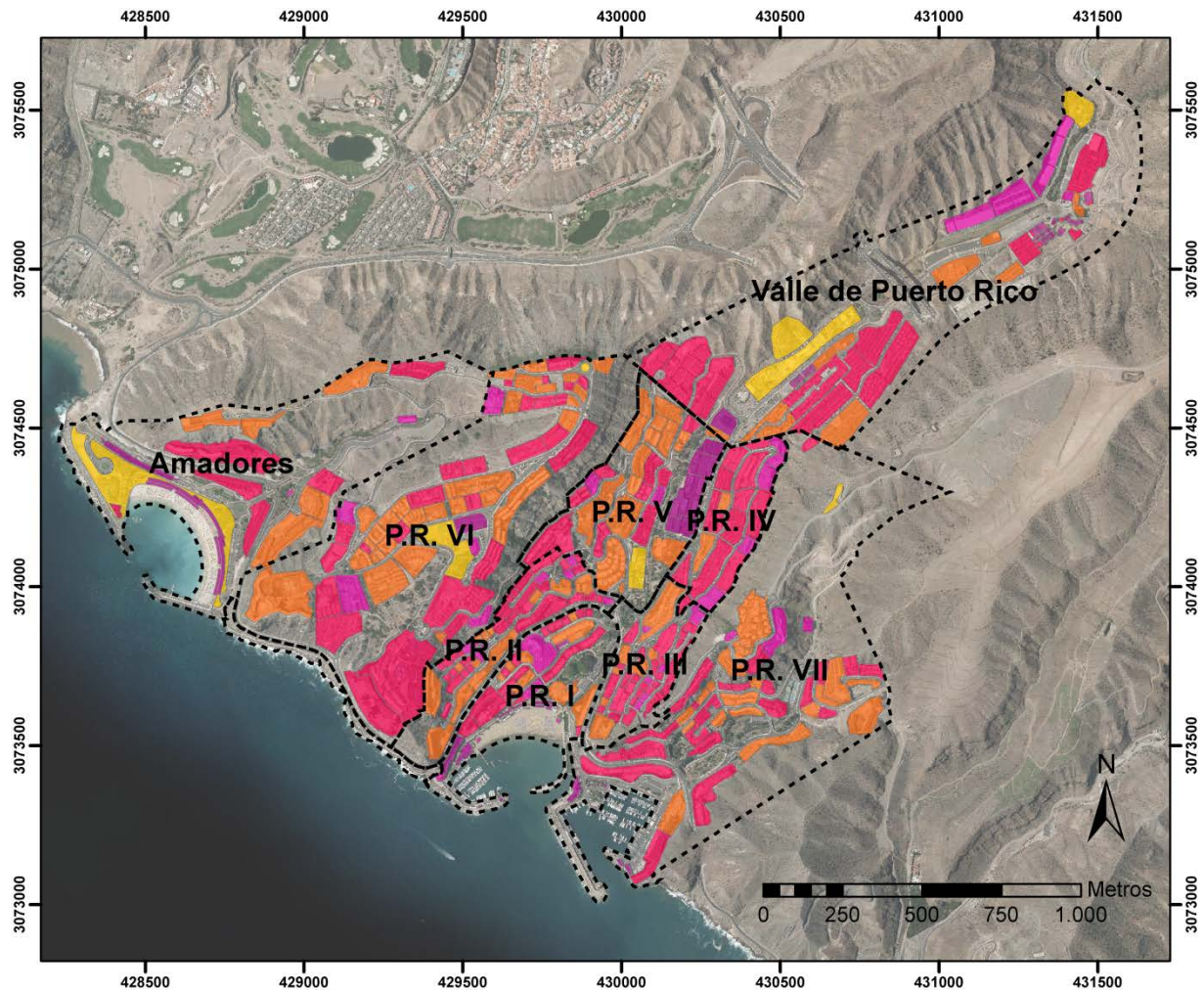


Figura 4.11 Evolución temporal de la pendiente media donde se localizan las parcelas incluidas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico”. Elaboración propia.


4.3.3 Estudio de la morfología edificatoria

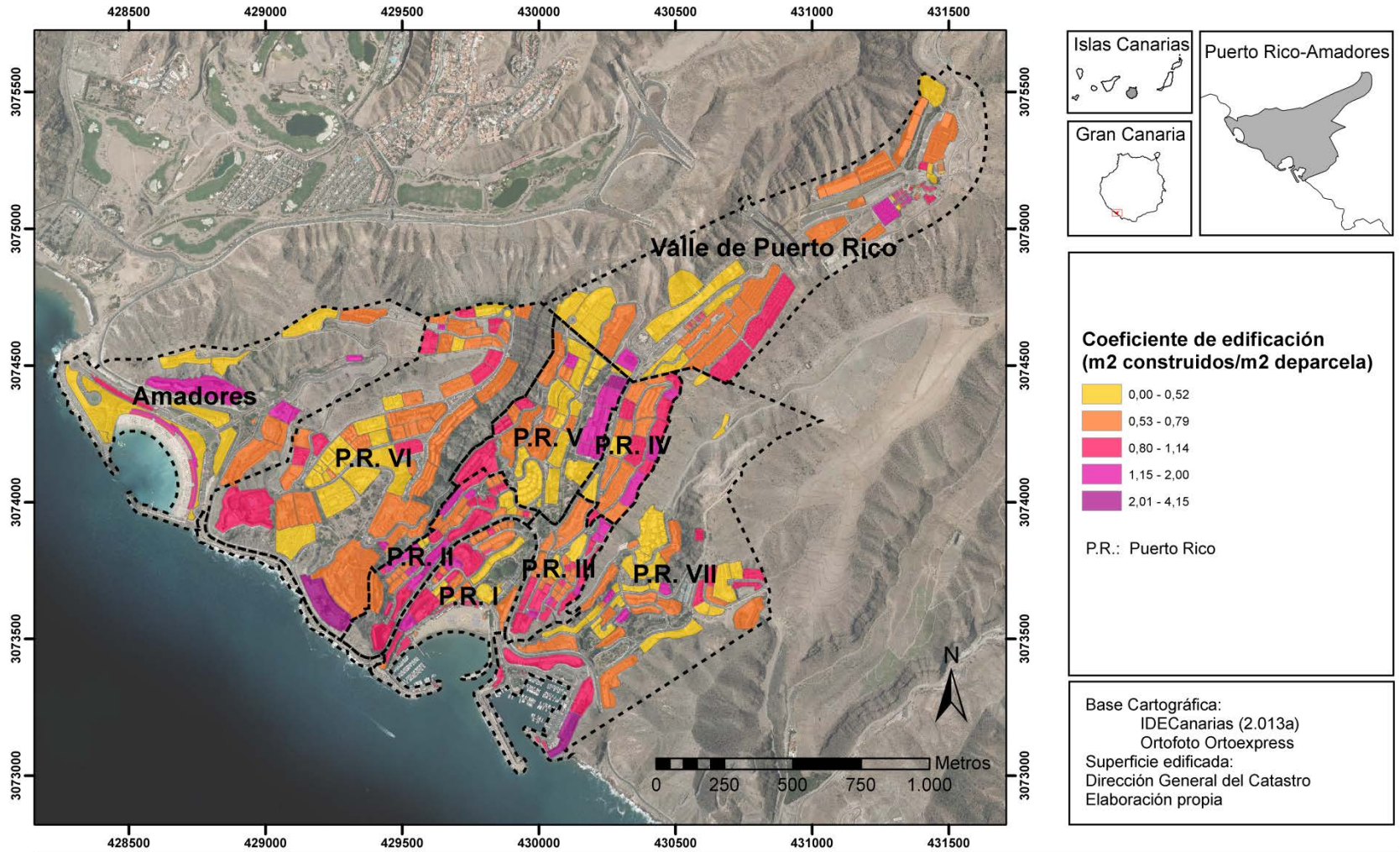
Al estudiar la variación espacial del coeficiente de ocupación de las parcelas (mapa 4.4), se observa que dicho coeficiente es menor en las propiedades situadas sobre la Montaña de Amadores; y también en las parcelas de la fase V, que se encuentran en el fondo y en la ladera de la margen derecha del barranco de Puerto Rico. En general, los centros comerciales presentan valores altos.


Las parcelas situadas en las zonas llanas de las fases I, V y VI tienen coeficientes de ocupación menores que el resto, mientras que las localizadas en la fase IV, y en la zona denominada Valle de Puerto Rico, son las que presentan los valores mayores (mapa 4.5).



Base Cartográfica:
IDECanarias (2.013a)
Ortofoto Ortoexpress

REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº : 4.4
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Coefficiente de ocupación por edificaciones	FECHA: 01/ 2017



REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº : 4.5
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Coefficiente de edificación	FECHA: 01/ 2017

Teniendo en cuenta la superficie total construida, y la superficie total ocupada por edificaciones, en cada zona geomorfológica, y para cada tipo de uso, se han calculado los valores medios de los coeficientes de ocupación y de edificación; la relación entre la superficie ocupada y la superficie construida; y el valor medio del número de plantas aparentes de los edificios (tabla 4.8). Pueden destacarse los siguientes resultados:

- Entre las parcelas alojativas, las que se localizan en el fondo de los barrancos, y en la zona alta de las laderas, son las que tienen mayor coeficiente de ocupación.
- Las parcelas comerciales presentan valores altos en los coeficientes de edificación y, en especial, las localizadas en el fondo del barranco.
- El coeficiente de edificación es sensiblemente mayor en las parcelas alojativas situadas en los acantilados costeros. Las parcelas que se construyen en estos acantilados presentan una relación, entre la superficie ocupada y la superficie construida, menor que el resto de propiedades.
- Los edificios alojativos con mayor número de plantas aparentes se encuentran en los acantilados costeros y en las laderas.
- Además de tener un elevado número de plantas aparentes, las parcelas residenciales situadas en las laderas presentan los mayores valores de la relación en la superficie ocupada y la edificada.

Tabla 4.8. Parámetros urbanísticos medios correspondientes a cada zona geomorfológica. Datos sobre superficie edificada: Dirección General del Catastro. Elaboración propia

Zona	Superficie / coeficiente	Alojativo					Comercial					Industrial				
		S. total	S. ocupada	S. edificada	S. ocupada / S. Edificada	Plantas aparentes	S. total	S. ocupada	S. edificada	S. ocupada / S. Edificada	Plantas aparentes	S. total	S. ocupada	S. edificada	S. ocupada / S. Edificada	Plantas aparentes
Ganado al mar	ha	0	0	0	0,0	0,0	1	1	1	0,9	1,0	0	0	0	0,0	0,0
	C _x		0	0				0,9	1,1				0,0	0,0		
Acantilado	ha	15	5	17	0,3	4,7	0	0	0	0,9	2,0	0	0	0	0,0	0,0
	C _x		0,3	1,1				0,8	0,9				0,0	0,0		
Fondo de Barranco	ha	5	2	3	0,8	1,9	4	3	6	0,6	1,9	0	0	0	1,0	1,0
	C _x		0,4	0,6				0,8	1,4				0,2	0,2		
Interfluvio	ha	10	3	5	0,6	2,3	1	1	0	1,0	1,0	0	0	0	0,0	0,0
	C _x		0,3	0,5				0,8	0,7				0,0	0,0		
Ladera (zona alta)	ha	33	14	21	0,7	4,0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0	0,0	0,0
	C _x		0,4	0,6				0,0	0,0				0,0	0,0		
Ladera (zona baja)	ha	50	20	36	0,6	3,5	0	0	0	0,7	1,9	3	2	1	1,0	1,0
	C _x		0,4	0,7				0,4	0,6				0,6	0,5		
Global	ha	112	44	82	0,5	3,6	7	5	8	0,7	1,7	3	2	2	1,0	1,0
	C _x		0,4	0,7				0,8	1,2				0,6	0,5		

Al estudiar cómo varían los valores medios de los parámetros urbanísticos, según la distancia de las parcelas a la costa (tabla 4.9 y figura 4.12), se han observado los siguientes resultados, que se consideran significativos:

- Tanto el número de plantas, como el coeficiente de edificación de las edificaciones alojativas, alcanzan valores máximos en las zonas próximas al mar, y disminuyen a medida que aumenta la distancia a la costa.
- La relación entre la superficie ocupada, y la superficie edificada, en las parcelas alojativas, es mayor en las distancias a la costa intermedias (aproximadamente entre los 250 y los 1.500 m). En la zona más alejada (2.000-2.700 m) esta relación también es alta, aunque este dato es poco significativo, por ser la superficie total edificada muy baja en esta zona.
- Todas las edificaciones industriales se encuentran en las zonas interiores.
- Las características de las edificaciones comerciales no parecen guardar relación con la distancia a la costa.

Tabla 4.9 Parámetros urbanísticos medios, según la distancia a la costa. Datos sobre superficie edificada: Dirección General del Catastro. Elaboración propia

Zona	Superficie / coeficiente	Alojativo					Comercial					Industrial				
		S. total	S. ocupada	S. edificada	S. ocupada / S. Edificada	Plantas aparentes	S. total	S. ocupada	S. edificada	S. ocupada / S. Edificada	Plantas aparentes	S. total	S. ocupada	S. edificada	S. ocupada / S. Edificada	Plantas aparentes
Terreno ganado al mar	ha	0	0	0	0,0	0,0	1	1	1	0,9	1,0	0	0	0	0,0	0,0
	C _x		0,0	0,0				0,9	1,2				0,0	0,0		
0 - 50 m	ha	4	2	5	0,3	3,8	1	1	1	0,9	1,5	0	0	0	0,0	0,0
	C _x		0,4	1,2				0,9	0,9				0,0	0,0		
50-100 m	ha	5	2	7	0,3	5,1	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0,0	0,0
	C _x		0,4	1,4				0,0	0,0				0,0	0,0		
100-250 m	ha	26	10	19	0,5	4,4	0	0	0	0,7	1,8	0	0	0	0,0	0,0
	C _x		0,4	0,7				0,5	0,6				0,0	0,0		
250-500 m	ha	24	9	16	0,6	3,6	0	0	0	0,7	1,0	0	0	0	0,0	0,0
	C _x		0,4	0,7				0,6	0,8				0,0	0,0		
500-1000 m	ha	35	14	23	0,6	2,9	4	3	5	0,6	2,0	0	0	0	0,0	0,0
	C _x		0,4	0,6				0,8	1,3				0,0	0,0		
1000-1500 m	ha	16	7	11	0,6	3,7	0	0	1	0,5	2,0	0	0	0	1,0	1,0
	C _x		0,4	0,7				0,8	1,5				0,0	0,0		
1500-2000 m	ha	1	0	1	0,4	2,0	0	0	0	0,0	0,0	1	0	0	1,0	1,0
	C _x		0,4	1,0				0,0	0,0				0,0	0,0		
2000-2700 m	ha	1	0	1	0,7	2,3	0	0	0	0,0	0,0	2	1	1	1,0	1,0
	C _x		0,7	1,0				0,0	0,0				0,6	0,5		
Global	ha	112	44	82	0,5	3,6	7	5	8	0,7	1,7	3	2	2	1,0	1,0
	C _x		0,4	0,7				0,8	1,2				0,5	0,5		

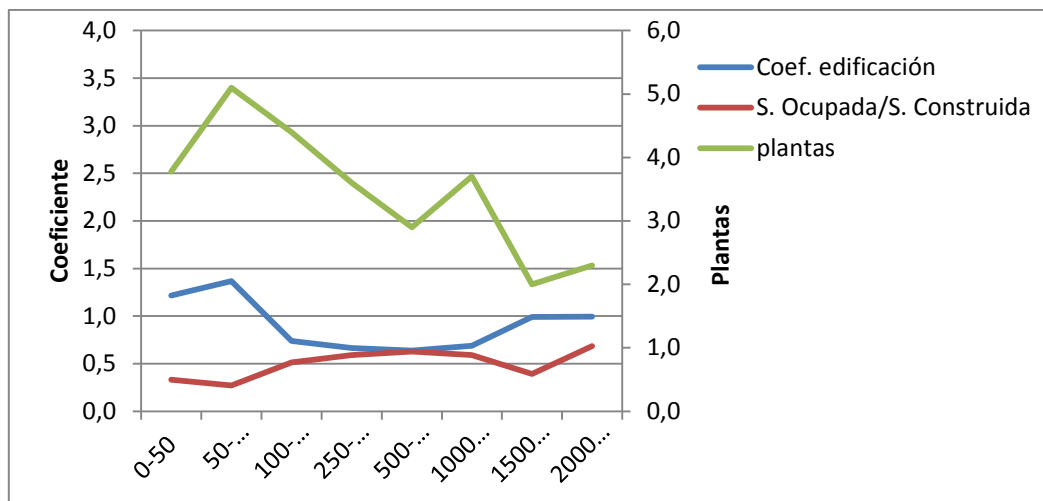


Figura 4.12 Coeficiente de edificación y número de plantas, según la distancia a la costa. En el eje horizontal se representan los intervalos considerados (m) para estudiar la distancia a la costa. Datos sobre superficie construida: Dirección General del Catastro. Elaboración propia

Al estudiar los parámetros urbanísticos brutos, correspondientes a cada etapa de la urbanización, se observa que las fases II, III y IV de Puerto Rico son las que tienen mayores coeficientes de edificación. La fase II, situada en la ladera derecha, en las proximidades de la desembocadura del barranco de Puerto Rico, es la que presenta más plantas aparentes, y tiene un menor coeficiente “superficie ocupada/superficie edificada”. Amadores y Valle de Puerto Rico presentan valores comparativamente menores, en sus coeficientes de ocupación y de edificación (tabla 4.10). El coeficiente de edificación bruto correspondiente al conjunto de la urbanización es $0,44 \text{ m}^2/\text{m}^2$, y el coeficiente bruto de ocupación, $0,25 \text{ m}^2/\text{m}^2$.

Tabla 4.10 Parámetros urbanísticos medios, brutos, correspondientes a cada fase de la urbanización. Datos sobre superficie edificada: Dirección General del Catastro. Elaboración propia

Fase	Superficie (ha)			Coeficiente Ocupación (m ² /m ²)	Coeficiente Edificación (m ² _t /m ²)	S. Ocupada S. Edificada	Plantas
	Bruta	Ocupada	Edificada				
Puerto Rico Fase I	10,6	3,2	5,1	0,30	0,48	0,62	3,4
Puerto Rico Fase II	10,7	3,1	7,4	0,29	0,69	0,42	4,0
Puerto Rico Fase III	8,9	2,5	4,9	0,28	0,55	0,51	3,4
Puerto Rico Fase IV	10,6	3,8	6,5	0,36	0,61	0,58	3,8
Puerto Rico Fase V	21,3	6,7	11,2	0,32	0,53	0,60	2,3
Puerto Rico Fase VI	52,4	13,5	23,9	0,26	0,46	0,56	3,9
Puerto Rico Fase VII	26,9	6,5	12,6	0,24	0,47	0,52	3,5
Amadores	23,9	5,1	9,0	0,21	0,38	0,57	2,5
Valle de Puerto Rico	55,3	9,6	15,4	0,17	0,28	0,62	2,7
Global	220,5	54,0	96,0	0,25	0,44	0,56	3,2

Estudiando, específicamente, los parámetros urbanísticos medios correspondientes a las parcelas incluidas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico” (parcelas PAP), se obtiene la evolución histórica del coeficiente de ocupación, del coeficiente de edificación, y del cociente entre ambos (figura 4.13). Se observa que la relación “superficie ocupada/superficie edificada” mantuvo el valor máximo de 0,61 entre los años 1.988 y 2.001, y descendió progresivamente hasta llegar a 0,54 en 2.009. No se han construido nuevas edificaciones desde entonces. Se calcula que, actualmente, el coeficiente de edificación es de 0,73 m²_t/m², mientras que el coeficiente de ocupación es de 0,39 m²/m².

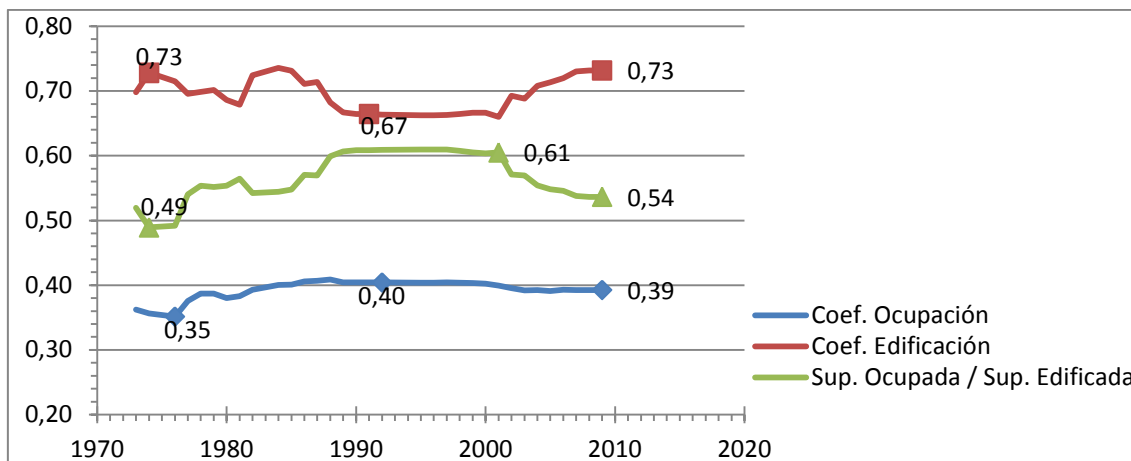


Figura 4.13 Evolución temporal de los parámetros urbanísticos netos correspondientes a las parcelas incluidas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico”. Elaboración propia

Al estudiar la variación de los parámetros urbanísticos de las parcelas PAP, según su distancia a la costa (tabla 4.11), se observa que el coeficiente de ocupación no muestra una tendencia definida. Sin embargo, el coeficiente de edificación alcanza valores máximos en las zonas que distan de la costa menos de 100 m. En estas zonas cercanas al mar se observa, también, que el cociente “superficie ocupada/superficie edificada” es menor. Se encuentra que el número de plantas aparentes alcanza su valor máximo entre los 50 y los 100 m de distancia a la costa. En las zonas más alejadas, comprendidas entre los 1500 y los 2700 m de distancia a la costa, aumenta también el número medio de plantas, aunque este aumento es poco significativo, porque la superficie de las parcelas construidas en esa zona es bastante reducida (1,06 ha).

Tabla 4.11. Variación de los parámetros urbanísticos netos correspondientes a las parcelas incluidas en planes urbanísticos (PAP), según la distancia a la costa. Datos sobre superficie edificada: Dirección General del Catastro. Elaboración propia

Distancia a la costa	Sup. Total (ha)	Sup. Ocupada (ha)	Superficie edificada (ha _i)	Coeficiente de ocupación	Coeficiente de edificación	Plantas aparentes	
						S. Ocupada / S. Edificada	
Ganado al mar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0
0-50	4,25	1,71	5,08	0,40	1,19	0,34	3,8
50-100	4,89	1,86	6,77	0,38	1,38	0,27	5,1
100-250	25,80	9,81	18,91	0,38	0,73	0,52	4,4
250-500	23,53	9,19	15,92	0,39	0,68	0,58	3,6
500-1000	35,40	14,22	22,35	0,40	0,63	0,64	2,9
1000-1500	13,89	5,53	9,54	0,40	0,69	0,58	4,0
1500-2000	0,95	0,37	0,94	0,39	0,99	0,39	2,0
2000-2700	0,11	0,04	0,11	0,38	1,05	0,36	2,0
Global	108,82	42,72	79,62	0,39	0,73	0,54	3,7

La variación de los parámetros urbanísticos de las parcelas incluidas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico” (parcelas “PAP”), según la zona geomorfológica en la que se localizan, se refleja en la tabla 4.12. El coeficiente de ocupación es menor en los acantilados costeros, y en los interfluvios alomados. El coeficiente de edificación es mayor en los acantilados, y en la zona baja de las laderas de los barrancos. El número de plantas aparentes de los edificios situados en los acantilados supera ampliamente el valor medio global, mientras que los edificios con menos plantas aparentes se encuentran en los fondos de los barrancos. En las laderas, la relación entre la ocupación y la edificación es menor en la zona baja, que en la alta, y el número de plantas aparentes es mayor en la parte alta. La menor relación ocupación/edificación se encuentra en los acantilados costeros.

Tabla 4.12. Parámetros urbanísticos netos correspondientes a las parcelas incluidas en planes urbanísticos (PAP), según la zona geomorfológica en la que se localizan. Datos sobre superficie edificada: Dirección General del Catastro. Elaboración propia

Zona Geomorfológica	Sup. Total (ha)	Sup. Ocupada (ha)	Superficie edificada (ha _i)	Coefficiente de Ocupación	Coefficiente de edificación	<u>S. Ocupada</u> <u>S. Edificada</u>	Plantas aparentes
Acantilado costero	14,61	5,12	16,77	0,35	1,15	0,31	4,7
Fondo de Barranco	4,70	1,87	2,55	0,40	0,54	0,74	1,8
Zona baja de ladera	47,40	18,81	34,39	0,40	0,73	0,55	3,6
Zona alta de ladera	32,55	13,54	20,66	0,42	0,63	0,66	4,0
Interfluvio alomado	9,57	3,38	5,26	0,35	0,55	0,64	2,3
Global	108,82	42,72	79,62	0,39	0,73	0,54	3,7

El análisis de los valores medios de los parámetros urbanísticos de las parcelas incluidas en las parcelas PAP comprendidas en cada fase de la urbanización (tabla 4.13) muestra que las fases II, III y IV de Puerto Rico son las que presentan mayores coeficientes de edificación. Por su parte, la fase V es la que presenta una mayor relación ocupación/edificación, siendo la fase IV la que muestra mayor coeficiente de ocupación. En la zona denominada Valle de Puerto Rico se encuentra el mayor número de plantas aparentes.

Tabla 4.13. Parámetros urbanísticos netos correspondientes a las parcelas alojativas previstas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico”, en cada fase de la urbanización. Datos sobre superficie edificada: Dirección General del Catastro. Elaboración propia

Fase	Sup. Total neta (ha)	Sup. Ocupada (ha)	Superficie edificada (ha _t)	Coficiente de Ocupación	Coficiente de edificación	S. Ocupada S. Edificada	Plantas aparentes
Puerto Rico Fase I	5,70	2,35	4,16	0,41	0,73	0,56	3,8
Puerto Rico Fase II	8,06	3,08	7,47	0,38	0,93	0,41	4,0
Puerto Rico Fase III	6,11	2,44	4,83	0,40	0,79	0,51	3,4
Puerto Rico Fase IV	8,18	3,75	6,39	0,46	0,78	0,59	3,8
Puerto Rico Fase V	10,83	4,12	6,51	0,38	0,60	0,63	2,4
Puerto Rico Fase VI	32,34	12,83	22,75	0,40	0,70	0,56	4,0
Puerto Rico Fase VII	16,23	6,00	12,20	0,37	0,75	0,49	3,6
Amadores	9,76	3,53	7,06	0,36	0,72	0,50	3,3
Valle de Puerto Rico	11,61	4,62	8,26	0,40	0,71	0,56	4,1
Global	108,82	42,72	79,62	0,39	0,73	0,54	3,7

Al comprobar la relación entre la tipología edificatoria y los parámetros urbanísticos, de las parcelas incluidas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico” (figura 4.14), se comprueba que las parcelas con mayor ocupación, con mayor relación ocupación/edificación, y con mayor número de plantas aparentes, presentan los tipos edificatorios D y F; y las que tienen mayor coeficiente de edificación, son las de tipo B. Relacionando la superficie que ocupa cada tipología con la superficie total de las parcelas, se encuentra que la más empleada es la C, con un 40,7 %.



Figura 4.14 Parámetros urbanísticos netos correspondientes a las parcelas alojativas contempladas en los planes urbanísticos (PAP), según la tipología edificatoria. Datos sobre superficie edificada: Dirección General del Catastro. Elaboración propia

El Proyecto de Urbanización de Puerto Rico (Ayuntamiento de Mogán, 1.967), estableció en sus ordenanzas que en determinadas parcelas existía la obligación de construir en un solo cuerpo, y limitó directamente, en ellas, el coeficiente de ocupación. Para otras parcelas, situadas en laderas, permitió decidir libremente la adopción de una tipología edificatoria escalonada, en cuyo caso, se eliminaba la limitación directa a la

ocupación, quedando definida ésta por la conjunción de otros parámetros urbanísticos (edificabilidad, retranqueos, o número de plantas). En 1.980, se modificaron las ordenanzas de todas las parcelas de las fases I a VII, permitiendo adoptar libremente la solución “escalonada”, sin limitación directa a la ocupación. El Plan Parcial de Amadores no establece en sus ordenanzas limitaciones directas a la ocupación, mientras que el Plan Parcial Valle de Puerto Rico si lo hace a la ocupación en alguna de sus parcelas. Para comprobar el efecto que ha producido la existencia de estas limitaciones, se reflejan en la tabla 4.14 el coeficiente de ocupación, y la relación ocupación/edificabilidad de las parcelas incluidas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico”. Se comprueba que las parcelas sin limitaciones presentan un coeficiente de ocupación medio que supera en un 3 % al correspondiente a las restantes parcelas; asimismo, el coeficiente superficie ocupada/superficie edificada es un 5 % superior en las parcelas sin limitaciones.

Tabla 4.14. Parámetros urbanísticos netos de las parcelas alojativas construidas al amparo del planeamiento urbanístico propuesto por el promotor, con limitación directa a la ocupación, o sin ella. Datos sobre superficie edificada: Dirección General del Catastro. Elaboración propia

	Limitaciones directas a la ocupación en las ordenanzas específicas		Total
	Sin limitación	Con limitación	
Superficie total (ha)	86,06	22,75	108,82
Superficie ocupada (ha)	34,01	8,71	42,72
Superficie edificada (ha _t)	62,74	16,88	79,62
Coeficiente de ocupación	0,4	0,38	0,39
Coeficiente de edificación	0,73	0,74	0,73
Sup. Ocupada/Sup. Edificada (ha/ha _t)	0,542	0,516	0,537

4.3.4 Densidad

En este apartado se expone, en primer lugar, el cómputo de la población turística y la residencial, para analizar posteriormente la densidad bruta, y la neta.

- **Cálculo de las plazas turísticas previstas**

Se ha contado con los datos recabados en las encuestas realizadas para el Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007), que ofrecen información pormenorizada de los establecimientos de uso originalmente turístico, se encuentren o no dedicados a esa actividad en el momento de la encuesta. Según dichos datos, la capacidad de 137 establecimientos (que representan

el 54% respecto a la totalidad) en Puerto Rico y en la zona denominada Valle de Puerto Rico ascienden a 25.408 plazas. En otros 64 establecimientos (25% de la totalidad), no consta el número de plazas, pero sí el de las unidades alojativas. Por último, existen 55 establecimientos (22% respecto a la totalidad) sin datos sobre plazas ni unidades turísticas.

Partiendo de los datos recogidos en las citadas encuestas, se han calculado las plazas de los establecimientos, de los que consta el número de unidades alojativas, pero no el número de camas, considerando como criterio tres personas por unidad alojativa.

Dividiendo la superficie edificada de los establecimientos en los que se conoce el número de plazas, entre dicho número de plazas, resultan $18,97 \text{ m}^2/\text{plaza}$. Para calcular el número de plazas de los establecimientos turísticos, sobre los que no existen datos, se dividirá su superficie construida entre este coeficiente. Los datos del Patronato de Turismo de Gran Canaria sobre las plazas de Amadores, de más reciente creación, se han confirmado contactando directamente con los establecimientos. Según los cálculos realizados, los establecimientos turísticos construidos en la urbanización tenían originalmente una capacidad alojativa de 36.163 plazas.

- **Cálculo de las plazas turísticas actuales**

Se han contabilizado el número de plazas turísticas, según la información recogida en las fichas del Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007). En estas fichas consta el tipo de alojamiento, diferenciando entre turístico, residencial, mixto, y “no sabe/no contesta”. Para calcular su valor máximo, se suman las plazas correspondientes a los establecimientos de uso exclusivamente turístico, las correspondientes a los de uso mixto, y las de uso desconocido. Para hallar el número mínimo de plazas, se consideran solamente los establecimientos que tienen uso exclusivamente turístico. Según los cálculos realizados, en la urbanización, en 2.008, existen entre 28.074 y 26.137 plazas turísticas.

Al consultar diversas páginas web que gestionan el alquiler de viviendas vacacionales (homeaway, s.f.; airbnb, s.f.), se encuentra un total de 41 ofertas, con 167 plazas. Aunque estas webs ofrecen un mapa de la situación de los lugares que se alquilan, no tiene la suficiente precisión para determinar su emplazamiento. Sin

embargo, se puede constatar que algunas se encuentran en edificios residenciales de Valle de Puerto Rico, y otras, en edificios situados en la zona turística que aparecen con uso residencial, en las fichas del Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007). Se considera que estas cifras no alteran sustancialmente el cálculo de la oferta turística.

Según las Encuestas de Alojamiento Turístico / Series anuales. Canarias por microdestinos turísticos. 2.009-2.015, del Instituto de Estadística de Canarias (tabla 4.15), se produce, entre los años 2.009 y 2.015, un descenso de 1.218 plazas ofertadas. En el año 2.009, las plazas totales ascendían, según este censo, a 21.751, mientras que los cálculos basados en las fichas del Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico (Consejería de Turismo, 2.007), las cifran en un número comprendido entre 28.074 y 26.137, según se ha expuesto anteriormente.

Tabla 4.15. Variación de las plazas turísticas ofertadas y los establecimientos abiertos, Fuente: Encuestas de Alojamiento Turístico / Series anuales. Canarias por microdestinos turísticos. 2.009-2.015, del Instituto de Estadística de Canarias.

	Plazas ofertadas			Establecimientos abiertos		
	Amadores	Puerto Rico	Total	Amadores	Puerto Rico	Total
2015	9.278	11.255	20.533	33	78	111
2014	9.330	11.470	20.800	33	76	109
2013	9.144	11.736	20.880	32	77	109
2012	9.289	12.206	21.495	32	77	109
2011	8.984	12.332	21.316	32	78	110
2010	8.863	12.627	21.490	31	76	107
2009	8.354	13.397	21.751	31	79	110

- **Capacidad alojativa de las edificaciones construidas originalmente con uso residencial**

El Censo de Población y Viviendas de Mogán de 2.011 ha contabilizado en el municipio 2.443 hogares unipersonales, 2.961 de dos personas, 1.964 de tres, y 1.451 de cuatro. Por lo tanto, el tamaño medio del hogar, en este municipio, es de 2,26 personas.

Considerando que la superficie construida de una vivienda media es de 100 m², (estándar generalmente considerado en el planeamiento urbanístico), y relacionando este

parámetro con el tamaño del hogar justificado anteriormente, se llega a la conclusión de que existen 2,26 habitantes por cada 100 metros cuadrados construidos.

Se calcula la capacidad alojativa de las viviendas consideradas, multiplicando el coeficiente obtenido, por su superficie construida. La capacidad alojativa resultante es de 1.843 habitantes, en viviendas situadas en su totalidad en la zona denominada “Valle de Puerto Rico”.

- **Cálculo de la población residente actual**

Según el Padrón continuo de habitantes por unidad poblacional, del Instituto de Estadística de Canarias, el uno de enero de 2.016, en la zona turística de Puerto Rico habitaban de forma permanente 4.005 personas, mientras que en los barrios situados en la zona denominada “Valle de Puerto Rico”, la población ascendía a 2.116 personas (1.058 en Cortadores, 34 en Chaparral, y 1.024 en Motor Grande).

- **Cálculo de la población total:**

Según el Plan Territorial Especial de Ordenación Turística Insular de Gran Canaria (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.014: p. 24): “en las piezas turísticas donde coexisten el uso turístico y el residencial, para el cálculo de la densidad bruta territorial se sumarán al número de plazas de alojamiento las residenciales”. Aplicando este criterio, para hallar la población total actual, se suman las plazas turísticas actuales y la población residente; y para calcular la población prevista, se suman las plazas turísticas previstas, y la capacidad residencial calculada.

Según los cálculos realizados, para el conjunto de la urbanización, la población inicialmente prevista era de 38.006 personas, y la actual se encuentra comprendida entre 32.299 y 34.236 personas.

- **Superficie de referencia para el cálculo de la densidad bruta**

La superficie de referencia para el cálculo de la densidad bruta se estima aplicando el reglamento que regula los estándares turísticos (Decreto 10/2.011 de 22 de enero), según el cual, no han de contabilizarse, para el cálculo de la densidad, los terrenos que carezcan de aptitud topográfica, entre los que se encuentran los cauces de los barrancos, y los que tengan pendiente superior al 30%. Considerando este criterio, la superficie bruta total en la zona de estudio es de 220,5 ha.

- **Densidad bruta**

La densidad global ha disminuido a lo largo del tiempo, ya que el descenso del número de plazas turísticas ha sido mayor que el aumento de la población residente. Al comparar la densidad bruta prevista, con la actual, en el conjunto de la urbanización (tabla 4.16), se encuentra que las mayores densidades se proyectaron para las fases II, III y IV de Puerto Rico, superando los 300 h/ha. Por el contrario, Amadores y “Valle de Puerto Rico” son los sectores con menor densidad prevista. Actualmente, estas dos últimas zonas son también las que presentan menor densidad, aunque hay que tener en cuenta que aún quedan bastantes parcelas por edificar en ellas. Por otra parte, la capacidad alojativa actual de la zona denominada “Valle de Puerto Rico” (2.116 habitantes), supera ligeramente ya a la prevista (1.843 habitantes).

En conjunto, en la urbanización de Puerto Rico-Amadores residen actualmente 6.162 personas, y existen entre 32.299 y 34.236 plazas alojativas. La densidad bruta actual puede estar comprendida, por lo tanto, entre 147 y 155 h/ha.

Tabla 4.16. Densidad bruta prevista y actual, en cada fase de la urbanización (PR: fase del proyecto de Puerto Rico). Elaboración propia, según datos del Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico, Patronato de Turismo e Instituto de Estadística de Canarias

	PR I	PR II	PR III	PR IV	Pr V	PR VI	PR VII	Puerto Rico	Amadores	Valle PR	Global
Superficie Bruta (ha)	10,6	10,7	8,9	10,6	21,3	52,4	26,8	141,3	23,9	55,3	220,5
Situación Prevista											
Plazas Turísticas	1542	3937	2845	3777	4083	11299	5472	32955	2020	1188	36163
Capacidad alojativa										1843	1843
Plazas + residentes	1542	3937	2845	3777	4083	11299	5472	32955	2020	3031	38006
Densidad (h/ha)	145	367	321	358	192	216	204	233	85	55	164
Situación actual											
Plazas Turísticas (máximo)	814	2655	1237	2917	3437	9326	4521	24907	1979	1188	28074
Plazas Turísticas (mínimo)	721	2285	1133	2649	2939	9090	4153	22970	1979	1188	26137
Residentes								4005	41	2116	6162
Plazas Tur. + residentes (máximo)								28912	2020	3304	34236
Plazas Tur. + residentes (mínimo)								26975	2020	3304	32299
Densidad máxima (h/ha)								205	85	60	155
Densidad mínima (h/ha)								191	85	60	147

• **Densidad neta proyectada**

Al comprobar la evolución temporal de la densidad neta, calculada según la capacidad de alojamiento prevista en los proyectos, no se observan excesivas variaciones. Desde el comienzo de la urbanización, hasta 1.985, la superficie disponible por persona fue disminuyendo, hasta llegar al máximo de 25 m²/persona. Después de una estabilización entre los años 1.977 y 1.999, ha ido aumentando hasta llegar a los 29 m²/persona actuales (figura 4.15)

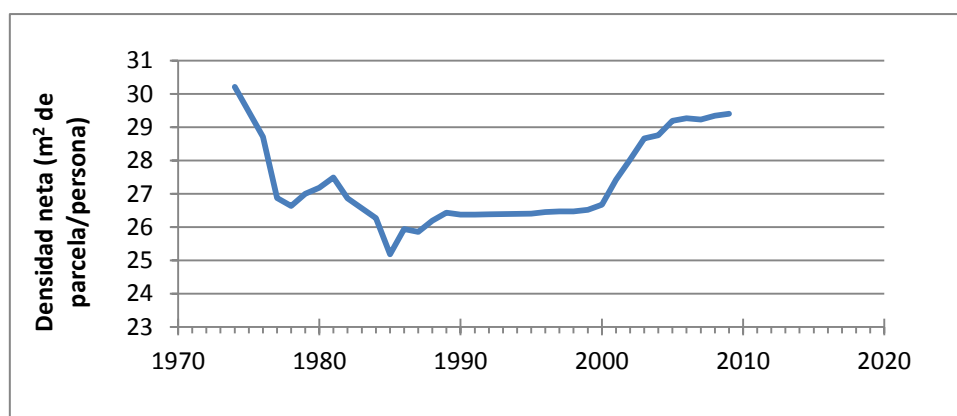


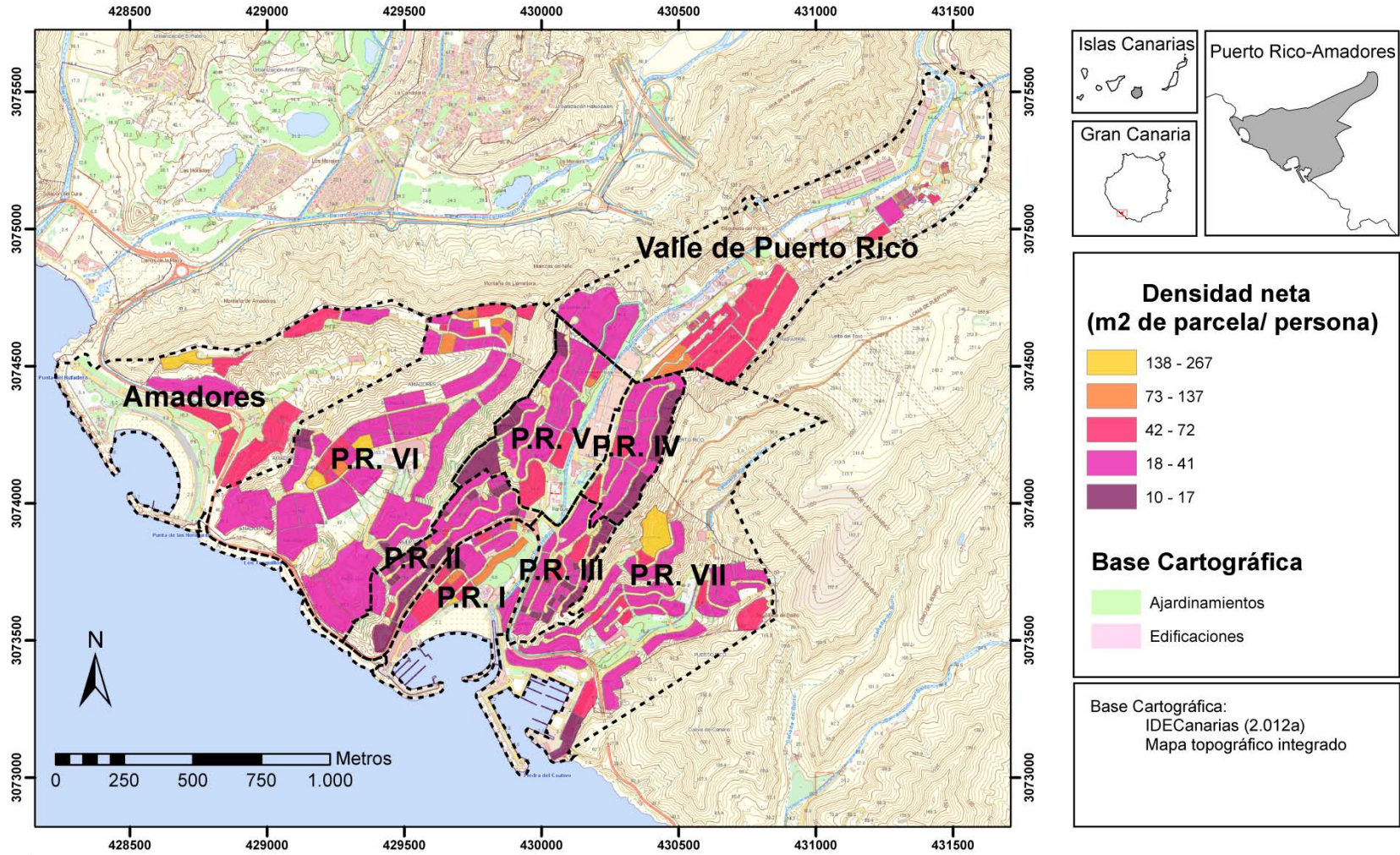
Figura 4.15 Evolución temporal de la densidad neta prevista en la urbanización Puerto Rico-Amadores. Elaboración propia, según datos del Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico, Patronato de Turismo, Instituto de Estadística de Canarias y fotografías aéreas históricas

Al estudiar espacialmente la densidad neta (mapa 4.6), se encuentra menor densidad en las parcelas situadas en zonas llanas. Las que se localizan en las laderas, y en particular, las que lo hacen en la parte superior, al pie de los espacios libres situados en ellas, son las que tienen mayor densidad. También se aprecia mayor densidad en las parcelas próximas a la costa.

Centrando el análisis en las parcelas turísticas, se observa, al comparar los valores medios ponderados, que las menores densidades se encuentran en Amadores, y en las fases I y VII de Puerto Rico. Por el contrario, las parcelas de las fases II, III y IV de Puerto Rico son las más densas. A nivel global, se encuentra que la densidad neta en las parcelas turísticas es de 38,4 m²/persona, y que el 86 % de las parcelas tiene menos de 50 m²/persona. No obstante, se observa una notable dispersión en los datos (tabla 4.17).

Tabla 4.17. Análisis estadístico de la densidad neta prevista para las parcelas turísticas de cada fase del núcleo turístico Puerto Rico-Amadores. Elaboración propia, según datos del Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico, Patronato de Turismo, Instituto de Estadística de Canarias

	m ² de parcela/persona				Nº de parcelas	menos de 50 m ² /persona	
	Mínimo	Promedio ponderado	Máximo	desviación típica		Número	%
Puerto Rico Fase I	10	48,2	247	47,3	25	17	68,0
Puerto Rico Fase II	13	23,5	82	12,1	45	44	97,8
Puerto Rico Fase III	10	25,4	61	10,8	40	39	97,5
Puerto Rico Fase IV	13	24,5	44	9,0	21	21	100,0
Puerto Rico Fase V	14	33,0	137	24,7	25	22	88,0
Puerto Rico Fase VI	12	35,7	198	39,0	59	45	76,3
Puerto Rico Fase VII	12	50,9	267	39,6	38	33	86,8
Amadores	30	59,3	171	39,7	10	4	40,0
“Valle de Puerto Rico”	36	36,4	38	1,2	3	3	100,0
Total	10	38,4	267	32,4	266	228	85,7




Densidad neta (m2 de parcela/ persona)

- 138 - 267
- 73 - 137
- 42 - 72
- 18 - 41
- 10 - 17

Base Cartográfica

- Ajardinamientos
- Edificaciones

Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.012a)
 Mapa topográfico integrado

REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº : 4.6
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Densidad neta prevista	FECHA: 01/ 2017

4.3.5 Red viaria e Infraestructuras

El sistema general viario está formado por la carretera GC-500, que discurre paralela a la costa; la autopista GC-1, que atraviesa la zona urbana de Puerto Rico sobre un viaducto; y el ramal viario que une el barranco de Puerto Rico con el barranco del Lechugal, por medio de un túnel.

La red viaria interna está formada por calles con distintas jerarquías, dotadas de aceras peatonales. Existen, además, paseos peatonales que discurren por las zonas verdes, escaleras que salvan desniveles entre las calles situadas en las laderas, y un paseo marítimo que une la playa de Puerto Rico con la de Amadores.

La red de abastecimiento se alimenta de una planta desalinizadora que se encuentra situada en el barranquillo de Agua de la Perra. Las aguas residuales son transportadas por la red de alcantarillado, y bombeadas hasta la estación depuradora que se encuentra en el extremo nororiental de la urbanización, cerca del cauce del barranco de Puerto Rico. Parte de las aguas depuradas se emplean para el riego de las zonas verdes, que se realiza a través de una red específica. La red de drenaje es muy reducida, y las aguas pluviales circulan, principalmente, por gravedad sobre las calzadas hasta llegar a las canalizaciones que se han construido en los barrancos. Las redes eléctricas y las canalizaciones de telecomunicaciones discurren bajo las aceras.

Existe un puerto deportivo con dos dársenas: “Puerto Base”, que está situada en la desembocadura del barranquillo de Agua de La Perra, y “Puerto Escala”, en la desembocadura del Barranco de Puerto Rico. Tienen una capacidad conjunta para 526 atraques, con un calado máximo de 5 m. Tanto las dársenas, como las playas artificiales, están protegidas por diques de abrigo.

4.4 Grado de Cumplimiento de los parámetros previstos por el propio planeamiento urbanístico

En la tabla 4.20 se comparan los parámetros urbanísticos previstos en el planeamiento, con los existentes en la actualidad. En el proyecto original figuraban, en la fase VII, diversas parcelas alojativas, con una superficie total de 3,4 ha, y una superficie edificable aproximada de 1,7 ha, que no se llegaron a urbanizar y que fueron desclasificadas posteriormente. Puede observarse que la población de Puerto Rico duplica, prácticamente, a la prevista en su proyecto, a pesar de que quedan aún 2,8 ha de solares edificables en las fases V, VI y VII, con uso alojativo turístico (se ha descontado del cómputo de las plazas totales previstas, las correspondientes a las parcelas desclasificadas). La superficie edificada que existe actualmente en Puerto Rico es un 30% inferior a la que preveía su proyecto de urbanización.

El coeficiente de edificabilidad bruto estipulado en la Delimitación de Suelo Urbano de Mogán (Ayuntamiento de Mogán, 1.975), era de $0,2 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Este instrumento de planeamiento no ha condicionado el desarrollo de la urbanización, ya que el Proyecto de Puerto Rico había sido aprobado con anterioridad, y los planes de Amadores y Valle de Puerto Rico se aprobaron después de su derogación por las Normas Subsidiarias de Planeamiento (Ayuntamiento de Mogán, 1.987). Este coeficiente de edificabilidad equivale, para una altura de planta de 3 m, a $0,067 \text{ m}^2/\text{m}^2$, valor que ha sido superado en todas las fases.

Tabla 4.18 Comparación de los parámetros urbanísticos previstos en el planeamiento con los realmente ejecutados en el núcleo turístico Puerto Rico-Amadores. Fuentes: Proyecto de urbanización de Puerto Rico, Texto Refundido del Reformado del Reformado del Plan Parcial Amadores, Modificación puntual del Plan Parcial Valle de Puerto Rico. Elaboración propia

	Puerto Rico	Amadores	“Valle de Puerto Rico”	Total
Superficie (ha, descontando espacios libres inaccesibles)	141	24	55	220
Capacidad de alojamiento prevista	18.500	3.648	No consta	
Superficie edificada prevista (ha)	98,7	10,9	17,7	127,2
Coefficiente de edificabilidad bruto previsto (m^2_t/m^2)	0,7	0,45	0,32	0,58
Densidad bruta prevista (h/ha)	130	153		
Capacidad de alojamiento actual	32.955	2.020	3.031	38.006
Superficie edificada actual (ha_c)	72	9	15	96
Coefficiente de edificabilidad bruto actual (m^2_t/m^2)	0,51	0,38	0,28	0,44
Densidad bruta actual (h/ha)	233	85	55	172
Solares de uso alojativo (ha)	2,8	1,3	8,5	12,6

En Amadores también quedan parcelas turísticas sin edificar, que tienen una superficie total de 1,3 ha. En la zona denominada “Valle de Puerto Rico” quedan 8,5 ha de suelo para uso alojativo, aunque la mayor parte de esta superficie tendrá uso residencial, ya que solamente se ha previsto uso turístico para uno de los solares restantes.

Resulta significativo que la superficie edificable prevista en los planes urbanísticos promovidos no ha sido alcanzada en ninguna de las zonas.

Tras el análisis realizado, pueden señalarse como rasgos esenciales del modelo territorial, su alta densidad y la ocupación prácticamente continua de los fondos de los barrancos, las laderas y las lomas (quedando libres solamente los terrenos más escarpados, imposibles de urbanizar), siguiendo un proceso de urbanización que no se ha visto afectado, prácticamente, por la evolución de la normativa.

5. PROBLEMÁTICA URBANÍSTICA

Se analizan, en este capítulo, los problemas derivados de la morfología urbana resultante del modelo territorial adoptado. Para ello se han considerado, como criterios de referencia, las determinaciones que establece la normativa vigente, para territorios equiparables. De tal manera que, tras realizar el análisis, se pueda estimar en qué medida la urbanización existente podría haberse ejecutado en la actualidad, bajo un marco jurídico que incorpora un mayor número de consideraciones ambientales en la ordenación del territorio.

5.1. Inadecuación del emplazamiento

Se han considerado las limitaciones que establece la normativa vigente, para evitar la urbanización, o la construcción de edificaciones, en zonas que revistan peligro, que formen parte del dominio público, o que necesiten ser preservadas por motivos paisajísticos. A continuación, se citan las normas aplicables, y las respectivas restricciones que estipulan.

- El Decreto por el que se regulan los estándares turísticos, establece que los terrenos con pendiente superior al 30 % “deberán excluirse expresamente del aprovechamiento turístico alojativo” (Decreto 10/2.001, de 22 de enero, art 3.2).
- Por su parte, las Directrices de Ordenación General y las Directrices de Ordenación del Turismo de Canarias (Ley 19/2.003, de 14 de abril), señalan, como recomendación, que el planeamiento urbanístico “Evitará la ocupación por la edificación y la urbanización de los terrenos con pendiente superior al 50 %, así como aquellos que afecten a líneas de horizonte o a perfiles destacados del terreno, como lomos, conos, montañas y otros” (Directriz 112). La Directriz 50, de prevención de riesgos, establece, con carácter de norma de aplicación directa, que “La justificación precisa y exhaustiva, y el análisis ponderado de las características geológicas y orográficas del lugar de actuación, serán requisitos necesarios para la excepcional ocupación y canalización de barrancos, barranquillos y escorrentías”.

- La Ley 22/1.988, de 28 de Julio, de Costas establece que:
 - Artículo 23: “1. La servidumbre de protección recaerá sobre una zona de 100 metros medida tierra adentro desde el límite interior de la ribera del mar”.
 - Artículo 25: “1. En la zona de servidumbre de protección estarán prohibidos: a) Las edificaciones destinadas a residencia o habitación”.

Esta ley ha sido modificada por la Ley 2/2.013, de 29 de mayo, por la Ley 25/2.009, de 22 de diciembre, y por otras disposiciones, pero los artículos mencionados siguen vigentes.
- El Real Decreto 9/2.008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1.986, de 11 de abril (art. 9.2), estipula que:
 - “... en estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas por el organismo de cuenca aquellas actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dichas zonas”.
 - “La zona de flujo preferente es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes”.

En el mapa 5.1 se representan las zonas urbanizadas en las que, de aplicar la normativa actual, no se permitiría implantar edificaciones, destacándose las construcciones existentes que resultarían inconformes. Las limitaciones consideradas han sido:

- Recomendación de evitar edificar en zonas con pendiente superior al 50%
- Recomendación de evitar edificar en zonas que afectan a líneas de horizonte o a perfiles destacados del terreno.
- Prohibición edificaciones residenciales a menos de 100 m de la ribera del mar.
- Prohibición de construir en zonas inundables por la dinámica fluvial. Para delimitar la zona de flujo preferente, se ha considerado la extensión de la lámina de agua, para ese periodo de retorno, de los mapas de peligrosidad y riesgos de inundación del Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria (Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, 2.014). Además, y dado que la lámina de agua solamente se representa, en los citados mapas, sobre los espacios no edificados,

se han incluido como zonas inundables, las parcelas rodeadas por ella, y las que presentan sótanos que puedan inundarse si el nivel de agua asciende en el exterior. Se ha comprobado, además, que quedan incluidas las zonas que han sufrido inundaciones fluviales, constatadas, durante los últimos 20 años.

- Prohibición de edificaciones alojativas turísticas en terrenos con pendiente superior al 30 %.

Al aplicar los criterios señalados, utilizando como herramienta el SIG, se constata que las siguientes zonas de la urbanización no cumplirían la normativa vigente:

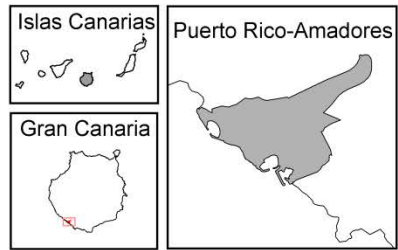
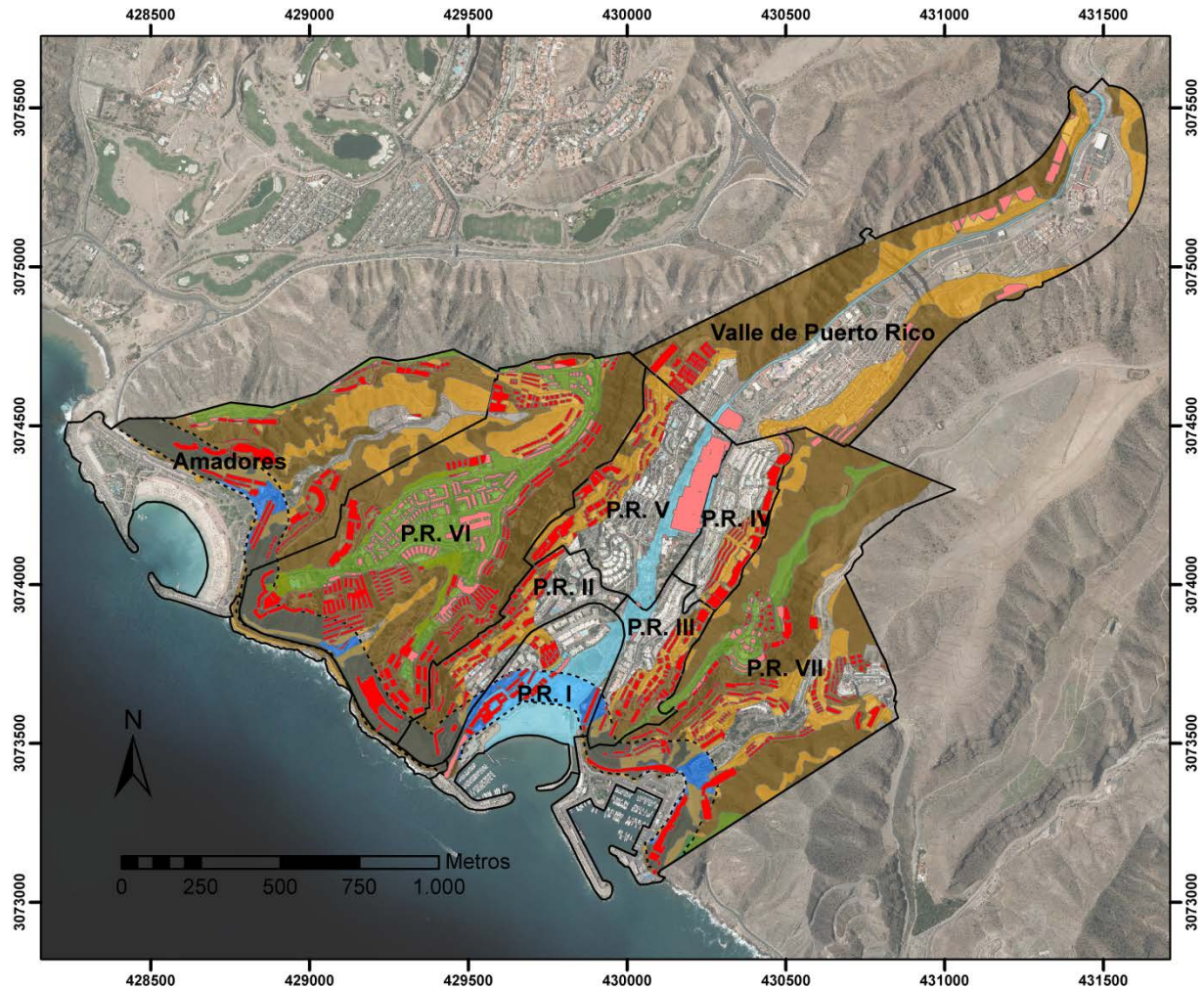
- Todas las edificaciones del Barranco de Amadores
- Toda la fase VI
- Prácticamente toda la fase VII
- Las edificaciones situadas en las zonas con mayor pendiente de las fases II, III, IV y V de Puerto Rico, y de Valle de Puerto Rico.
- Diversas parcelas situadas en el barranco de Puerto Rico. Algunas de ellas, adyacentes a la canalización, tienen sus sótanos situados a menor cota que la coronación de los muros del canal.

Al realizar un análisis cuantitativo (tabla 5.1), se concluye que el 69,6 % de las edificaciones existentes en el núcleo urbano no deberían ser permitidas en una nueva urbanización que respetara las limitaciones establecidas actualmente por la legislación. Si nos atenemos estrictamente a las limitaciones regladas, sin posibilidad de interpretación discrecional (limitación de pendiente al 30 % para parcelas alojativas turísticas y prohibición de alojamientos en la zona de servidumbre del Dominio Público Marítimo Terrestre), resultaría inconforme el 51 % de la superficie ocupada por edificaciones en la actualidad.

Tabla 5.1. Edificaciones que no resultarían admisibles en una hipotética nueva urbanización, por su emplazamiento, según la legislación y el planeamiento vigentes en Noviembre de 2.016.

Prohibición o recomendación	Superficie ocupada por edificaciones	
	ha	% de superficie donde no se cumplen los requisitos de la normativa vigente en noviembre de 2.016, con respecto a la superficie total ocupada por edificaciones
Prohibición de urbanización o edificación turística en terrenos con pendiente superior al 30 %	26,37	48,3
Prohibición de edificar en zonas de flujo preferente o con inundaciones constatadas	3,51	6,4
Prohibición de edificaciones alojativas en Servidumbre de protección DPMT	5,60	10,3
Recomendación de no urbanizar ni edificar en perfiles destacados del terreno	5,89	10,8
Recomendación de no urbanizar ni edificar zonas con pendiente del terreno mayor al 50%	2,13	3,9
Superficie total no ocupable por edificaciones según interpretación reglada (servidumbre de DPMT + edificaciones turísticas en pendientes superiores al 30 %)	27,86	51,0
Superficie total no ocupable por edificaciones	38,03	69,6
Superficie total ocupada por edificaciones	54,61	

Si se compara la pendiente máxima natural del terreno, permitida por la legislación canaria para localizar edificaciones, con las limitaciones establecidas en otras comunidades autónomas situadas en la costa española, se observan notables diferencias. Baleares fija una pendiente máxima del 100 % para los municipios sin instrumento de planeamiento aprobado (Ley 6/1.999, de 3 de abril, de las Directrices de Ordenación Territorial de las Illes Balears y de Medidas Tributarias, disposición transitoria 16); Cataluña, del 50 % (Decreto Legislativo 1/2.010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de urbanismo, art. 9 del capítulo II); y Valencia, del 20 % (Ley 5/2.014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana, Anexo I). Ya en el ámbito internacional, sirva como ejemplo el trabajo de Olshansky (1.998), que estudió las respectivas regulaciones en los Estados Unidos. Para ello, analizó un total de 150 jurisdicciones, encontrando que en ninguna se permite edificar en pendientes superiores al 40 %, y que en el 79% de ellas se establece un valor máximo de la pendiente inferior al 20 %.



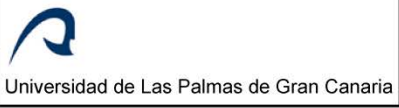
Leyenda

- localización incorrecta
- localización incorrecta (discrecional)
- Perfiles destacados del terreno
- Pendiente del terreno mayor a 50 %
- Pendiente del terreno entre 30 y 50 %
- Peligro de inundación (PR 100 años)
- Servidumbre protección DPMT

Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.012c)
 Ortofoto Ortoexpress

REDACTOR:
Francisco J. Macías González

TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



DOCUMENTO:
Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.

PLANO:
Edificaciones con localización incorrecta según legislación y planeamiento territorial vigentes en Noviembre de 2016

Mapa Nº :
6.1

FECHA:
01/ 2017

5.2 Alta densidad poblacional

Se analiza, separadamente, la densidad poblacional bruta y la neta. En la primera se considera la relación entre el número de habitantes, y la superficie total de la urbanización, sin incluir en esta superficie el suelo destinado a sistemas generales. Por su parte, para calcular la densidad neta se establece la relación entre la superficie de las parcelas de uso alojativo y el número de personas que pueden albergar.

- **Verificación del cumplimiento del estándar de densidad bruta**

Dado que el núcleo tiene una superficie edificada turística superior al 30% de la edificabilidad total, posee la consideración de urbanización turística y está, por lo tanto, sujeto al Decreto de estándares turísticos (Decreto 10/2.001, de 22 de enero, art. 1.2). Este Decreto establece (art. 3), que “Para poder ser destinados al uso turístico por los instrumentos de planeamiento urbanístico, o contabilizarse en la determinación de los índices de densidad, los terrenos han de tener una aptitud topográfica” ...” las pendientes han de ser inferiores al 30 por ciento, para el conjunto de la urbanización, o al 15 por ciento para el sistema de espacios libres” [...] “Los cauces de los barrancos, montículos u otros enclaves presentes en el ámbito delimitado para la urbanización turística, con pendientes iguales o superiores a las señaladas en el párrafo anterior, deberán excluirse expresamente del aprovechamiento turístico alojativo”.

El PIO (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004, art 212) acató estas limitaciones, y estableció que “en la Zona Turística Litoral del Sur la densidad bruta máxima de alojamiento temporal de las piezas territoriales turísticas será de 50 plazas/ ha”.

Según puede comprobarse en la tabla 4.16 del apartado 4.3.4, la densidad bruta actual excede los 50 h/ha en todas las zonas. Puerto Rico, con una densidad comprendida entre 191 y 205 h/ha, es la zona que más sobrepasa este límite. Las fases con menor densidad actual son Amadores (85 h/ha) y la zona denominada “Valle de Puerto Rico” (60 h/ha), aunque estas fases son, precisamente, las que tienen mayor número de solares pendientes de edificar.

La densidad neta actual de Puerto Rico, tras el proceso de residencialización, es algo menor que la proyectada (obtenida al considerar la capacidad alojativa total prevista

para los establecimientos turísticos), aunque sobrepasa ampliamente el estándar permitido.

- **Cumplimiento del estándar de densidad neta**

La densidad neta de las parcelas turísticas no podrá ser inferior a 60 metros cuadrados de superficie mínima de parcela, por plaza alojativa, aunque en núcleos urbanos sujetos a operaciones de rehabilitación, esta limitación puede reducirse a 50 m²/plaza (Decreto 10/2.001, de 22 de enero, art. 5).

Al comprobar la densidad neta de las parcelas turísticas, que se presenta en la tabla 4.19 del apartado 4.3.4, se observa que el 86% de ellas tiene menos de 50 m² de superficie por plaza alojativa. Las fases II, III y IV de Puerto Rico, y las tres parcelas turísticas de la zona denominada “Valle de Puerto Rico” son las que incumplen, en mayor medida, este requisito.

5.3 El uso residencial de los establecimientos turísticos

En cifras aproximadas, se observa que el proceso de residencialización ha afectado al 30 % de la superficie de parcelas, al 25 % de la superficie construida, y al 50 % de los establecimientos (tabla 5.2). Las diferencias entre estos porcentajes indican que esta evolución se ha producido, especialmente, en los establecimientos de menor capacidad.

Tabla 5.2. Transformación del uso alojativo turístico al residencial. Elaboración propia, según datos del Programa de Regeneración de Puerto Rico (2.007), el Proyecto de Urbanización de Puerto Rico (1.966), el Reformado del Plan Parcial de Amadores (1.988) y la Modificación Puntual del Plan Parcial de Valle de Puerto Rico (2.002)

	Número de parcelas	Superficie de parcelas (ha)	Superficie edificada (ha,)
Alojamientos turísticos previstos en el planeamiento	266	101,56	73,72
Alojamientos turístico en la actualidad	126	68,36	53,28
Alojamiento turístico de uso mixto en la actualidad	14	4,24	2,93
Alojamiento turístico sin datos del uso actual	5	1,38	0,81
Relación entre uso turístico actual y el previsto	47 – 54 %	67 - 73 %	72 - 77 %

En la figura 5.1 se muestra la situación de las parcelas afectadas. Puede comprobarse que se sitúan, principalmente, en las primeras fases de la urbanización, aunque el proceso no ha afectado aún a las propiedades edificadas más recientemente, en las proximidades de la costa.

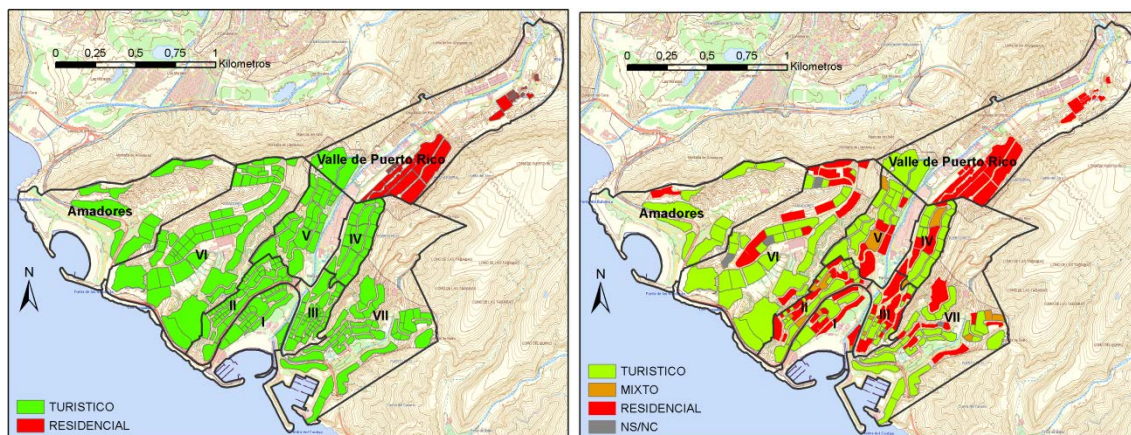


Figura 5.1 Parcelas destinadas por el planeamiento a uso alojativo (izquierda), y uso actual (derecha). Elaboración propia, según datos del Programa de Regeneración de Puerto Rico (2.007), el Proyecto de Urbanización de Puerto Rico (1.966), el Reformado del Plan Parcial de Amadores (1.988) y la Modificación Puntual del Plan Parcial de Valle de Puerto Rico (2.002).

Según se justifica en el capítulo 4, se han proyectado edificios turísticos para albergar a 36.163 personas en la urbanización, pero las plazas actuales se encuentran comprendidas entre 28.074 y 26.137. Por lo tanto, el número de plazas turísticas que han dejado de ofertarse oscila ente 8.589 y 10.026.

Por su parte, el Plan de Modernización, Mejora e Incremento de la Competitividad de Costa de Mogán (Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política Territorial, 2.015, p. 318) señala que el número de plazas perdidas en Puerto Rico asciende a 7.633, citando fuentes del Patronato de Turismo y del Gobierno de Canarias.

5.4. Escasez de dotaciones y equipamientos

- El Plan Insular de Ordenación (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004, art. 213), establece que:
 - ... ”para cada pieza territorial turística los Planes Generales de Ordenación deberán prever, como condición de calidad del espacio turístico, los siguientes requisitos:
 - a) Dotaciones y/o Equipamiento deportivo, cultural, social y de ocio:
 - Reserva mínima de suelo 20 m²/plaza.
 - Edificabilidad mínima: 5 m²/plaza.
 - b) Dotaciones y/o Equipamiento comercial y de servicios a las personas:
 - Edificabilidad mínima: 1 m²/plaza.
 - Edificabilidad máxima: 1,5 m²/plaza”
- Por su parte, el Reglamento de Planeamiento (Real Decreto 2159/1.978, de 23 de junio, art. 12) establece que en los suelos de uso terciario, con un número de viviendas comprendido entre 2.000 y 5.000, se deben prever, por cada vivienda, 8 m² de superficie de suelo deportivo, 4 m² de superficie construida de equipamiento comercial, 4 m² construidos de equipamiento social y 16 m² de suelo de uso educativo.

Aplicando los dos estándares mencionados anteriormente, se comparan, en la tabla 5.3, las extensiones de las dotaciones y los equipamientos existentes en la actualidad, cuya ubicación puede observarse en el mapa 5.2, con las que serían necesarias para las plazas turísticas y las viviendas previstas.

Tabla 5.3 Comparación de las dotaciones y/o equipamientos existentes, con los necesarios para la población total prevista (turística y residencial), según el Plan Insular (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004) y el Real Decreto 2159/1.978, de 23 de junio. Equipamientos y dotaciones existentes

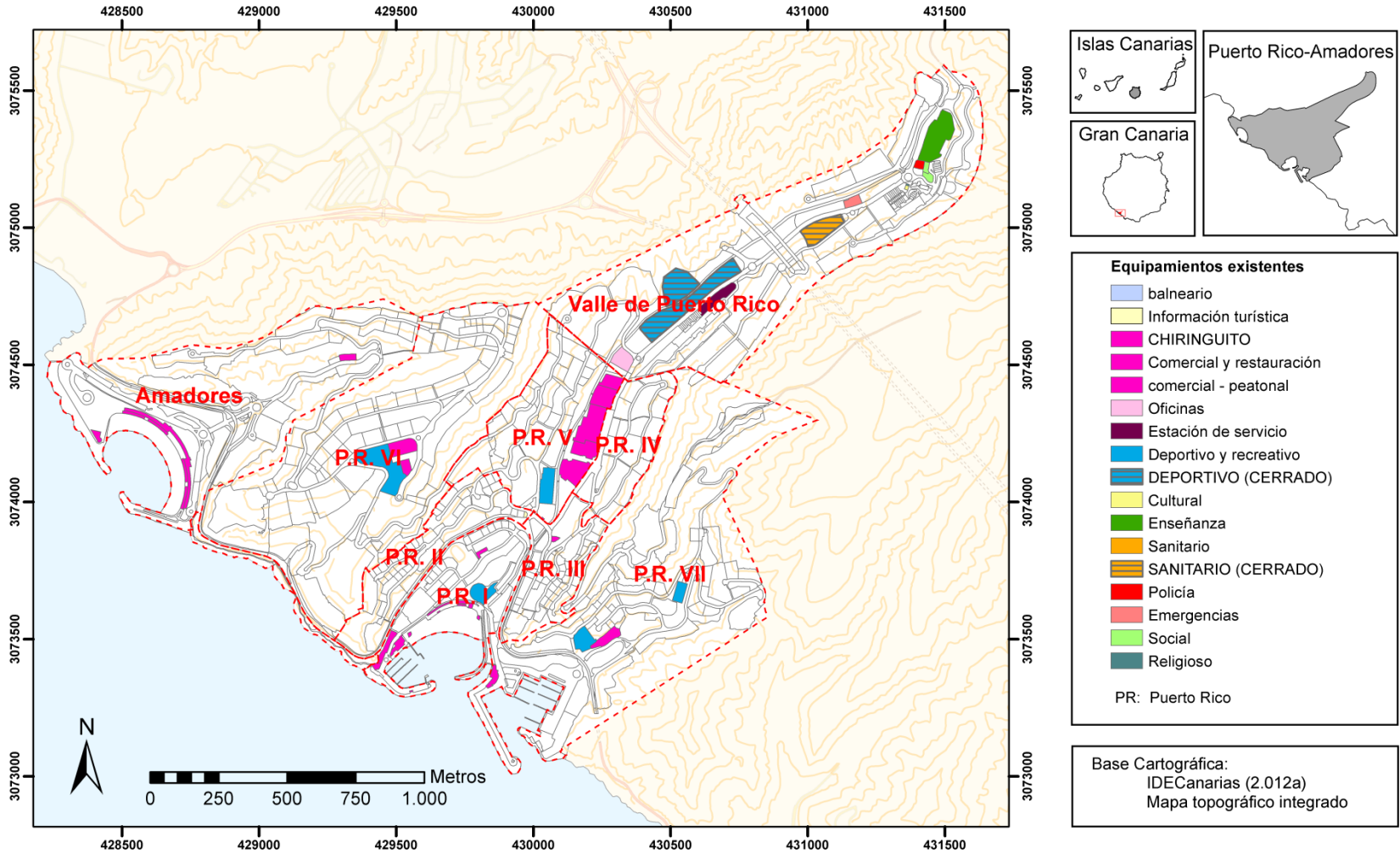
(incluyendo un centro sanitario (0,91 ha) y un centro deportivo (3.4 ha) que no se encuentran operativos)					Equipamientos y dotaciones necesarios Para las 36.122 plazas turísticas previstas según dotaciones del PIO		Equipamientos y dotaciones para las 815 viviendas, previstas, según R. D. 2159/1.978		
									Superficie (ha)
Tipo	Superficie		Superficie edificada		Superficie (ha)	Superficie edificable (ha _t)	Superficie (ha)	Sup. Edificable (ha _t)	
	ha	Total	ha _t	Total					
Dotaciones y equipamientos, salvo comercial	Deportivo	6,70	9,61	1,17	3,05	72,2	18,1	0,2	-
	Docente	1,37		0,93				1,3	-
	Sanitario	0,91		0,55				-	-
	Emergencias	0,20		0,12				-	-
	Correos	0,06		0,05				-	-
	Información	0,02		0,01				-	-
	Social	0,18		0,06				-	0,3
	Policía	0,10		0,10				-	-
	Balneario	0,04		0,04				-	-
	Cultural	0,02		0,02				-	-
Religioso	0,01	0,00	-	-					
Equipamiento comercial	Comercial	5,21	6,81	6,27	8,24	-	3,6 a 5,4	-	0,3
	Comercial bajo peatonal	0,64		0,78				-	-
	Chiringuito	0,51		0,5				-	-
	Oficinas	0,45		0,69				-	-


Asimismo, en la tabla 5.4, se contrastan dichas superficies existentes, con las que serían exigibles para las plazas alojativas y las viviendas actuales. Pueden observarse que la superficie del equipamiento comercial existente dobla, prácticamente, los requisitos mínimos establecidos por la normativa, mientras que la superficie que ocupan otros equipamientos es muy inferior a la estipulada.

Los equipamientos se localizan predominantemente en el fondo de los barrancos. En la actualidad, se encuentran cerrados al público el parque acuático “Atlántida”, que ocupa una superficie de 3,4 ha, y el hospital “Hospiten-Roca”, situado en una parcela de 0,91 ha.

Tabla 5.4 Comparación de las dotaciones y/o equipamientos existentes con los necesarios para la población existente (turística y residencial) , según el Plan Insular (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004) y el Real Decreto 2.159/1.978, de 23 de junio.

Equipamientos y dotaciones existentes (incluyendo un centro sanitario (0,91 ha) y un centro deportivo (3.4 ha) que no se encuentran operativos)				Equipamientos y dotaciones necesarios Para las plazas turísticas actuales, según el PIO (Número de plazas: 28.074-26.137)		Equipamientos y dotaciones para las 2.708 viviendas existentes, según R. D. 2159/1.978			
Tipo	Superficie (ha)		Sup. Edificable (ha _t)	Superficie (ha)	Sup. Edificable (ha _t)	Superficie (ha)	Sup. Edificable (ha _t)		
	Parcial	Total							
Dotaciones y equipamientos, salvo comercial	Deportivo	6,70	9,61	1,17	3,05	56.8-52,2	14,0-13,1	2,16	-
	Docente	1,37		0,93				4,33	-
	Sanitario	0,91		0,55				-	-
	Emergencias	0,20		0,12				-	-
	Correos	0,06		0,05				-	-
	Información	0,02		0,01				-	-
	Social	0,18		0,06				-	1,08
	Policía	0,10		0,10				-	-
	Balneario	0,04		0,04				-	-
	Cultural	0,02		0,02				-	-
Religioso	0,01	0,00	-	-					
Equipamiento comercial	Comercial	5,21	6,81	6,27	8,24	-	2,8-3,9	-	1,08
	Comercial bajo peatonal	0,64		0,78				-	-
	Chiringuito	0,51		0,5				-	-
	Oficinas	0,45		0,69				-	-



REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº : 5.2
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Equipamientos existentes	FECHA: 01/ 2017

- El Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio y de los Espacios Naturales de Canarias (Decreto Legislativo 1/2.000, de 8 de mayo, art. 36) establece que, en suelo urbanizable turístico, deberá existir “Una reserva mínima de 50 metros cuadrados de suelo por cada 100 metros cuadrados de edificación, destinada a espacios libres públicos, dotaciones y equipamientos, de los cuales al menos 30 metros cuadrados por cada 100 de edificación se destinarán a espacios libres públicos y como máximo siete metros cuadrados por cada 100 de edificación a dotaciones”.

Si se aplicara este Decreto, considerando la superficie total efectivamente construida, en la urbanización, que asciende a 953.997 m², se obtendrían las reservas mínimas de suelo que deberían considerarse en una hipotética nueva urbanización. Estas reservas se reflejan en la tabla 5.5, comparadas con las existentes. Se constata que las reservas de suelo actuales resultarían suficientes, aunque cercanas a las mínimas exigibles, si se contabilizaran las 5,02 ha de playas. Si se descontara dicha superficie, la existente de espacios libres resultaría insuficiente.

Tabla 5.5 Reservas de suelo, existentes y requeridas, según el DL 1/2.000, para espacios libres públicos, dotaciones y equipamientos.

Uso	Exigido por DL 1/2.000 (ha)	Existente (ha)	Parcial	Total
Espacios libres públicos, dotaciones y equipamientos	Más de 47,7	Dotaciones y equipamientos, salvo comercial	9,61	49,23
		Equipamiento comercial	6,81	
		Espacios libres	32,81	
Espacios libres públicos	Más de 28,6	Playas	5,02	32,81
		Parques	15,89	
		Otros espacios accesibles	11,90	
Dotaciones	Menos de 6,7	Docente	1,37	2,0
		Emergencias	0,20	
		Correos	0,06	
		Información turística	0,02	
		Social	0,18	
		Policía	0,10	
		Balneario	0,04	
		Cultural	0,02	
Religioso	0,01			

- El Reglamento de Planeamiento estatal (Real Decreto 2.159/1.978, de 23 de junio, art. 12) establece que se debe dedicar , en suelos destinados a usos terciarios, un 10% de la superficie total a espacios libres públicos. En la urbanización estudiada, con una superficie total (sin considerar los espacios libres inaccesibles) de 242,39 ha, los espacios necesarios, y los existentes, son los que figuran en la tabla 5.6. Se observa que se superan los valores mínimos.

Tabla 5.6 Espacios libres públicos, en la urbanización, y superficie necesaria según RD 2.159/1.978

Uso		Superficie (ha)		Superficie necesaria (ha) Según Reglamento de Planeamiento
Espacios libres	Playa	5,02	32,81	24,2
	Parque	15,89		
	Otros espacios accesibles	11,90		

- Según el Reglamento de Planeamiento (Real Decreto 2.159/1.978, de 23 de junio, art. 12), “las zonas dedicadas a jardines en su conjunto representarán, como mínimo, un 60 por 100 de la superficie total del sistema de espacios libres de dominio y uso público correspondiente al suelo destinado a usos terciarios”. Este porcentaje se cumple en la urbanización, según se constata en la tabla 5.7.

Tabla 5.7 Ajardinamiento de los espacios libres públicos.

Uso	Superficie ajardinada (ha)	Superficie total (ha)	% de ajardinamiento
Parque	10,9	15,9	68
Peatonales	0,2	1,85	10
Otros espacios libres accesibles	7,6	11,9	64
Global	18,7	29,65	63

5.5 Excesiva ocupación de las playas

- El Reglamento General de Costas (Real Decreto 876/2.014, de 10 de octubre, art. 74) establece como normas generales para la ocupación de las playas que:

“En defecto de planeamiento, la ocupación de la playa por instalaciones de cualquier tipo, incluso las correspondientes a servicios de temporada, deberá observar, además de lo indicado en los artículos anteriores, las siguientes determinaciones:

- a) Se dejará libre permanentemente una franja de seis metros, como mínimo, desde la orilla en pleamar.
- b) Las longitudes de los tramos libres de ocupación deberán ser, como mínimo, equivalentes a las que se prevé en explotación, sin que estas últimas puedan superar los 100 metros, salvo que la configuración de la playa aconseje otra distribución”.

Se ha analizado la ocupación por hamacas de las playas de Puerto Rico (figura 5.2) y Amadores (figura 5.3). Las distancias medidas, acotadas en estas figuras, demuestran que se incumplen las limitaciones del RD 876/2.014. En Puerto Rico, la longitud de los tramos sin ocupación (14 m) es muy inferior a la que presentan los tramos ocupados (37 m). En Amadores, la longitud de los tramos ocupados (180 m) es superior a la máxima permitida (100 m), y también es mayor que la longitud del tramo central desocupado (84 m). La banda de arena seca superior a los seis metros, exigida entre la zona ocupada y la orilla, en pleamar, se respeta estrictamente en Puerto Rico, pero no en Amadores, ya que se aprecia, en una zona, que la distancia desde las hamacas a la arena húmeda es solamente de 5 m.



Figura 5.2 Ocupación por hamacas de la playa de Puerto Rico.

Fuente de la imagen IDECanarias (2.012c)



Figura 5.3 Ocupación por hamacas de la playa de Amadores. Fuente de la imagen IDECanarias (2.012c)

La superficie que corresponde a cada usuario de hamaca, y el espacio total ocupado por hamacas, expresado como porcentaje de la superficie total de playa seca, se sintetiza en la tabla 5.8, para cada una de las dos zonas de baño estudiadas. En ambas playas se supera la capacidad de carga de las playas urbanas, que debería ser de 5 m²/usuario, según Roy i Munar (2.002, p. 329).

Tabla 5.8 Superficie ocupada por hamacas, respecto a la superficie total de arena seca, y superficie de arena correspondiente a cada hamaca, en su zona de ocupación. Mediciones realizadas sobre ortofoto tomada el 25/02/2.012.

	Superficie de playa seca (m ²)	Superficie de hamacas (m ²)	% de playa seca ocupada por hamacas	m ² superficie/hamaca
Puerto Rico	15.608	6898	44,3	4,5
Amadores	17.520	7174	40,9	4,2

Tanto en la playa de Puerto Rico como en la de Amadores existen instalaciones fijas destinadas a hostelería y comercio. Éstas se encuentran en los paseos peatonales, o sobre la arena de la playa, y algunas ocupan la playa de Puerto Rico de manera ilegal. El aspecto que presenta en ocasiones la playa de Puerto Rico puede observarse en la figura 5.4



Figura 5.4 Playa de puerto Rico.

Considerando las 36.122 plazas turísticas nominales de la urbanización, y las 5,02 ha de playas (superficie situada por encima de la cota 0), resulta una superficie de 1,38 m² de playa por plaza turística. Si el cálculo se realiza considerando solamente las, aproximadamente, 27.000 plazas turísticas que no han sido convertidas en residenciales, resultan 1,85 m² de playa por plaza.

5.6 Escasa calidad de los espacios no edificados

Se ha estudiado el estado de los solares, de los espacios no ocupados de la urbanización, y de las zonas de transición, diferenciando tres tipos de espacios:

- Espacios naturales: son los que mantienen, en general, su geomorfología, su perfil edafológico y elementos de su flora original, aunque pueden presentar problemas lineales originados por la colocación de tuberías o tendidos eléctricos aéreos (figura 5.5)
- Espacios transformados: son los que han tenido cambios, que son compatibles con los usos permitidos, actuales o futuros.
- Espacios degradados: son los que han sufrido modificaciones originadas por movimientos de tierras, compactación, vertido de escombros o tránsito de vehículos, sin justificación (figura 5.6).



Figura 5.5 Canalizaciones colocadas sobre la ladera del barranquillo de Amadores.

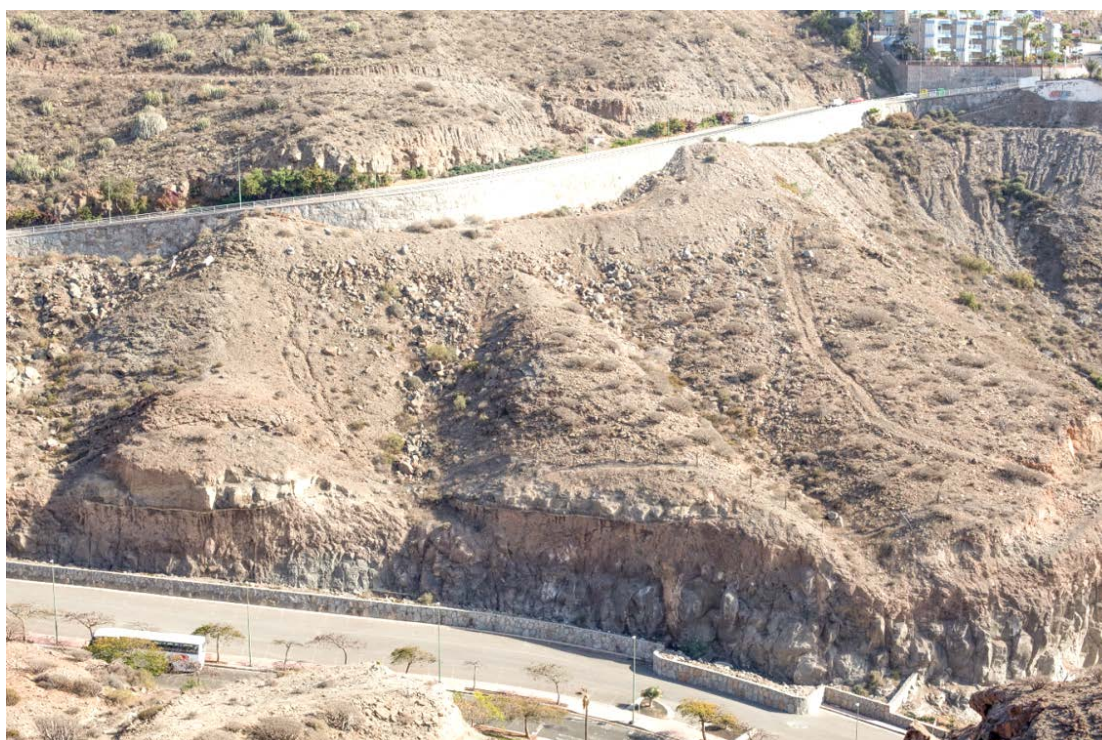


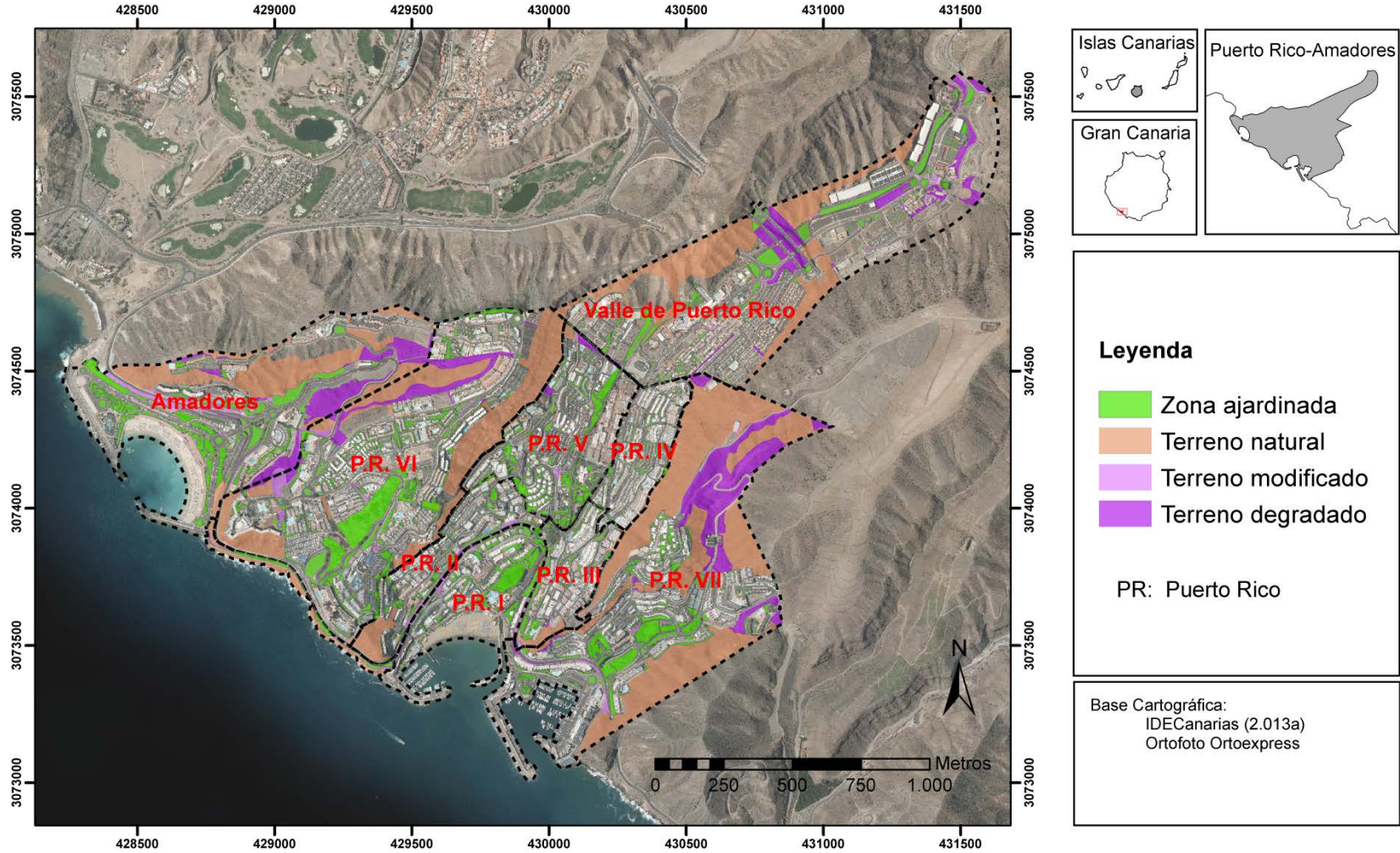
Figura 5.6 Pistas y vertidos sobre las laderas del barranquillo de Amadores. Terreno “degradado”


El 21 % de la superficie de las zonas de transición ha sufrido degradaciones graves, generalmente producidas por vertidos de escombros o apertura de pistas (tabla 5.9). También se han colocado en estas zonas, sobre el terreno, numerosas instalaciones de abastecimiento, alcantarillado o eléctricas, que destacan por su carácter lineal, originando daños importantes en la calidad visual del paisaje.

Un 35 % de la superficie de los solares se encuentra, también, degradada. Es conveniente puntualizar que, en esta investigación, se han clasificado como “transformadas” las zonas, comprendidas en los solares que aún no han sido edificados, en las que se aprecian movimientos de tierras, al considerarse que estas obras constituyen una etapa del proceso de construcción. Aunque sean evidentes los daños paisajísticos que implican estas actuaciones, solamente han sido clasificadas como “degradadas” las zonas, situadas en los solares, cuya alteración no responda al uso previsto.

Tabla 5.9 Grado de alteración de los espacios no edificados.

Espacio	Superficie total	Superficie degradada		Superficie transformada		Superficie natural	
	ha	ha	%	ha	%	ha	%
Solares	17,9	6,2	35	5,3	29	6,4	36
Espacios libres no integrados en la trama urbana (zonas de transición)	80,9	16,7	21	1,1	1	63,2	78
Parcelas desclasificadas	3,4	1,9	57	0,0	1	1,4	42



REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº : 6.3
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Zonas ajardinadas y grado de alteración del terreno	FECHA: 01/ 2017

5.7 Escasa calidad de los establecimientos turísticos

Se estudia, en este apartado, la calidad que presentan los establecimientos turísticos, tomando como referencia determinados requisitos que exige la normativa actual.

5.7.1. Insuficiencia de zonas ajardinadas en establecimientos turísticos

- Según el Plan Insular de Ordenación (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004, art. 214), los establecimientos turísticos deben contar con 7 m² de jardines por cada plaza alojativa.

En la tabla 5.10 se evidencia que el 76,7 % de las parcelas alojativas turísticas no cuenta con la suficiente superficie ajardinada. Las mayores deficiencias se encuentran en las fases II, III y VII de Puerto Rico. Se consideran parcelas turísticas todas las que el planeamiento calificó con ese uso, aunque en la actualidad se dediquen a un uso residencial.

Tabla 5.10. Ajardinamiento de parcelas turísticas en cada fase (PR) de urbanización en Puerto Rico y Amadores

	m ² de zona ajardinada/persona				N ^o de parcelas	Parcelas con menos de 7 m ² /persona	% que no superan 7 m ² /persona
	Mínimo	Promedio ponderado	Máximo	desviación típica			
PR-I	0,0	11,5	50,3	12,0	25	11	44,0
PR-II	0,0	3,2	8,9	2,5	45	42	93,3
PR-III	0,0	3,5	15,0	3,2	40	35	87,5
PR-IV	0,0	3,6	11,0	3,2	21	16	76,2
PR-V	0,0	6,4	20,2	4,9	25	18	72,0
PR-VI	0,0	6,4	68,5	12,5	59	40	67,8
PR-VII	0,0	11,1	83,4	13,4	38	33	86,8
Amadores	0,0	9,3	54,3	15,8	10	7	70,0
Valle PR	2,0	5,5	7,0	2,5	3	2	66,7
Total	0,0	7,0	83,4	9,8	266	204	76,7

- El Plan Insular de Ordenación (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004, art. 217) establece el porcentaje mínimo de superficie ajardinada:

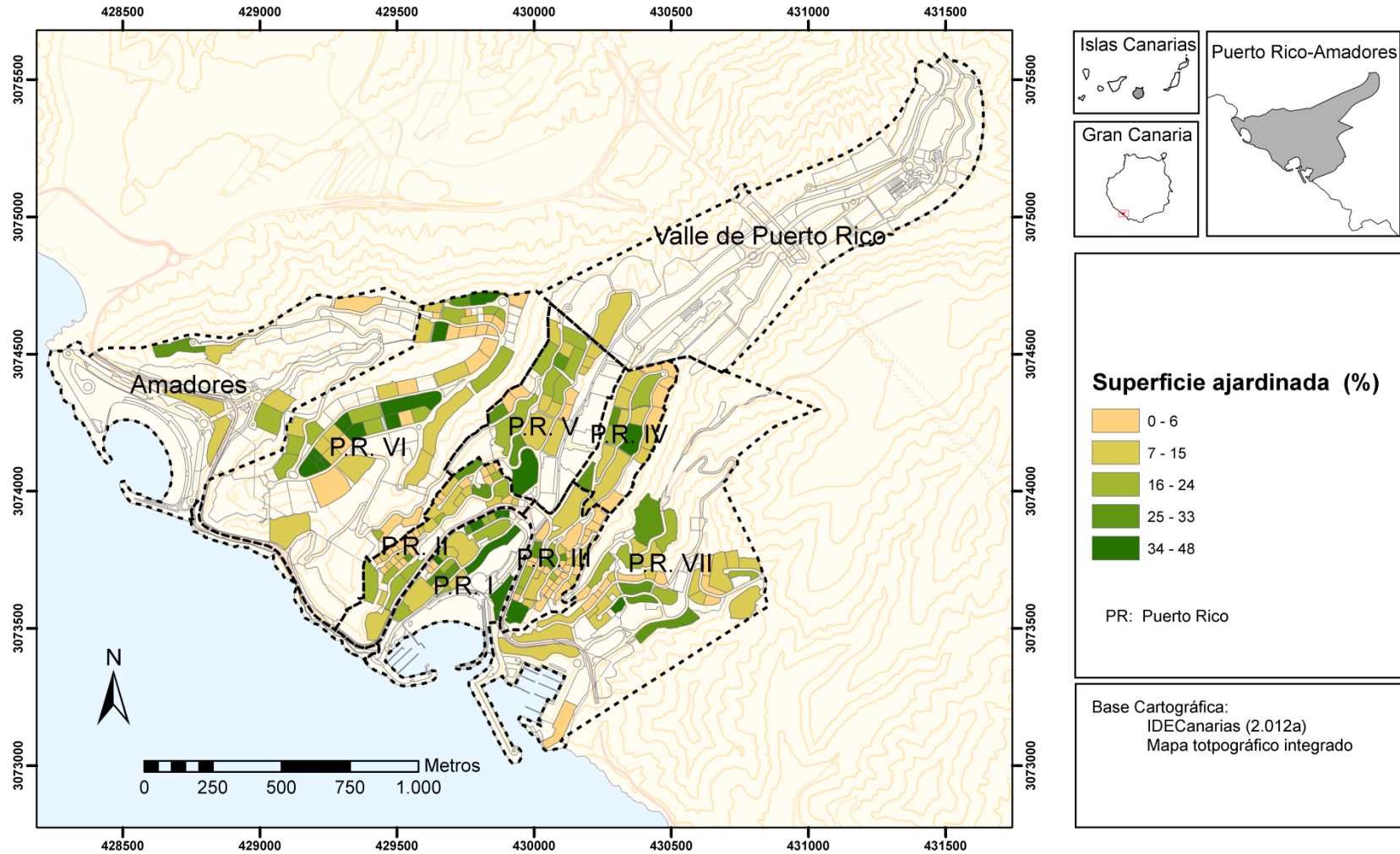
“– Tipología hotelera o extrahotelera en bloque: la superficie ajardinada y/o equipada no será inferior al 50% de la superficie total de parcela.


- Tipología de conjuntos de unidades vacacionales: la superficie ajardinada y/o equipada no será inferior al 50% de la superficie total de la parcela, siempre que el total de la superficie no edificada –que incluye la parte de suelo de uso privativo de cada unidad alojativa - no sea inferior al 65%.’”

En el mapa 5.4 se clasifican las parcelas turísticas, según su grado de ajardinamiento, expresado como porcentaje de su superficie total. Puede observarse que ninguna parcela cubre los requisitos mínimos, y que algunas no tienen prácticamente ningún ajardinamiento (figura 5.7). Las parcelas mejor dotadas, con superficies ajardinadas comprendidas entre el 34% y el 48%, se encuentran en dos zonas: la primera, localizada en las proximidades del cauce del barranco de Puerto Rico, aproximadamente desde el cruce de la carretera GC500 hasta la desembocadura; y la segunda, en la parte más llana de la Montaña Amadores, que se corresponde con la fase VI de la urbanización de Puerto Rico.



Figura 5.7 Parcela prácticamente carente de ajardinamiento



REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº : 6.4
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Ajardinamiento en parcelas que tienen o han tenido uso turístico	FECHA: 01/ 2017

5.7.2. Insuficiencia de piscinas en establecimientos turísticos

Según el Plan Insular de Ordenación (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004, art. 214), los establecimientos turísticos deben contar con 1 m² de lámina de agua en piscinas, por plaza alojativa. Se observa, en la tabla 5.11, que el 68,8 % de las parcelas no cuenta con la suficiente superficie de piscinas, y que 35 alojamientos (el 13%) no dispone de ninguna. Las situaciones más graves se encuentran en las fases I, y IV de Puerto Rico, y en la zona denominada “Valle de Puerto Rico”. La fase mejor dotada de piscinas es Amadores, aunque el 30 % de sus parcelas incumpla el requisito mínimo.

Tabla 5.11 Piscinas existentes en parcelas turísticas, en cada fase de la urbanización de Puerto Rico-Amadores. (PR: Puerto Rico)

	m ² de piscina/persona				N ^o de parcelas	Parcelas con menos de 1 m ² /persona	% que no superan 1 m ² /persona	Sin piscina
	Mínimo	Promedio ponderado	Máximo	desviación típica				
PR-I	0,0	0,8	4,2	1,1	25	21	84,0	17
PR-II	0,0	0,8	4,1	0,7	45	27	60,0	3
PR-III	0,0	0,7	3,7	0,6	40	32	80,0	7
PR-IV	0,3	0,6	1,2	0,2	21	19	90,5	0
PR-V	0,0	0,6	3,9	0,8	25	21	84,0	4
PR-VI	0,0	0,9	11,3	2,0	59	35	59,3	4
PR-VII	0,4	1,3	5,0	0,9	38	22	57,9	0
Amadores	0,5	1,3	4,9	1,3	10	3	30,0	0
Valle PR	0,5	0,6	0,9	0,2	3	3	100,0	0
Total	0,0	0,9	11,3	1,2	266	183	68,8	35

5.7.3 Edificaciones turísticas con excesivas plantas aparentes

La normativa de estándares turísticos (Decreto 10/2.001, de 22 de enero, art. 10.5) establece que:

“el planeamiento general determinará el número máximo de plantas aparentes en la edificación turística; en ausencia de esta determinación, no será superior a cinco para tipología hotelera y cuatro plantas en cualquier otro caso. La altura de los edificios se medirá siempre en todas sus fachadas y en proyección ortogonal sobre plano vertical, sea cual sea la disposición relativa de sus plantas”.

El número de plantas aparentes de cada parcela de la urbanización se ha contado, según establece el Decreto citado, sumando las plantas que tienen algún solape, en cada

edificio. Asimismo, se calcula el porcentaje de los alojamientos, de cada tipo, que supera el máximo número de plantas aparentes admisibles.

También se ha contado el número de plantas percibidas, que son las originadas por el efecto visual que se produce al mirar frontalmente varios módulos de características similares, construidos en una ladera, sin suficiente separación vertical entre ellos.

Los resultados obtenidos se sintetizan en la tabla 5.12. Se constata que más de la mitad de los hoteles excede el número máximo de plantas aparentes. Además, puede observarse que el número de plantas percibidas en los hoteles duplica, aproximadamente, al número de plantas aparentes. En el mapa 5.5 se representan geográficamente estos resultados. En él se observa que la mayor parte de los edificios con excesivo número de plantas se encuentran en las proximidades de la costa, y en la zona alta de las laderas. En la figura 5.8 puede observarse, como ejemplo, el aspecto que presenta uno de los edificios que se han construido en las laderas, con un elevado número de plantas aparentes.

Tabla 5.12 Edificaciones que no resultarían admisibles en una hipotética nueva urbanización, por exceder el número de plantas aparentes, permitido por el Decreto 10/2.001, de 22 de enero, y percepción visual del número de plantas.

Tipo	Número	Plantas aparentes			Supera el máximo número de plantas aparentes		Percepción visual del número de plantas		
		Máximo	Medio	Mínimo	Número	%	Máximo	Medio	Mínimo
Hoteles	17	10	5,8	2	9	53	20	10,1	5
Apartamentos	249	10	3,0	1	39	16	14	4,4	1



Figura 5.8. Ejemplo de edificio con elevado número de plantas aparentes, construido sobre una ladera. Según la forma de medición de las Normas Subsidiarias (Ayuntamiento de Mogán, 1.987), este edificio no excede el número de plantas permisibles (2).

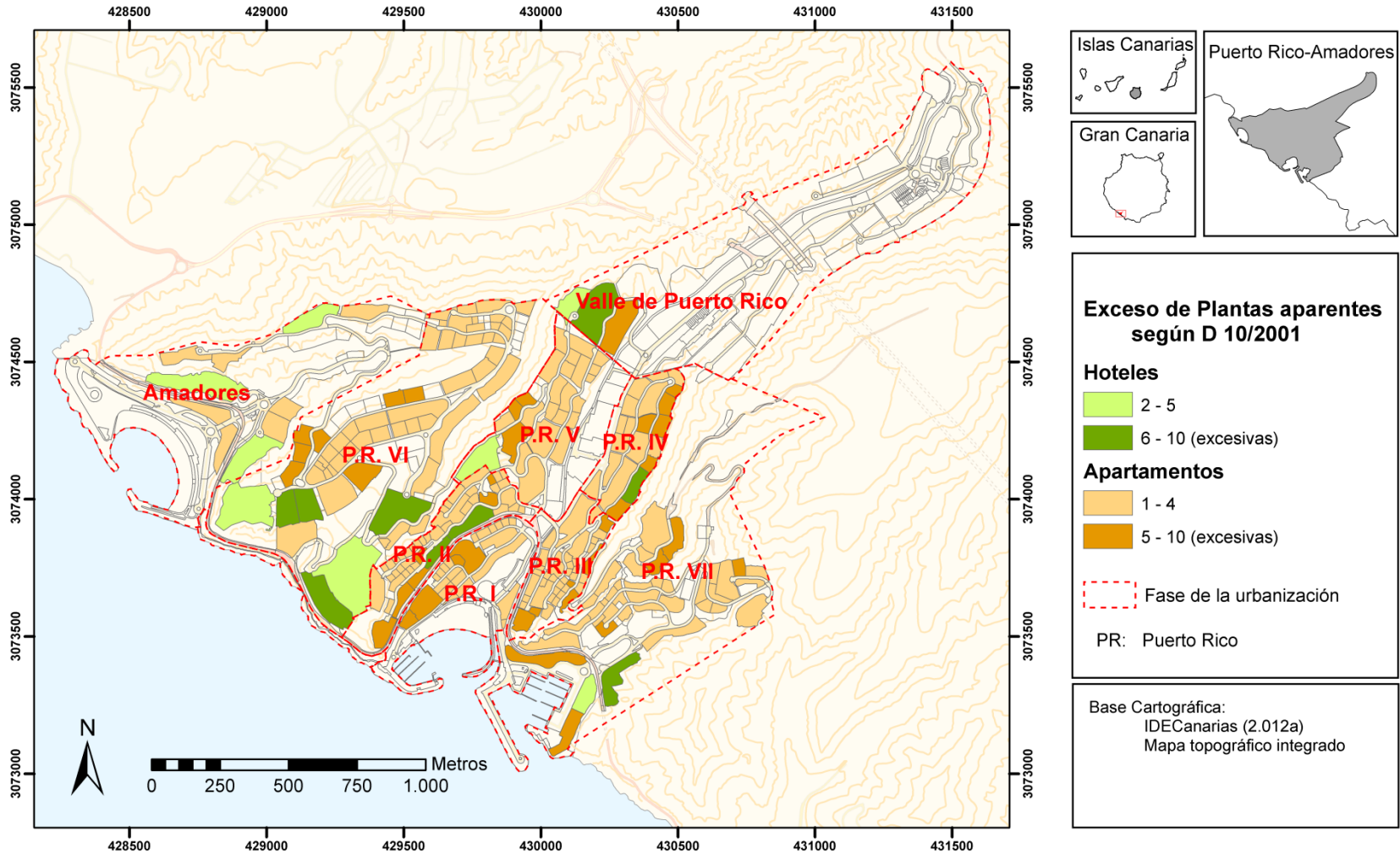
5.7.4. Superficie útil, por plaza alojativa, cercana a los valores mínimos

El Reglamento de la Actividad Turística de Alojamiento establece los requisitos de superficie útil para hoteles y apartamentos que figuran en la tabla 5.13. (Decreto 142/2.010, de 4 de octubre, art. 13).

Tabla 5.13 Requisitos de superficie útil para hoteles y apartamentos, según Decreto 142/2.010, de 4 de octubre

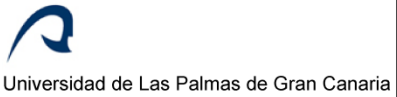
	HOTEL				
	1*	2*	3*	4*	5*
Unidad de alojamiento (m ²) (1)	16	18	21	25	28
Plaza extra en las unidades de alojamiento (m ²)	6	7	8	9	10
Zona general (m ² x plaza de alojamiento)	1	1	1,5	1,75	2
	APARTAMENTO				
	3*	4*	5*		
Unidad de alojamiento (m ²) (1)	39	44	50		
Plaza extra en las unidades de alojamiento (m ²)	7	8	10		
Zona general (m ² x plaza de alojamiento)	1	1,5	1,75		

(1) Los m² establecidos corresponden al cómputo de la superficie útil total para dos plazas



REDACTOR:
Francisco J. Macías González

TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



DOCUMENTO:
Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.

PLANO:
Incumplimiento del número máximo de plantas para hoteles o apartamentos según D 10/2001

Mapa Nº :
5.5

FECHA:
01/ 2017

Ante las dificultades para conseguir datos sobre la superficie útil de los establecimientos turísticos, se ha recurrido a utilizar el ratio propuesto por la Asociación Española de Análisis de Valor (2.016), que relaciona la superficie construida (incluyendo zonas comunes), con la superficie útil. De esta forma se consigue comparar, aunque sea de manera aproximada, los requisitos exigibles con las características de los edificios existentes. Dado que la zona general incluye también espacios exteriores como terrazas, andenes, aparcamientos o solares, su superficie construida se ha supuesto incluida en el ratio considerado, que está comprendido entre los valores 1,2 y 1,4 $m^2_{\text{construidos}}/m^2_{\text{útiles}}$ para edificios de viviendas en bloque; y entre 1,1 y 1,3 $m^2_{\text{construidos}}/m^2_{\text{útiles}}$ para viviendas aisladas. Aplicando un ratio de 1,3 a la superficie útil de las unidades de alojamiento, los requisitos serían:

- Para hoteles, la mínima superficie construida por persona, incluyendo las zonas comunes, puede oscilar, aproximadamente, entre 9,5 m^2 / persona, para habitaciones de tres personas en hoteles de una estrella, hasta los 16,2 m^2 / persona, en habitaciones para dos personas en hoteles de cuatro estrellas.
- Para los apartamentos, incluyendo también las zonas generales, la mínima superficie por plaza oscila entre 19,9 m^2 / persona, en apartamentos de tres estrellas para tres personas, hasta los 22,5 m^2 / persona, en apartamentos de cuatro estrellas para dos personas.

En la tabla 5.14, se indica el valor medio de la relación entre la superficie construida y las plazas turísticas, en los hoteles y en los apartamentos de la urbanización. Puede verse, de manera aproximada, que los hoteles parecen cumplir con los requisitos mínimos de superficie para las plazas que albergan, mientras que los apartamentos se encuentran prácticamente en el valor mínimo permisible.

Tabla 5.14 Superficie construida, por plaza turística, en hoteles y apartamentos de la urbanización.
Fuente: Dirección General del Catastro, elaboración propia.

	Hoteles	Apartamentos
Número	17	249
Superficie construida (ha)	21,26	52,46
Plazas	8.956	27.207
Superficie/plazas	23,7	19,3

5.8 Funcionalidad, aspecto y estado de conservación de construcciones, infraestructuras y equipamientos

El paisaje urbano se caracteriza por una ocupación intensiva de laderas y lomas, siendo muy visibles las edificaciones desde casi cualquier punto de la urbanización. Esta configuración responde a una estrategia de máximo aprovechamiento del espacio, que valora las vistas que puedan divisarse desde el alojamiento, por la ventaja competitiva que aportan (figura 5.9).



Figura 5.9. Vista panorámica de Puerto Rico.

Los edificios del núcleo turístico se enfrentan a problemas originados por su antigüedad, ya que el 19 % supera los 40 años, el 25 % tiene entre 30 y 40 años, y el 10 %, entre 20 y 30 años. No obstante, una buena parte de ellos (el 48 %) ha realizado algún tipo de reforma (Consejería de Turismo, 2.007). Las construcciones más

modernas predominan en las proximidades de la línea de costa y en las zonas más alejadas hacia el interior del barranco, mientras que las más antiguas prevalecen en las zonas intermedias.

Los núcleos residenciales de Chaparral y Motor Grande han ido creciendo paralelamente a la urbanización turística, en algunos casos de manera espontánea y a veces caótica, con las calles adaptando su trazado a las edificaciones preexistentes. Es patente la falta de uniformidad en la tipología de las edificaciones que, en algunos casos, tienen baja calidad arquitectónica y presentan problemas de conservación.

Los edificios de las zonas urbanizadas más recientemente (Amadores y nuevas promociones de la zona denominada “Valle de Puerto Rico”) se encuentran en buen estado.

Según la opinión de los empresarios, la mayor parte de los centros comerciales están obsoletos y necesitan reformas. Los centros comerciales muestran, en general, exceso de cartelería y un aspecto caótico. Es especialmente grave el caso del centro comercial Puerto Rico, que se comenzó a construir en 1.978, y presenta claros signos de envejecimiento, con una cubierta muy desordenada que es visible desde buena parte de la urbanización (figura 5.10). La estructura de la propiedad (comunidad de propietarios) dificulta la posibilidad de llevar a cabo reformas, e impide ofrecer una imagen de conjunto que acabe con el aspecto que presenta. A pesar de ello, se ha logrado un acuerdo, por el cual los propietarios de dos de sus cuatro fases han aprobado una derrama para costear su renovación (La Provincia, 18 de septiembre de 2.015).

En Chaparral se encuentra un parque acuático que ocupa una gran superficie (unas 3,3 ha), pero actualmente no está operativo. Sus instalaciones están abandonadas y muestran signos de degradación, afectando negativamente a la calidad del entorno (figura 5.11).

La Clínica Hospiten-Roca, que se inauguró en 2.006, se encuentra actualmente cerrada al público.



Figura 5.10. Cubierta del centro comercial situado en el fondo del barranco de Puerto Rico



Figura 5.11. Parque acuático situado en el barranco de Puerto Rico, actualmente abandonado.

El sistema general viario presenta diversos problemas. Debe destacarse el impacto visual que produce el viaducto de la autopista GC-1, que atraviesa el barranco de Puerto Rico “sobrevolando” las áreas urbanizadas (figura 5.12); la peligrosidad de la carretera GC-500, que afecta especialmente a los turistas que la recorren en bicicleta, por su ancho reducido; y el “efecto barrera” que produce esta carretera interurbana, ya que su trazado, paralelo a la costa, dificulta la movilidad interna. Este problema se trata en el capítulo sexto de esta tesis.



Figura 5.11. Viaducto de la autopista GC-1 “sobrevolando” el espacio urbano

Las infraestructuras de Puerto Rico presentan también problemas, tanto por su antigüedad, como por los criterios que se adoptaron para su diseño. Diversos informes técnicos referidos en el Programa de Regeneración de Puerto Rico (2.007) difieren en sus valoraciones de la situación. De la comparación de estos informes, se extraen las siguientes conclusiones:

- Es necesaria una actuación integral que incluya a todas las zonas e infraestructuras.
- Es especialmente importante la prevención de riesgos por inundación o por inestabilidad de laderas.
- La red de abastecimiento de agua es la que se encuentra en peor estado.
- No existe red de riego

Aunque se mencionan los riesgos por inundación, no se hace referencia explícita al estado de la red de alcantarillado ni a los emisarios submarinos.

En los últimos años se han realizado actuaciones de rehabilitación, financiadas por la Consejería de Turismo y otros organismos nacionales y europeos, que se han centrado en los viales de Puerto Rico más antiguos y céntricos, localizados en la parte baja del cauce del barranco. Se ha reforzado el pavimento de las calzadas, se han renovado baldosas y bordillos de las aceras, y se han sustituido los puntos de alumbrado público. No se ha actuado sobre el alcantarillado, la red de abastecimiento, la de telecomunicaciones, ni las instalaciones eléctricas.

Se han instalado, asimismo, diversas conducciones para aguas de riego, procedentes de la estación depuradora.

Los pavimentos e instalaciones urbanas de las últimas fases (Amadores, Valle de Puerto Rico) se encuentran en mejor estado.

Según lo observado, las actuaciones realizadas a lo largo del proceso de urbanización responden a un modelo que resulta incompatible con la legislación que ha estado vigente durante la década del año 2.000, en Canarias, que ha pretendido reorientar el crecimiento urbano, y el turístico, para lograr que sean sostenibles.

6. DIFICULTADES PARA LA MOVILIDAD Y LA ACCESIBILIDAD EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS

La movilidad urbana condiciona en gran medida el funcionamiento de un núcleo turístico, y la calidad de vida de las personas que se alojan en él. En este capítulo se estudian diversas características de la red viaria de Puerto Rico-Amadores que pueden afectarla.

6.1 Dificultades para la circulación peatonal

Se presentan, en este apartado, los resultados de la investigación realizada sobre los problemas de accesibilidad de las personas con movilidad reducida, en los espacios públicos del núcleo urbano estudiado, y la adecuación de estos espacios a los objetivos de la movilidad sostenible.

6.1.1 Problemas relacionados con la accesibilidad

Se han analizado las zonas de la urbanización destinadas al tránsito peatonal, que se encuentran en las aceras, en los paseos, en las escaleras y en los senderos situados en los espacios libres.

Para ello, se ha comparado, en cada fase de la urbanización (tabla 6.1), la longitud total de los tramos peatonales, con la longitud de los que cumplen los requisitos del Documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados (Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, art. 5), relativos a la anchura mínima (1,8 m), y a la pendiente máxima (6 %). En el conjunto de la urbanización, se comprueba que solamente el 26 % de la longitud de los tramos peatonales cumple simultáneamente ambas limitaciones. Las zonas que presentan mayor proporción de tramos accesibles son el paseo peatonal costero, la primera fase de Puerto Rico, y Amadores; y los mayores problemas de accesibilidad se encuentran en las fases segunda y sexta de

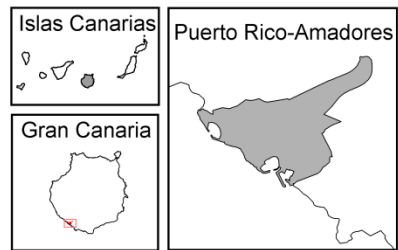
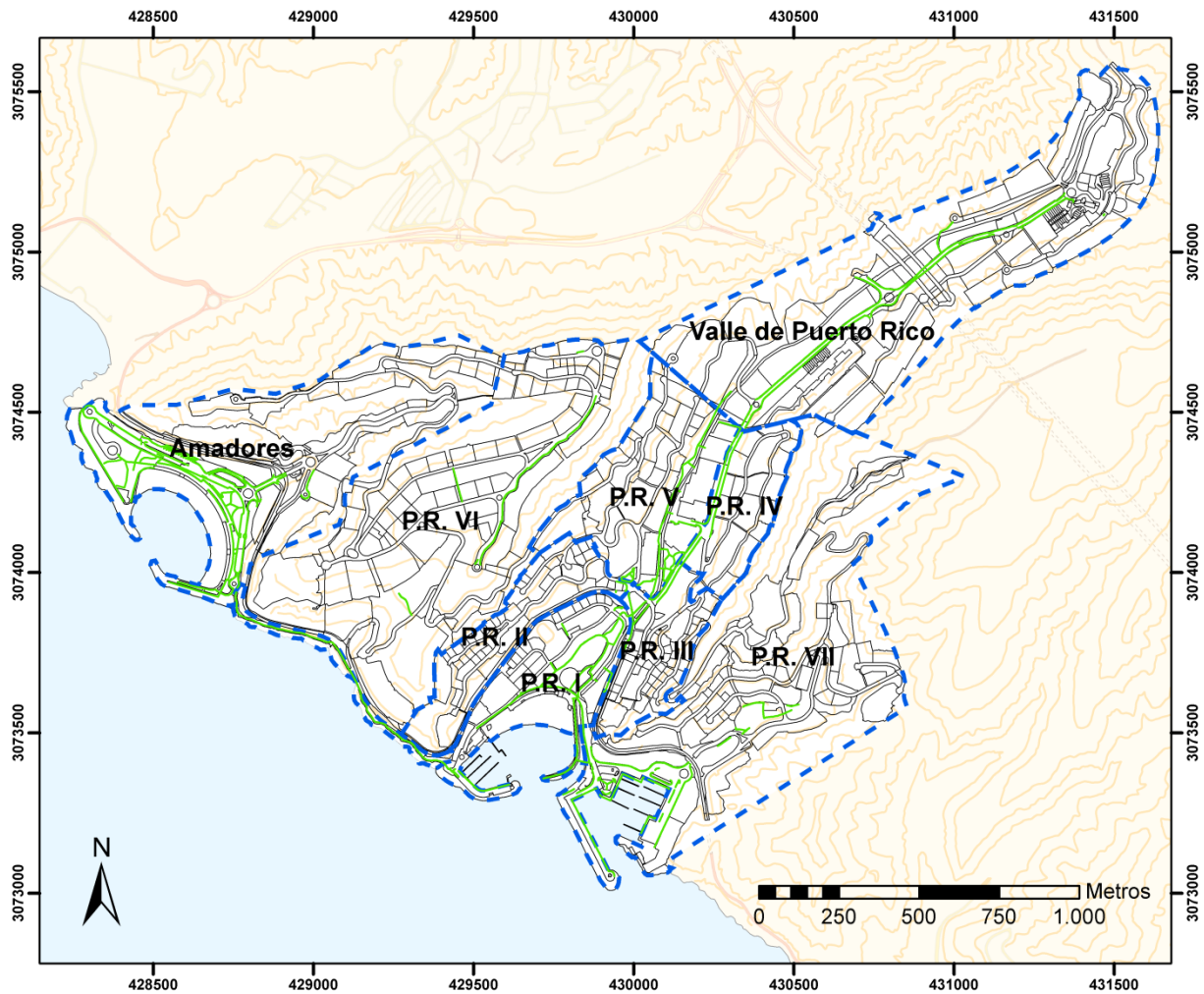
Puerto Rico . Puede comprobarse también que la longitud total de los tramos que cumplen el requisito de pendiente máxima (47.081 m) es muy superior a la de los tramos que cumplen el requisito de ancho mínimo (20.221 m).

Tabla 6.1 Longitudes de los tramos que cumplen los requisitos de ancho libre y de pendiente máxima, estipulados en el D227/1.997 de 18 de Septiembre, en cada fase de la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

Fase	Pendiente ≤ 6% (m)	Ancho libre ≥ 1,8 m (m)	Pendiente ≤ 6% y Ancho libre ≥ 1,8 m (m)	Total (m)	%
Puerto Rico I	4562	2140	2110	4873	43
Puerto Rico II	2425	84	84	3374	2
Puerto Rico III	2529	696	696	4045	17
Puerto Rico IV	2455	881	876	3682	24
Puerto Rico V	4480	1470	1470	6205	24
Puerto Rico VI	6644	1261	918	10037	9
Puerto Rico VII	6341	2852	2375	10654	22
Amadores	7268	6937	4969	10546	47
Paseo	1060	952	923	1104	84
Valle de Puerto Rico	9317	2948	2846	11859	24
Total	47081	20221	17267	66379	26

Se ha comprobado, además, la situación de los tramos que cumplen simultáneamente los requisitos de accesibilidad considerados (mapa 6.1). La mayor parte de estos tramos se encuentran en las desembocaduras de los barrancos, en el paseo peatonal costero, en las vías que discurren a lo largo del barranco de Puerto Rico, y en la acera exterior del vial que discurre a lo largo del interfluvio que separa las vertientes de los barrancos de Puerto Rico y de Amadores, que constituye un paseo de cornisa..

Por su parte, solamente en determinadas zonas, situadas en lugares céntricos, como la playa de Amadores o el Centro Comercial de Puerto Rico, los vados y los pavimentos cumplen los requisitos de accesibilidad.




Leyenda

- Anchura y pendiente aptas
- Fase
- Parcela

P.R.: Puerto Rico

Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.012a)
 Mapa topográfico Integrado

REDACTOR: Francisco J. Macías González		DOCUMENTO: Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)	Mapa Nº: 6.1
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	PLANO: Itinerarios en los que se cumplen, simultáneamente, los requisitos de pendiente máxima, y ancho mínimo, de la Ley de Accesibilidad	FECHA: 01/ 2017

6.1.2 Problemas relacionados con la movilidad

Se ha estudiado el área destinada exclusivamente a los peatones, y el área total empleada por peatones o vehículos, correspondientes a cada una de las fases de la urbanización estudiada. La comparación entre ambas áreas se refleja en la tabla 6.2. A nivel global, puede observarse que la superficie peatonal supone el 28 % de la superficie total destinada al tránsito. En términos relativos, y sin considerar el paseo costero, que es de uso exclusivamente peatonal, la zona que destina más espacio a los peatones es la realizada durante la fase I de Puerto Rico. Mientras que la zona en la que predomina más el tráfico vehicular es la correspondiente a la fase II. En ninguna de las fases se llega al valor del 65 % en la relación estudiada. Por otra parte, se observa que no existen espacios reservados para el tráfico ciclista.

Tabla 6.2. Relación entre la superficie destinada al tráfico peatonal y la superficie total de la red viaria, en las zonas correspondientes a cada fase de la urbanización.

Fase	Superficie peatonal (m ²)	Superficie total de red viaria (m ²)	%
Puerto Rico I	16090	37364	43
Puerto Rico II	4493	24399	18
Puerto Rico III	6153	26308	23
Puerto Rico IV	5656	21823	26
Puerto Rico V	12019	35070	34
Puerto Rico VI	21092	76428	28
Puerto Rico VII	19705	90375	22
Amadores	29788	91716	32
Paseo	4112	4112	100
Valle de Puerto Rico	22607	102692	22
Total	141715	510287	28

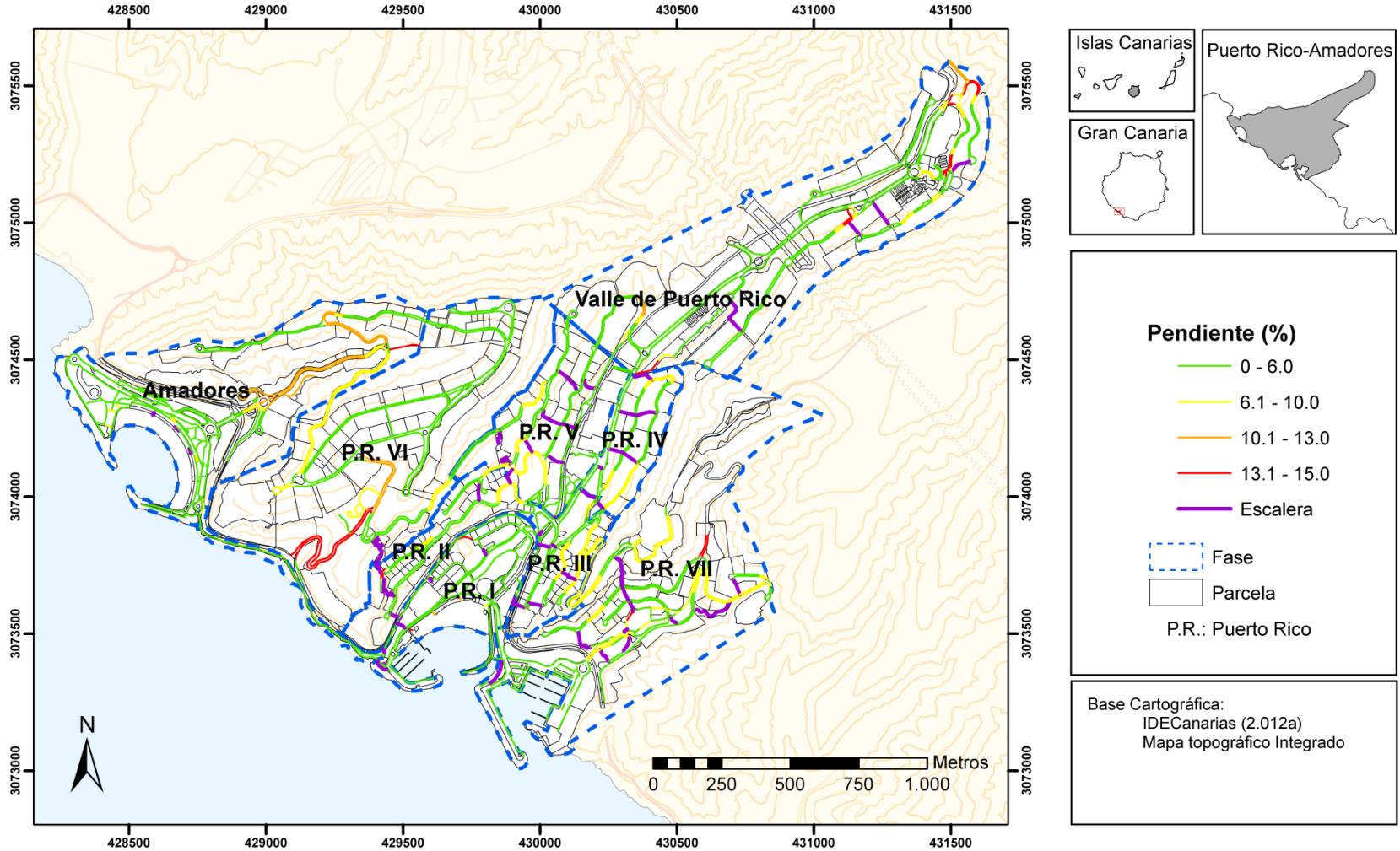
Se han analizado las pendientes de los recorridos peatonales, y las longitudes de los tramos de las escaleras en la urbanización (tabla 6.3). A nivel general, la longitud de los tramos de escalera supone el 5 % de la longitud total de recorridos peatonales, y los tramos con pendiente superior al 10 % ocupan el 13 % de dicha longitud total.

Las zonas con más escaleras se localizan en las áreas urbanizadas durante las fases de Puerto Rico II, IV, V, y VII; mientras que se encuentran las mayores pendientes, en las correspondientes a Puerto Rico VI, y Amadores.

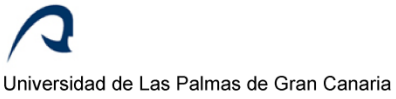
Tabla 6.3. Clasificación de los recorridos peatonales comprendidos en cada fase de la urbanización de Puerto Rico-Amadores, según sus pendientes y sus escaleras.

Fase		Pendiente				Escalera	Total
		0-6 %	6- 10 %	10-12 %	12-15 %		
Puerto Rico I	m	4562	19	27	74	191	4873
	%	94	0	1	2	4	100
Puerto Rico II	m	2425	607	0	69	273	3374
	%	72	18	0	2	8	100
Puerto Rico III	m	2529	1281	0	0	235	4045
	%	63	32	0	0	6	100
Puerto Rico IV	m	2455	858	0	5	364	3682
	%	67	23	0	0	10	100
Puerto Rico V	m	4480	1141	0	0	584	6205
	%	72	18	0	0	9	100
Puerto Rico VI	m	6644	1439	598	1167	189	10037
	%	66	14	6	12	2	100
Puerto Rico VII	m	6341	3293	0	213	807	10654
	%	60	31	0	2	8	100
Amadores	m	7268	1170	1812	246	50	10546
	%	69	11	17	2	0	100
Paseo entre Amadores y Puerto Rico	m	1060	29	0	0	15	1104
	%	96	3	0	0	1	100
Valle de Puerto Rico	m	9317	1045	427	678	392	11859
	%	79	9	4	6	3	100
Total	m	47081	10882	2864	2452	3100	66379
	%	71	16	4	4	5	100

Al estudiar la situación de cada tramo peatonal, clasificado según su pendiente (mapa 6.2), se observa que los itinerarios más inclinados se encuentran en el cauce del barranco de Amadores, y en el barranquillo por el que discurre la calle La Palma, que se encuentra entre el mencionado barranco de Amadores y el de Puerto Rico. En general, los viales que discurren por las laderas se han diseñado de manera que vayan ganando altura paulatinamente, a costa de un mayor desarrollo. Para reducir la longitud de los recorridos peatonales, desde las zonas altas hasta el fondo de los barranco, se han construido escaleras que siguen las líneas de máxima pendiente de las laderas, y que son, por lo tanto, aproximadamente perpendiculares a los viales. Los tramos de menor pendiente se encuentran, como es lógico, en los cauces de los barrancos, y sobre los interfluvios.



REDACTOR:
Francisco J. Macías González
 TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



DOCUMENTO: **Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras:
 El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)**

PLANO: **Pendiente de los itinerarios peatonales**

Mapa Nº :
6.2

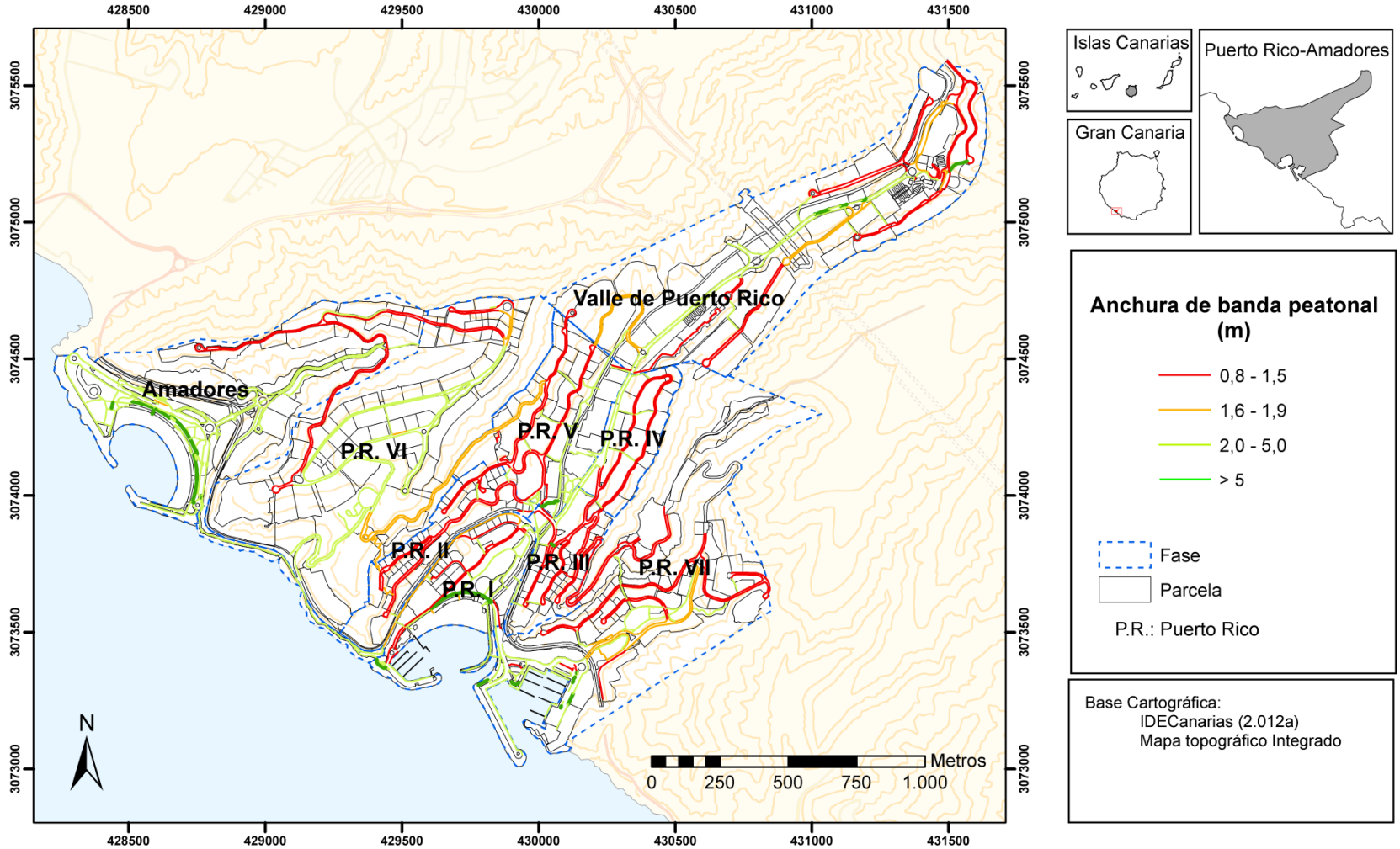
FECHA:
01/ 2017

Se ha estudiado, también, la ubicación espacial de los recorridos peatonales, clasificados según se anchura (mapa 6.3). Puede observarse que, prácticamente, todas las aceras de los viales que discurren por las laderas tienen ancho inferior a 1.5 m; y que las aceras con anchos mayores se encuentran en los viales que discurren por los cauces de los barrancos, o sobre el interfluvio situado entre los barrancos de Puerto Rico y Amadores. Las escaleras tienen, en general, mayor ancho que las aceras, y suelen superar los dos metros. Prácticamente todos los paseos exclusivamente peatonales superan los dos metros de ancho. La vía peatonal costera, y las avenidas que bordean las playas, tienen más de cinco metros de ancho.

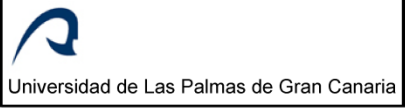
Para analizar la configuración de la red viaria peatonal, se han estudiado los trayectos que han de realizar los potenciales usuarios de las playas, siguiendo el recorrido más corto, para llegar a sus alojamientos. Considerando la máxima ocupación, se ha calculado el número de personas alojadas a cierta distancia de la playa más cercana, que puede ser la de Puerto Rico, o la de Amadores (tabla 6.4). Asimismo, se representa en el mapa 6.4 la clasificación de las parcelas residenciales, según dicha distancia. Puede observarse que, aproximadamente, un 40 % de la población ha de recorrer más de 1.200 metros de distancia; y que la distancia real a las parcelas situadas en las laderas, o en las lomas, es sensiblemente superior a la distancia geométrica, ya que los recorridos peatonales son largos y sinuosos, por los desniveles que tienen que salvar.

Tabla 6.4 Distribución de la población de turistas (suponiendo una ocupación, máxima) y residentes en función de la distancia desde la playa hasta el alojamiento.

		Distancia (m)				
		0-600	600-900	900-1200	1200-1700	1700-2814
Plazas turísticas + residentes	Nº	5694	7811	8351	7756	7611
	%	15,3	21,0	22,4	20,8	20,4
	% acumulado	15,3	36,3	58,7	79,6	100,0



REDACTOR:
Francisco J. Macías González
 TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



DOCUMENTO: **Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras:
 El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)**
 PLANO: **Anchura de banda peatonal**

Mapa Nº :
6.3
 FECHA:
01/ 2017

Para valorar, con mayor aproximación, el esfuerzo real que han de realizar los usuarios de las playas, para llegar a sus alojamientos, se ha de tener en cuenta, además de la distancia, la dificultad que supone el ascenso que han de realizar. Para ello, se calcula la distancia virtual, caminada en llano, en la que se consumiría la energía metabólica, calculada según Pandolf *et al.* (1.976)) que efectivamente se gasta en los recorridos que se realizan (tabla 6.5). Puede observarse que, aproximadamente, el 40 % de la población se aloja a una distancia virtual, medida desde la playa, que excede los dos kilómetros. Asimismo, se observa (mapa 6.5), que la cota de las parcelas, y la existencia de escaleras que acorten los recorridos, condiciona la energía que han de metabolizar los peatones para llegar a su destino. Generalmente, las parcelas que tienen mejores vistas, por su altura respecto al cauce, o por su ubicación sobre los acantilados costeros, presentan mayores dificultades de movilidad.

Tabla 6.5 Distribución de la población de turistas (suponiendo una ocupación, máxima) y residentes en función de la distancia virtual desde la playa hasta el alojamiento.

		Distancia (m)				
		0-800	800-1400	1400-2000	2000-3000	3000-4350
Plazas turísticas + residentes	Nº	4328	9633	8750	6653	7859
	%	11,6	25,9	23,5	17,9	21,1
	% acumulado	11,6	37,5	61,0	78,9	100,0

Para analizar si la red peatonal facilita el uso de transportes colectivos, se ha comprobado la distancia que existe entre los alojamientos de la urbanización, y las paradas de guaguas. En la actualidad no hay transporte colectivo interno, y las únicas paradas de guagua existentes prestan servicio a las líneas interurbanas que circulan por la carretera GC-500, que discurre paralela a la costa. Estas paradas no se encuentran siempre situadas simétricamente a cada lado de la vía, para cada sentido de circulación. Las guaguas que llegan por el este (desde el aeropuerto) tienen cinco paradas, y las que proceden del oeste se detienen solamente en tres lugares. Por esta razón, se han analizado por separado las distancias que han de recorrer, entre su alojamiento y la parada de guagua más cercana, los viajeros que llegan desde el aeropuerto, o se dirigen hacia él. Estos resultados se presentan, respectivamente, en las tablas 6.6 y 6.7. Puede observarse que tan sólo el 14,8 % de los viajeros que pueden llegar desde el este, en transporte público, se alojan en lugares situados a menos de 300 m de la parada más cercana; y que solamente el 12.6 % de los viajeros que se dirigen hacia el aeropuerto se alojan a menos de 300 m de la parada correspondiente. Las distancias máximas que pueden tener que recorrer llegan a los 2,4 km.

Tabla 6.6 Distribución de la población de turistas (suponiendo una ocupación, máxima) y residentes en función de la distancia desde la parada de las guaguas procedentes del aeropuerto, hasta el alojamiento

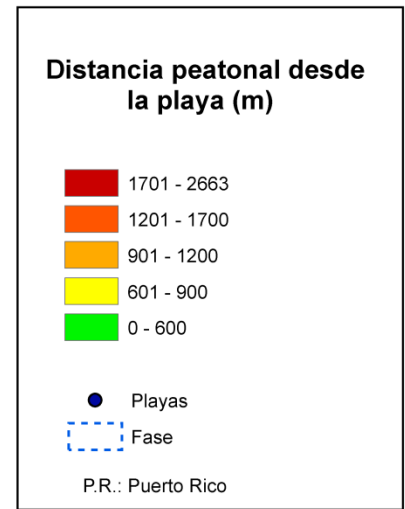
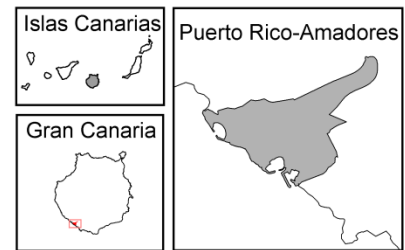
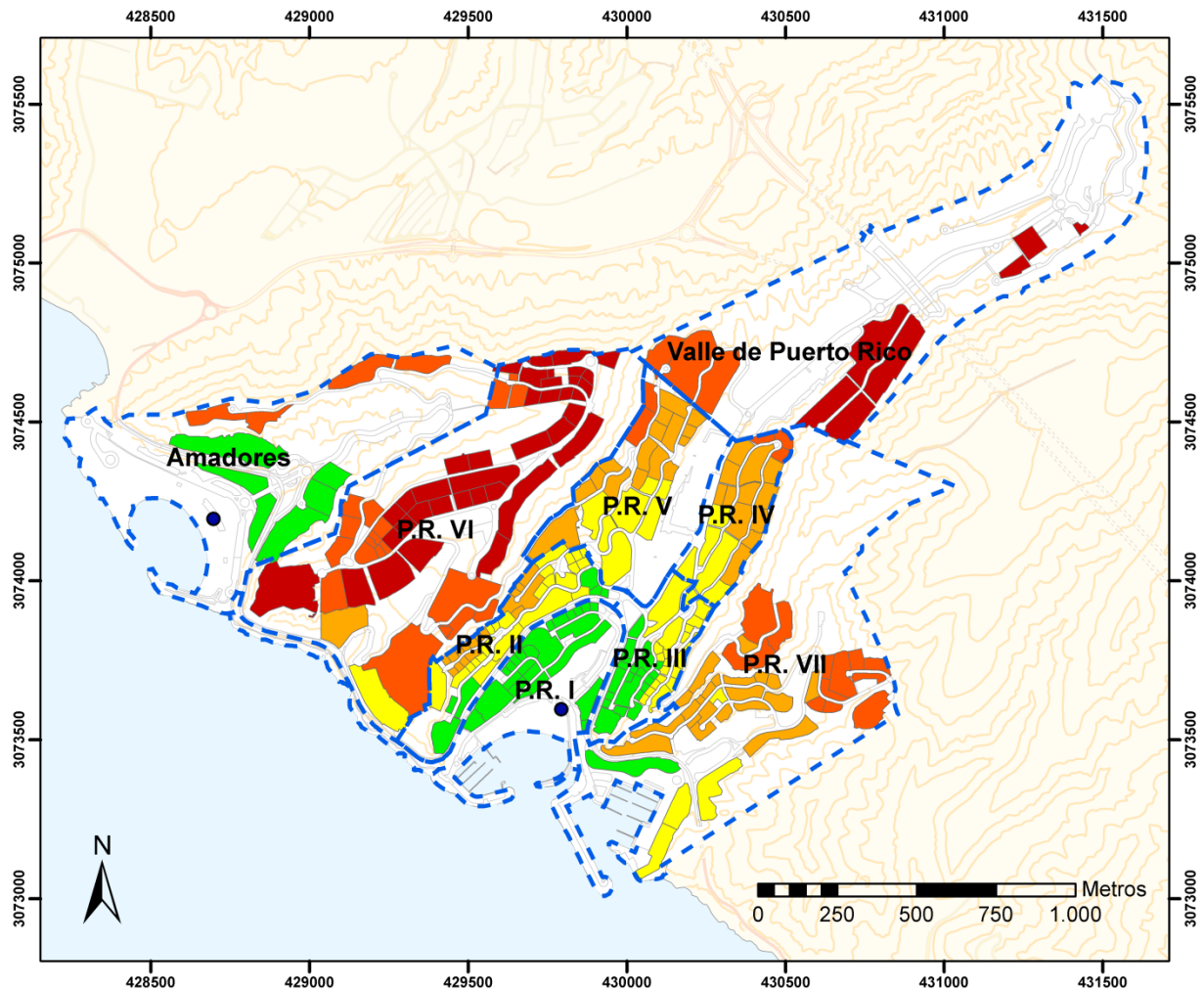
		Distancia (m)				
		0-300	300-600	600-900	900-1200	1200-2394
Plazas turísticas	Nº	5499	11540	8239	3925	8020
	%	14,8	31,0	22,1	10,5	21,5
+ residentes	% acumulado	14,8	45,8	67,9	78,5	100,0

Tabla 6.7 Distribución de la población de turistas (suponiendo una ocupación, máxima) y residentes en función de la distancia desde el alojamiento hasta la parada de las guaguas que se dirigen hacia el aeropuerto.


		Distancia (m)				
		0-300	300-600	600-900	900-1200	1200-2394
Plazas turísticas	Nº	4705	8914	6724	4205	12675
	%	12,6	23,9	18,1	11,3	34,1
+ residentes	% acumulado	12,6	36,6	54,7	65,9	100,0

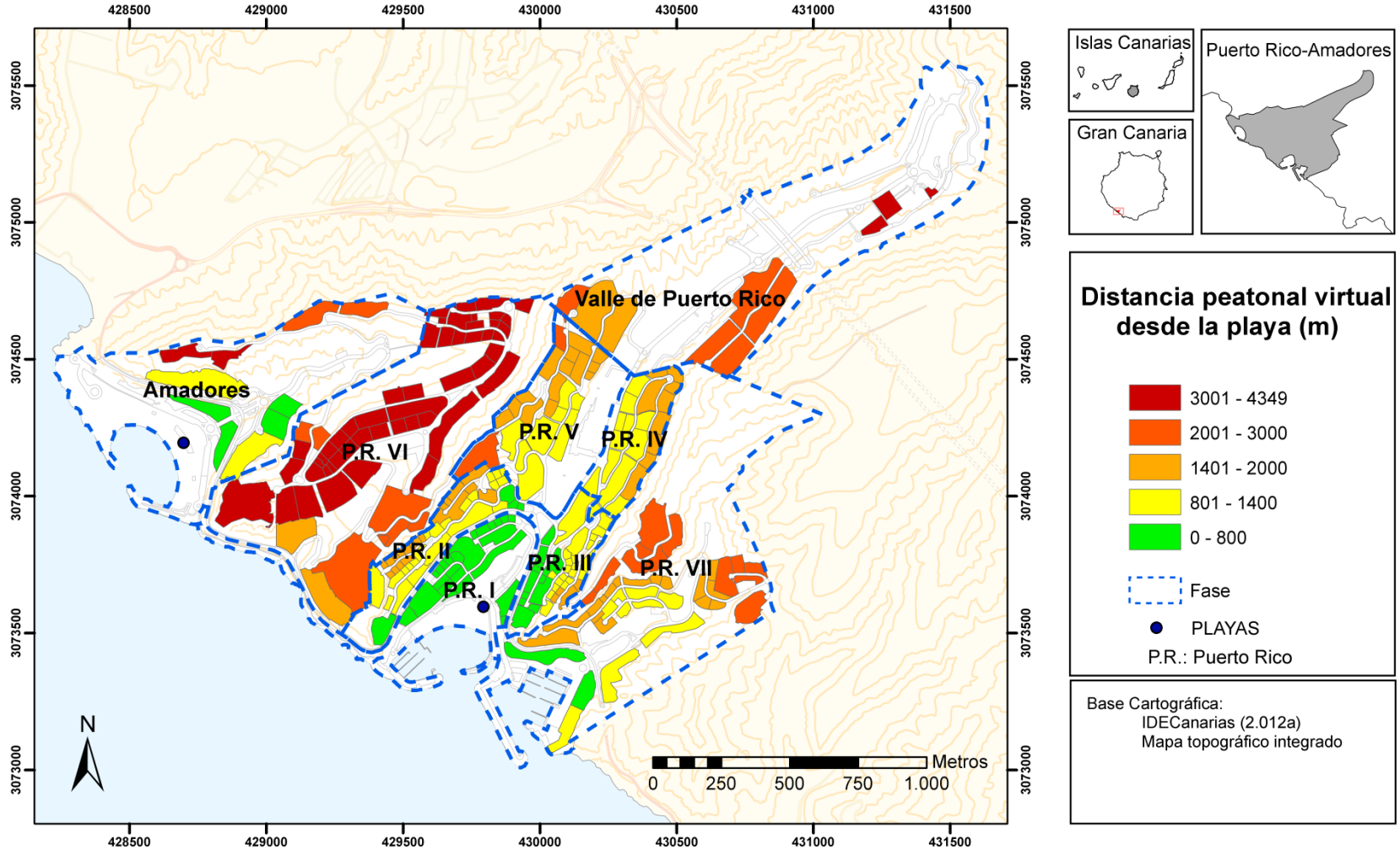
En el mapa 6.6 puede observarse que las parcelas más distantes de las paradas de las guaguas que proceden del aeropuerto, se localizan en la loma de Amadores, o en la zona denominada “Valle de Puerto Rico”.

Asimismo, puede observarse que las parcelas más alejadas de una parada hacia el aeropuerto se encuentran en la loma de Amadores, en “Valle de Puerto Rico”, y en Agua de la Perra. A pesar de la cercanía de esta última zona a la carretera GC-500, no existe parada, actualmente, para las guaguas que se dirigen hacia el este (mapa 6.7).



Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.012a)
 Mapa topográfico Integrado

REDACTOR: Francisco J. Macías González		DOCUMENTO: Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)	Mapa Nº: 6.4
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	PLANO: Distancia peatonal desde la playa	FECHA: 01/ 2017



REDACTOR:
Francisco J. Macías González

TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



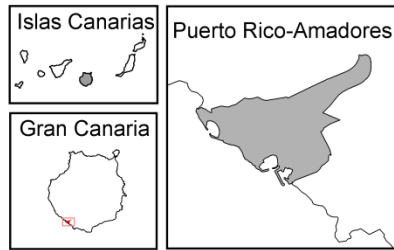
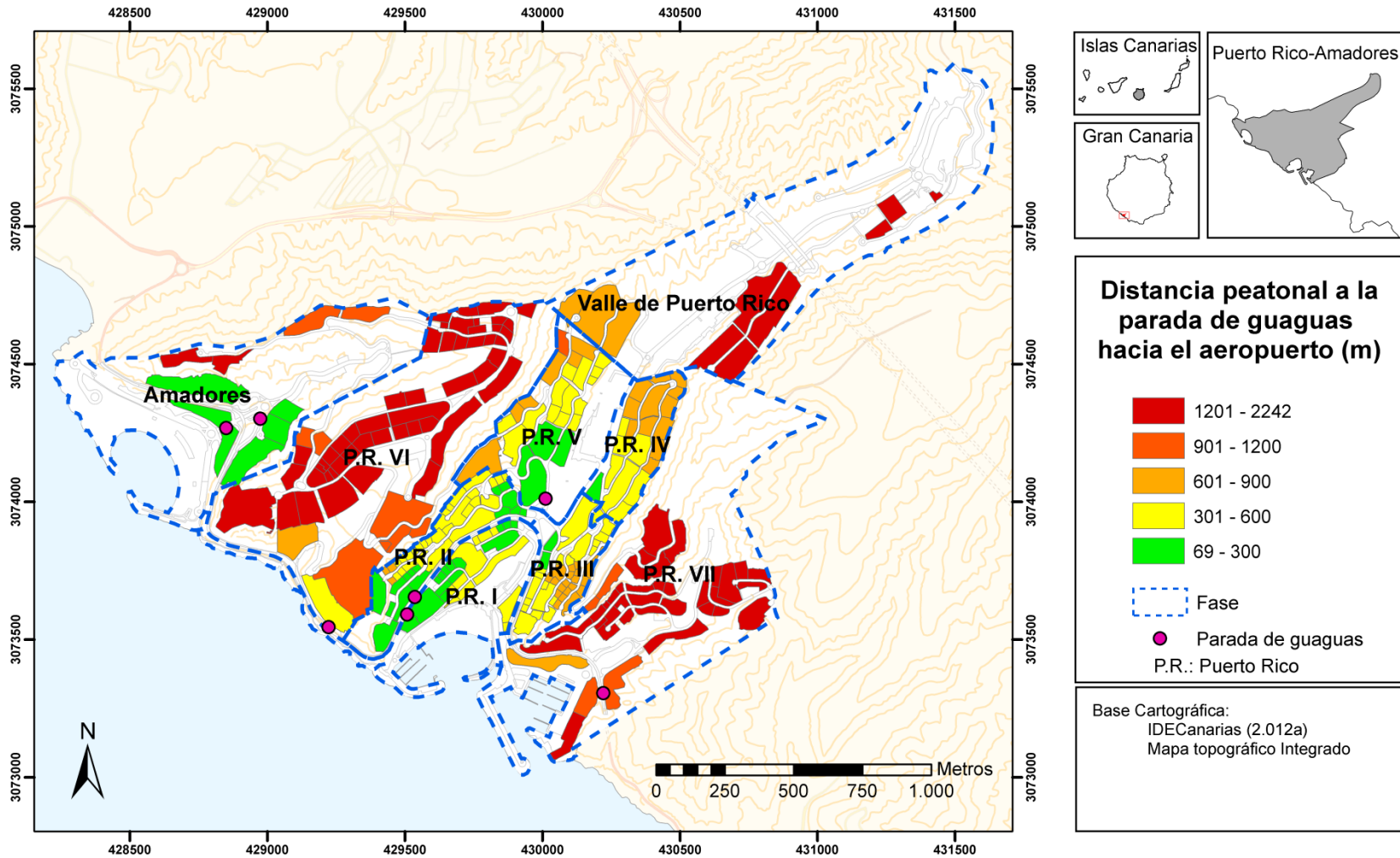
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

DOCUMENTO: **Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras:
 El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)**

PLANO: **Distancia peatonal virtual desde la playa**

Mapa Nº :
6.5

FECHA:
01/ 2017

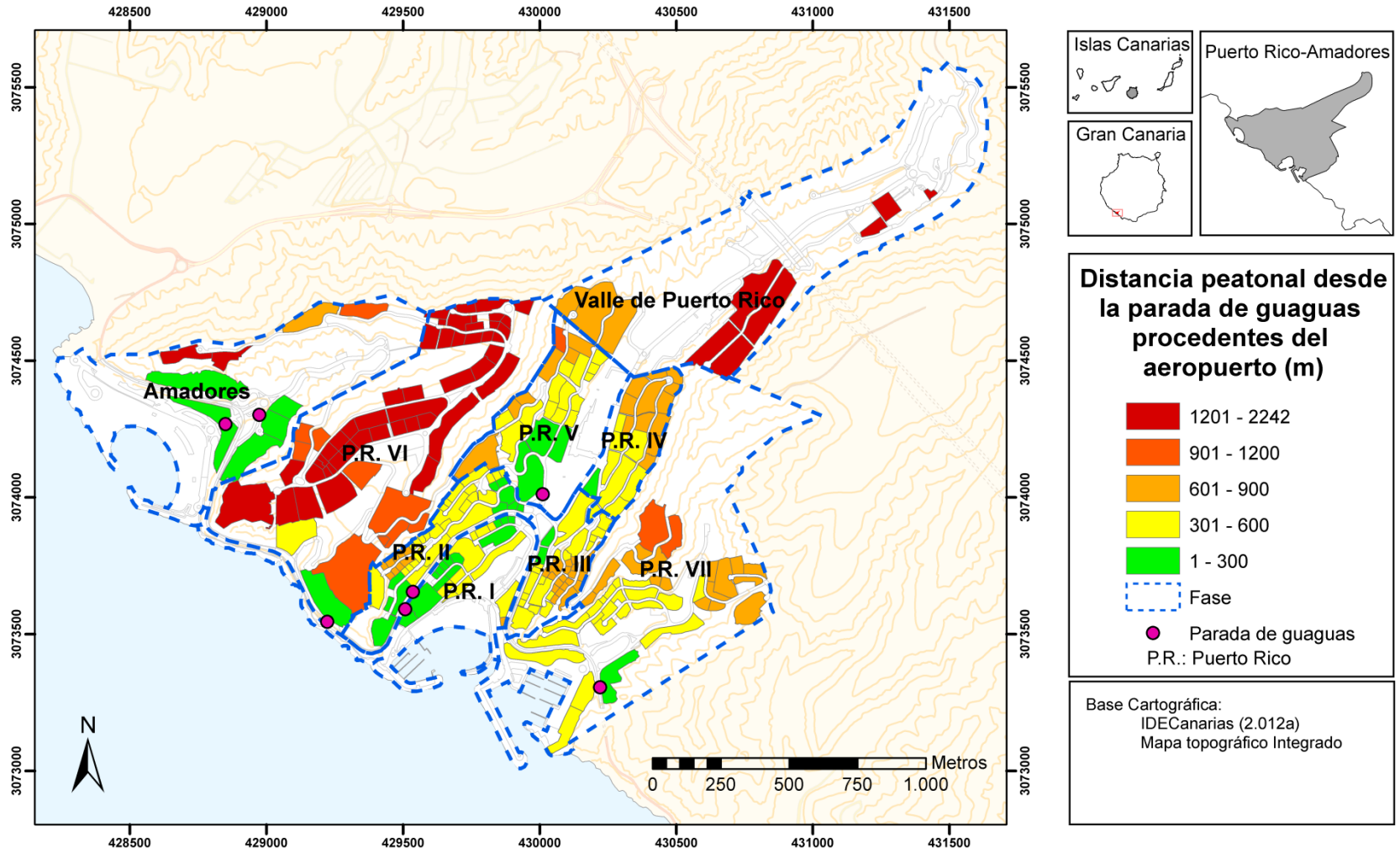



Distancia peatonal a la parada de guaguas hacia el aeropuerto (m)

- 1201 - 2242
- 901 - 1200
- 601 - 900
- 301 - 600
- 69 - 300
- Fase
- Parada de guaguas
- P.R.: Puerto Rico

Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.012a)
 Mapa topográfico Integrado

REDACTOR: Francisco J. Macías González		DOCUMENTO: Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)	Mapa Nº : 6.6
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	PLANO: Distancia peatonal a la parada de guaguas hacia el aeropuerto	FECHA: 01/ 2017



REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)	Mapa Nº: 6.7
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Distancia peatonal desde la parada de guaguas del aeropuerto	FECHA: 01/ 2017

6.2 Dificultades para la circulación de vehículos

El Reglamento de estándares turísticos (Decreto 10/2001, de 22 de enero, art. 14) establece que “siempre que sea posible se organizará la red viaria interior de las urbanizaciones turísticas con calles de sentido único para facilitar la coexistencia del tráfico con el tránsito peatonal. Sólo se utilizarán fondos de saco cuando sus dimensiones puedan garantizar su permanente fluidez y accesibilidad”.

En el conjunto de la urbanización estudiada abundan los fondos de saco, con anchos de calzada de 6 m. Como se permite aparcar en estas calles, el paso de vehículos que estén circulando en sentido opuesto resulta problemático (figura 6.1).



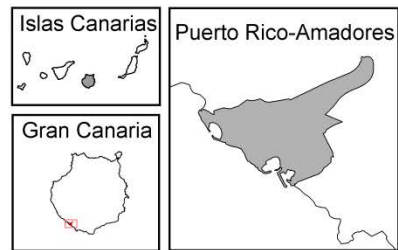
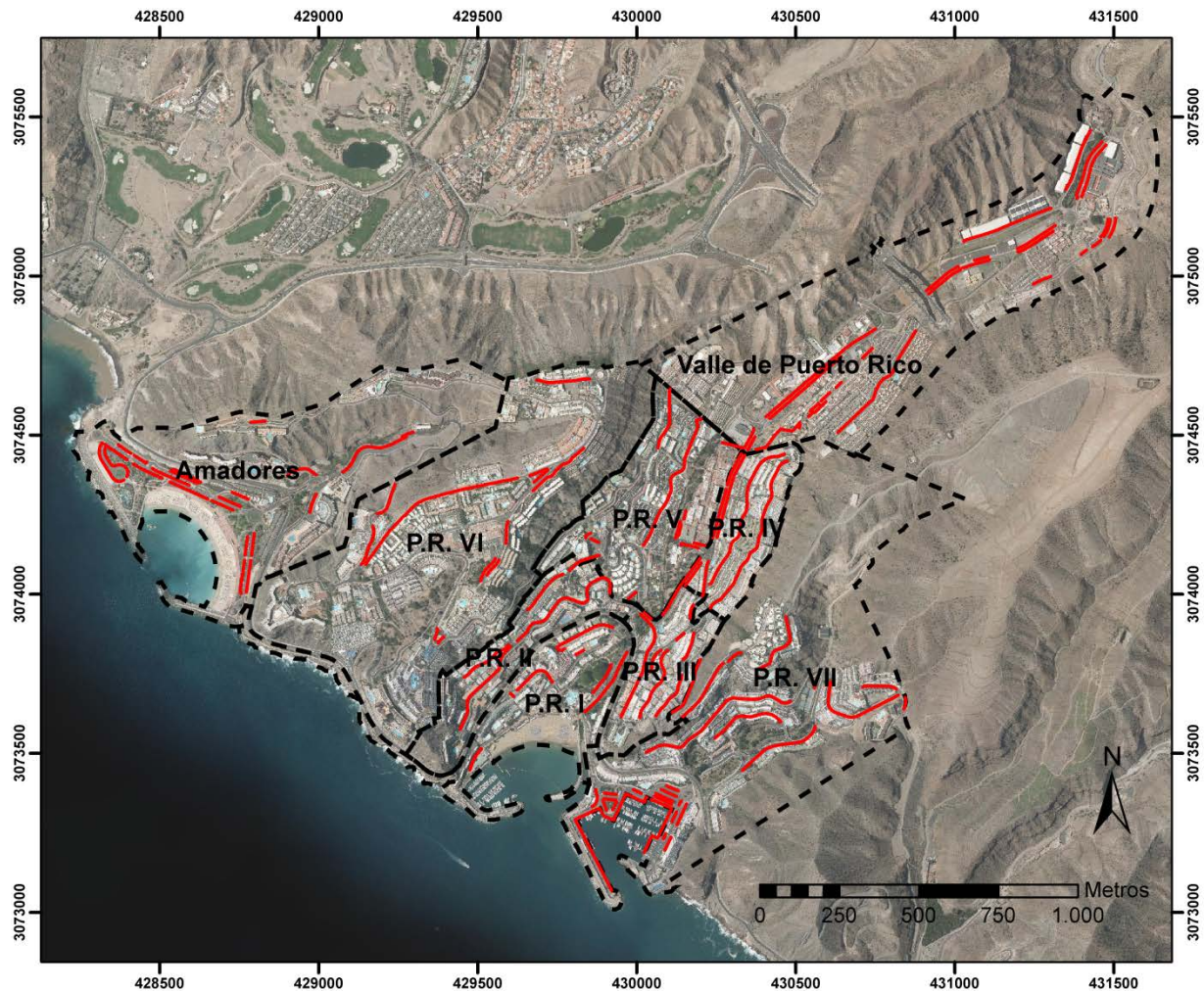
Figura 6.1. Anchura disponible para vehículos (Imagen: IDECanarias, 2.012c)

Según el reglamento de planeamiento (Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, art. 12), en urbanizaciones de carácter terciario se ha de prever una plaza de aparcamiento por cada 100 m² de edificación, y en la vía pública se deberá reservar espacio solamente para el 50% de estos aparcamientos. Este coeficiente se cumple, en la urbanización estudiada, en lo que respecta a los aparcamientos en la vía pública (tabla 6.8), pero no se dispone de datos para valorar si las plazas de aparcamientos fuera de la vía pública son suficientes.

Tabla 6.8 Aparcamientos existentes en cada fase de la urbanización de Puerto Rico-Amadores

Fase	Aparcamientos	m ² Edificados	Aparcamientos / 100 m ² edificados
Puerto Rico – Fase I	272	49.255	0,55
Puerto Rico – Fase II	227	75.159	0,30
Puerto Rico – Fase III	676	48.651	1,39
Puerto Rico – Fase IV	376	63.913	0,59
Puerto Rico – Fase V	262	112.961	0,23
Puerto Rico – Fase VI	429	235.950	0,18
Puerto Rico – Fase VII	1.122	131.030	0,86
Amadores	731	85.263	0,86
“Valle de Puerto Rico”	996	151.815	0,66
Global	5.091	953.997	0,53

La distribución de los aparcamientos se muestra en el mapa 6.8. Puede observarse que no se encuentran repartidos uniformemente, ya que existen zonas en las que son muy escasos, y otras en las que resultan excesivos, al ocupar una extensa superficie. Estas últimas zonas se encuentran, principalmente, en las proximidades de las playas.



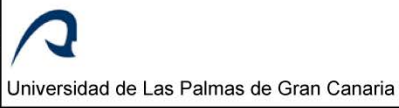
Leyenda

- Aparcamientos
- Fase de la urbanización
- P.R.: Puerto Rico

Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.013a)
 Ortofoto Ortoexpress

REDACTOR:
Francisco J. Macías González

TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



DOCUMENTO:
Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.

PLANO:
Aparcamientos en la red viaria

Mapa Nº :
6.8

FECHA:
01/ 2017

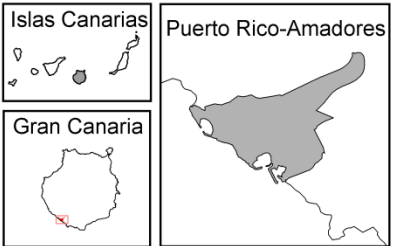
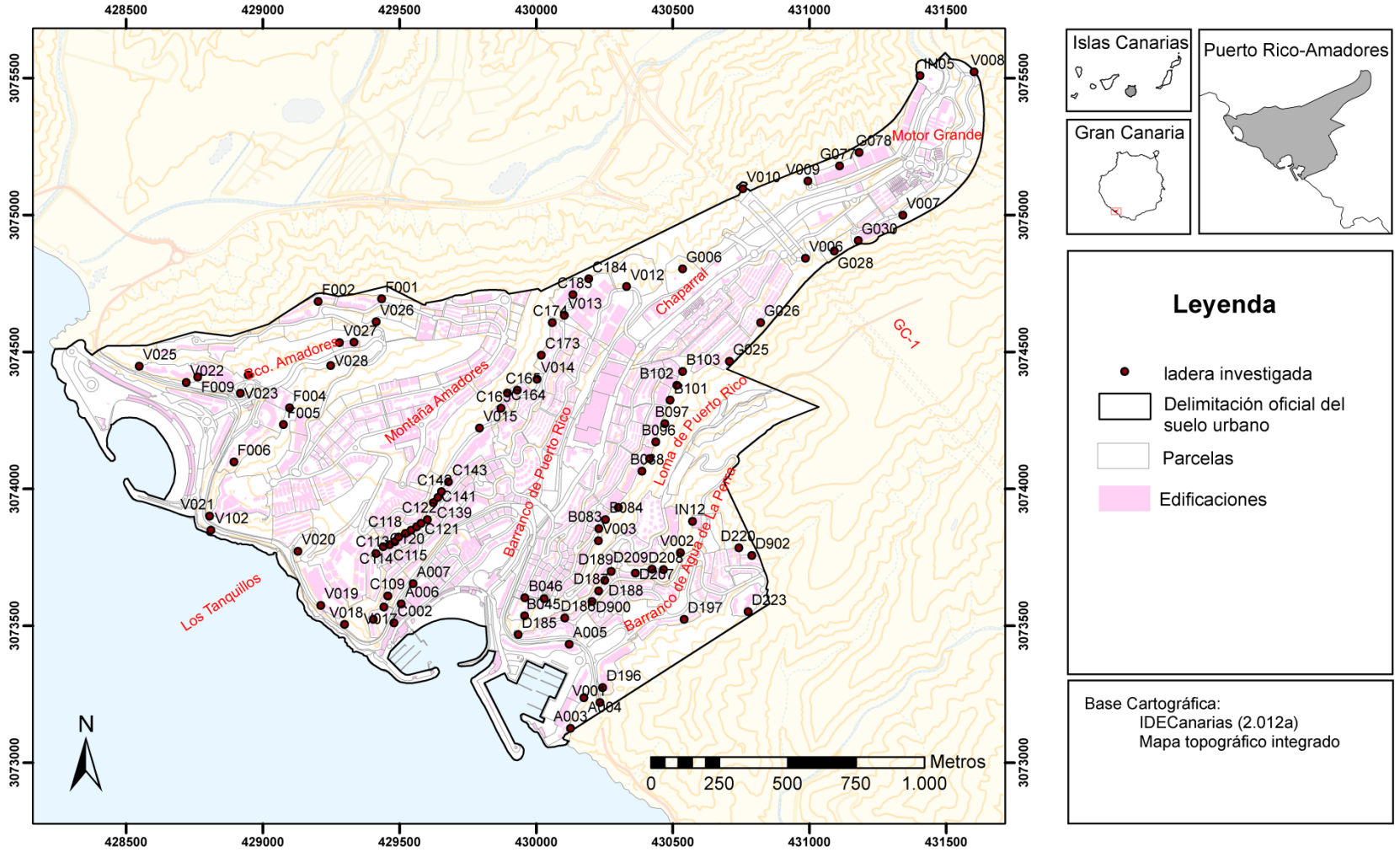
Puede señalarse, como principal conclusión de este estudio de movilidad, que los criterios de diseño de la red viaria, que se encuentran condicionados principalmente por la geomorfología de la zona urbanizada, pero también por factores económico-inmobiliarios, guardan una estrecha elación con los problemas observados.

7. RIESGOS POR MOVIMIENTOS DE LADERA

Siguiendo la metodología expuesta en el apartado 2.3.2.4, se realiza, en este capítulo, una valoración cualitativa del riesgo debido a movimientos de ladera, en la zona urbanizada estudiada. Para ello, se estudian las características específicas de cada uno de los lugares con peligro, aplicando las metodologías SAS (*Slope attribute score*) y ARL (*assessed risk level*), de la guía RTA –*Road and Traffic Authority*– (Stewart *et al.*, 2.002). La información y los resultados obtenidos sobre las laderas estudiadas, cuya ubicación se refleja en el mapa 7.1, se sintetizan en fichas (anexo I). Considerando los niveles de riesgo calculados, se estudia su distribución espacial, su variación histórica, su correspondencia con las características del emplazamiento, y su relación con las obras realizadas. Específicamente, se calcula el riesgo existente en las parcelas alojativas –tanto las residenciales como las turísticas– incluidas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico” (PAP), atendiendo a la fase correspondiente del proceso de urbanización, y a la tipología edificatoria adoptada. Por último se contextualizan los resultados obtenidos, considerando diversos valores de referencia y comparando la problemática existente con la que presentan otras urbanizaciones similares.

7.1 Estudio vulcano-estratigráfico

La mayor parte de los materiales presentes en la zona de estudio son volcánicos y todos ellos muestran una disposición tabular buzando hacia el sur. En este apartado se estudia la secuencia vertical de los materiales identificados en la ladera oriental del barranco de Amadores, a 120 metros de la carretera GC-500, en la parcela F004, que ha sido considerada como ejemplo tipo. En la figura 7.1 se refleja la situación en planta del corte; en la figura 7.2 se indican, en una fotografía, los niveles estratigráficos; en la figura 7.3 se indica el corte geológico, y finalmente en las figuras 7.4 a 7.12 se detallan las texturas de los materiales presentes.



Leyenda

- ladera investigada
- Delimitación oficial del suelo urbano
- Parcelas
- Edificaciones

Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.012a)
 Mapa topográfico integrado

REDACTOR:
Francisco J. Macías González

TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

DOCUMENTO: **Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras:
 El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)**

PLANO: **Situación de las laderas estudiadas**

Mapa Nº:
7.1

FECHA:
01/ 2017



Figura 7.1 Situación, en planta, del corte geológico. Ortofoto: IDECanarias (2012c)



Figura 7.2 Disposición de los niveles estratigráficos

Perfil Longitudinal: F004 Escala - V: 500 H:500

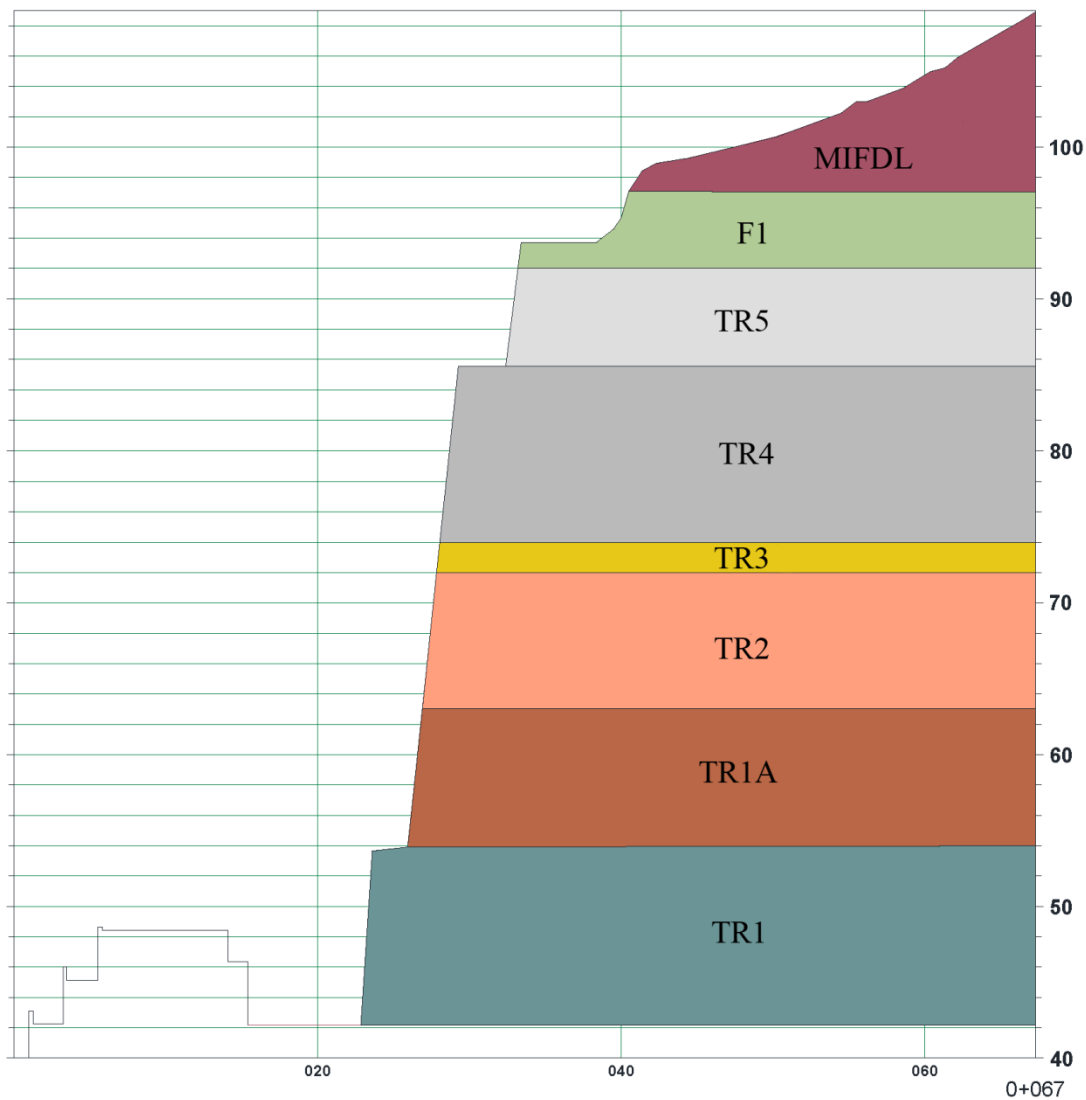


Figura 7.3 Corte geológico



Figura 7.4 C: Coluviones. Aspecto de los coluviones conglomeráticos heterométricos presentes en las laderas.



Figura 7.5 TR1: Ignimbrita traquítica-riolítica fuertemente soldada con pocos líticos.



Figura 7.6 TR1A: Ignimbrita traquítica-riolítica soldada con pocos líticos, alterada.



Figura 7.7 TR2 Ignimbrita traquítica-riolítica poco soldada de bloques y cenizas.



Figura 7.8 TR3 Ignimbrita traquítica-riolítica poco soldada de bloques y cenizas



Figura 7.9 TR4 Ignimbrita traquítica-riolítica soldada de pómez y ceniza.



Figura 7.10 TR5 Ignimbrita traquítica-riolítica soldada de pómez y ceniza.



Figura 7.11 F1 Ignimbrita fonolítica de bloques y ceniza, soldada.



Figura 7.12 MIFDLP Miembro inferior de la Formación detrítica de Las Palmas. Conglomerados heterométricos.

7.2 Características geotécnicas de los materiales

Para valorar adecuadamente el riesgo por movimientos de ladera en la urbanización, es necesario estudiar detenidamente las propiedades geotécnicas de los materiales presentes. Previamente, en el apartado 3.1.1.2 de esta tesis, han sido descritas las unidades geomorfológicas que se han diferenciado, y las características litoestratigráficas de los materiales existentes.

De acuerdo con la diferenciación geológica y geotécnica establecida, podemos considerar tres grandes grupos de materiales:

- Materiales detríticos, procedentes del desmantelamiento de los edificios volcánicos. Incluye materiales de edad variada, tanto del Mioceno superior (como corresponde al miembro inferior de la Formación Detrítica de Las Palmas), como del Cuaternario (materiales aluviales y coluviales).
- Materiales volcánicos, correspondientes al ciclo I de la construcción de la Isla, representados en la zona principalmente en coladas ignimbríticas de la fase traquítico-riolítica
- Rellenos antrópicos, generados por las obras de la urbanización y por los cultivos agrícolas.

En los siguientes apartados se describen pormenorizadamente las características geotécnicas de los materiales citados.

7.2.1 Materiales detríticos

Aparecen representados por tres grandes grupos de materiales, genéticamente diferentes aunque litoestructuralmente similares: depósitos aluviales de barranco, depósitos coluviales y Formación Detrítica de Las Palmas.

7.2.1.1 Depósitos de barranco

Estos depósitos aparecen en el cauce del barranco de Puerto Rico. En los restantes barrancos no son tan potentes.

Están constituidos por cantos subredondeados y subangulosos de composición traquítica y fonolítica con matriz arenosa-arcillo-limosa. Los cantos son heterométricos, y es frecuente la aparición de alguno de gran tamaño, cuyo centil puede llegar al metro (bolos).

Según los ensayos realizados para la construcción del colegio de Motor Grande (GEOTECAN, 2007), el espesor de estos depósitos oscila entre 3,6 y 6,8 m (figura 7.13). Tienen una capacidad portante muy heterogénea.



Figura 7.13 Sondeo en depósitos sedimentarios del barranco en Motor Grande. Fuente: Geotecan

No resulta recomendable la cimentación directa sobre los depósitos en superficie por su baja presión admisible. Se recomienda cimentar, mediante zapatas aisladas o corridas, adecuadamente arriostradas, sobre los materiales ignimbríticos subyacentes.

7.2.1.2 Depósitos coluviales

Aparecen como depósitos al pie de las laderas de los barrancos, a veces canalizados por los barranquillos confluyentes, y son más abundantes las laderas del barranco de Puerto Rico (figura 7.14). Pueden aparecer formando conos coalescentes en las desembocaduras de los canales, y los depósitos presentan espesores máximos inferiores a los 3 m. Están formados por cantos angulosos y subangulosos, de tamaño heterométrico entre 4 y 100 cm y composición mayoritariamente ignimbrítica.



Figura 7.14 Depósitos coluviales en las laderas del barranco de Puerto Rico.

En ellos no es recomendable la cimentación directa. En zonas de depósitos de ladera pueden darse inestabilidades en el terreno y caída de cantos. La removilización se acentúa con la esorrentía, especialmente en el transcurso de lluvias intensas.

7.2.1.3 Miembro inferior de la Formación detrítica Las Palmas (F.D.L.P.)

Se trata de gravas, cantos y bolos redondeados, de composición fonolítica fundamentalmente, dispuestos en una matriz arenosa. El espesor de esta capa es de 12 a 24 m. Los cantos en los afloramientos estudiados se disponen de forma laminada, formando niveles conglomeráticos de 15 a 20 cm de espesor, con escasa presencia de finos (10-20%). El techo de este material es planar, mientras que la base es erosiva, con formas canalizadas. Son depósitos sedimentarios muy heterométricos (tamaños de 1 a 40 cm). Debido a que son conglomerados miocenos (de 8 a 5 Ma), aparece cierta cementación areno-limo-arcillosa y zeolítica entre sus componentes.

Este material se sitúa en la cima de la Montaña Amadores, en la loma entre los barrancos de Puerto Rico y Amadores, y en la loma de Puerto Rico. Tiene un ligero buzamiento (unos 8°) hacia el mar (S-SO) y presenta una pendiente suave en el perfil topográfico.

En el área de estudio, los desmontes que se han realizado en esta formación han sido hechos con maquinaria (figura 7.15). La excavabilidad de estos materiales es muy variable, ya que dependiendo de su grado de cementación, puede llegar a ser necesario el uso de explosivos, como ha ocurrido en las obras de la circunvalación a la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria.

A pesar de su carácter detrítico, esta formación permite excavaciones de muy elevada inclinación, dependiendo del grado de cementación. No obstante, la meteorización de los taludes tras el desmonte debilita esta cementación, y suelen producirse, con cierta frecuencia, desprendimientos de cantos.

Aunque es necesario estudiar cada caso en particular, esta formación permite elevadas tensiones admisibles. El viaducto de Escaleritas, en Las Palmas de Gran Canaria, se cimentó sobre esta formación y se calculó para una tensión admisible de $0,6 \text{ N/mm}^2$.



Figura 7.15 Desmonte en Montaña de Amadores, excavado en Formación Detrítica Las Palmas, a techo e ignimibritas traquíτικο-riolíticas en la base.

7.2.2 Materiales volcánicos

Considerando la constitución y naturaleza petrológica, el grado de consolidación y la génesis de estos materiales, se pueden clasificar los materiales volcánicos en los siguientes grupos geotécnicos: depósitos piroclásticos, Intercalaciones de lavas basálticas y toba vitrofídica traqui-riolítica ("composite flow").

7.2.2.1 Depósitos piroclásticos

Son los materiales más abundantes en la zona estudiada. Se encuentran en la mayor parte de las laderas de los barrancos y bajo los materiales aluviales de los cauces. Tienen un comportamiento geotécnico muy diferente, según su grado de soldadura, por lo que se han clasificado en tres grupos.

- Depósitos piroclásticos soldados o muy soldados: ignimbritas

Las ignimbritas engloban fragmentos líticos de distinta composición, vítreos (ceniza y pómez) y cristalinos (con diversos minerales), soldados o muy soldados.

Son los materiales más abundantes, encontrándose un gran número de capas, que se diferencian por su petrología (traquítico-riolíticas y fonolíticas), tamaño de componentes (de cenizas y pómez, de cenizas y bloques), y por su grado de soldadura. Estas capas se encuentran apiladas y forman macizos rocosos modelados por la erosión.

Se ha recopilado información sobre la calidad geotécnica de estos macizos rocosos. Un índice frecuentemente utilizado para esta valoración es el RMR, propuesto por Bieniawski (como se cita en Ayala y Posse, 2006, p.95), que depende de:

- La resistencia a compresión simple de la roca matriz.
- Las condiciones del diaclasado.
- El efecto del agua.
- La posición relativa de la excavación respecto a las diaclasas.

En función del RMR, los macizos rocosos se clasifican en las categorías de la tabla 7.1.

Tabla 7.1. Calidad del macizo rocosa según el índice R.M.R. (Ayala y Posse, 2006)

	Tipo de roca	RMR
I	Roca muy buena	81-100
II	Roca buena	61-80
III	Roca media	41-60
IV	Roca mala	21-40
V	Roca muy mala	Menor a 20

La calidad del macizo rocoso hay que determinarla, en cada caso concreto, en función de la posición del diaclasado y de las características estructurales y texturales de la roca, por lo que no puede darse una valoración genérica para un tipo de material.

Las ignimbritas presentan una fracturación perpendicular a la disposición de las coladas, lo que favorece la caída de bloques o cuñas. Si están situadas sobre una capa desagregable pueden producirse descalces por erosión diferencial, que potencian también estas caídas.

Cuando las capas son de poco espesor, con planos de diaclasado paralelos a desmontes subverticales, se puede producir el vuelco de capas.

La caída de desprendimientos de partículas o componentes detríticos depende también del grado de soldadura de los materiales y de su alteración

Para analizar la estabilidad del macizo rocoso se precisa conocer la geometría y otros datos geomecánicos del diaclasado. Utilizando estos datos se calcula el equilibrio entre la fuerza gravitatoria, que favorece el movimiento, y las fuerzas de rozamiento en las discontinuidades que se opone al mismo.

Si se usan explosivos para realizar desmontes, sin proyectar adecuadamente las voladuras, se pueden producir fisuraciones excesivas. Éstas favorecen desprendimientos que no siempre se manifiestan a corto plazo.

Se ha considerado necesario consultar estudios geotécnicos realizados en la zona de estudio, con el fin de obtener una primera aproximación de las características de las ignimbritas, y conocer las soluciones adoptadas para la realización de los desmontes, sin que con ello se pretenda llegar a conclusiones generalizables. Los estudios consultados han sido los correspondiente al proyecto de la autopista GC-1, (CEA, 1.998), y al anteproyecto de variante de la GC-500 situada entre el Barranco de Amadores y el del Lechugal, (ITC, 2001).

En el estudio realizado para la autopista GC-1, todas las ignimbritas soldadas a desmontar en la zona fueron valoradas como medias o buenas, con pocas variaciones en el índice RMR obtenido (tabla 7.2).

Tabla 7.2. Calidad del macizo rocosa según el índice R.M.R. (Ayala y Posse, 2006)

Litotipo	RMR
Ignimbrita fonolítica	58
Ignimbrita ocre	58
Ignimbrita verde	64
Ignimbrita marrón	63
Ignimbrita gris	56

En el estudio geotécnico mencionado se recomienda la excavación con explosivos, aunque también pueda realizarse con medios mecánicos; taludes de desmorte 1H/2V (63°), un cunetón en la base de 2 m de ancho para recogida de piedras cuando las altura superan los 9 m, y bermas de 6 m de ancho a 14 m de altura para desmontes de gran dimensión (figura 7.16)

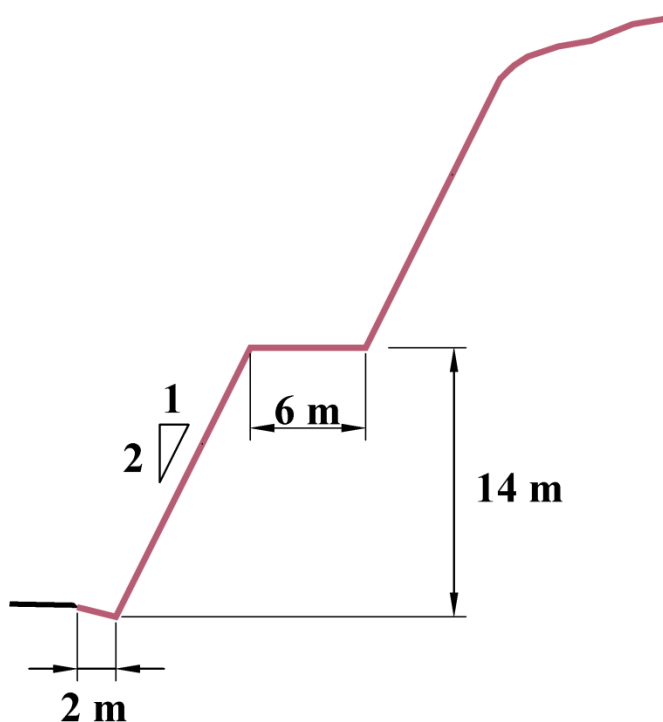


Figura 7.16 Taludes, bermas y cunetas adoptados en la autopista GC-1 (CEA, 1998), modificado.

En el estudio geotécnico de la variante de la carretera GC-812, entre el barranco de Amadores y el del Lechugal (figuras 7.17 y 7.18), se proponía un túnel que

comenzaba con una trinchera excavada en ignimbritas. En el mencionado estudio se proponen, para asegurar la estabilidad, diversas soluciones:

- Perfilar el talud de desmonte con una inclinación 1H/2V (63°).
- Adoptar Talud 1H/3V (71°), con algún bulón ocasional de refuerzo para asegurar la estabilidad.
- Perfilar el talud con inclinación 1H/5V (79°). La medida estabilizadora idónea en este caso serían los bulones de Ø25 mm de unos 4 m de longitud y colocados de forma ocasional, pudiendo estimarse de manera aproximada el empleo de un bulón cada 20 m² de talud
-

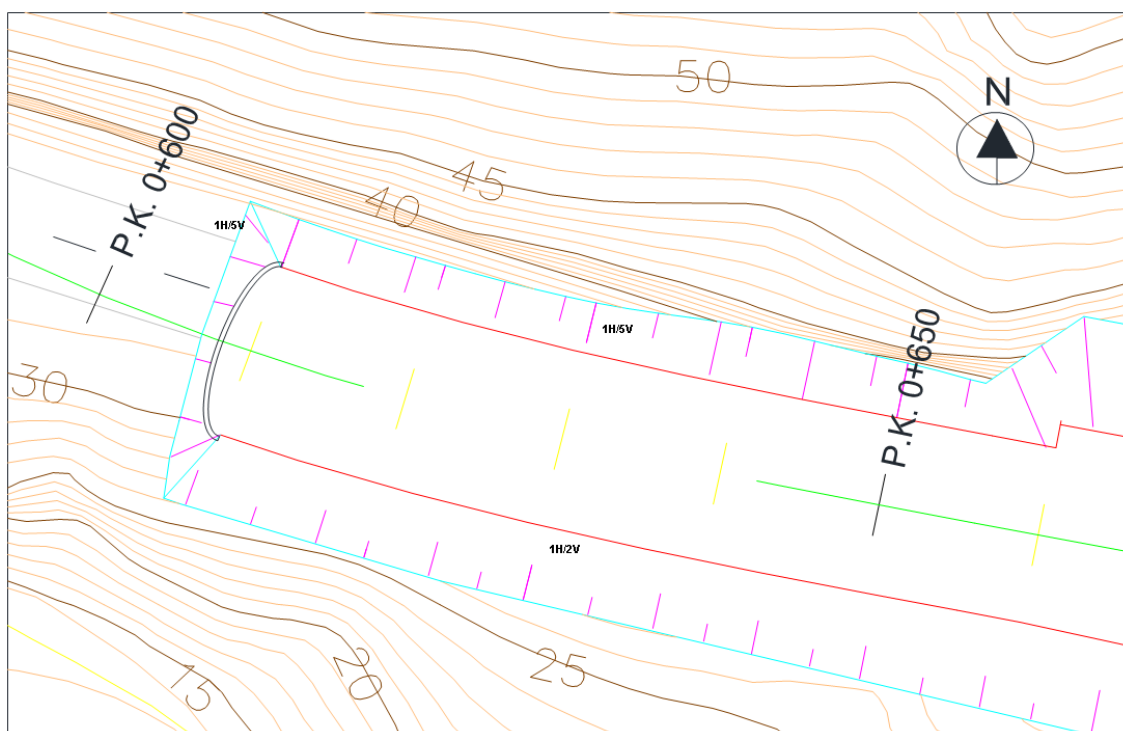


Figura 7.17 Planta de la trinchera prevista en el proyecto de variante de la GC-500 entre el barranco de Amadores y el de El Lechugal.



Figura 7.18 Tramo de la GC-500 en el que se preveía una trinchera según el Proyecto de variante de la GC-500

- Depósitos piroclásticos poco soldados. Tobas

En la zona estudiada se encuentran niveles de ignimbritas (de cenizas y pómez, y de cenizas y bloques) y de tobas cineríticas poco soldadas. De estas capas, generalmente intercaladas entre ignimbritas más soldadas, no suelen producirse desprendimientos de grandes dimensiones, la progresiva desintegración puede ocasionar el descalce y la caída de los bloques del nivel superior. Como la porosidad es mayor que la correspondiente a materiales más soldados, la circulación del agua subterránea potencia la alteración de estos depósitos, especialmente en las zonas de los taludes donde aflora a la superficie (manantiales).

Las capas de mayor potencia de estos depósitos se han hallado en la zona alta de la urbanización en el barranco de Puerto Rico (figura 7.19).

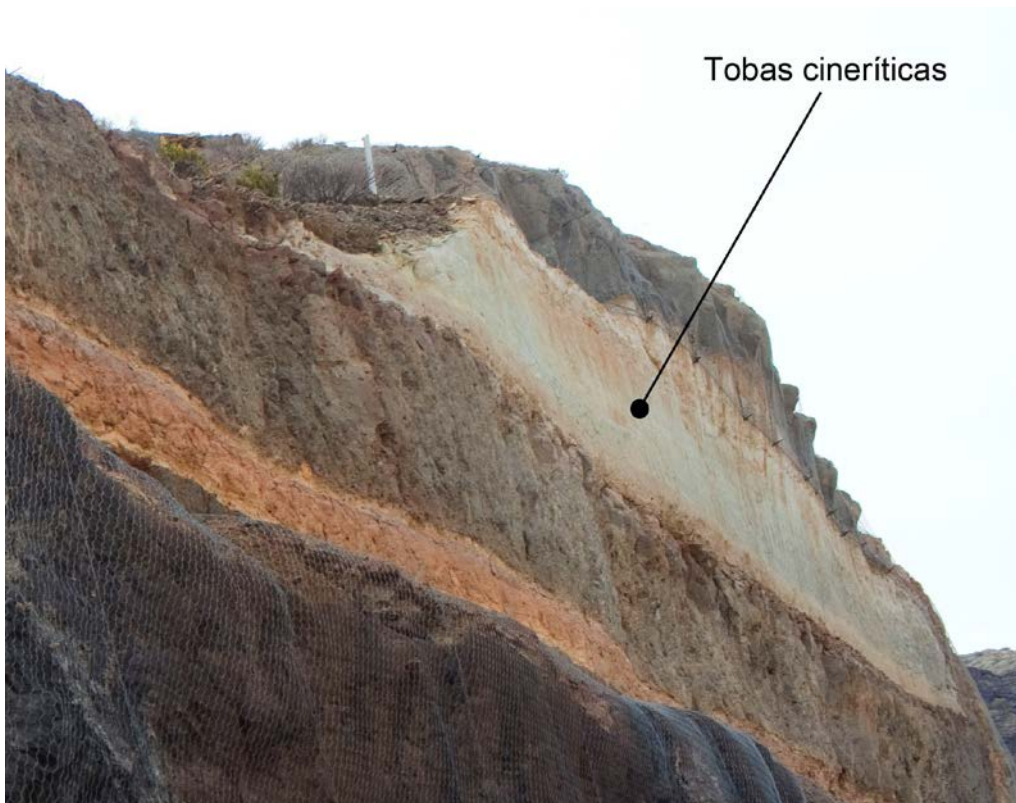


Figura 7.19 Tobas cineríticas en zona alta del barranco de Puerto Rico.

- Depósitos piroclásticos sueltos o muy poco soldados: lapilli, escorias, cenizas

Aunque se ha encontrado una capa de piroclastos alterados en la zona alta del barranco de Puerto Rico, puede decirse que es muy poco significativa la presencia de esta formación, en la zona estudiada. En la figura 7.20, se observa una fisuración, que pone de manifiesto el débil grado de soldadura de esta capa.

7.2.2.2. Intercalaciones de lavas basálticas

Ocupan una extensión muy poco significativa de la zona alta de la urbanización, en el barranco de Puerto Rico. Las lavas presentan disyunción vertical y diaclasado columnar. Se aprecian bloques caídos por desprendimientos o vuelco (figura 7.21).



Figura 7.20 Depósitos de piroclastos alterados en la zona alta del barranco de Puerto Rico



Figura 7.21 Bloques basálticos caídos asociados a la colada basáltica intercalada entre ignimbritas (parte alta del barranco de Puerto Rico).

7.2.2.3 Toba vitrofídica traquítico-riolítica, "composite flows" o P1

Esta formación, producida por un flujo compuesto de lavas e ignimbritas, se encuentra altamente fragmentada y presenta bloques de tamaños muy heterogéneos, débilmente soldados (figura 7.22). El afloramiento de este material es muy reducido, y sólo aparece en la parte alta del Barranco de Puerto Rico.



Figura 7.22 Toba vitrofídica traquítico-riolítica con malla galvanizada para evitar desprendimientos

7.2.3 Terraplenes y rellenos antrópicos

Son los vertidos que han sido realizados en la zona estudiada, formados principalmente por materiales que proceden de los desmontes realizados en la zona o de los residuos de construcción.

7.2.3.1 Rellenos para terrenos de cultivo

En los terrenos sin ocupar de la llanura de inundación del barranco de Puerto Rico se encuentran suelos que tienen contenidos apreciables de limos, arcillas y materia orgánica, dedicados antiguamente a cultivos agrícolas. Tienen un espesor que se encuentra en torno a los 50 cm. Según el Código Técnico de la Edificación (Ministerio de Vivienda, 2006), estos materiales son considerados como suelos desfavorables para cimentación.

7.2.3.2. Rellenos antrópicos

Según (CEA, 1998), con los materiales presentes en la zona, podrían construirse terraplenes estables con pendiente del talud 3H/2V (33°), si se compactan adecuadamente.

Sin embargo, en los espacios libres de las laderas se aprecian abundantes vertidos de residuos de construcción y demolición, procedentes de las obras de edificación y de la red viaria, que han sido vertidos sin haber sido compactados. Se considera que estos materiales tienen un alto riesgo de movilización, por la acusada pendiente del talud original de la ladera, y por la alta inclinación del talud del propio relleno. Además, es frecuente encontrar incisiones activas en los materiales vertidos (figura 7.23).

Se han realizado también importantes vertidos de materiales, procedentes de excavaciones, en la cabecera del barranquillo de Agua de La Perra. Este relleno no ha sido consolidado, y está siendo erosionado por el agua. Su altura máxima sobre el cauce original es de 55 m y tiene un talud de 31° (figura 7.24)

En el barranquillo del Tanquillo –entre el Barranco de Puerto Rico y el Barranquillo de Amadores– (figura 7.25), también se han realizado rellenos de aproximadamente veinte metros de altura sobre el cauce original, con un talud de 35°.



Figura 7.23 Vertidos de residuos de construcción y demolición en la base de los apartamentos. Los depósitos antrópicos presentan fuertes pendientes y tienen incisiones activas.



Figura 7.24 Erosiones en los rellenos realizados en el cauce del Barranco de Agua de la Perra



Figura 7.25 Relleno en barranquillo situado entre el Barranco de Puerto Rico y el barranco de Amadores

7.3 Movimientos detectados, o previsibles

El análisis realizado en la zona estudiada ha permitido identificar problemas de inestabilidad en las laderas, originados por caídas, vuelco de bloques, y movilización de derrubios. Aunque no consta que se hayan producido deslizamientos, se considera que algunos rellenos, sin consolidar, que han sido detectados en laderas de fuerte pendiente, y en barranquillos, podrían eventualmente moverse. Se han clasificado los movimientos (figura 7.26) según la clasificación de Varnes simplificada (United States Geological Service, 2004).

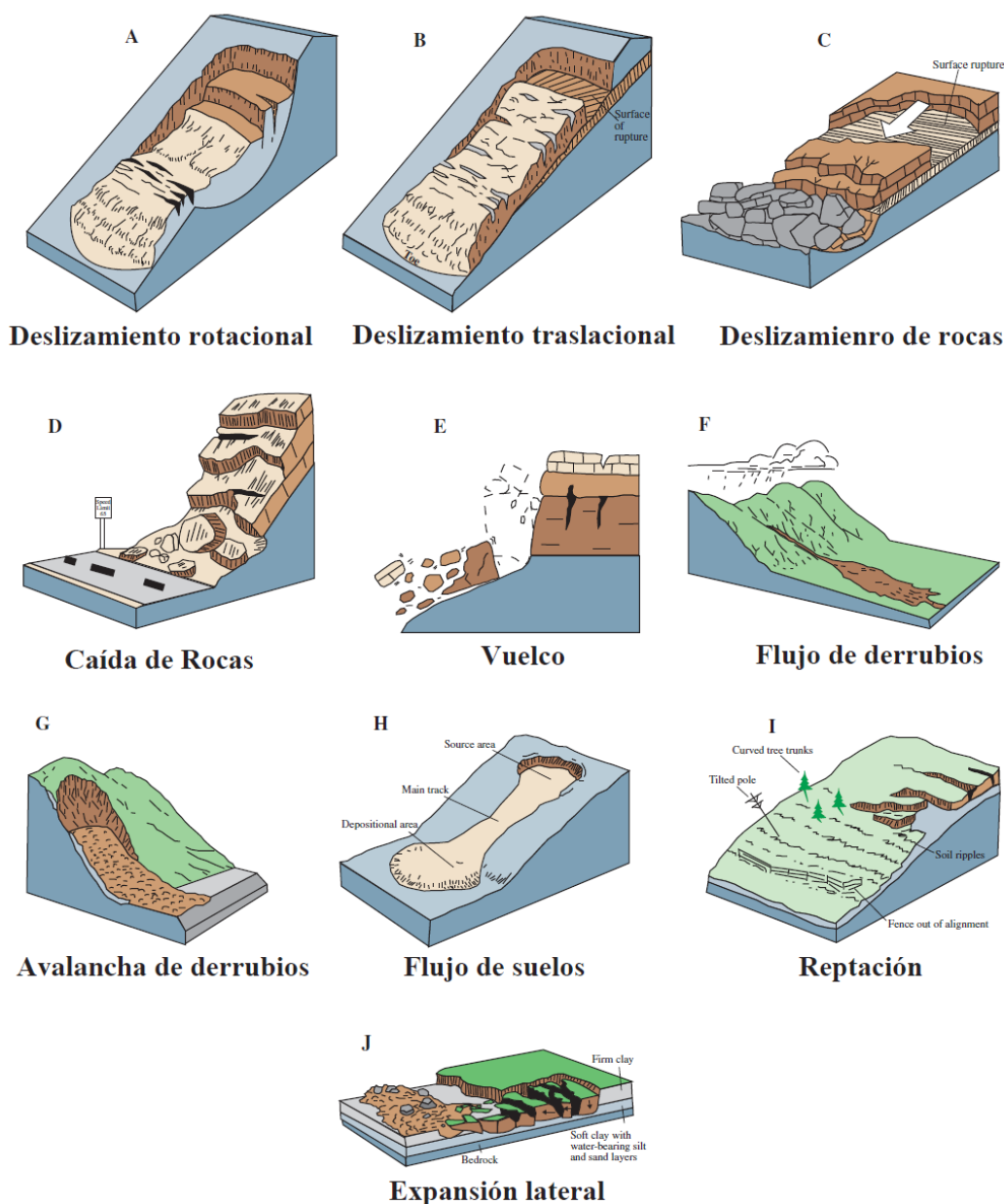


Figura 7.26 Clasificación de los movimientos de ladera. (USGS, 2004), modificada.

7.3.1 Caídas o vuelcos de rocas

Son desprendimientos de masas, que se separan del talud, y siguen su recorrido, con saltos en caída libre, rebotes y rodamientos, hasta su estabilización en las partes bajas de las laderas. Afectan a las formaciones ignimbríticas fracturadas o poco soldadas, y a la formación Detrítica Las Palmas.

Los mecanismos que generan la caída de rocas son:

- Existencia de una capa ignimbrítica rígida y consolidada que yace sobre otra que tiene menor grado de soldadura. Si la capa inferior se desmorona, queda descalzada la superior. La pérdida de masa genera una concentración de presiones en el borde, que provoca un asiento diferencial y un giro del bloque que favorece el desprendimiento. La caída depende también de las potencias de la capa yacente y de la subyacente. La desintegración del estrato menos soldado puede deberse a la erosión producida por flujos del agua superficial o de aire, a la meteorización por causas climáticas o a la cristalización de sales transportadas por el espray marino o por aguas subterráneas. En las rocas de la zona estudiada no se produce pérdida de masa por disolución.
- Existencia de discontinuidades en el macizo rocoso debidas al sistema de diaclasado. Se forman bloques o cuñas que pueden ser inestables, dependiendo del espaciado de las diaclasas, de la altura de las capas, y de la posición relativa del talud respecto a los buzamientos de las capas y de las familias de diaclasas.
- Fisuración del macizo rocoso por agentes antrópicos como las voladuras con explosivos de excesiva potencia.
- Ejecución de desmontes de gran altura, que pueden descomprimir el macizo rocoso y generar movimientos (Ficha F009 del anexo 1 y mapa 7.1)
- Pérdida de cohesión causada por la presencia de agua infiltrada en la Formación Detrítica Las Palmas, con desprendimiento de fragmentos líticos de tamaño variable (cantos y bloques). Se producen frecuentemente cuando llueve intensamente, en épocas de temporales. (Ficha F002 del anexo 1 y mapa 7.1)

- Los bloques o cuñas están en equilibrio porque su peso se estabiliza con la fuerza de rozamiento en los planos de contacto. Si en las discontinuidades existen materiales arcillosos, el agua de lluvia puede producir procesos de hinchamiento y deshinchamiento y hacerles perder cohesión, creando un efecto lubricador, que incrementa la posibilidad de deslizamientos.

En ocasiones, varios de estos mecanismos actúan simultáneamente. Hay evidencias de caídas de rocas en muchas zonas de la urbanización. La peligrosidad de estas caídas es variable, dependiendo de la frecuencia, el tamaño, y la velocidad que adquieran las rocas movilizadas.

Las rocas desprendidas de la Formación Detrítica Las Palmas son generalmente menores que las procedentes de formaciones ignimbríticas.

En algunos casos la gravedad estimada es muy alta. Un ejemplo lo constituye la parcela ocupada por el hotel Gloria Palace (Ficha F009 del anexo 1 y mapa 7.1), en la que se ha realizado un desmonte prácticamente vertical de 30 m. de altura, con explosivos, bajo una ladera pronunciada. En el corte se aprecian capas de ignimbritas muy diaclasadas con grandes bloques en voladizo y cuñas con apariencia inestable. Por este motivo, caen rocas prácticamente a diario, y se sabe que algún bloque ha alcanzado las 3 toneladas.

7.3.2. Caídas de derrubios

Se han observado movimientos de materiales sueltos en laderas y barranquillos, asociados muchas veces a episodios lluviosos (Ficha G006 del anexo 1 y mapa 7.1). Se incluyen también en esta tipología bloques caídos sobre la ladera que se encuentran en equilibrio inestable. Son más peligrosos los canales de los barranquillos, ya que las líneas de máxima pendiente confluyen hacia ellos canalizando las trayectorias. El movimiento es predominantemente rotacional, aunque pueden producirse caídas libres y saltación dependiendo de la topografía. La movilización de rocas se produce especialmente en las laderas con mayor longitud y pendiente, y en los barranquillos con mayor cuenca.

7.3.3 Deslizamientos

En diversas partes de la urbanización se han vertido residuos de construcción y demolición, procedentes principalmente de desmontes realizados durante las fases de urbanización y edificación, volcados directamente sobre el suelo existente, sin compactarlos. Un ejemplo se encuentra en la ladera izquierda del barranco de Amadores, en la que ha sido vertido un relleno que tiene una pendiente de 50°, sobre una ladera que tenía una pendiente natural de 40°. Se aprecia la formación de una grieta que parece indicar un proceso de deslizamiento (figura 7.27 y 7.28).



Figura 7.27 Detalle de grieta en la coronación de un relleno sin consolidar en el barranquillo de Amadores que parece indicar la existencia de una superficie de deslizamiento.

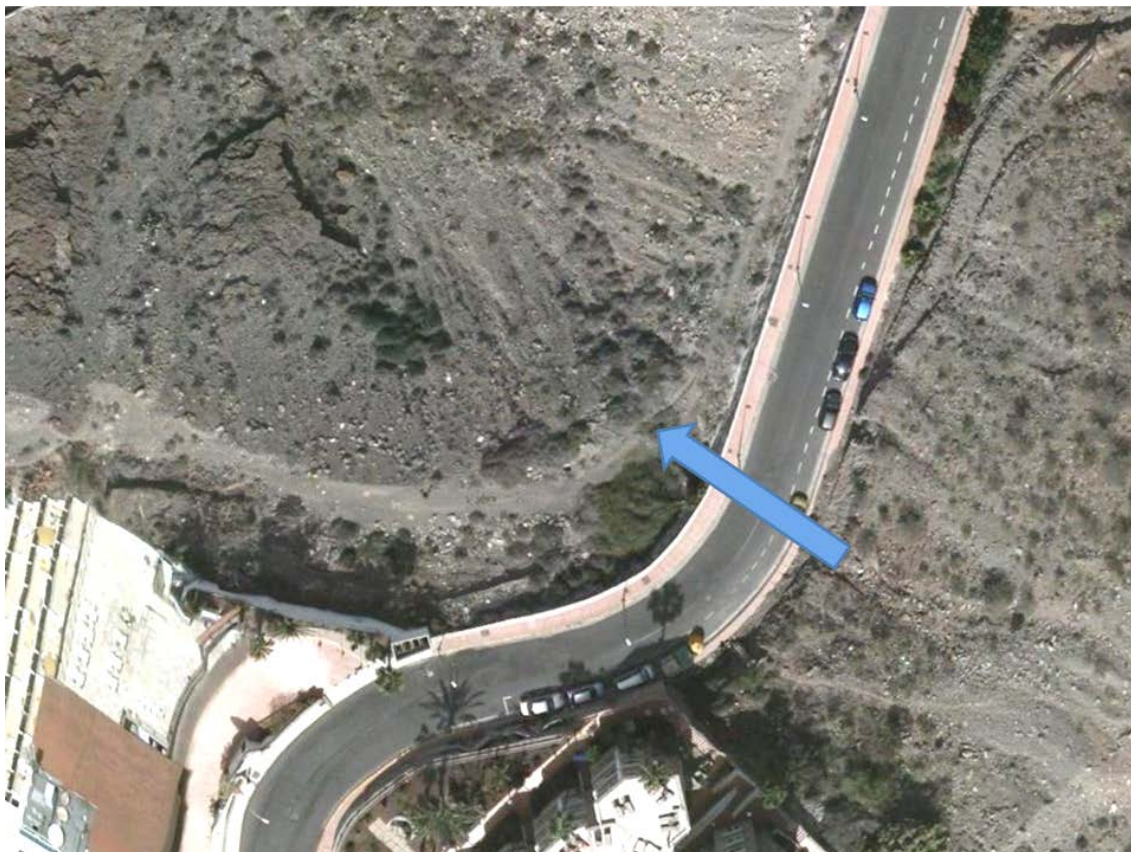


Figura 7.28 Grieta en la coronación de un relleno sin consolidar en el Barranquillo de Amadores que parece indicar la existencia de una superficie de deslizamiento (Ortofoto: IDECanarias, 2012c)

7.4 Medidas mitigadoras adoptadas

Aunque se han implementado, en muchos casos, medidas mitigadoras del riesgo originado por la dinámica de las laderas, estas medidas son de carácter local. La existencia de estas medidas es en sí misma un indicador de la importancia del problema. En este apartado se detallan las actuaciones que se han adoptado para mitigar el riesgo.

7.4.1 Medidas mitigadoras de la exposición al riesgo.

Para disminuir la exposición al riesgo, se suelen dejar espacios libres al pie de los taludes, a los que no se permite la entrada. Sin embargo, se considera que en muchos casos esta superficie es insuficiente porque se necesita más espacio para lograr detener los materiales, que han adquirido velocidad durante la caída.

Sin embargo, en ocasiones, no se impide al acceso a zonas peligrosas, por intereses económicos. Esto ocurre, por ejemplo, en un complejo que procura que los usuarios no ocupen zonas en las que puedan producirse desprendimientos, pero esta medida se pasa por alto en temporada alta, cuando la ocupación es plena.

En algunas zonas públicas existe señalización que avisa del peligro de desprendimientos, pero no se impide el tránsito ni el aparcamiento (figura 7.29).



Figura 7.29. Aviso de caída de rocas en calle de Amadores

7.4.2. Medidas potenciadoras de la resiliencia

Debido a la multiplicidad de factores que afectan a la caída de rocas, el diseño de sistemas de contención se ha de basar en las características técnicas garantizadas por el fabricante, que realiza ensayos a escala real y da instrucciones precisas para la realización de los trabajos. En la zona estudiada, es de suponer que la mayor parte las actuaciones han sido diseñadas y ejecutadas de manera empírica.

Se ha consultado documentación relacionada con diversas intervenciones, basadas en estudios técnicos, que han sido ejecutadas por empresas especializadas. Es el caso de las obras realizadas en la parcela D207 (figuras 7.30 y 7.31), o la estabilización de las laderas de la carretera GC-500 (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2011).



Figura 7.30 Mapa de riesgos de estudio geotécnico realizado para la parcela D207, en Agua de la Perra. (Lomoschitz y Cilleros, 2006)



Figura 7.31 Bloque caído en la parcela D207 (Lomoschitz y Cilleros, 2006)

Se han detectado errores evidentes en el diseño y la ejecución de algunas intervenciones que han sido realizadas. Un ejemplo grave se encuentra en el muro de hormigón ciclópeo que ha sido construido sobre rellenos sin compactar, vertidos sobre la ladera izquierda del barranco de Amadores. El muro se encuentra gravemente descalzado por la acción del agua. Su vuelco podría ocasionar la movilización de materiales que podrían provocar, a su vez, el fallo en cadena de otros sistemas de contención, formados por mallas metálicas que envuelven materiales granulares, que se encuentran a menor cota, en la trayectoria que seguirían los materiales movilizados hacia un hotel (figura 7.32)



Figura 7.32 Muros construidos en ladera sobre rellenos sin consolidar. Izquierda: vista general; derecha: detalle de muro descalzado.

En los desmontes realizados para la construcción de naves industriales en la parte alta del barranco de Puerto Rico, y en algunas otras parcelas edificadas en los últimos años, se han construido bermas a la altura del techo de capas de ignimbritas poco soldadas, situadas bajo otras de mayor cementación. Este tipo de intervenciones, basadas en estudios geotécnicos, probablemente se deba a la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (Ministerio de Vivienda, 2006), que exige la realización de un estudio geotécnico para el proyecto de cualquier edificio.

Se han identificado en la urbanización medidas para prevención de desprendimientos, que responden a las tipologías que se reflejan en la figuras 7.33. Las mallas metálicas son los sistemas de retención más utilizados, aunque también se empleas con frecuencia las barreras.

Sistema /lugar de utilización	Fotografías
<p>Limpieza de laderas para prevenir la caída de derrubios.</p> <p>Construcción de "líneas de vida": para que los operarios puedan retirar con seguridad los materiales que lleguen a la ladera o que hayan sido retenidos por los sistemas de inmovilización.</p> <p>Se ha observado en la parcela D207.</p>	 <p>"Línea de vida" en parcela D207 (Lomoschitz y Cilleros, 2006)</p>
<p>Barreras dinámicas</p> <p>Tienen sistemas elásticos formados por eslingas, amortiguadores y rótulas para absorber la energía de las rocas que caen, deformándose sin romper. Se han observado en la carretera GC-500</p>	 <p>Barrera dinámica en la carretera GC-500.</p>
<p>Barreras estáticas</p> <p>Aunque tienen una cierta flexibilidad por las características de los materiales y por el sistema de anclaje, no adquieren gran deformación tras el impacto. Absorben menos energía que las barreras dinámicas antes de desprenderse de sus anclajes o romper. Están colocadas en las laderas sobre muchas de las parcelas.</p>	 <p>Barrera estática en la carretera GC-500.</p>

Figura 7.33a Tipología de sistemas de prevención de desprendimientos en el área de estudio




Sistema /lugar de utilización	Fotografías
<p>Anclaje de rocas con bulones Son armaduras metálicas alojadas en taladros perforados desde el talud y cementados para crear el rozamiento que permita el anclaje y proteger a las barras contra la corrosión. Se abrochan en la cabeza de la barra con un sistema de tuerca que sujeta la roca por medio de una placa. Esta medida se ha localizado solamente en la parcela D207.</p>	 <p>Anclaje con bulones en parcela D207 (Lomoschitz y Cilleros, 2006)</p>
<p>Fajas de cables Se emplean especialmente para sujetar rocas en equilibrio precario, para evitar su caída que pueda provocar daños. Se anclan una serie de bulones a la roca sana, y se cose la roca a inmovilizar con eslingas que se sujetan a los bulones. Se ha observado en la parcela D207.</p>	 <p>Fajas de cables en parcela D207 (Lomoschitz y Cilleros, 2006).</p>
<p>Redes de cables ancladas con bulones Son mallas formadas por cables de alta sección y resistencia, que tienen como finalidad inmovilizar bloques de grandes dimensiones.</p>	 <p>Redes de cables en parcela D207 (Lomoschitz y Cilleros, 2006).</p>

Figura 7.33.b. Tipología de sistemas de prevención de desprendimientos en el área de estudio


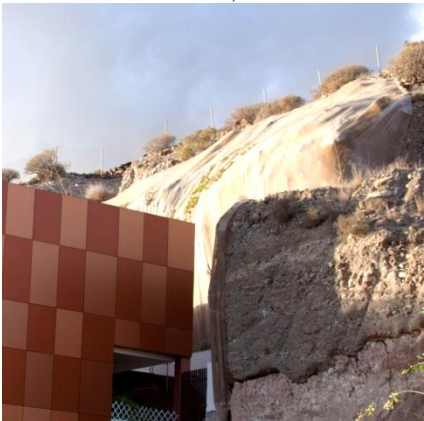

Sistema /lugar de utilización	Fotografías
<p>Mallas de guiado de piedras Tienen como finalidad conducir las piedras movilizadas a una zanja que se construye al pié del talud de desmonte. Están sujetas en la cabeza del talud por medio de un cable que se ancla a bloques de hormigón, o más frecuentemente a bulones anclados en el terreno. Son sistemas fácilmente construibles y relativamente económicos. Las mallas metálicas están formadas por alambres galvanizados de triple torsión. Pueden sujetar piedras de hasta 1 m. Las mallas plásticas son de menor abertura y están destinadas a fragmentos más pequeños. Las mallas se utilizan frecuentemente en la urbanización. En la parcela F001 del Barranco de Amadores se han usado mallas de diferente apertura superpuestas.</p>	 <p>Malla metálica en parcela D207 (Lomoschitz y Cilleros, 2006).</p>  <p>Superposición de mallas en parcela F001</p>
<p>Muros de contención en el talud</p> <p>Se han empleado muros de contención en masa para sostener los terraplenes de los viales de la urbanización situados a media ladera. También se han usado en algunas parcelas, para contener terraplenes o para aprovechar más su superficie, revistiendo el terreno natural que tiene por lo general bastante estabilidad.</p>	 <p>Muro de hormigón en masa revistiendo talud realizado en la F.D.L.P. en la ladera oriental del barranco de Puerto Rico</p>

Figura 7.33.c Tipología de sistemas de prevención de desprendimientos en el área de estudio

Sistema /lugar de utilización	Fotografías
<p>Corrección por drenaje</p> <p>Para evitar que el flujo de agua subterránea altere capas poco soldadas, posibilitando que se produzcan descalces de bloques, se capta a través de drenes californianos. Estos son perforaciones de pequeño diámetro y gran longitud en relación con su diámetro, efectuadas en el terreno, dentro de las cuáles se colocan tubos perforados. Se ha utilizado en la parcela D207, en la que aflora agua con alto contenido en sulfatos.</p>	 <p>Dren "Californiano"</p>
<p>Muros en ladera</p> <p>SE han construido para impedir la movilización de rellenos antrópicos realizados sobre las laderas.</p> <p>Se han encontrado en las ladera oriental del Barranco de Amadores (Fichas F005 y F006)</p>	 <p>Muros a media ladera de la margen izquierda del barranco de Amadores</p>

Figura 7.33.d Tipología de sistemas de prevención de desprendimientos en el área de estudio

Sistema /lugar de utilización	Fotografías
<p>Mortero proyectado</p> <p>Se lanza un mortero con aditivos aceleradores por medio de un equipo de bombeo.</p> <p>Como el mortero no aguanta esfuerzos de tracción se puede mejorar sus características proyectándolo sobre una malla de alambre o incorporando en su masa fibras de acero.</p> <p>Debe colocarse un sistema de drenaje para evitar presiones debidas al empuje hidrostático.</p> <p>Se ha encontrado este sistema en bastantes de las parcelas que están bajo la GC-500. (Ficha A005)</p>	 <p>Mortero proyectado. No se ha previsto drenaje.</p>
<p>Construcción de bermas en laderas</p> <p>Para evitar que las piedras que caigan por las laderas puedan continuar su trayectoria cayendo libremente sobre zonas desmontadas, se detienen antes de que comience la caída libre, creando una superficie con ancho suficiente. Estas bermas deben tener una pendiente longitudinal adecuada para evacuar el agua.</p>	 <p>Berma en ladera, en la cabeza del talud.</p>
<p>Construcción de bermas en talud de desmonte</p> <p>Tienen como finalidad detener las piedras que caen del talud o de la ladera superior. También sirven, al construirse en el nivel de techo de un estrato de ignimbritas poco soldadas, para evitar el descalce de la roca situada en la capa superior. Se han encontrado en la urbanización en las parcelas G077, G078 y G079, destinadas a naves industriales en la parte alta del Barranco de Puerto Rico.</p>	 <p>Bermas en desmonte de la parcela G079.</p>

Figura 7.33.f Tipología de sistemas de prevención de desprendimientos

7.5 Niveles de riesgo

Empleando las fichas que figuran en el anexo 1, se han calculado los niveles de riesgo que presentan 98 lugares de la urbanización, según las metodologías SAS (*Slope Attribute Score*) y ARL (*Assesed Risk Level*), de Stewart *et al.* (2.002).

Al comparar gráficamente los niveles de riesgo calculados según ambas metodologías (figura 7.34), se observa que las laderas que tienen un cierto nivel de riesgo, calculado según la metodología ARL, son calificadas con niveles muy variados, al aplicar la metodología SAS.

Al calcular la desviación típica de los valores SAS (niveles de riesgo calculados según la metodología SAS), de las laderas que tienen un cierto valor ARL (nivel de riesgo calculado según la metodología ARL), se encuentra una considerable dispersión, que es mayor en los niveles de riesgo ARL4 (nivel de riesgo alto) y ARL 3 (nivel de riesgo medio) (tabla 7.3).

Dada la dispersión observada, y teniendo en cuenta que los propios autores aconsejan el empleo del método ARL, por su mayor fiabilidad, se adoptan, como resultados de este estudio, los niveles de riesgo calculados según dicha metodología. No obstante, los datos que constan en las fichas del anexo 2, necesarios para el cálculo del riesgo según la metodología SAS, son de gran interés para estudiar cómo varía este riesgo según la altura de los desmontes, o la pendiente natural del terreno.

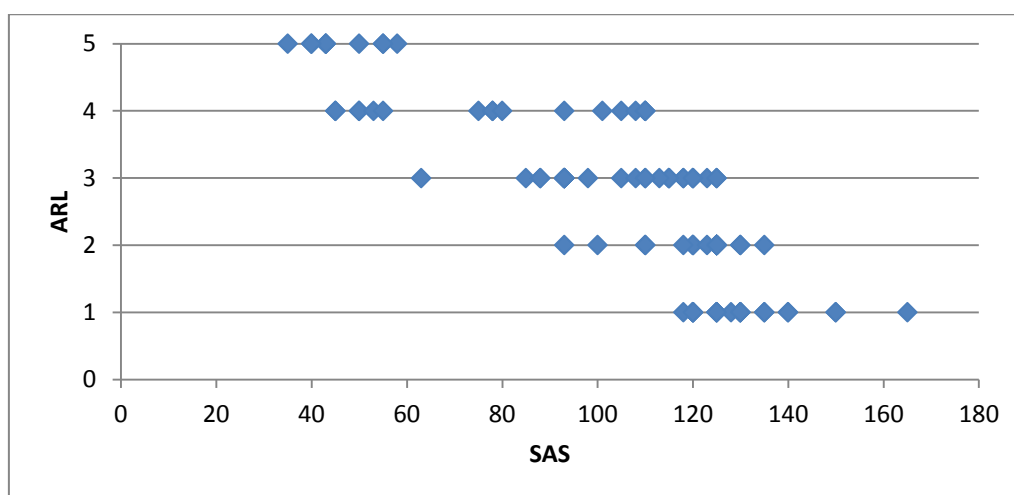


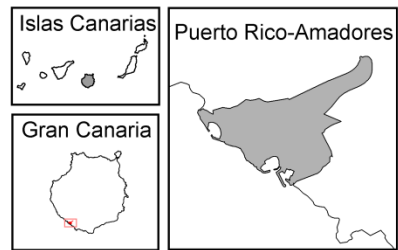
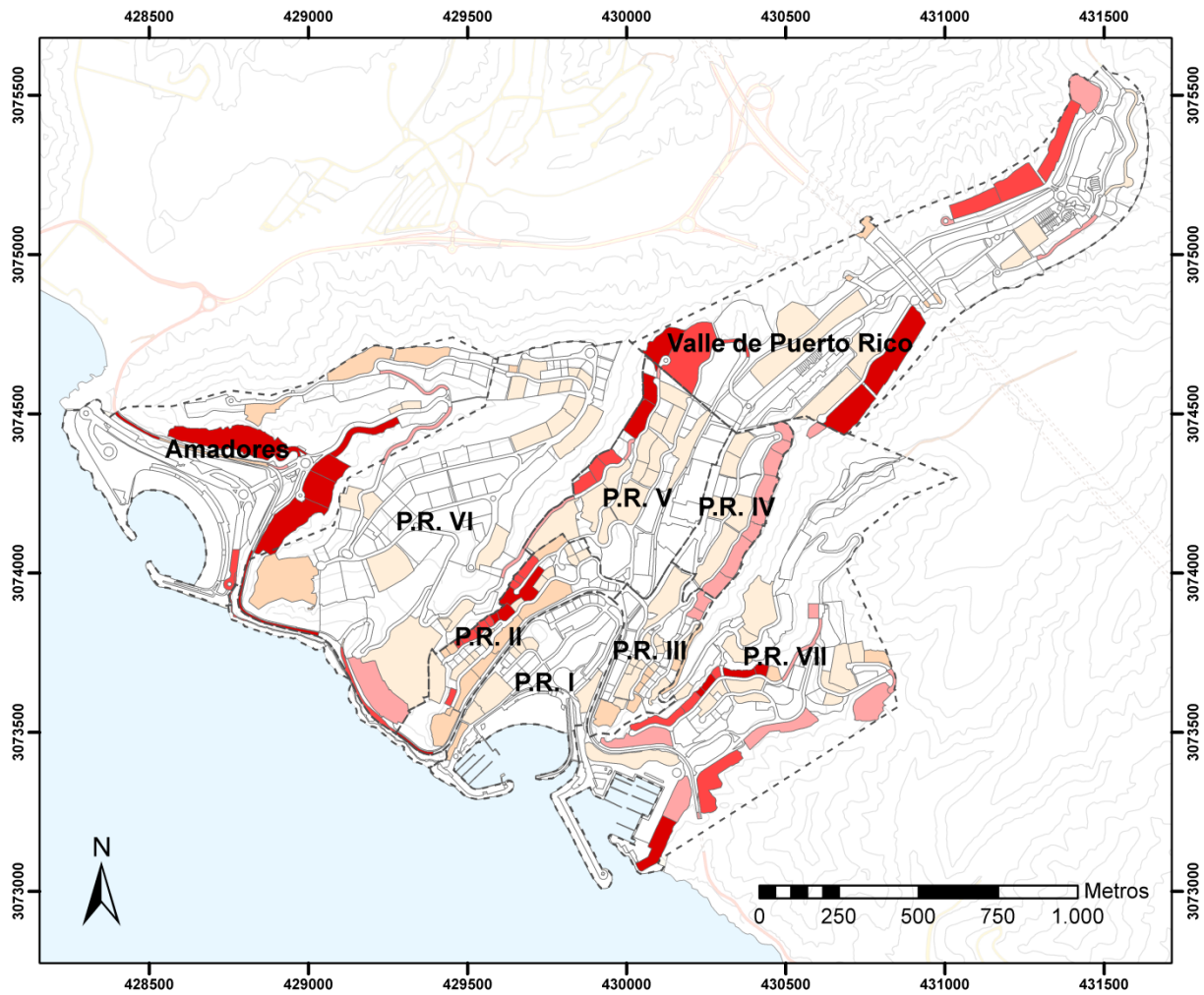
Figura 7.34 Comparación de los niveles de riesgo calculados según las metodologías SAS y ARL, de la guía para el análisis del riesgo por movimientos de ladera versión 3.1 (Stewart *et al.*, 2002)

Tabla 7.3 Estudio estadístico de las relaciones entre los niveles de riesgo calculados según las metodologías SAS y ARL, de la guía para el análisis del riesgo por movimientos de ladera versión. 3.1 (Stewart, *et al.* 2002)

	SAS						
	Mínimo	Percentil P _{0,05}	Media ponderada por la superficie	Percentil P _{0,95}	Máximo	Desviación típica	Casos
ARL5	35	37	44	57	58	7	10
ARL4	45	45	77	110	110	25	17
ARL3	63	86	111	124	125	15	27
ARL2	93	102	123	130	135	9	25
ARL1	118	120	137	150	165	12	22

7.6 Mapas de riesgo por movimientos de ladera

En el mapa 7.2 se muestra la localización de las zonas con riesgo por movimientos de ladera, en la urbanización objeto de este estudio. Se observa que las zonas con mayor riesgo colindan con los espacios libres o las zonas sin urbanizar que se encuentran en las laderas, y a lo largo de la costa. Las zonas más llanas, y las manzanas rodeadas por viales en todo su perímetro son las que presentan menores riesgos. Las zonas de riesgo se incrementan en las áreas próximas a la desembocadura de los barrancos de Amadores y Agua de la Perra, y en la fase “Valle de Puerto Rico”.




Riesgo por movimientos de ladera

- ARL5 (muy bajo)
- ARL4 (bajo)
- ARL3 (medio)
- ARL2 (alto)
- ARL1 (muy alto)

PR: Puerto Rico

Base Cartográfica:
IDECanarias (2.012a)
Mapa topográfico integrado

REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº : 7.2
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Riesgo por movimientos de ladera según metodología RTA v3.1	FECHA: 01/ 2017

7.7 Relación entre los usos del suelo y el riesgo por movimientos de ladera

Se han analizado cuantitativamente los riesgos por movimientos de ladera, según los usos dados al suelo. Los resultados de este análisis se reflejan en la tabla 7.4. Si se excluyen del cómputo los solares y los escarpes que no han sido urbanizados, puede observarse que un 6,1 % de la superficie restante presenta riesgo muy alto (ARL1); y un 4,0 %, riesgo alto. Se verifica, también, que el 62.4 % de esta superficie restante no presenta riesgo significativo, mientras que el 17,9 % de ella presenta un riesgo muy bajo.

Tabla 7.4 Relación entre los usos del suelo y el nivel de riesgo debido a movimientos de ladera.

Uso	Superficie	Sin riesgo significativo	Riesgo Muy bajo (ARL5)	Riesgo Bajo (ARL4)	Riesgo Medio (ARL3)	Riesgo Alto (ARL2)	Riesgo Muy alto (ARL1)	Total (ha)
	% respecto a la superficie total de cada uso							
Alojativo	ha	41,3	34,4	8,7	8,2	5,6	12,2	110,4
	%	37,4	31,2	7,9	7,4	5,0	11,1	
Red viaria	ha	45,5	0,5	0,9	1,8	0,8	1,3	50,8
	%	95,2	1,0	1,8	3,6	1,6	2,5	
Comercial	ha	6,5	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	6,8
	%	94,5	2,1	3,4	0,0	0,0	0,0	
Playas, parques y zonas verdes	ha	31,3	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	32,2
	%	97,2	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	
Dotaciones	ha	4,9	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	8,2
	%	59,0	41,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Industrial	ha	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	2,5
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	
Infraestructura	ha	8,1	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	9,2
	%	87,7	0,0	0,0	12,3	0,0	0,0	
Zonas de transición y solares	ha	100,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,7
	%	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Total urbanizado	ha	238,1	39,3	9,8	11,2	8,9	13,5	320,8
	%	74,2	12,3	3,1	3,5	2,8	4,2	
Total zonas accesibles	ha	137,4	39,3	9,8	11,2	8,9	13,5	220,1
	%	62,4	17,9	4,5	5,1	4,0	6,1	

El uso al que corresponden los riesgos más significativos es el alojativo, ya que el 11,1 % de su superficie tiene riesgo muy alto, y un 5 %, riesgo alto (figura 7.35). Es de resaltar que, aproximadamente, la mitad de la superficie de la urbanización,

excluyendo las áreas inaccesibles, se dedica a este uso. También registra alto riesgo el 100% del suelo industrial, aunque la superficie asignada a este uso equivale tan solo al 1 % de las superficies accesibles.

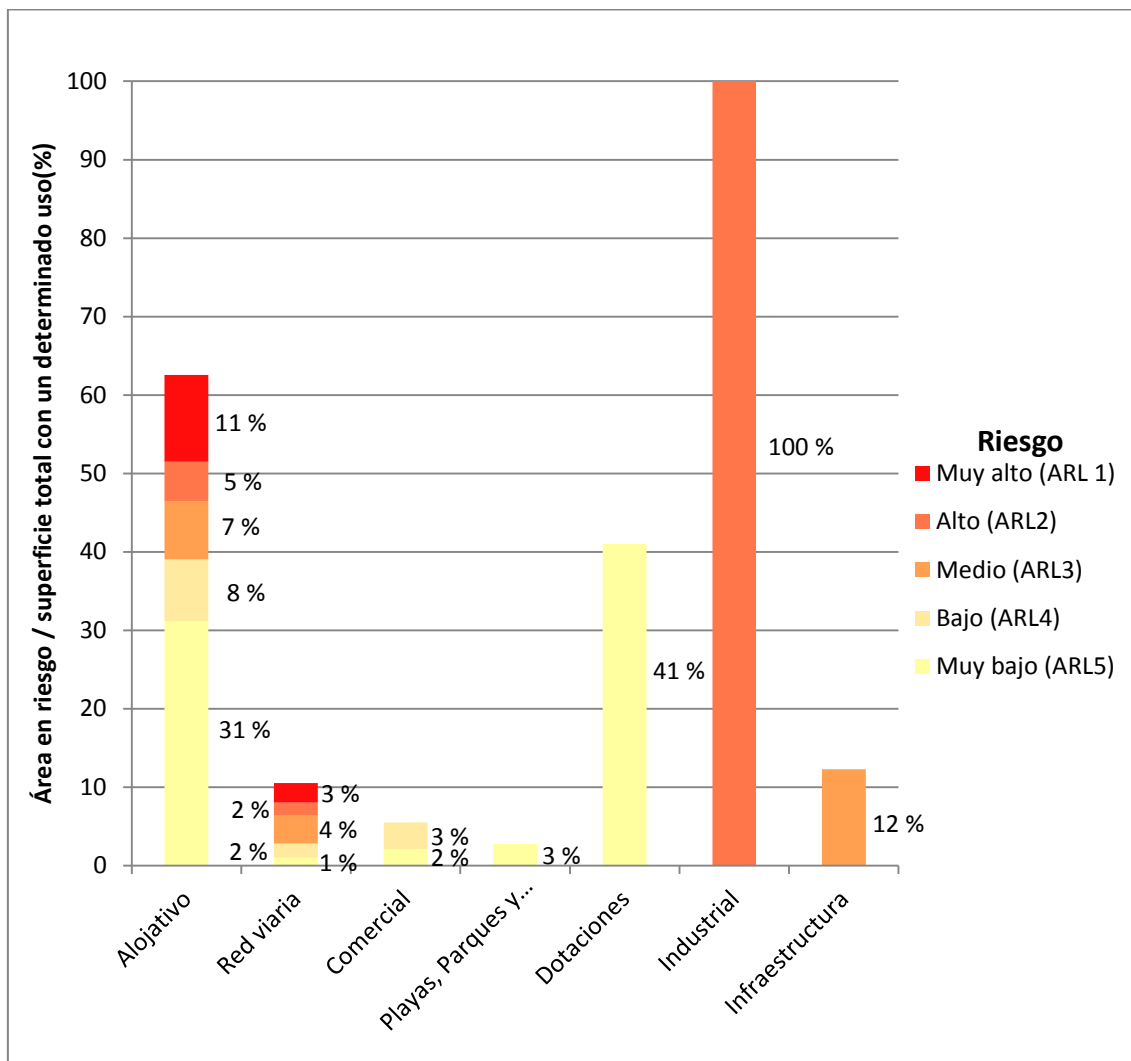


Figura 7.35 Niveles de riesgo por movimientos de ladera correspondientes a los distintos usos del suelo, expresados como porcentajes de las superficies asignadas a un determinado uso, y afectadas por cada nivel de riesgo, respecto a la superficie total asignada a dicho uso, en Puerto Rico-Amadores.

En la figura 7.36 se representa gráficamente las superficies que presentan cada nivel de riesgo, clasificadas según su uso. Puede observarse que el mayor nivel de riesgo se encuentra solamente en parcelas de uso alojativo, y en la red viaria.

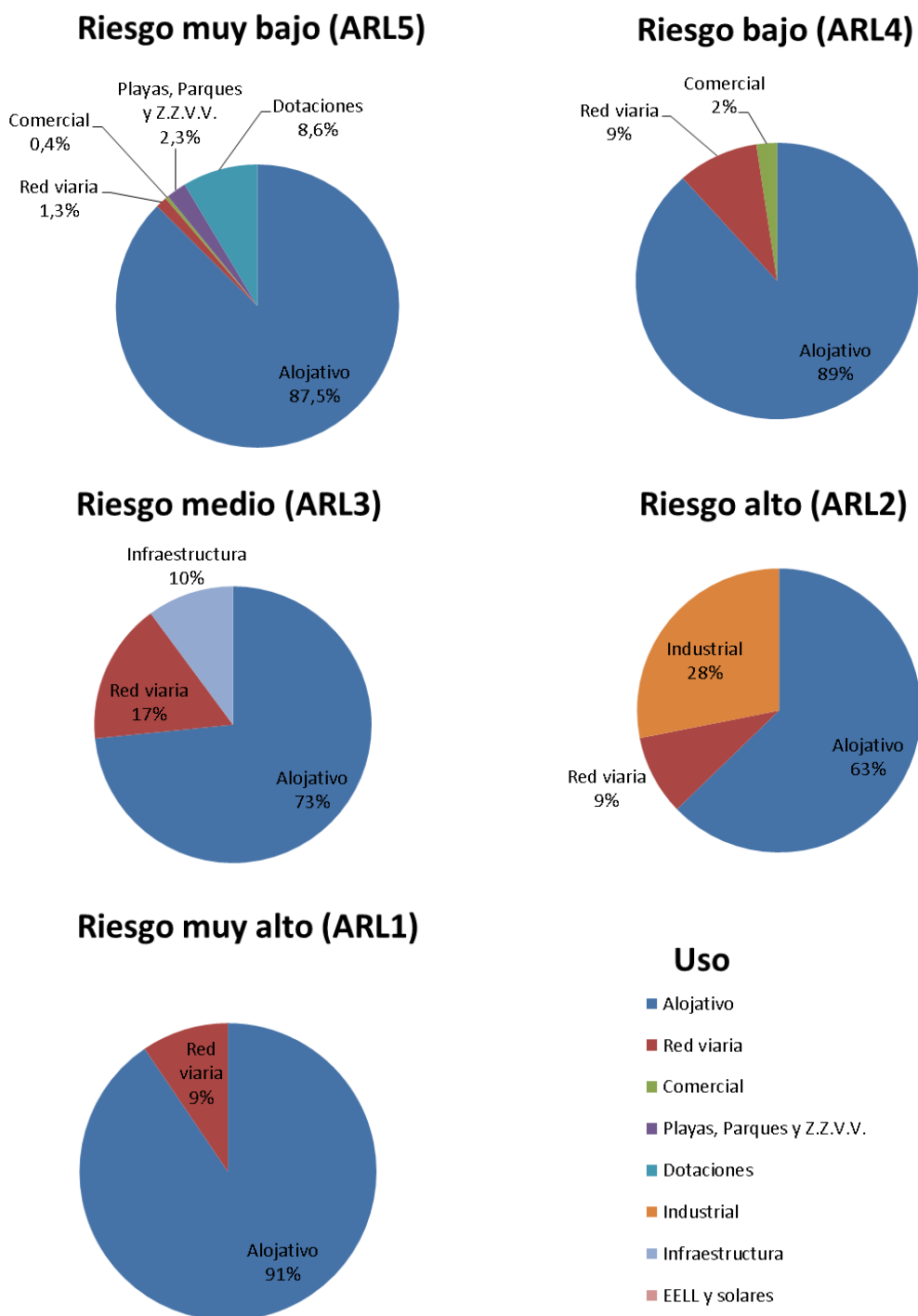


Figura 7.36 Distribución porcentual de las superficie que presenta cada nivel de riesgo, clasificadas según su uso.

Si analizamos la distribución de frecuencias de las parcelas alojativas (residenciales o turísticas), según su nivel de riesgo ARL (tabla 7.5), observamos que el 10,7 % de ellas presenta riesgo alto o muy alto.

Tabla 7.5 Distribución de frecuencias de las parcelas alojativas (residenciales o turísticas) de la urbanización Puerto Rico-Amadores, según su nivel de riesgo ARL.

	ARL1 (muy alto)	ARL2 (alto)	ARL3 (medio)	ARL4 (bajo)	ARL5 (muy bajo)	Sin riesgo
Frecuencia absoluta	17	18	15	21	80	176
Frecuencia relativa (%)	5,2	5,5	4,6	6,4	24,5	53,8
Frecuencia acumulada (%)	5,2	10,7	15,3	21,7	46,2	100,0

7.8 Evolución temporal del riesgo por movimiento de ladera

La superficie total de suelo con riesgo por movimiento de laderas ha ido aumentando a medida que se ha ido ejecutando la urbanización. Pero la evolución, con el tiempo, de las superficies afectadas por cada nivel de riesgo ha sido dispar (figura 7.37). El nivel de riesgo inferior, ARL5, ha ido implantándose progresivamente, hasta llegar a manifestarse en una superficie total de unas 40 ha. Sin embargo, la superficie sometida al nivel de riesgo superior, ARL 1, creció de una manera gradual hasta el año 2002, pero lo hizo mucho más rápidamente desde esa fecha hasta el año 2007, llegando hasta las 15,5 ha. A partir de ese año, no se han registrado incrementos en las superficies afectadas.

Estudiando detenidamente, por periodos quinquenales, la relación existente entre la superficie afectada por cada nivel de riesgo, y la superficie total transformada (figura 7.38) se encuentran aumentos significativos de la proporción de suelos afectados por los mayores niveles de riesgo, ya que entre los años 2.000 y 2.005, el 5 % de la superficie construida se ejecutó en zonas con riesgo muy grave, y el 4% lo hizo en áreas de riesgo grave. Pero en el periodo comprendido entre los años 2.005 y 2.010, el incremento ha sido, aún, superior, ya que las superficies con riesgo muy grave y grave, suponen, respectivamente, el 38% y el 6 % de la superficie total construida en ese periodo.

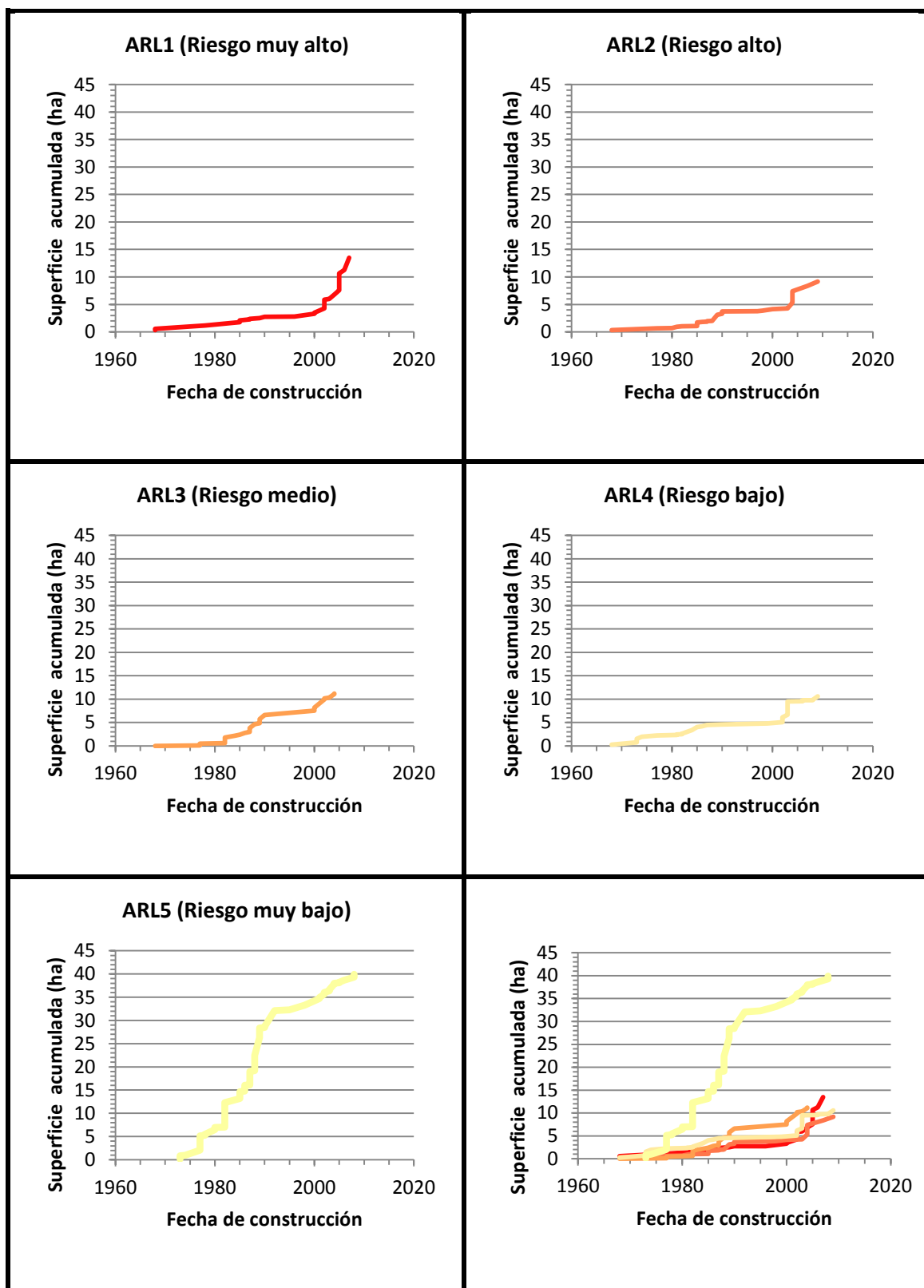


Figura 7.37. Evolución temporal, desde el comienzo de la urbanización hasta el año 2017, de las superficies afectadas por cada nivel de riesgo, en la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

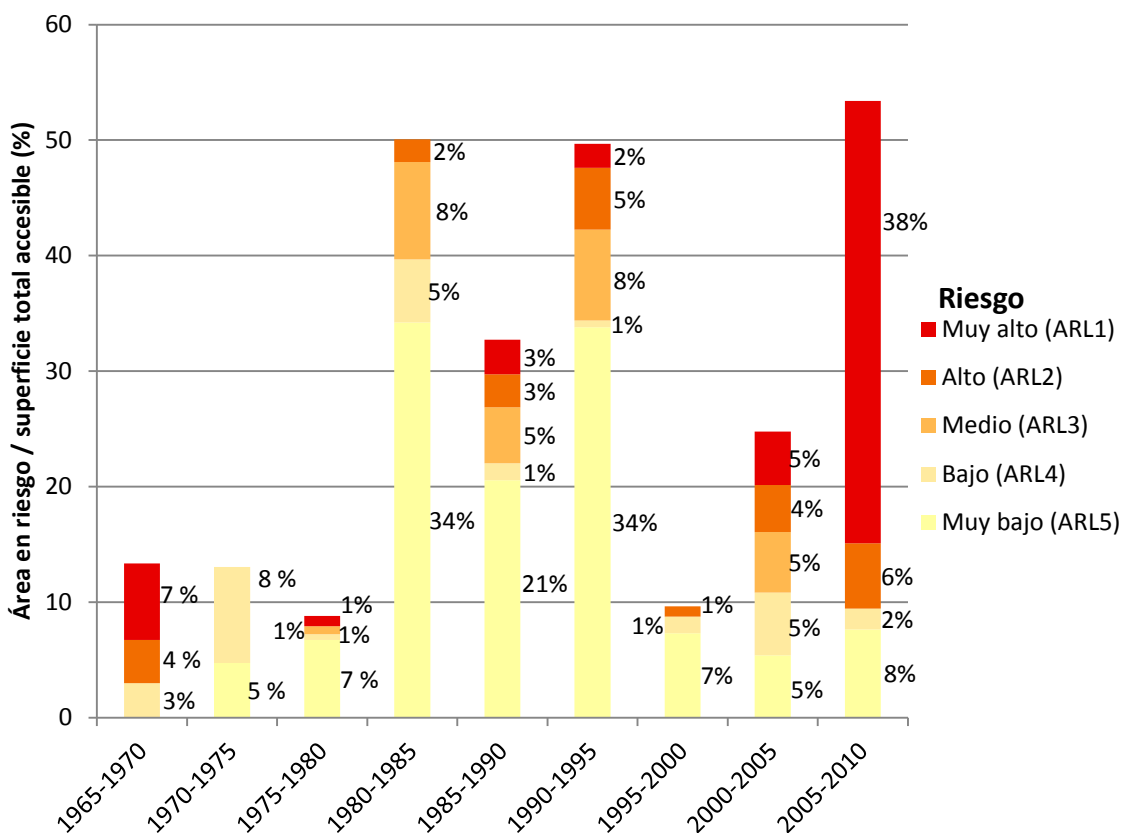


Figura 7.38 Variación histórica de los niveles de riesgo por movimientos de ladera, originados en Puerto Rico-Amadores, expresada por los porcentajes de las superficies urbanizadas en cada periodo quinquenal, afectadas por cada nivel de riesgo, respecto a la superficie total urbanizada en dicho periodo.

7.9 Riesgo por movimiento de laderas en función de las unidades geomorfológicas

Se han diferenciado los niveles de riesgo que corresponden a las unidades geomorfológicas consideradas, que han sido diferenciadas siguiendo los criterios que se detallan en el apartado 2.3.2.1. Los resultados obtenidos se resumen en la figura 7.39 y en el mapa 7.3.

Al relacionar, en cada zona geomorfológica, el área sometida a cada nivel de riesgo, con la superficie total accesible (excluyendo zonas de transición y solares), se comprueba que las zonas más problemáticas son los acantilados costeros, y las laderas de los barrancos. No se encuentra una diferencia significativa entre las partes bajas y las partes altas de las laderas. Las zonas llanas (barrancos e interfluvios) presentan menos problemas.

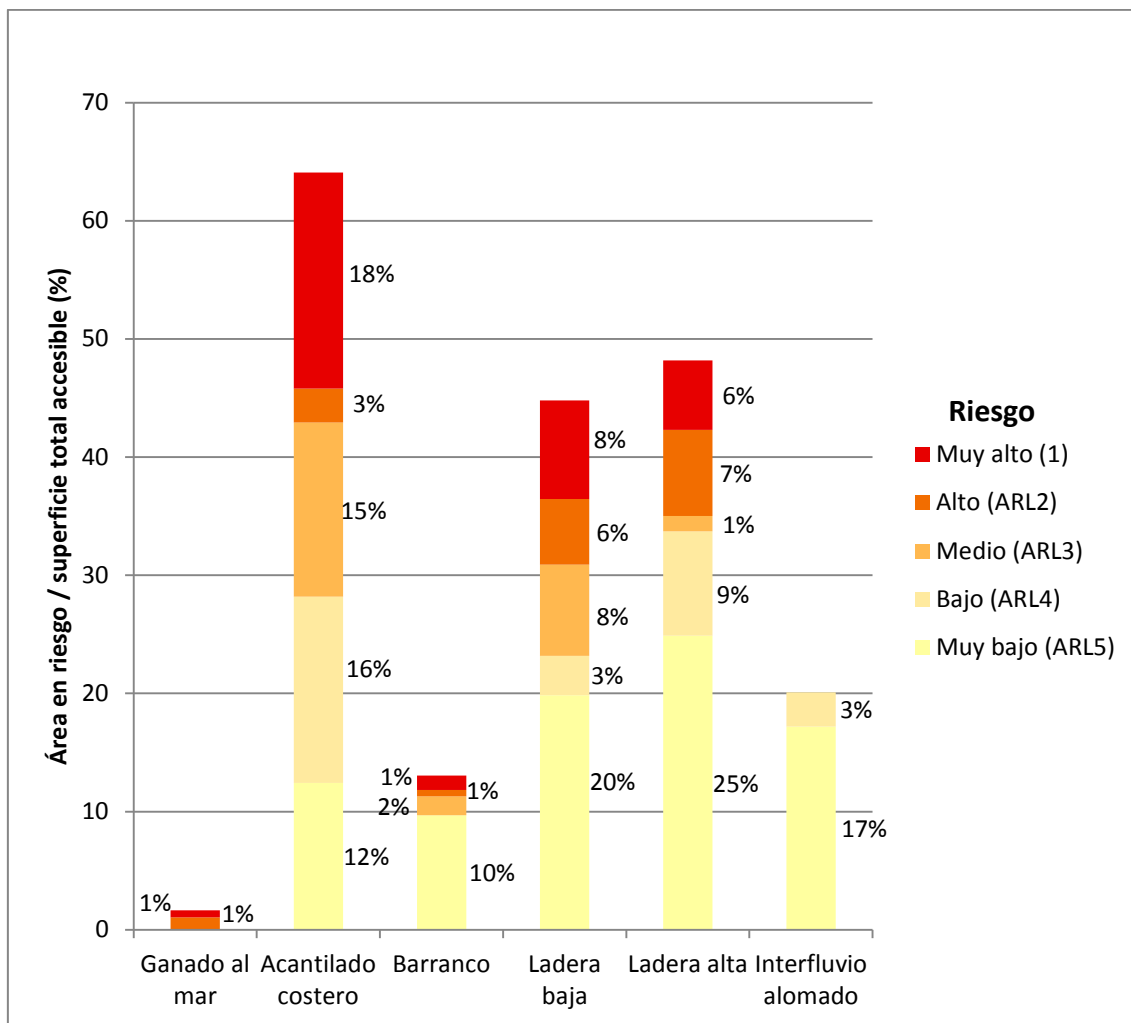
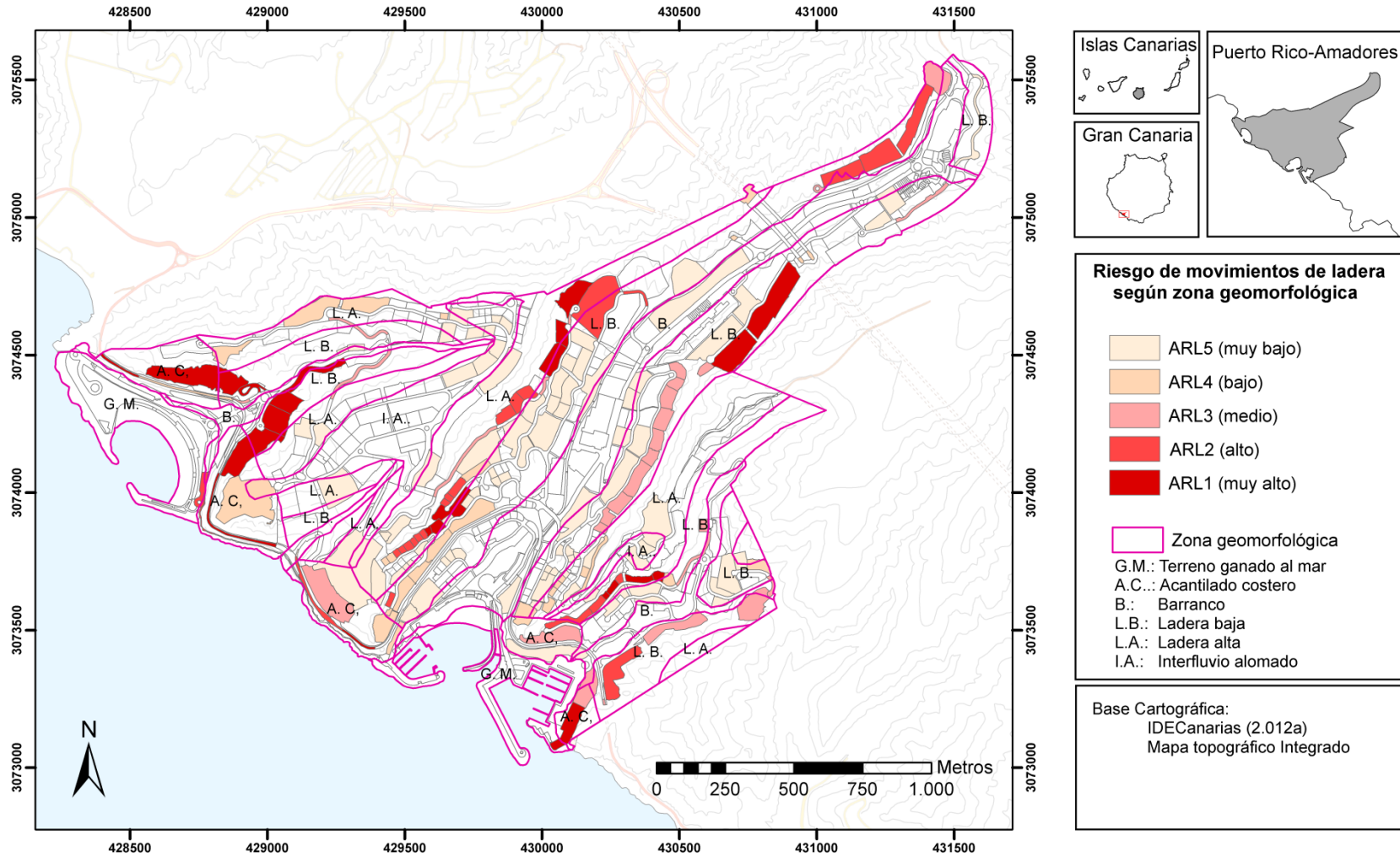


Figura 7.39 Relaciones porcentuales entre la superficies afectadas por cada nivel de riesgo, en cada zona geomorfológica, y la superficie total accesible de dicha zona, de Puerto Rico-Amadores



REDACTOR: Francisco J. Macías González	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº : 7.3
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Riesgo por movimientos de ladera según zona geomorfológica	FECHA: 01/ 2017

7.10 Riesgo por movimientos de ladera, según la proximidad a la costa.

Al estudiar la variación de los niveles de riesgo, según la distancia a la costa, se encuentra (figura 7.40 y mapa 7.4) que a las zonas situadas a menos de 100 m de distancia les corresponde la mayor proporción de áreas con riesgos medios, altos o muy altos, en relación a la superficie urbanizada. Este resultado se puede explicar por la existencia de acantilados con materiales alterados, y por la presencia de desmontes de gran altura. Por otra parte, la mayor proporción de superficie con riesgos muy altos, en la banda comprendida entre los 1.000 y 1.500 m de distancia a la costa, se explica por los desmontes de gran altura, realizados recientemente para construir edificaciones, en esta zona más alejada.

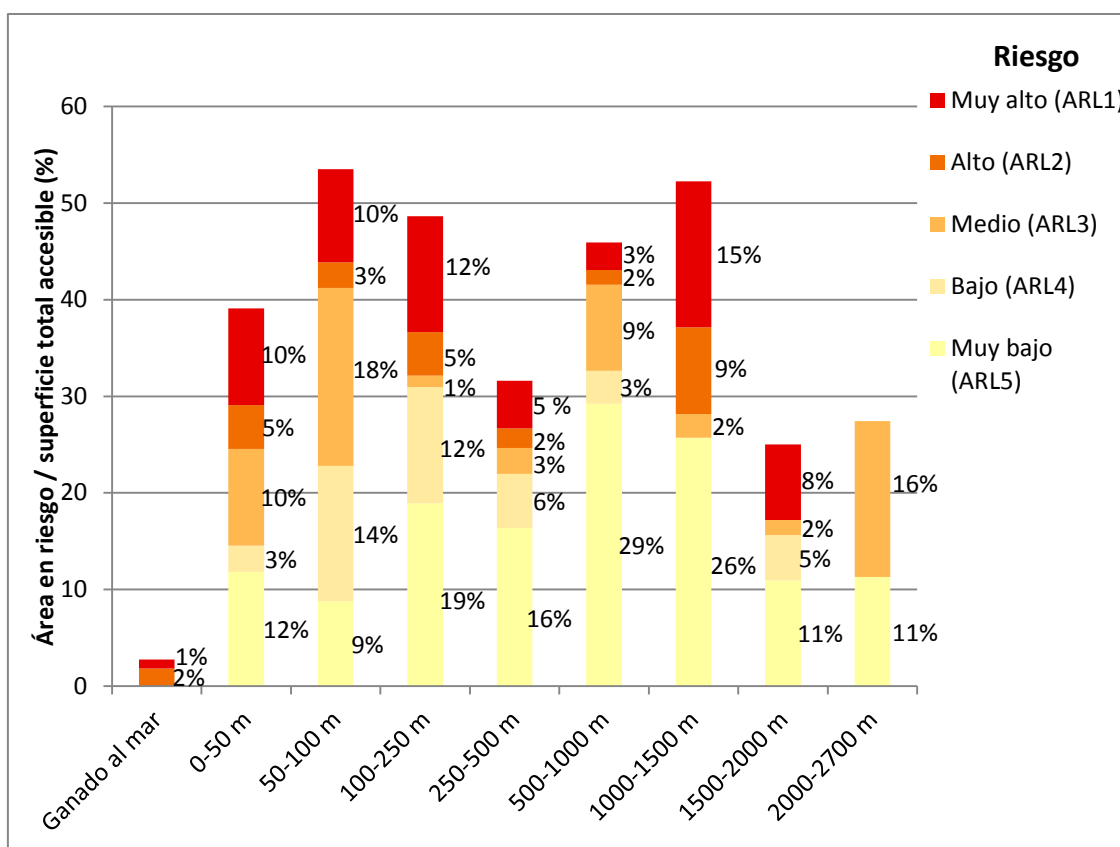
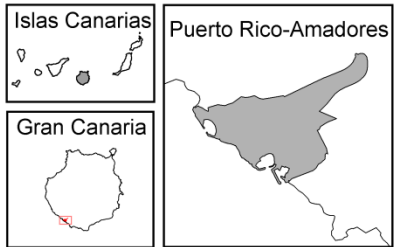
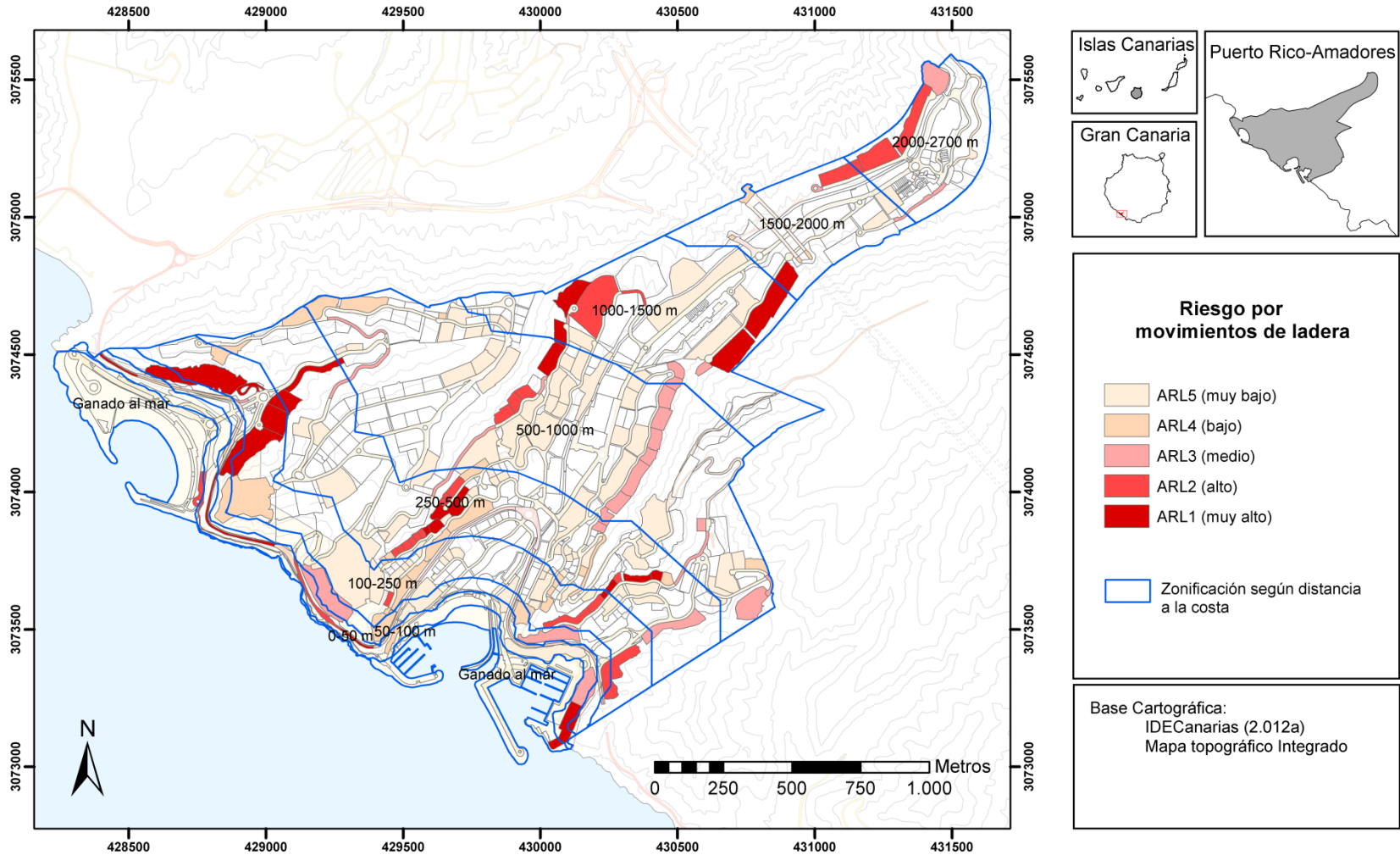


Figura 7.40 Relaciones porcentuales entre las áreas sometidas a cada nivel de riesgo existentes en una cierta banda equidistante de la costa, y la superficie total accesible de dicha banda, en Puerto Rico-Amadores.



Riesgo por movimientos de ladera

- ARL5 (muy bajo)
- ARL4 (bajo)
- ARL3 (medio)
- ARL2 (alto)
- ARL1 (muy alto)

Zonificación según distancia a la costa

Base Cartográfica:
IDECanarias (2.012a)
Mapa topográfico Integrado

<p>REDACTOR: Francisco J. Macías González</p>	<p>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria</p>	<p>DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.</p> <p>PLANO: Riesgo por movimientos de ladera según distancia a la costa original</p>	<p>Mapa Nº : 7.4</p> <p>FECHA: 01/ 2017</p>
--	--	--	---

7.11 Variación del riesgo por movimiento de laderas, en función de la pendiente natural del terreno

Se ha estudiado la variación del nivel de riesgo, según la pendiente natural del terreno (tabla 7.6). Observando los valores medios, ponderados por la superficie, de la pendiente media correspondiente a cada nivel de riesgo, se aprecia, en general, que el riesgo aumenta a medida que aumenta la pendiente, lo que resulta lógico. Sin embargo, existe una cierta disonancia en los niveles medio-bajos, y la dispersión de los valores es amplia, en relación con el rango de pendientes existente.

Tabla 7.6 Relación del nivel de riesgo con la pendiente natural del terreno

Categoría de riesgo	Pendiente (%)						Casos
	Mínimo	Percentil P _{0,05}	Media ponderada	Percentil P _{0,95}	Máximo	Desviación típica	
ARL5 (Riesgo muy bajo)	18,2	21,9	40,7	60,0	69,0	12,5	85
ARL4 (Riesgo bajo)	30,7	34,2	52,9	66,8	79,2	10,4	29
ARL3 (Riesgo medio)	18,4	28,4	50,1	65,4	68,6	10,4	29
ARL2 (Riesgo alto)	17,2	37,6	56,1	69,3	93,7	13,4	25
ARL1 (Riesgo muy alto)	40,5	45,8	61,5	106,9	156,8	24,4	23

Si el análisis se realiza exclusivamente sobre la muestra de parcelas alojativas (tabla 7.7), se observa que la tendencia al aumento del nivel de riesgo, a medida que se incrementa la pendiente, se encuentra más definida. Tanto los promedios como los percentiles aumentan uniformemente, y las desviaciones típicas son menores que las de la tabla 7.6.

Tabla 7.7 Relación del nivel de riesgo con la pendiente natural del terreno, en las parcelas alojativas (residenciales o turísticas), construidas según el planeamiento urbanístico de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico”.

Categoría de riesgo	Pendiente (%)						Casos
	Mínimo	Percentil P _{0,05}	Promedio	Percentil P _{0,95}	Máximo	Desviación típica	
ARL5 (Riesgo muy bajo)	18,2	21,7	39,4	61,2	69,0	12,3	80
ARL4 (Riesgo bajo)	30,7	32,7	50,3	59,7	63,3	9,4	21
ARL3 (Riesgo medio)	40,7	41,8	50,1	61,9	66,3	7,6	15
ARL2 (Riesgo alto)	44,1	47,7	57,2	67,8	69,7	7,4	18
ARL1 (Riesgo muy alto)	45,7	46,1	65,1	81,4	83,4	12,6	17

7.12 Variación del riesgo por movimiento de laderas, según la altura de los desmontes realizados

Al comparar los valores medios ponderados de las alturas de desmonte correspondientes a cada nivel de riesgo, y su desviación típica (tabla 7.8), se encuentra que el riesgo aumenta a medida que se incrementan dichas alturas, pero las alturas de desmonte correspondientes a cada nivel de riesgo muestran una dispersión considerable. Estos resultados parecen lógicos, ya que señalan que la altura de los desmontes es un factor muy determinante del riesgo, pero no el único, ya que otros condicionantes, que pueden estar relacionados con la amenaza o con la vulnerabilidad, pueden afectar a su gravedad.

Tabla 7.8 Relación del nivel de riesgo, con la altura de los desmontes realizados

Categoría de riesgo	Altura de desmonte (m)						Casos
	Mínimo	Percentil P _{0,05}	Media ponderada	Percentil P _{0,95}	Máximo	Desviación típica	
ARL5 (Riesgo muy bajo)	1,0	3,0	6,2	8,7	12,0	1,6	85
ARL4 (Riesgo bajo)	4,0	4,8	12,8	18,7	19,0	4,1	29
ARL3 (Riesgo medio)	3,0	3,4	13,2	20,7	32,0	6,4	29
ARL2 (Riesgo alto)	3,0	5,2	18,4	28,6	35,0	7,7	25
ARL1 (Riesgo muy alto)	4,0	4,1	27,3	48,8	56,0	14,7	23

7.13 Riesgos por movimientos de ladera en las parcelas alojativas previstas por el planeamiento cada fase de la urbanización

Se han analizado, detalladamente, los riesgos debidos a movimientos de ladera, en las parcelas alojativas previstas en el planeamiento de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico”. Al relacionar el área sometida a cada nivel de riesgo, con la superficie total de parcelas alojativas de cada fase (figura 7.41), se encuentra que la etapa “Amadores” tiene la mayor proporción de superficies con riesgo muy alto (58%); mientras que el 54% de la superficie de la fase “Valle de Puerto Rico” tiene niveles de riesgo ARL2 o ARL1 (alto o muy alto). La fase Puerto Rico 1 no tiene parcelas con nivel de riesgo superior a ARL1 (muy bajo). Es decir, que el riesgo se ha incrementado en las fases más recientes. Este resultado confirma la gravedad de los problemas

producidos por las obras realizadas entre los años 2.002 y 2.007, que ha sido mencionada anteriormente.

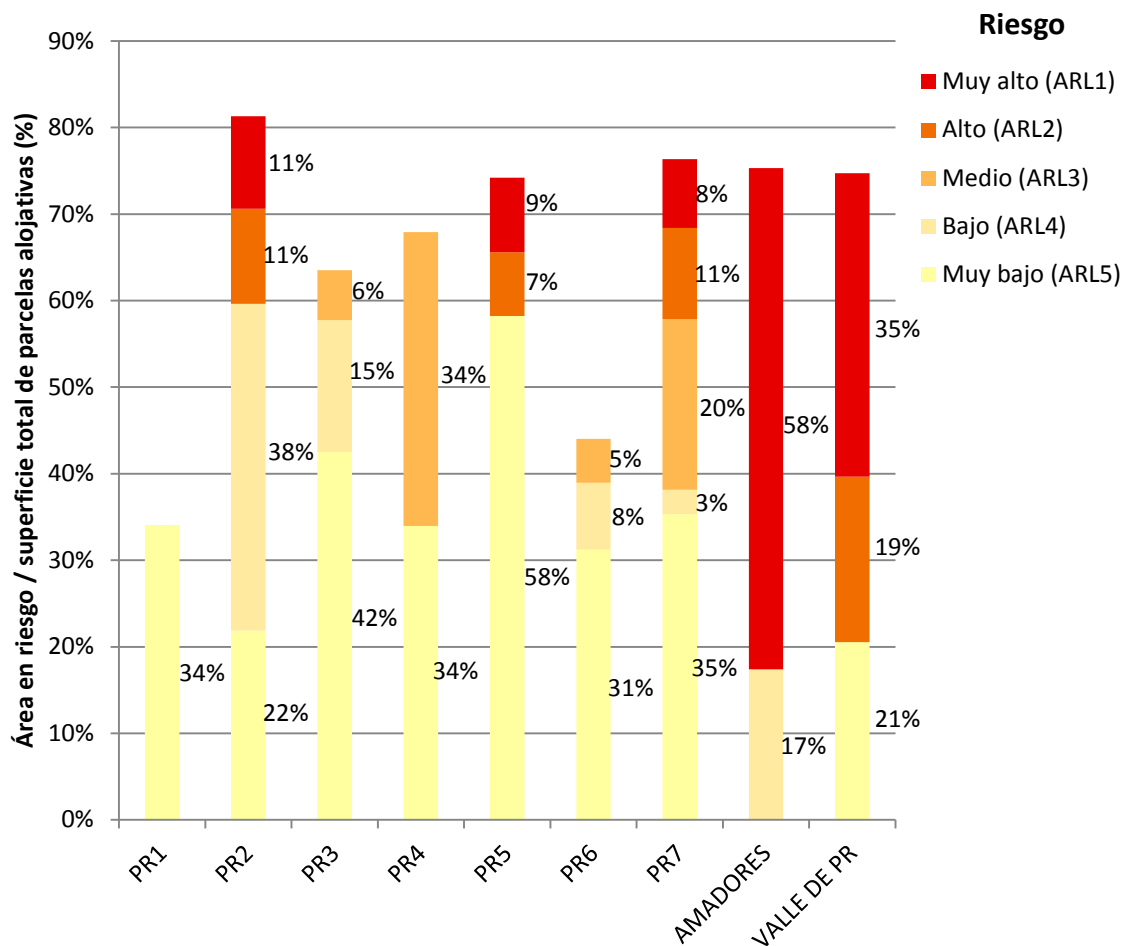


Figura 7.41 Parcelas alojativas contempladas en los proyectos de Puerto Rico, Amadores, y “Valle de Puerto Rico”: relaciones porcentuales entre las superficies totales incluidas en cada fase de la urbanización, sometidas a cada nivel de riesgo, y la superficie total de las parcelas de la correspondiente fase.

7.14 Riesgo existente en las parcelas alojativas previstas por el planeamiento, según su tipología edificatoria

Se han clasificado las parcelas alojativas, según las tipologías edificatorias que se han definido en el apartado 2.3.2.1. Partiendo de esta clasificación, se ha calculado, para cada tipología, la proporción entre el área total sometida a cada nivel de riesgo, y la superficie total de las parcelas correspondientes (figura 7.42).

Se constata que las parcelas con tipología edificatoria B (Bloque con planos de fachada verticales y movimientos de tierras considerables) son las que presentan en mayor proporción un riesgo muy alto (20%). Considerando agrupadamente las categorías de riesgo superiores, puede observarse que el 25 % de la superficie de las parcelas de tipología B está sometida a riesgo alto o muy alto, así como el 26 % de las parcelas con tipología D (Edificación de plantas solapadas y cimentación escalonada, con solape de dos plantas consecutivas como máximo).

Las parcelas con tipología A (Edificación con escaso movimiento de tierras) están sometidas solamente a riesgos bajos o muy bajos.

Como resumen de los resultados expuestos en este capítulo, puede decirse que el riesgo por movimientos de ladera en la zona urbanizada estudiada es alto, y que se debe principalmente a la ocupación de lugares inadecuados, a la realización de desmontes de gran altura, y a los vertidos de escombros que se realizan sobre las laderas. Las últimas obras realizadas han contribuido a agravar, en gran medida, la problemática existente.

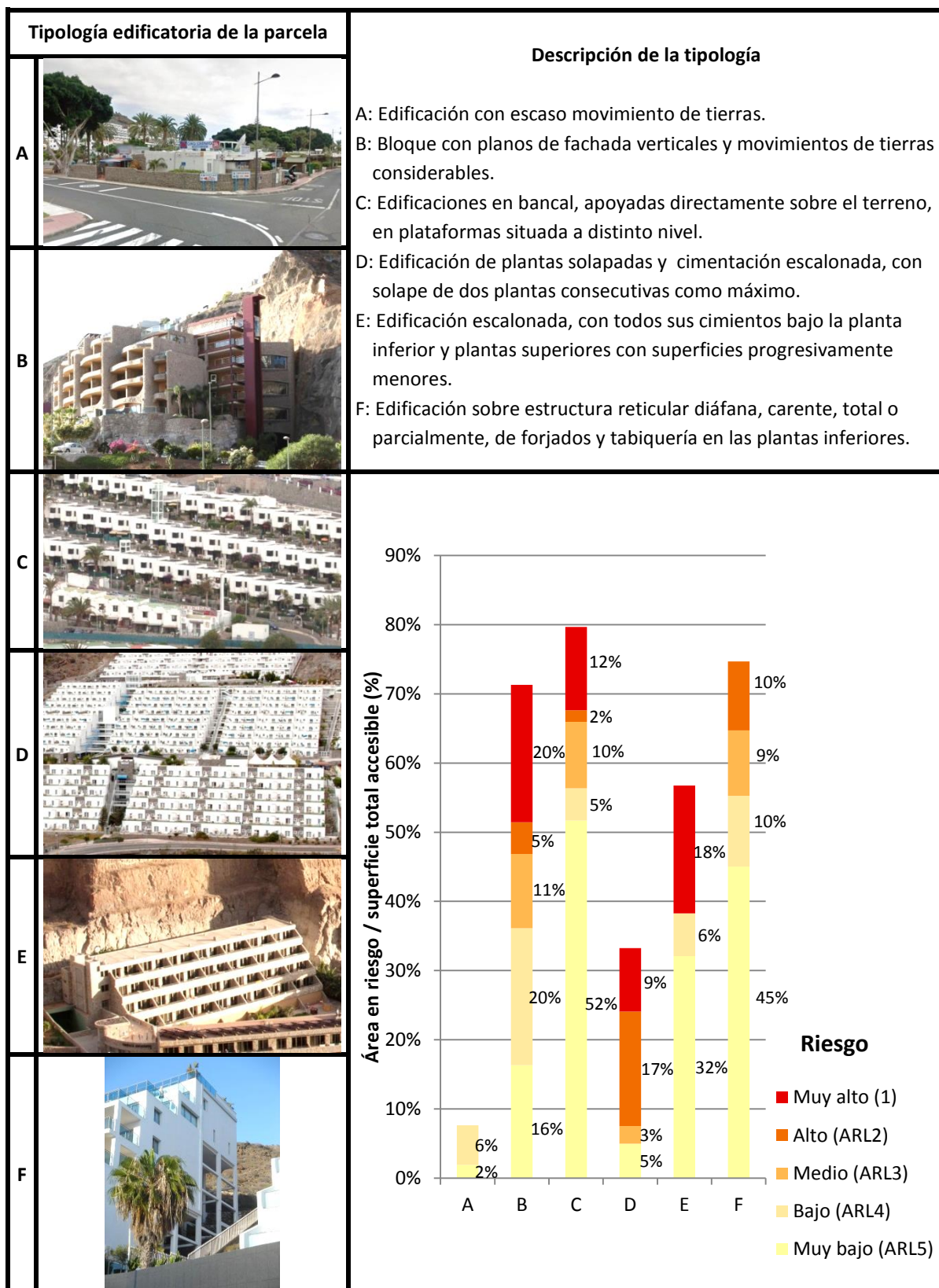


Figura 7.42 Parcelas alojativas contempladas en los proyectos de Puerto Rico, Amadores, y “Valle de Puerto Rico”: relaciones porcentuales entre las superficies totales de las parcelas correspondientes a cada tipología edificatoria, sometidas a cada nivel de riesgo, y la superficie total de las parcelas en las que predomina dicha tipología edificatoria.

8. LA EXCESIVA IMPERMEABILIZACIÓN DEL SUSTRATO

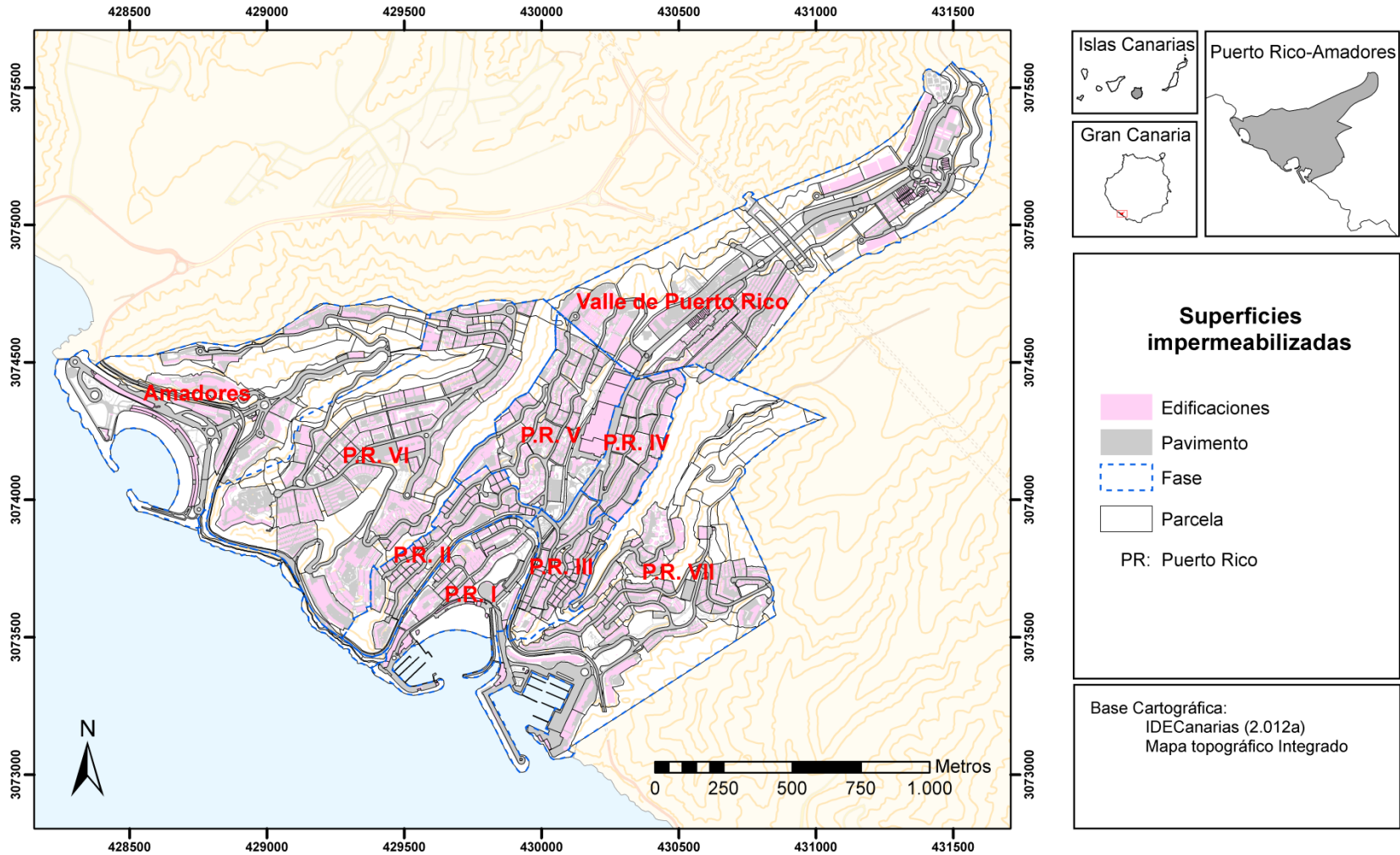
Se analiza, en este capítulo, el proceso de impermeabilización del sustrato natural, producido por la transformación urbanística del núcleo turístico estudiado, diferenciando tres tipos de superficies: las impermeabilizadas por pavimentos, las selladas por edificios, y las que mantienen su permeabilidad natural.

Se estudia tanto la evolución temporal de la impermeabilidad media, como la distribución espacial de las zonas impermeabilizadas, atendiendo a las características geomorfológicas de los terrenos, a la tipología edificatoria, al uso del suelo y a las ordenanzas urbanísticas. De forma particularizada, se analiza la impermeabilización que se genera en las parcelas alojativas previstas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico” (parcelas “PAP”).

Por último, el grado de impermeabilización observado se compara con diversos valores de referencia.

8.1 Distribución espacial de la impermeabilización por pavimentos y edificaciones.

En el mapa 8.1 se indica la distribución de las zonas impermeabilizadas, por pavimentos o por edificaciones, en la urbanización objeto de estudio. Se observa que buena parte del suelo no impermeabilizado se localiza en los parques, en las playas, en los solares y principalmente, en las zonas inaccesibles que se encuentran en la parte alta de las laderas de los barrancos, que están incluidas en la delimitación oficial del suelo urbano, pero no han sido realmente urbanizadas. En el interior de las parcelas, este suelo no sellado se encuentra formando pequeñas bolsas, dispersas, y también en los taludes de desmonte o terraplén.



Superficies impermeabilizadas

- Edificaciones
- Pavimento
- Fase
- Parcela

PR: Puerto Rico

Base Cartográfica:
IDECanarias (2.012a)
Mapa topográfico Integrado

REDACTOR: Francisco J. Macías González		DOCUMENTO: Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)	Mapa Nº: 8.1
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	PLANO: Superficies impermeabilizadas en la urbanización	FECHA: 01/ 2017

8.2 Relación existente entre el uso del suelo y su grado de impermeabilización.

Al analizar cuantitativamente la situación actual (tabla 8.1), se comprueba que el 49 % de la superficie total de la urbanización se encuentra impermeabilizada. Puede considerarse, de forma aproximada, que una tercera parte de esta impermeabilización se debe a los pavimentos públicos, una tercera parte a los pavimentos existentes en las parcelas, y el tercio restante, a las edificaciones. Aproximadamente, la mitad del suelo no impermeabilizado se encuentra en zonas que realmente no forman parte del suelo urbano, aunque se encuentren incluidas en su delimitación oficial. Estas zonas, según se expuso anteriormente, se localizan en los escarpes situados en la parte alta de las laderas de los barrancos.

Atendiendo a los distintos usos del suelo, se verifica que las parcelas alojativas contribuyen en un 57% a la impermeabilización global. En estas parcelas se observa que la superficie impermeabilizada por las edificaciones, y la superficie impermeabilizada por pavimentos, tienen magnitudes similares. Estos datos son muy significativos, dado que las parcelas alojativas ocupan la mayor parte de la urbanización. Las parcelas de uso comercial, a pesar de tener un coeficiente de impermeabilización superior, contribuyen en menor medida a la impermeabilización global (4 %), por ocupar una superficie mucho menor.

Dentro de los límites oficiales de la urbanización existen diversas zonas inaccesibles, que presentan continuidad con el espacio rústico exterior, y que son, por lo tanto, excluibles del suelo efectivamente urbanizado, en la actualidad. El coeficiente de impermeabilización “percibido”, calculado con este criterio, alcanza el valor del 66% (tabla 8.2).

Tabla 8.1 Relación entre el uso del suelo y su grado de impermeabilización, considerando la delimitación oficial de la urbanización de Puerto Rico-Amadores en su conjunto. Coeficientes de pavimentación (C_pav), coeficiente de ocupación (C_ocu) y coeficiente de impermeabilización (C_imp)

Uso	Total		Pavimento ha	Edificios ha	Impermeabilizado		No impermeabilizado		C_pav %	C_ocu %	C_imp %
	ha	%			ha	%	ha	%			
Comercial	6	2	1	5	6	4	0	0	17	78	94
Red viaria	52	16	46	1	48	30	4	3	90	2	92
Residencial o turístico	112	34	45	44	89	57	22	13	40	40	80
Dotaciones	10	3	5	2	7	4	3	2	56	17	73
Industrial	3	1	0	2	2	1	1	1	11	52	63
Infraestructura	9	3	1	1	2	1	7	4	15	6	21
Parques y Z.Z.V.V.	27	8	4	0	4	3	23	14	15	0	15
Solares (incluso obras)	15	5	0	0	1	0	15	9	2	3	5
Esp. libres y zonas de transición	87	27	0	0	0	0	87	52	0	0	0
Playa	5	2	0	0	0	0	5	3	0	0	0
Global	327	100	104	55	159	100	168	100	32	17	49

Tabla 8.2 Relación entre el uso del suelo y su grado de impermeabilización, en el suelo efectivamente urbanizado en la actualidad (sin incluir zonas inaccesibles, que presentan continuidad con el espacio rústico exterior). Coeficientes de pavimentación (C_pav), coeficiente de ocupación (C_ocu) y coeficiente de impermeabilización (C_imp)

Uso	Total		Pavimento ha	Edificios ha	Impermeabilizado		No impermeabilizado		C_pav %	C_ocu %	C_imp %
	ha	%			ha	%	ha	%			
Comercial	6	3	1	5	6	4	0	0	17	78	94
Red viaria	52	21	46	1	48	30	4	6	89	2	92
Residencial o turístico	112	46	45	44	89	56	22	29	40	40	80
Dotaciones	10	4	5	2	7	4	3	3	56	17	73
Industrial	3	1	0	2	2	1	1	2	11	52	63
Infraestructura	9	4	1	1	2	1	7	10	15	6	21
Parques y Z.Z.V.V.	27	11	4	0	4	3	23	30	15	0	15
Solares (incluso obras)	2	1	0	0	1	0	1	2	14	21	35
Espacios libres	9	4	0	0	0	0	8	11	3	0	3
Playa	5	2	0	0	0	0	5	7	0	0	0
Global	235	100	104	55	159	100	76	100	43	23	66

8.3 Evolución temporal de la impermeabilización global

La superficie total de suelo impermeabilizado ha ido aumentando progresivamente desde el comienzo de la urbanización, aunque se distinguen dos etapas en las que el proceso se ha ralentizado: la primera, comprendida entre los años 1991 y 1998, y la segunda, que comienza en 2007 y se ha prolongado hasta la actualidad. En todo momento, el suelo total impermeabilizado por pavimentos ha duplicado, aproximadamente, al suelo impermeabilizado por edificaciones. Esta evolución se representa en la figura 8.1

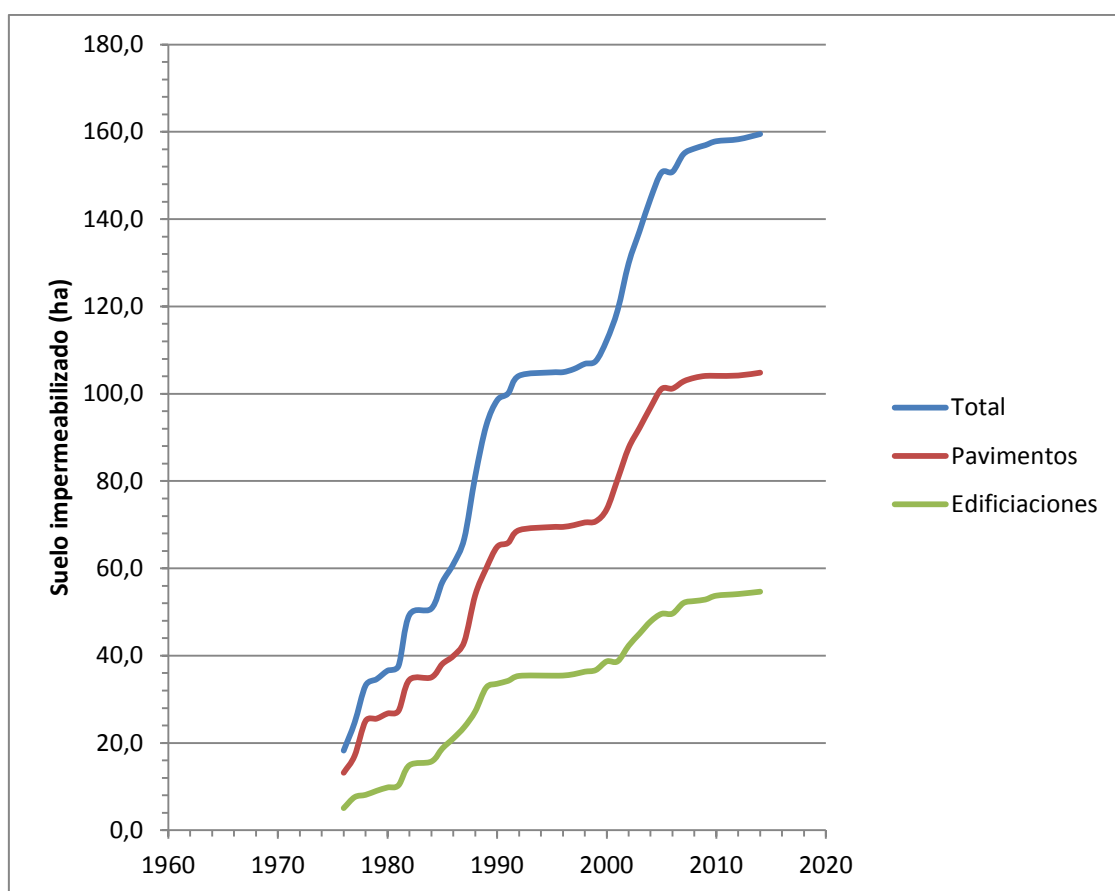


Figura 8.1 Evolución temporal de la superficie impermeabilizada

Comparando, desde el comienzo de la urbanización hasta la actualidad, la relación entre las superficies pavimentadas y las edificadas, con la total urbanizada, en cada momento, se obtiene la evolución de los coeficientes de pavimentación (C_{pav}), de ocupación por la edificación (C_{ocu}) y de impermeabilización total (C_{imp}), que se representa en la figura 8.2. Se aprecia una tendencia creciente en los tres coeficientes hasta el año 1991. A partir de ese año, y tras un ligero descenso, los tres coeficientes

quedan prácticamente estabilizados. Así, el coeficiente de pavimentación (C_{pav}) ha duplicado aproximadamente al de ocupación (C_{ocu}), en todas las fases, desde el comienzo de la urbanización.

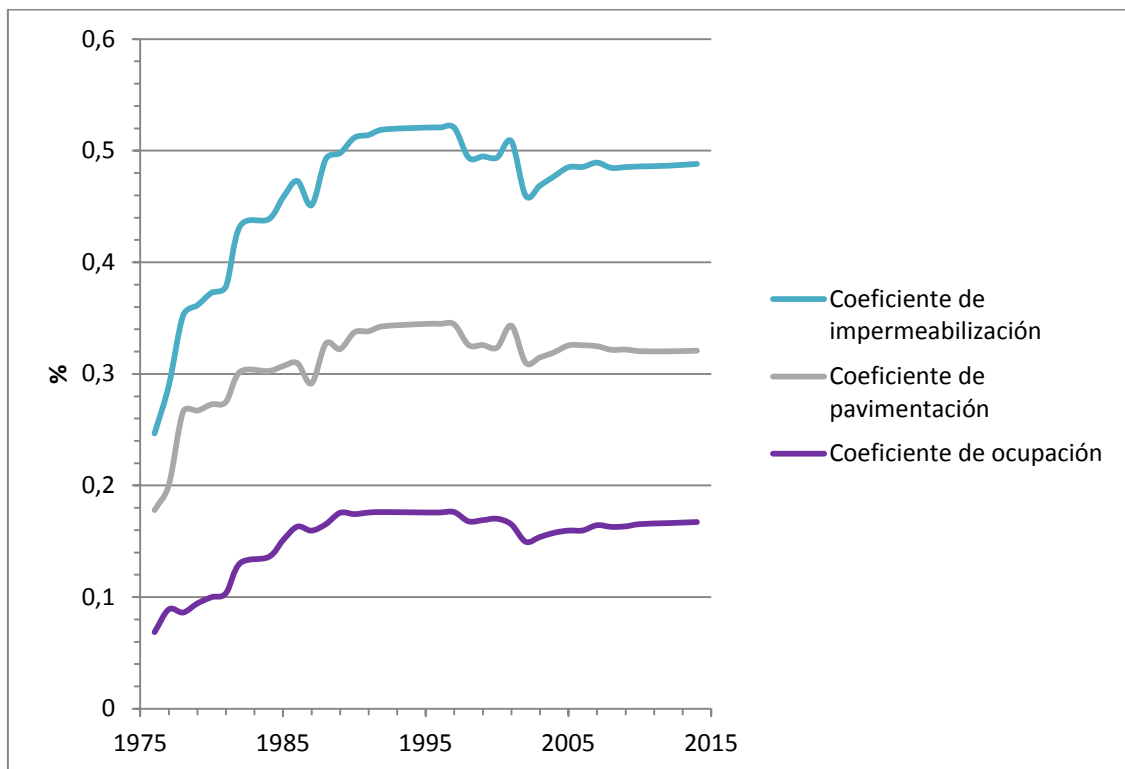


Figura 8.2. Evolución de los coeficientes de pavimentación, ocupación por la edificación e impermeabilización, a lo largo del tiempo, en la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

8.4 Impermeabilización global, según la proximidad a la costa

Al estudiar la variación de los coeficientes de impermeabilización, según la distancia a la costa (tabla 8.3 y figura 8.3), se comprueba que los valores más altos del coeficiente de impermeabilización (C_{imp}) se encuentran en la zona comprendida entre los 50 y los 500 m, medidos desde la costa original hacia el interior. En los terrenos ganados al mar, el coeficiente de pavimentación (C_{pav}) es bastante superior al coeficiente de ocupación (C_{ocu}), aunque este último va aumentando a medida que nos alejamos de la costa, para estabilizarse la relación entre ambos valores, a partir de los 100 m de distancia, en un valor aproximado $C_{pav}/C_{ocu} = 2$. En la zona comprendida entre los 1500 y los 2000 m de la costa, en la que se encuentra la autopista y su ramal de acceso a Puerto Rico, aumenta también puntualmente dicha relación entre los

coeficientes de pavimentación y ocupación (C_{pav}/C_{ocu}). Los terrenos impermeabilizados, en cada uno de los intervalos considerados para analizar la distancia a la costa, pueden observarse en el mapa 8.2.

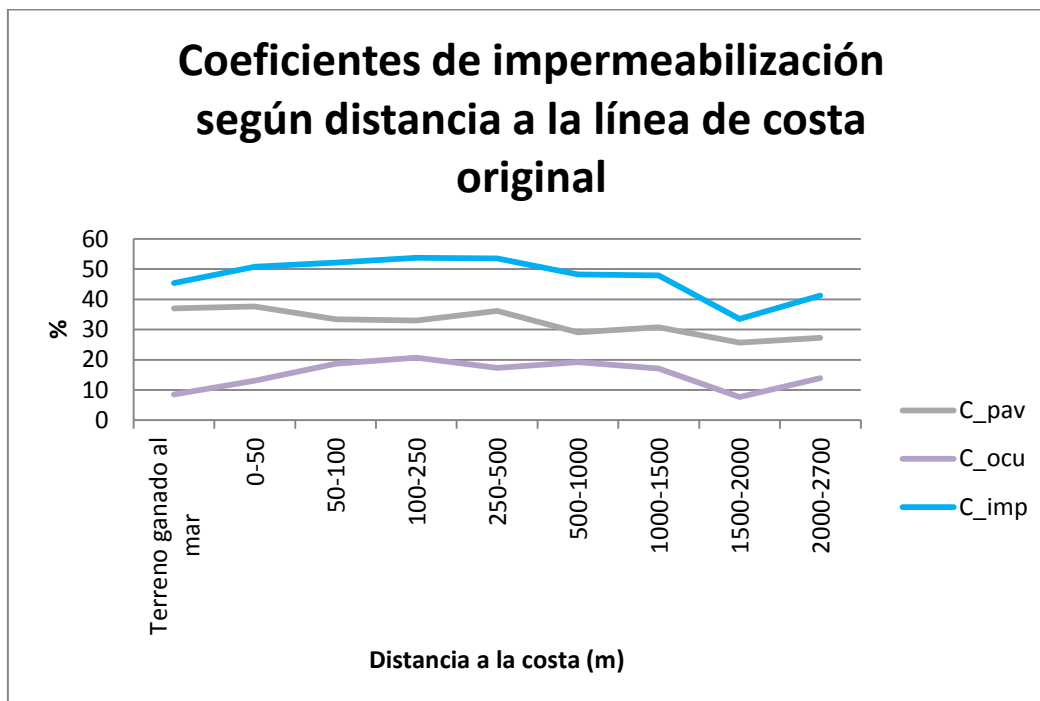
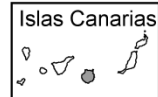
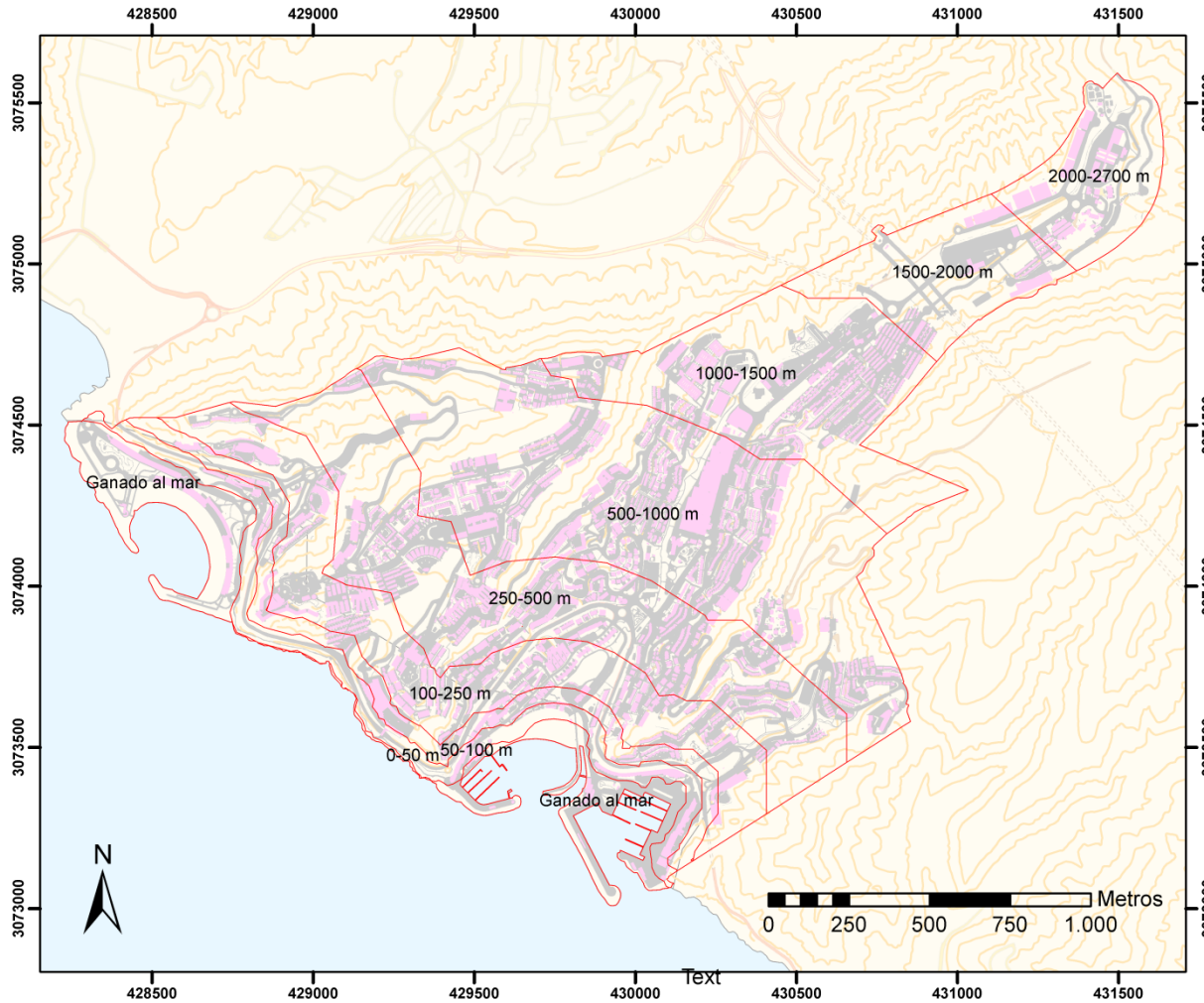


Figura 8.3 Variación del coeficiente de impermeabilización total (C_{imp}), del coeficiente de pavimentación (C_{pav}), y del coeficiente de ocupación por edificaciones (C_{ocu}), según la distancia a la línea de costa original

Tabla 8.3. Relaciones entre el coeficiente de impermeabilización total (C_{imp}), el coeficiente de pavimentación (C_{pav}), y el coeficiente de ocupación por edificaciones (C_{ocu}) según la distancia a la línea de costa original.

Distancia a la línea de costa original	Superficie (ha)	C_{pav} (%)	C_{ocu} (%)	C_{pav}/C_{ocu}	C_{imp} (%)
Terreno ganado al mar	22,0	37,0	8,5	4,3	45,4
0-50	16,1	37,6	13,1	2,9	50,8
50-100	15,4	33,4	18,7	1,8	52,1
100-250	41,9	33,0	20,7	1,6	53,7
250-500	60,1	36,2	17,3	2,1	53,5
500-1000	89,0	29,1	19,2	1,5	48,2
1000-1500	43,0	30,7	17,1	1,8	47,9
1500-2000	21,2	25,7	7,7	3,3	33,5
2000-2700	17,9	27,3	13,9	2,0	41,2

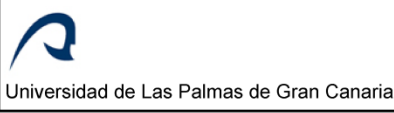


Superficies impermeables según distancia a la costa original

- Zonificación según distancia a la costa
- Edificaciones
- Pavimento

Base Cartográfica:
 IDECanarias (2.012a)
 Mapa topográfico Integrado

REDACTOR:
Francisco J. Macías González
 TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



DOCUMENTO: **Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)**
 PLANO: **Superficies impermeables en la urbanización, según distancia a lacosta original**

Mapa Nº : **8.2**
 FECHA: **01/ 2017**

8.5 Impermeabilización en función de las áreas geomorfológicas

Se han calculado los valores del coeficiente de impermeabilización total (C_imp), del coeficiente de pavimentación (C_pav), y del coeficiente de ocupación por edificaciones (C_ocu), atendiendo al uso del suelo comprendido en cada una de las unidades geomorfológicas consideradas, que han sido diferenciadas siguiendo los criterios señalados en capítulos anteriores (tablas 8.4 y 8.5; mapa 8.3).

Tabla 8.4a Coeficiente de impermeabilización total (C_imp), coeficiente de pavimentación (C_pav), y coeficiente de ocupación por edificaciones (C_ocu), según la zona geomorfológica y el uso del suelo.

Zona	Coeficientes medios (%)			Uso de los terrenos en cada zona	Superficie (%)	Coeficiente correspondiente a cada uso (%)		
	C_pav	C_ocu	C_imp			C_pav	C_ocu	C_imp
Interfluvio alomado	51,1	24,5	75,6	Alojativo (Res./ Turíst.)	60	43,6	36,0	79,6
				Comercial	3	23,0	76,7	99,7
				Dotaciones	6	54,0	7,0	61,0
				Zonas no urbanizadas	3	0,8	0,0	0,8
				Infraestructuras	1	36,7	29,7	66,4
				Parques y zonas verdes	3	25,2	1,0	26,3
				Solares /en obras	4	0,4	0,0	0,4
				Viarío	21	95,5	0,2	95,8
Fondo de Barranco	43,0	15,4	58,4	Alojativo (Res./ Turíst.)	14	37,7	41,3	78,9
				Comercial	8	15,1	78,6	93,7
				Dotaciones	13	58,0	21,7	79,6
				Espacios libres	10	2,5	0,0	2,5
				Industrial	0	1,0	63,0	64,0
				Infraestructuras	5	12,2	5,5	17,7
				Parques y zonas verdes	19	16,4	0,1	16,5
				Playa	2	0,0	0,0	0,0
				Solares /en obras	3	7,2	0,3	7,5
				Viarío	27	93,3	0,1	93,4

Tabla 8.4.b Coeficiente de impermeabilización total (C_imp), del coeficiente de pavimentación (C_pav), y del coeficiente de ocupación por edificaciones (C_ocu), según la zona geomorfológica y el uso del suelo

Zona	Coeficientes medios (%)			Uso de los terrenos en cada zona	Superficie (%)	Coeficiente correspondiente a cada uso (%)		
	C_pav	C_ocu	C_imp			C_pav	C_ocu	C_imp
Ladera baja	30,0	18,0	48,0	Alojativo (Res./ Turíst.)	40	40,5	39,8	80,3
				Comercial	0	38,3	51,6	89,9
				Dotaciones	2	52,0	10,0	62,0
				Zonas no urbanizadas	29	0,5	0,0	0,5
				Industrial	2	1,4	58,0	59,4
				Infraestructuras	1	28,7	16,9	45,6
				Parques y zonas verdes	7	10,3	0,2	10,5
				Solares /en obras	7	2,7	4,6	7,3
Viario	12	92,4	0,1	92,5				
Acantilado costero	30,6	16,7	47,4	Alojativo (Res./ Turíst.)	45	40,4	35,8	76,2
				Comercial	1	11,0	75,8	86,7
				Zonas no urbanizadas	33	0,2	0,0	0,2
				Infraestructuras	0	7,7	1,7	9,4
				Parques y zonas verdes	6	5,6	0,0	5,6
				Viario	15	81,7	0,4	82,1
Ganado al mar	37,7	8,6	46,3	Alojativo (Res./ Turíst.)	1	41,6	40,1	81,7
				Comercial	3	7,8	88,0	95,8
				Espacios libres	0	0,0	0,0	0,0
				Infraestructuras	23	10,2	1,8	12,1
				Parques y zonas verdes	19	30,0	0,0	30,0
				Playa	18	0,0	0,0	0,0
				Viario	36	81,1	14,5	95,6
Ladera alta	21,6	15,5	37,0	Alojativo (Res./ Turíst.)	37	39,7	41,9	81,6
				Dotaciones	0	54,0	7,0	61,0
				Zonas no urbanizadas	46	0,0	0,0	0,0
				Infraestructuras	0	53,1	14,2	67,3
				Parques y z. verdes	3	6,8	0,3	7,1
				Solares /en obras	5	0,2	0,1	0,3
				Viario	8	83,0	0,1	83,1

Puede observarse que los mayores coeficientes corresponden a las zonas geomorfológicas en las que existen menos espacios libres, terrenos no urbanizados, ajardinamientos o infraestructuras, destacando en este sentido, las superficies culminantes de los interfluvios alomados. Por el contrario, tienen coeficientes menores las partes altas de las laderas, en la que hay mayor proporción de zonas que no han sido realmente urbanizadas.

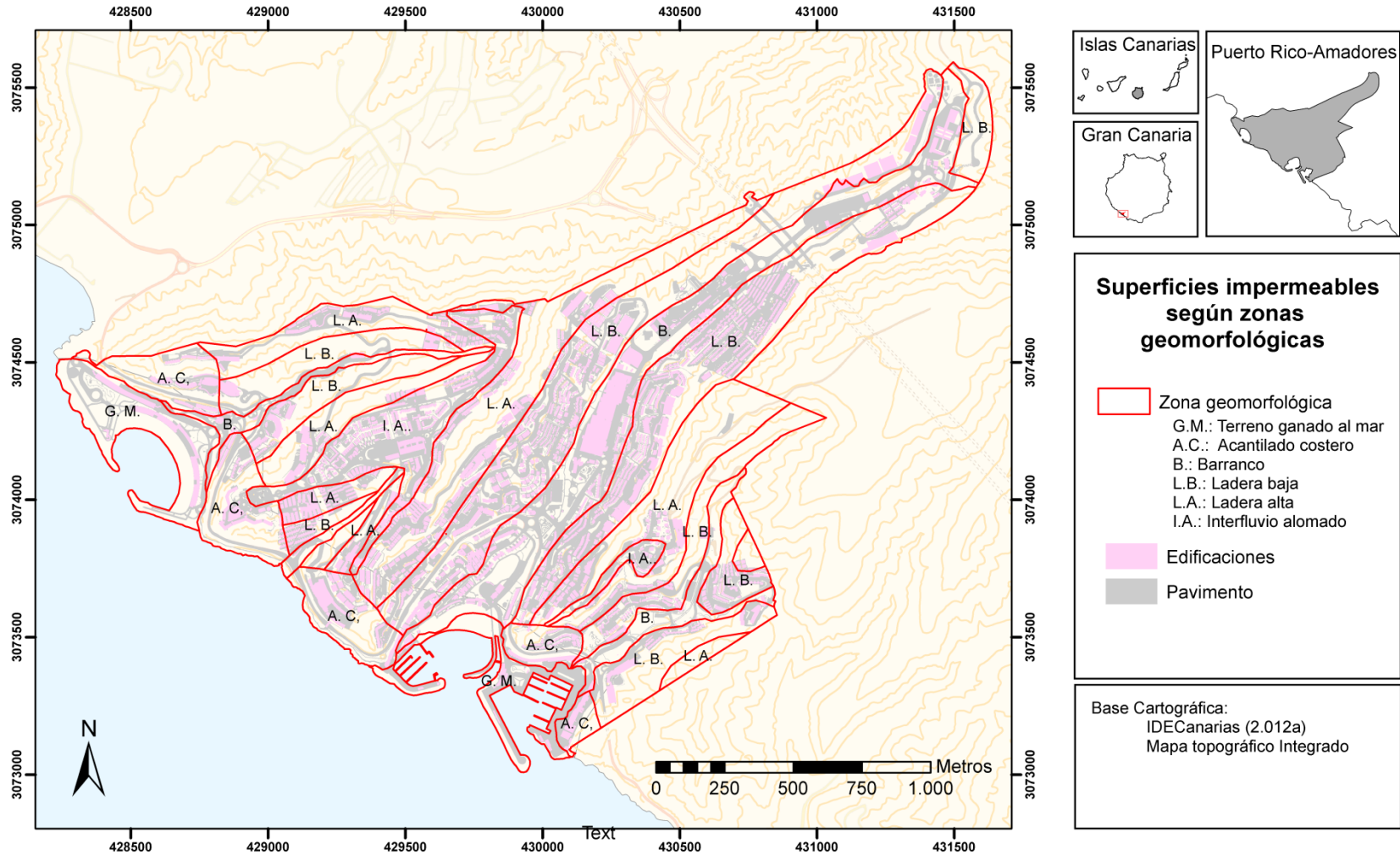
Se observa, también, que las parcelas de uso alojativo situadas en las laderas y, en especial, las que están a mayor altitud sobre los cauces, se encuentran más impermeabilizadas que las que se hallan en los barrancos o en los interfluvios.


8.6 Impermeabilización de las parcelas alojativas

Se ha analizado, detalladamente, la impermeabilización de las parcelas alojativas previstas en el planeamiento urbanístico de Puerto Rico, de Amadores y de “Valle de Puerto Rico”. En el conjunto de las 274 parcelas consideradas, se ha encontrado que la superficie sellada equivale al 80% de la superficie total, y que la superficie impermeabilizada por pavimentos iguala a la impermeabilizada por edificios. El análisis de posición realizado señala que el 90 % de las parcelas tiene un coeficiente de pavimentación (C_pav) comprendido entre 20 % y 60 %, un coeficiente de ocupación (C_ocu) comprendido entre 27% y 57%, y un coeficiente de impermeabilización (C_imp) comprendido entre el 61% y el 99 %. Los datos detallados se indican en la tabla 8.5.

Tabla 8.5. Análisis estadístico del coeficiente de impermeabilización total (C_imp), del coeficiente de pavimentación (C_pav), y del coeficiente de ocupación por edificaciones (C_ocu), de las parcelas alojativas (residenciales y turísticas), previstas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico”.

	Max.	Min.	Promedio	Media ponderada	Percentil 5 %	Mediana	Percentil 95 %	Desviación típica
C_pav	74,6	7,8	42,0	40,7	19,8	44,1	60,4	11,9
C_ocu	71,7	19,1	40,1	39,3	26,5	44,1	57,5	9,2
C_imp	100,0	43,9	82,1	79,9	61,0	83,4	99,4	12,0



REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)	Mapa Nº : 8.3
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Superficies impermeables en la urbanización, según zonas geomorfológicas	FECHA: 01/ 2017

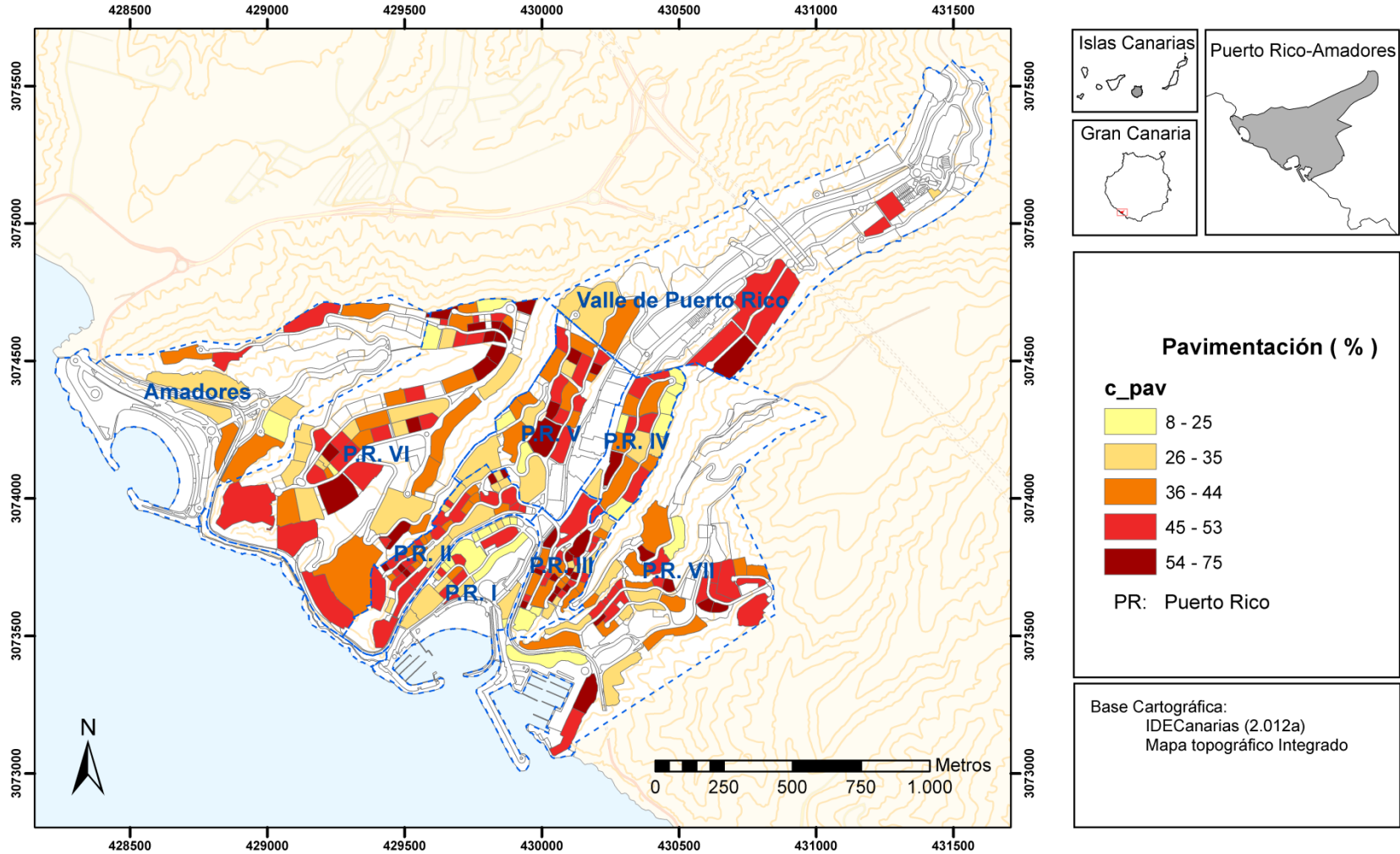
8.7 Relación de los coeficientes de impermeabilización de las parcelas alojativas, con su distribución espacial.


Con objeto de realizar un análisis espacial del grado de impermeabilización de las parcelas alojativas, citadas anteriormente, se han realizado los mapas de clasificación según el coeficiente de pavimentación (C_{pav} , mapa 8.4), el coeficiente de ocupación (C_{ocu} , mapa 8.5), y el coeficiente de impermeabilización (C_{imp} , mapa 8.6).

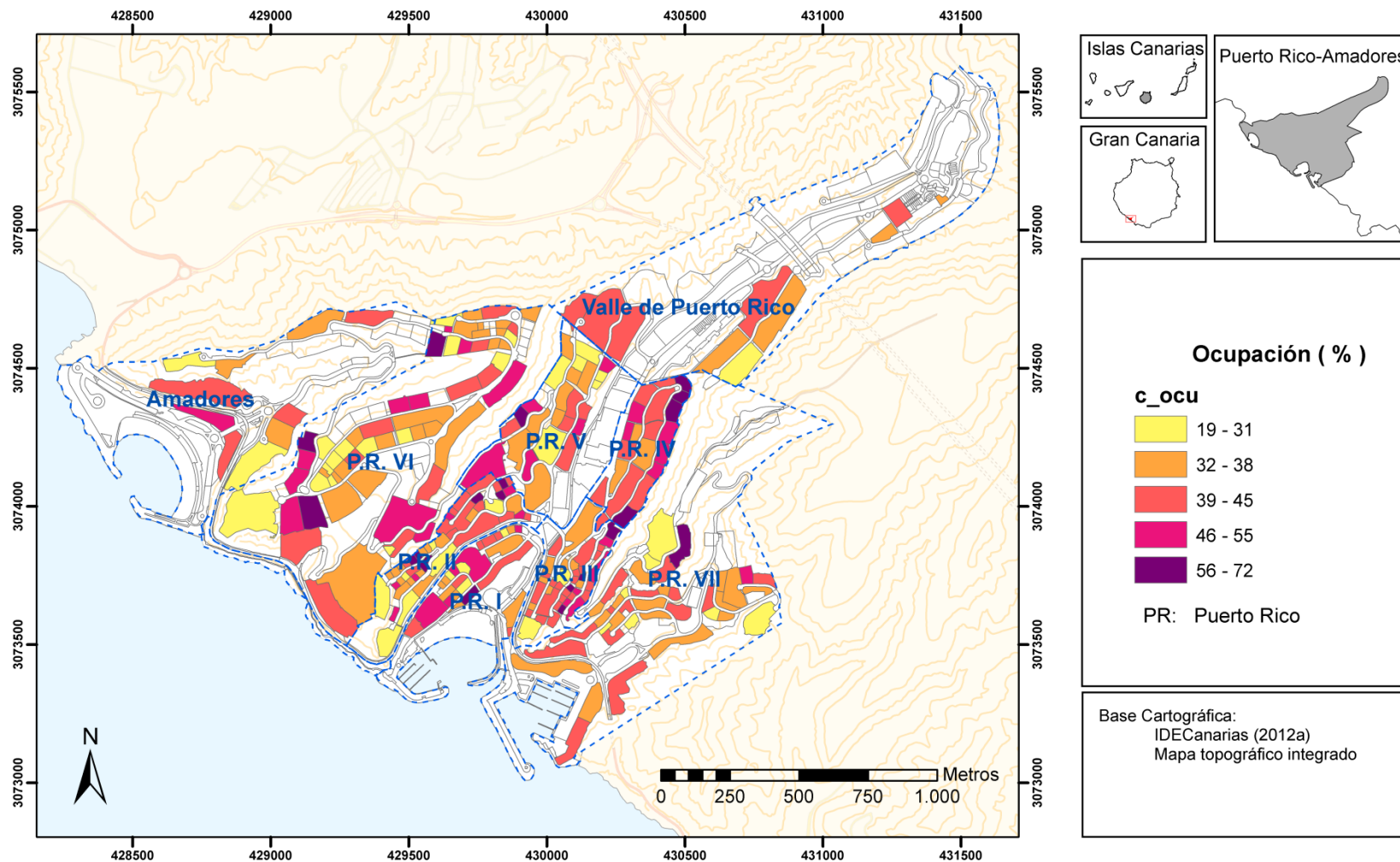
Se observa que las parcelas situadas en las laderas tienen mayor proporción de superficie pavimentada. Es especialmente significativo el grado de pavimentación de las parcelas residenciales de “Valle de Puerto Rico”, y de los establecimientos turísticos situados en la cornisa del acantilado costero de Montaña Amadores.


La proporción de superficie ocupada por edificaciones es menor en las zonas llanas del barranco de Puerto Rico, y de Montaña Amadores. Por el contrario, están más ocupadas por edificaciones las parcelas residenciales de la zona denominada “Valle de Puerto Rico”, y las comprendidas en la fase IV de Puerto Rico.

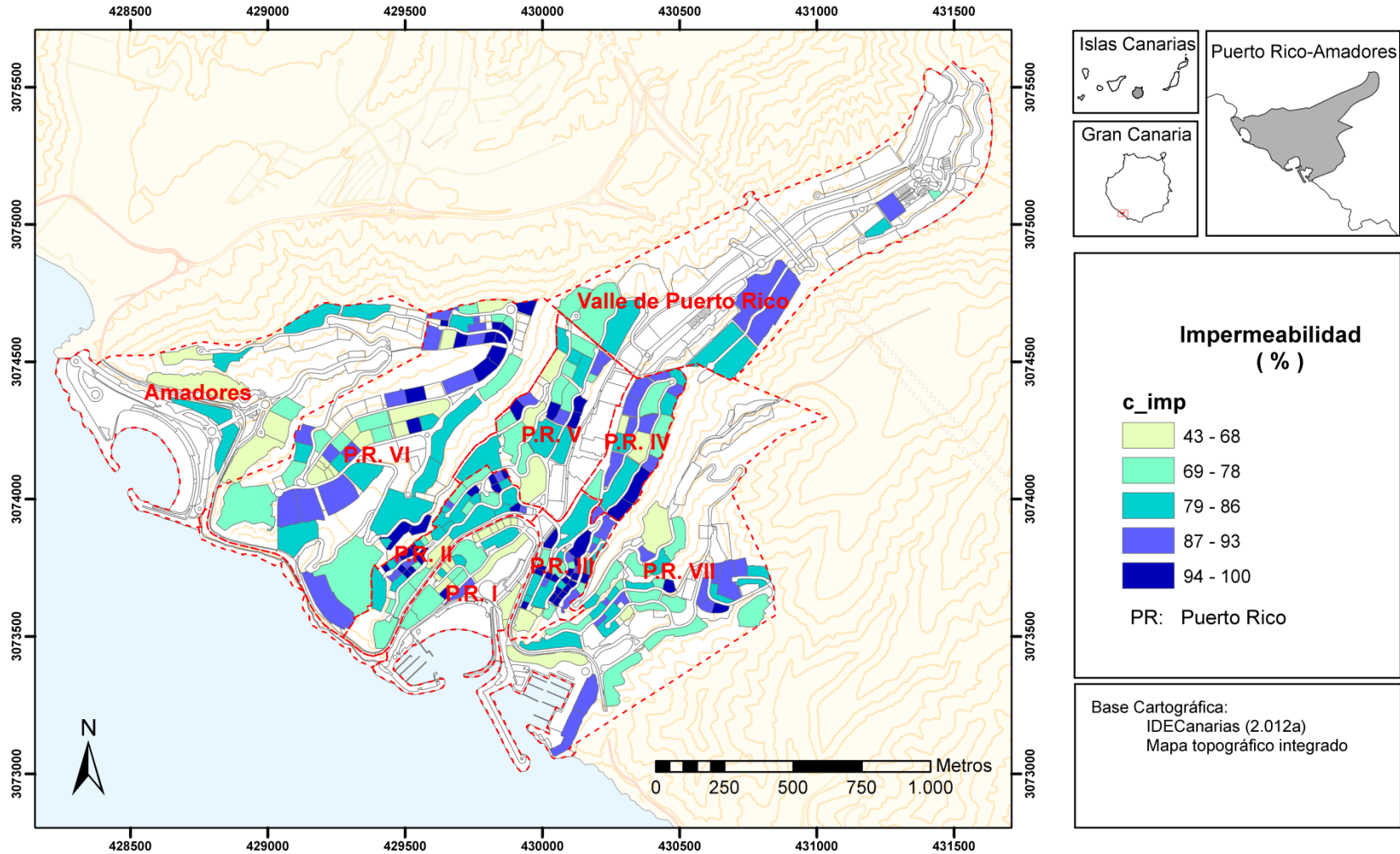
El grado de impermeabilización total es menor en las parcelas situadas en los barrancos o en las lomas, y es mayor en las que se encuentran en las laderas. Merecen mencionarse, como zonas en las que predominan las parcelas muy impermeabilizadas, la cornisa de la cabecera del barranquillo de Amadores, y la parte superior de la ladera donde se desarrolló la fase III de Puerto Rico.



REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)	Mapa Nº: 8.4
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Superficie pavimentada, en parcelas residenciales y alojativas, construidas según el planeamiento urbanístico promovido	FECHA: 01/ 2017



REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental de las urbanizaciones turísticas costeras: El ejemplo de Puerto Rico-Amadores, Grana Canaria (España)	Mapa Nº : 8.5
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Superficie ocupada por edificaciones, en parcelas residenciales y alojativas construidas según el planeamiento urbanístico promovido	FECHA: 01/ 2017



REDACTOR:
Francisco J. Macías González

TUTORA:
Emma Pérez-Chacón Espino



DOCUMENTO:
Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.

PLANO:
Impermeabilidad de parcelas residenciales y alojativas, construidas según el planeamiento urbanístico promovido

Mapa Nº :
8.6

FECHA:
01/ 2017

8.8 Relación entre la impermeabilización de las parcelas alojativas, y la pendiente de sus terrenos.

Se ha analizado la evolución temporal de la superficie impermeabilizada en las parcelas alojativas (incluyendo tanto las turísticas como las residenciales), y se ha comparado con la evolución de la pendiente natural de los terrenos donde se construyeron. La representación gráfica de este estudio puede observarse en la figura 8.4. Se constata que la superficie total de suelo impermeabilizado en las parcelas alojativas ha ido aumentando a lo largo del tiempo, siguiendo un proceso similar al que ha tenido el conjunto de la zona urbanizada, que ha sido descrito anteriormente, en este capítulo. Esta evolución se ha visto frenada en dos etapas: la primera, entre los años 1990 y 1996 y, la segunda, desde 2008 hasta el momento actual. Puede observarse, también, que la superficie de suelo pavimentado prácticamente iguala a la del suelo impermeabilizado por la edificación, a lo largo de todo el proceso de urbanización.

La pendiente del terreno natural de las parcelas alojativas, entendida como el valor medio correspondiente a la totalidad del terreno ocupado por las parcelas construidas desde el comienzo de la urbanización hasta el final de cada año, aumenta, en general, a lo largo del tiempo, aunque permanece estable en el periodo comprendido entre los años 1990 y 1999, y desde 2009 a la actualidad.

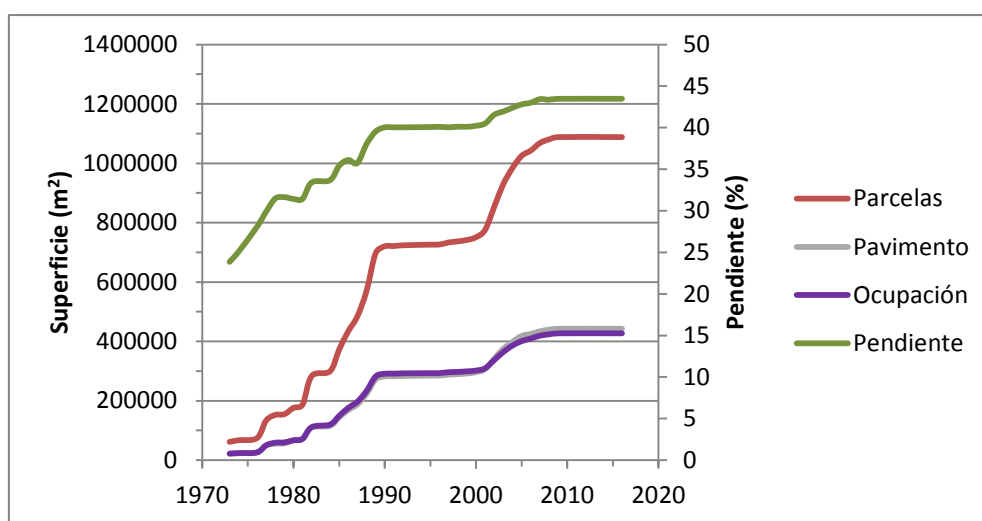


Figura 8.4. Evolución temporal de la pendiente media natural del terreno, y de la superficie edificada, pavimentada, y total, de las parcelas alojativas de la urbanización, construidas según el planeamiento urbanístico de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico”.

Se ha comprobado la variación del coeficiente de impermeabilización (C_{imp}) con la pendiente natural del terreno, en las parcelas alojativas, diferenciando dos series de datos: los correspondientes a las parcelas que limitan, en su lindero posterior, con las zonas de transición situadas en las laderas, y los relacionados con las restantes parcelas (figura 8.5). Aunque dichas series tienen una dispersión muy amplia, denotan que la impermeabilización aumenta con la pendiente, en las parcelas que no están situadas en el perímetro del suelo urbanizado, y que la tendencia se invierte en las parcelas con mayor pendiente, que son las que se encuentran colindando con las zonas sin urbanizar, de manera que su grado de impermeabilización es menor, a medida que aumenta su pendiente. La intersección de ambas líneas de tendencia se encuentra en un punto que tiene coeficiente de impermeabilidad del 82 % y pendiente del 46 %. Estas distintas tendencias pueden relacionarse con la ejecución de desmontes o terraplenes de mayor altura en las parcelas situadas en el borde del suelo urbanizado, mientras que las parcelas situadas en el interior de la trama urbana suelen tener muros en sus linderos.

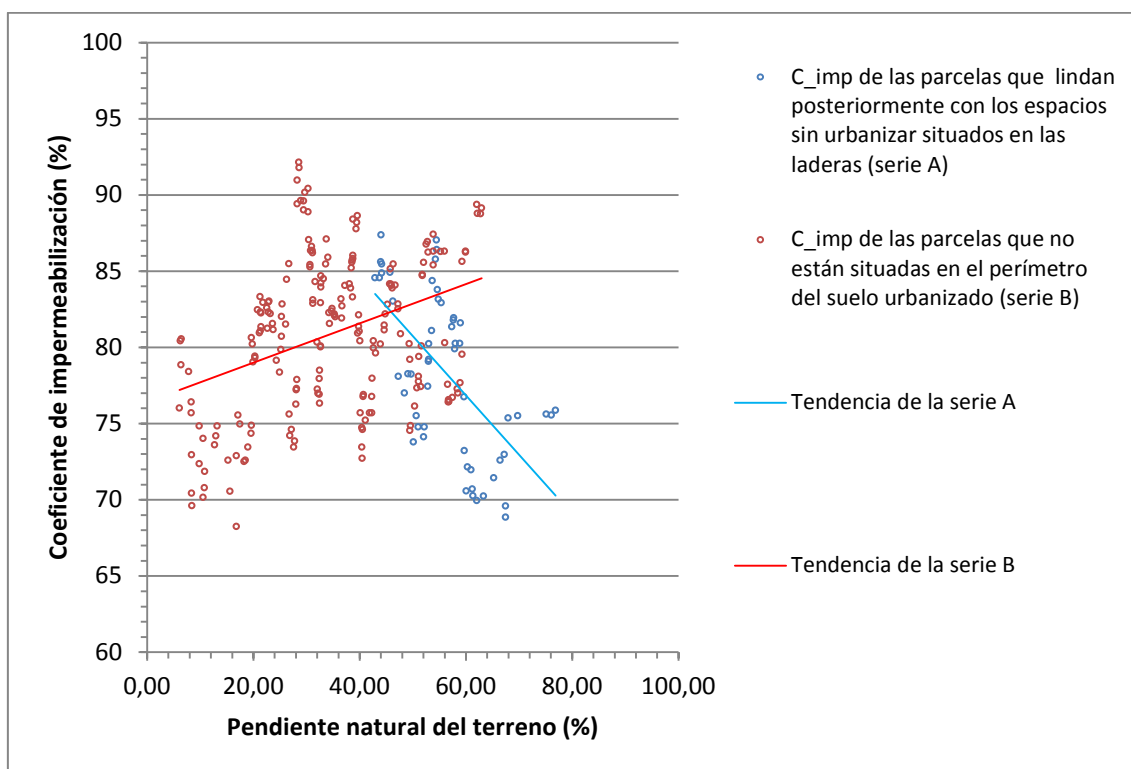


Figura 8.5. Variación del coeficiente de impermeabilización (C_{imp}), según la pendiente natural del terreno de las parcelas alojativas, construidas según el planeamiento urbanístico de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico”. Media móvil, ponderada por la superficie, de periodo 9.

8.9 Evolución temporal de los coeficientes de impermeabilización de las parcelas alojativas

Se ha investigado, asimismo, la evolución temporal del coeficiente de impermeabilización total (C_{imp}), del coeficiente de pavimentación (C_{pav}), y del coeficiente de ocupación por edificaciones (C_{ocu}), en las parcelas alojativas. En la figura 8.6 se aprecia que la impermeabilidad de estas parcelas aumenta hasta 1987, de manera prácticamente constante, y se estabiliza a partir de ese año en torno a un valor de $0,8 \text{ m}^2/\text{m}^2$. También puede observarse que los coeficientes C_{pav} y C_{ocu} han sido muy similares a lo largo del tiempo, aunque se produce una inflexión en el año 2000, ya que predomina ligeramente, hasta ese año, la superficie total edificada, y posteriormente, lo hace la pavimentada.

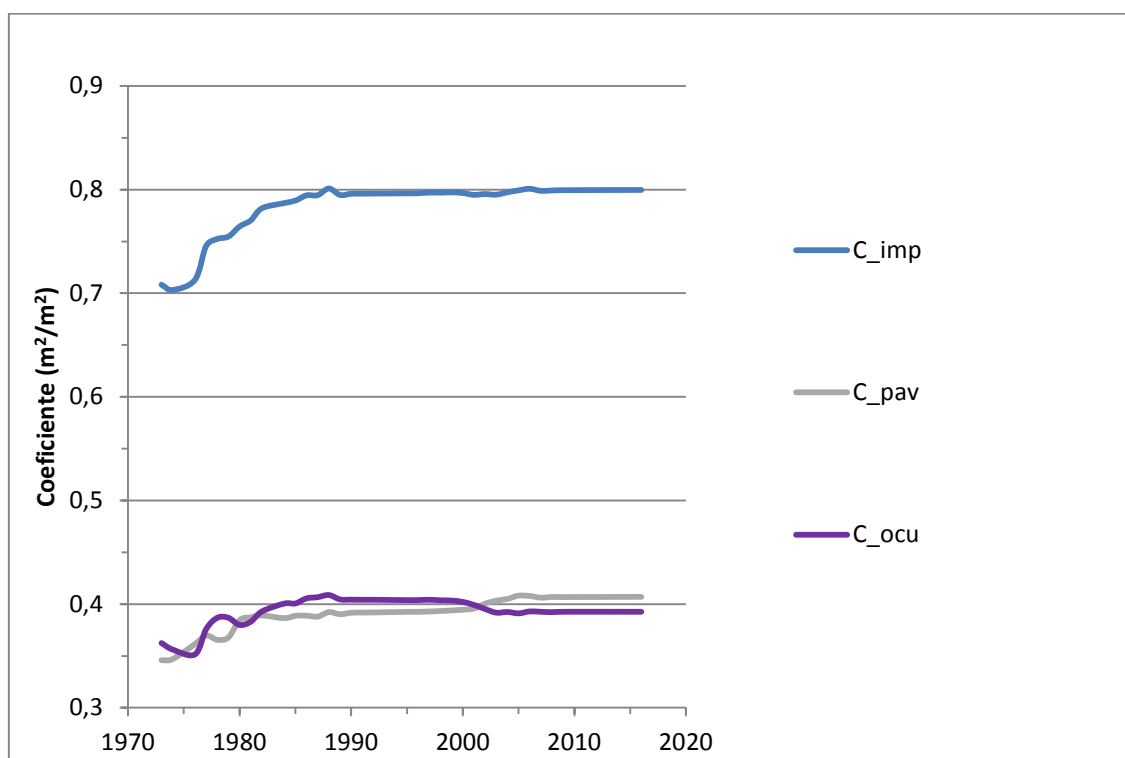


Figura 8.6. Variación temporal del coeficiente de impermeabilización total (C_{imp}), del coeficiente de pavimentación (C_{pav}), y del coeficiente de ocupación por edificaciones (C_{ocu}), en las parcelas de uso alojativo previstas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico”. Valores medios ponderados, de las parcelas construidas desde el comienzo de la urbanización, hasta la finalización de cada año.

8.10 Análisis de la impermeabilización de las parcelas alojativas comprendidas en cada fase de la urbanización

Al estudiar agrupadamente las parcelas alojativas comprendidas en las distintas fases de la urbanización, se ha comprobado que algunas etapas, como “Puerto Rico-fase 1” y “Amadores” presentan coeficientes de impermeabilización inferiores aunque, en general, las diferencias no son significativas (tabla 8.6 y figura 8.7).

Tabla 8.6. Antigüedad, impermeabilización y pendiente natural del terreno, de las parcelas alojativas construidas según el planeamiento urbanístico promovido, en cada fase de la urbanización de Puerto Rico-Amadores. Coeficiente de impermeabilización total (C_imp), el coeficiente de pavimentación (C_pav), y el coeficiente de ocupación por edificaciones (C_ocu)

Fase	Edificación		C_ocu (m ² /m ²)	C_Pav (m ² /m ²)	C_imp (m ² /m ²)	Pendiente (%)		
	Primera	Última				Máxima	Mínima	Media
Puerto Rico Fase I	1968	1987	0,41	0,30	0,71	56,0	4,3	20,4
Puerto Rico Fase II	1973	1997	0,38	0,43	0,81	75,1	20,3	42,6
Puerto Rico Fase III	1973	2001	0,40	0,43	0,83	75,2	15,6	39,0
Puerto Rico Fase IV	1973	1989	0,46	0,37	0,83	60,1	17,1	32,8
Puerto Rico Fase V	1977	1987	0,38	0,41	0,79	52,9	21,5	36,5
Puerto Rico Fase VI	1985	2008	0,40	0,42	0,82	66,3	5,5	43,7
Puerto Rico Fase VII	1982	2006	0,37	0,41	0,78	83,4	23,7	54,6
Amadores	2002	2009	0,36	0,38	0,74	76,1	32,4	58,4
“Valle de Puerto Rico”	2002	2008	0,40	0,45	0,84	62,0	13,2	42,9
Total	1968	2009	0,39	0,41	0,80	83,4	4,3	43,5

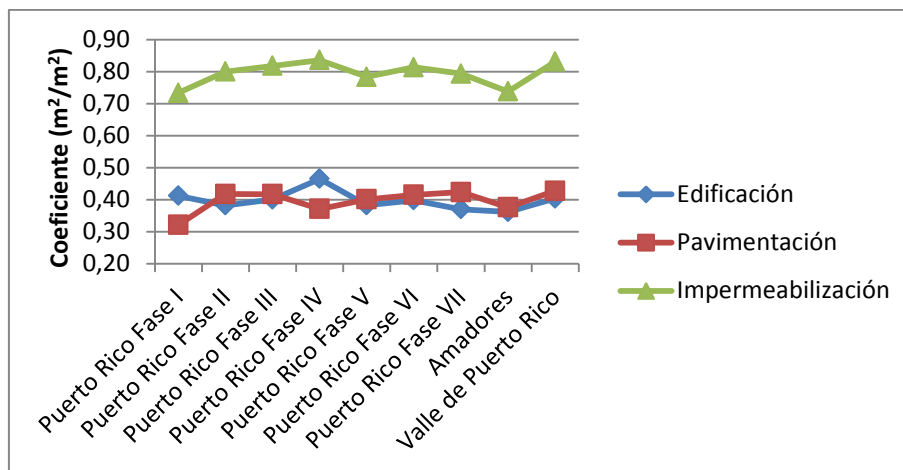


Figura 8.7. Valores medios actuales de los coeficientes de ocupación por la edificación, pavimentación, e impermeabilización, correspondientes a parcelas alojativas, previstas en el planeamiento urbanístico de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico”.

8.11 Análisis de la relación entre las limitaciones impuestas por las ordenanzas urbanísticas y el grado de impermeabilización en las parcelas alojativas

Se han organizado en una tabla los coeficientes de impermeabilización total (C_{imp}), de pavimentación (C_{pav}), y de ocupación (C_{ocu}), correspondientes a las parcelas alojativas de cada fase de la urbanización, y se han comparado con el porcentaje de parcelas que no tienen un coeficiente de ocupación máxima especificado de manera directa en las ordenanzas aplicables (tabla 8.7). Se observa que Puerto Rico I, la fase que tiene menor superficie de parcelas sin limitaciones a la ocupación, tiene el menor coeficiente de impermeabilización (C_{imp}). La fase “Valle de Puerto Rico”, a pesar de tener un porcentaje menor de parcelas sin coeficiente de ocupación máxima, presenta el coeficiente de impermeabilización más alto, pero este valor no es debido a la ocupación, sino a la pavimentación, ya que tiene el mayor coeficiente de pavimentación (C_{pav}). Amadores es también una excepción, ya que ninguna de sus parcelas tiene limitaciones en la ocupación, pero presenta un coeficiente de impermeabilización intermedio.

Algunas ordenanzas establecen, además, unas dotaciones mínimas de zonas ajardinadas interiores. En las parcelas que se localizan en las laderas de Puerto Rico (fases I a VI), se permite consumir la edificabilidad en un solo bloque, edificar en varios

bloques, o escalonadamente. Si no se edifica en un solo bloque, el incremento de ocupación debe ser compensado con la creación de jardines que supongan el 50 % de dicho incremento. Las parcelas de la fase “Valle de Puerto Rico” tienen que ajardinar al menos un 50% de su superficie no ocupada por edificios. A pesar de ello, no se aprecia que el coeficiente de pavimentación, en las fases con estas reservas mínimas, haya disminuido con respecto a las otras.

En definitiva, los resultados muestran que están menos impermeabilizadas las parcelas cuyas ordenanzas imponen limitaciones directas a la ocupación. A su vez, la impermeabilización por pavimentos se ve incrementada por el generalizado incumplimiento de los requisitos mínimos de ajardinamiento.

Tabla 8.7. Relación entre las limitaciones impuestas por las ordenanzas urbanísticas y los coeficientes de impermeabilización, en las parcelas alojativas, construidas según el planeamiento urbanístico en cada fase de la urbanización Valores medios ponderados de los coeficientes de pavimentación (C_pav), ocupación (C_ocu) e impermeabilización (C_imp). Fuentes: Proyecto de Urbanización de Puerto Rico, Plan Parcial de Amadores y Plan Parcial de Valle de Puerto Rico.

Fase	C_ocu (m ² /m ²)	C_pav (m ² /m ²)	C_imp (m ² /m ²)	Superficie de parcelas alojativas (ha)	Superficie de las parcelas alojativas no limitadas por un coeficiente de ocupación máxima	
					(ha)	(%)
Puerto Rico I	0,41	0,30	0,71	6	1	22
Puerto Rico II	0,38	0,43	0,81	8	4	53
Puerto Rico III	0,40	0,43	0,83	6	3	52
Puerto Rico IV	0,46	0,37	0,83	8	7	83
Puerto Rico V	0,38	0,41	0,79	11	8	73
Puerto Rico VI	0,40	0,42	0,82	32	32	100
Puerto Rico VII	0,37	0,41	0,78	16	16	100
Amadores	0,36	0,38	0,74	10	10	100
“Valle de Puerto Rico”	0,40	0,45	0,84	12	4	37
Total	0,39	0,41	0,80	109	86	79

8.12 Coeficientes medios de impermeabilización correspondientes a las parcelas alojativas , según su tipología edificatoria

Se ha realizado un estudio estadístico, en las parcelas alojativas, de los coeficientes de impermeabilización total (C_{imp}), de pavimentación (C_{pav}), y de ocupación por edificaciones (C_{ocu}) correspondientes a las tipologías edificatorias definidas en esta investigación (figura 8.8).

Los resultados muestran que las parcelas con tipologías edificatorias D (edificación con plantas solapadas) y C (edificaciones en banales), que ocupan, en su conjunto, el 60% de la superficie total de las parcelas alojativas, tienen los mayores valores medios de impermeabilización, mientras que corresponden los menores a las tipologías A y B (bloques). El mayor valor medio del coeficiente de ocupación lo presenta la tipología D (edificación con plantas solapadas), y el mayor valor medio del coeficiente de pavimentación, la C (edificaciones en banales).

Las desviaciones típicas obtenidas demuestran que la dispersión del coeficiente de impermeabilización es relativamente baja, para todas las tipología edificatorias (en torno al 10 %). A su vez, los valores, próximos al 100%, que presentan los percentiles correspondientes al 95 % ($P_{0,95}$) señalan que aproximadamente el 5% de las parcelas correspondientes a cada tipología edificatoria están completamente impermeabilizadas.

Tipología edificatoria de la parcela	Superficie (ha)	%	C_Ocu (%)	C_pav (%)	C_imp (%)	C_imp P _{0,5}	C_imp P _{0,95}	C_imp σ
A 	3,1	3,0	35	40	74	62	97	12,6
B 	23,2	22,3	36	39	75	55	99	13,1
F 	12,8	12,3	45	33	78	73	99	9,4
E 	5,5	5,3	43	37	80	55	100	15,1
C 	44,3	42,6	37	44	82	67	97	10,0
D 	15,3	14,7	45	41	85	77	100	7,8

Figura 8.8. Parcelas alojativas previstas en los planes urbanísticos de Puerto Rico, Amadores y “Valle de Puerto Rico correspondientes a cada tipología edificatoria: valores medios ponderados de los coeficientes de pavimentación (C_{pav}), de ocupación (C_{ocu}), y de impermeabilización (C_{imp}); desviación típica (σ) y percentiles (P_{0,5} y P_{0,95}) del coeficiente de impermeabilización.

8.13 Análisis de la evolución temporal de la relación entre el suelo impermeabilizado y el número de camas, en las parcelas de uso alojativo turístico

Relacionando la evolución temporal de las superficies impermeabilizadas en parcelas de uso alojativo turístico, con la variación de la oferta de plazas turísticas, se ha llegado a la conclusión (figura 8.9), de que la superficie equivalente impermeabilizada por cada plaza turística ha aumentado desde 19,7 m²/plaza en 1974, hasta los 22,1 m²/plaza actuales. Sin embargo, esta evolución no ha sido uniforme, ya que entre 1981 y 1985 aumentó menos la superficie impermeabilizada que el número de plazas, y entre 1988 y 1998 se mantuvieron prácticamente invariables tanto las superficies impermeabilizadas como las plazas turísticas. Hasta el año 2001 predominaba, en el interior de estas parcelas, la impermeabilización generada por los edificios, pero desde entonces predomina la impermeabilización producida por los pavimentos.

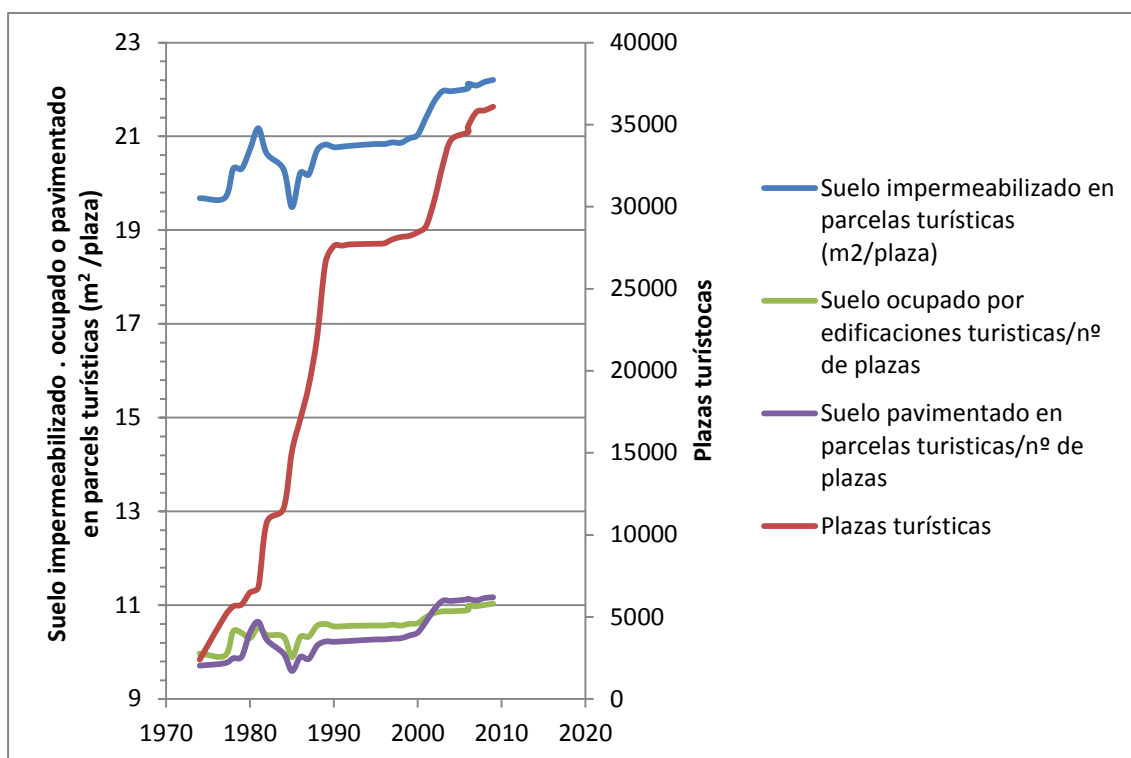


Figura 8.9. Variación, desde el comienzo de la urbanización hasta al final de cada año, del número total de plazas turísticas, y de los cocientes: superficie pavimentada/nº de plazas, superficie ocupada por edificios/nº de plazas, y superficie total impermeabilizada/nº de plazas, en la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

8.14 Análisis comparado de la impermeabilización de Puerto Rico-Amadores con las de otras áreas urbanizadas

Al comparar la impermeabilidad de la urbanización estudiada con las que presentan otros lugares que pueden tomarse como referencia (figura 8.10), se observa que la impermeabilización de la urbanización de Puerto Rico-Amadores –que es del 61 %, según los datos de Copernicus (2.012), y del 71 % según datos propios, excluyendo los espacios libres inaccesibles (zonas de transición) y los solares–, es algo superior a la que presentan otras zonas turísticas situadas en Gran Canaria : Bahía Feliz-El Águila-San Agustín-Las Burras (57%), o Playa del Inglés-San Fernando-Sonneland (61 %); y es muy superior a la que corresponde a la zona turística de Marbella, en Málaga (48%). Algunas zonas con configuración de “ciudad jardín”, presentan también una impermeabilidad similar, como Segur de Calafell, en Tarragona (62.1%), o el barrio de Ciudad Jardín en Las Palmas de Gran Canaria (67.4 %). Al comparar con ciudades en las que predomina la tipología edificatoria en manzana cerrada, vemos que Madrid tiene una impermeabilidad ligeramente superior (72,2%), gracias a la abundancia de espacios verdes públicos, y que el conjunto formado por los barrios de Arenales, La Isleta y Guanarteme, en Las Palmas de Gran Canaria, está más sellado (85,9 %).

Si excluimos del cómputo las superficies correspondientes a espacios públicos, vemos que la impermeabilidad de las parcelas de la urbanización estudiada (80 % en las parcelas alojativas, 94 % en las parcelas comerciales), es muy superior a la que presentan las manzanas de Segur de Calafell, en Tarragona (42,1 %), que responde a la tipología urbanística de “Ciudad-Jardín”, y también sobrepasa a la que presentan las parcelas de la Ciudad Jardín de Las Palmas de Gran Canaria (77,9%).

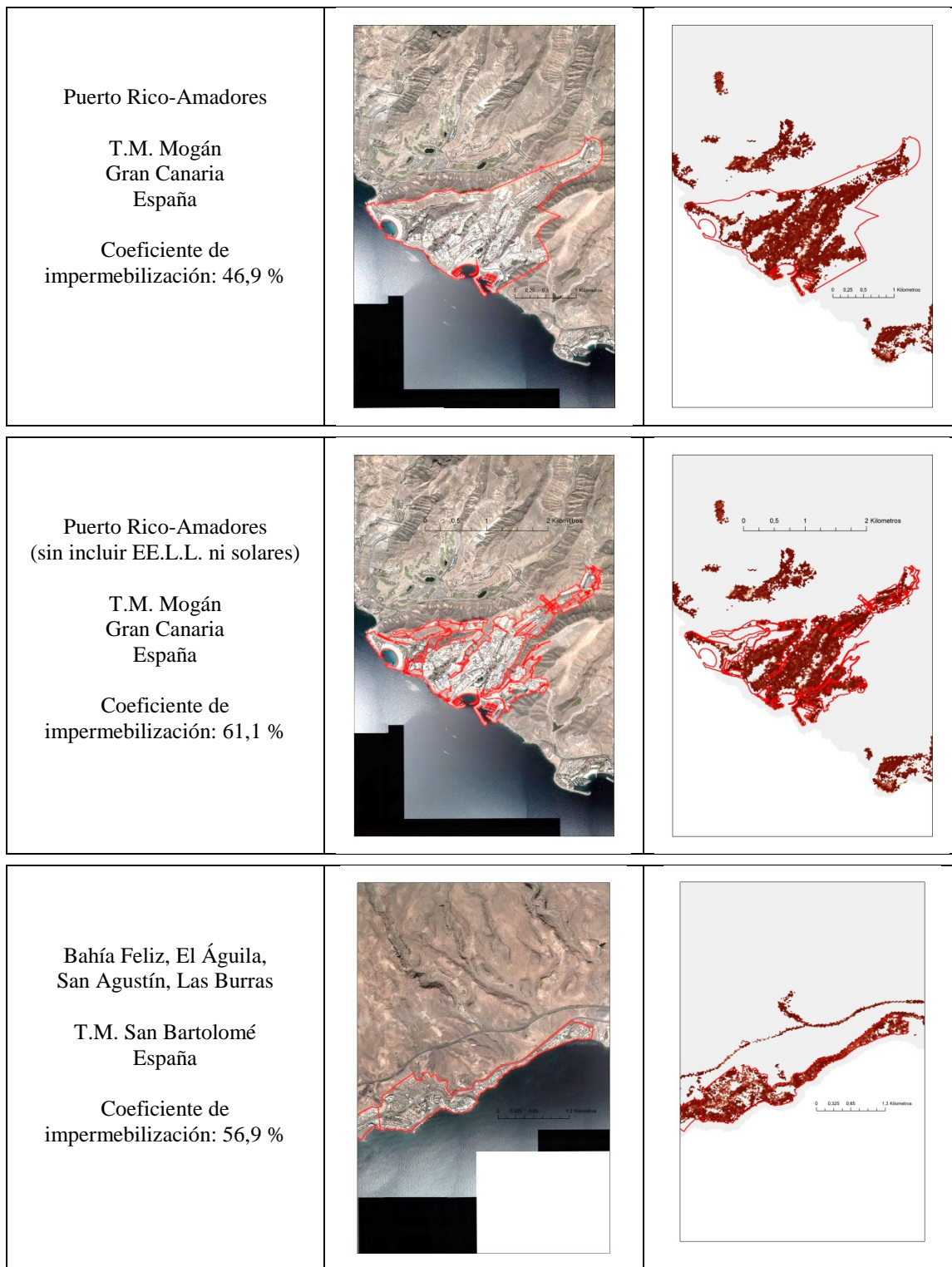


Figura 8.10.a Coeficientes de impermeabilización de diversas zonas

Fuente: Copernicus (2012)

Base Cartográfica: IGN. Elaboración propia



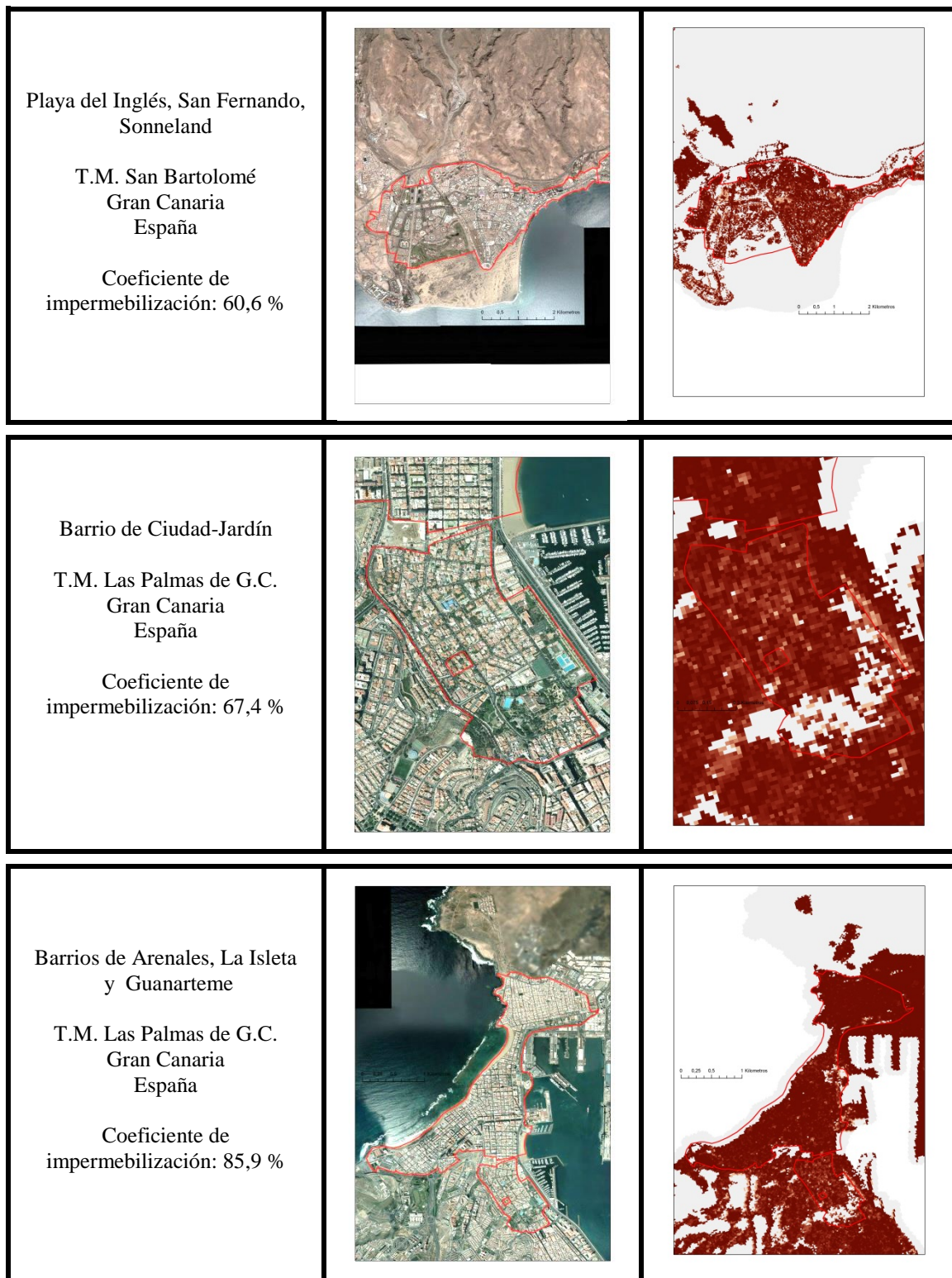


Figura 8.10.b Coeficientes de impermeabilización de diversas zonas

Fuente: Copernicus (2012)

Base Cartográfica: IGN. Elaboración propia



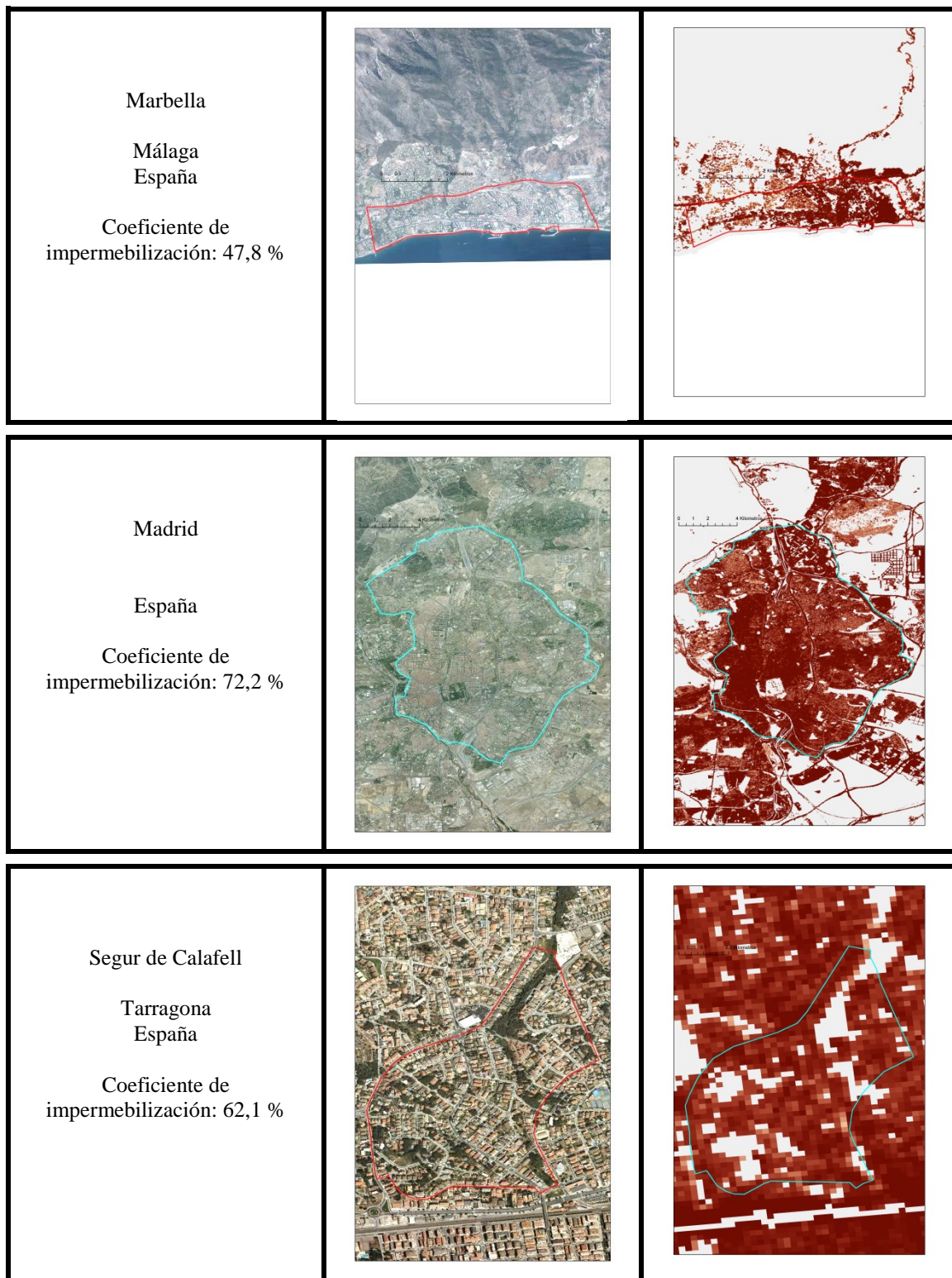


Figura 8.10.c Coeficientes de impermeabilización de diversas zonas

Fuente: Copernicus (2012)

Base Cartográfica: IGN. Elaboración propia



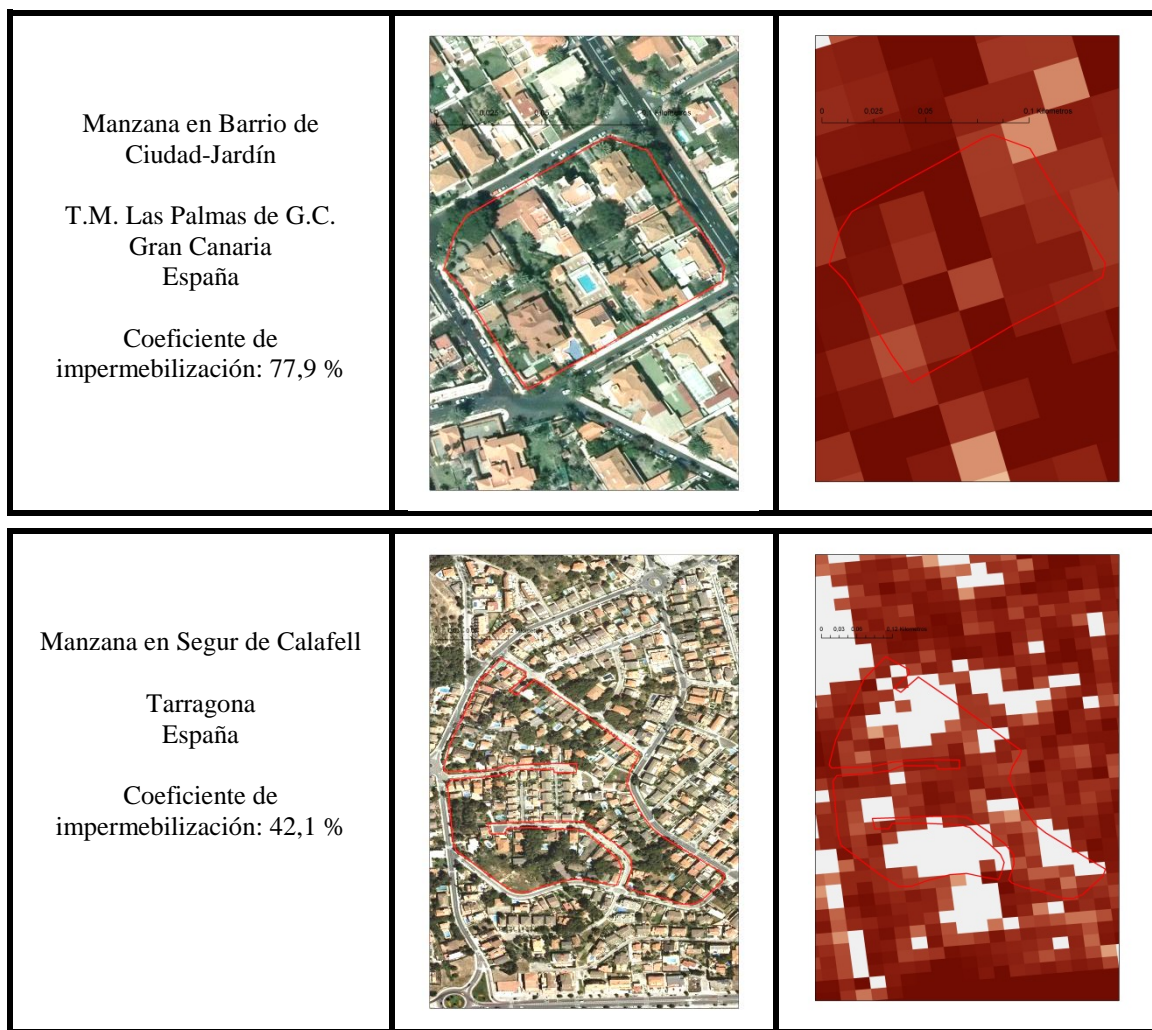


Figura 8.10.d Coeficientes de impermeabilización de diversas zonas

Fuente: Copernicus (2012)

Base Cartográfica: IGN. Elaboración propia



Los resultados obtenidos demuestran que el proceso urbanización ha impermeabilizado en gran medida la zona estudiada. Este resultado resulta interesante como indicador del grado de artificialización del territorio, y de las alteraciones introducidas en los procesos naturales.

9. PROBLEMAS RELACIONADOS CON LAS INUNDACIONES Y CON LA CALIDAD DE LAS AGUAS DE BAÑO

Se presentan, en este capítulo, los resultados obtenidos sobre las causas, las características y las consecuencias de los problemas relacionados con las inundaciones y con la contaminación de las aguas de baño, en la urbanización estudiada.

9.1 Las inundaciones

Con la finalidad de conocer el funcionamiento del sistema de drenaje de la urbanización, en este apartado se presentan los resultados obtenidos sobre el régimen de precipitaciones en 24 horas máximas anuales, y las máximas previsibles para diferentes periodos de retorno. Asimismo, se sintetiza la información recabada sobre las inundaciones fluviales y pluviales que se han constatado, históricamente. A continuación, se cartografían las canalizaciones de los cauces y el sistema de recogida de aguas pluviales de la urbanización y, finalmente, se comprueban los niveles de riesgo por inundación fluvial estimados en diversos estudios realizados por organismos públicos. La información recabada sobre los lugares más problemáticos se presenta sintetizada en forma de fichas en el anexo 2.

9.1.1. Régimen de precipitaciones máximas diarias anuales

En la tabla 9.1 se presentan los registros pluviométricos de la estación 60 del Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, y las precipitaciones previsibles en ella, según el ajuste de Gumbel. Esta estación se encuentra situada en la depuradora de Puerto Rico, y ha funcionado ininterrumpidamente desde el año 1.949. Se observa una dispersión considerable en los datos. Al analizar las precipitaciones registradas después del comienzo de la urbanización, se comprueba, asimismo, que en el año 2.002 se superó la precipitación previsible para un periodo de retorno de 50 años, mientras que en los años 1.971 y 2.001 se superó la intensidad esperable cada 10 años.

Tabla 9.1 Registros pluviométricos de la estación 60 del Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, y ajuste a la función de Gumbel.

Precipitaciones máximas diarias anuales y ajuste de Gumbel			
Estación: 060 – Puerto Rico			
Año	Precipitación máxima diaria (mm)	Año	Precipitación máxima diaria (mm)
1949	25,0	1982	40,0
1950	82,2	1983	31,0
1951	42,0	1984	36,4
1952	35,0	1985	21,2
1953	78,3	1986	13,5
1954	53,4	1987	26,3
1955	112,5	1988	27,5
1956	29,3	1989	59,0
1957	22,7	1990	13,5
1958	10,9	1991	50,0
1959	16,2	1992	19,5
1960	11,9	1993	25,0
1961	7,4	1994	10,0
1962	31,4	1995	50,0
1963	36,2	1996	22,2
1964	27,3	1997	9,0
1965	27,3	1998	28,0
1966	8,0	1999	13,5
1967	76,8	2000	37,5
1968	43,2	2001	66,0
1969	44,7	2002	105,0
1970	29,0	2003	19,0
1971	70,3	2004	24,0
1972	30,4	2005	57,4
1973	23,0	2006	39,0
1974	50,2	2007	20,2
1975	21,0	2008	14,0
1976	14,0	2009	10,9
1977	12,0	2010	47,1
1978	32,0	2011	13,5
1979	43,3	2012	26,3
1980	40,0	2013	23,8
1981	20,5	2014	47,5
		2015	12,6

Número de datos	67
Promedio (mm)	36,6
Desviación típica (mm)	24,3

Ajuste de Gumbel	
Periodo de retorno (años)	Precipitación (mm)
5	51,8
10	66,0
25	84,0
50	97,4
100	110,6
500	141,3

9.1.2 Datos históricos relacionados con inundaciones en la urbanización estudiada

En la tabla 9.2 se describen las inundaciones que han sucedido en la urbanización, y que se encuentran documentadas. Se observa que ocurren con frecuencia, y que generalmente están producidas por:

- Desbordamiento del canal de Puerto Rico
- Acumulación de agua en las calles próximas al barranco, por la escasez, o por la inexistencia, de sumideros o de colectores de aguas pluviales.
- Falta de capacidad de la red de aguas residuales, para transportar las aguas pluviales que se incorporan. La entrada en carga de los colectores produce desbordamientos, por las tapas de los pozos de registro, y por los aparatos sanitarios de las plantas inferiores de algunas parcelas.
- Efecto de los arrastres sólidos: obstrucciones en tuberías y sumideros; pérdida de capacidad hidráulica de la canalización del barranco.
- Falta de capacidad de las estaciones de impulsión de aguas residuales, por el incremento de caudal debido a la incorporación de aguas pluviales, o paradas producidas por cortes en el suministro eléctrico.
- Acumulación de agua en parcelas, o en edificios, que carecen de la capacidad de bombeo necesaria para evacuar las aguas que penetran, procedentes de las calles, por tener zonas situadas por debajo de la rasante exterior.

Tabla 9.2a. Descripción de las inundaciones constatadas en la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

Fecha	Fuente	Descripción
20/01/1979	Diario de Las Palmas	“Desde ayer tarde no para de llover sobre todo en las zonas Sur y Suroeste. Poco después de las tres de la tarde, desde Carrizal hasta Mogán se dejó sentir una tromba de agua impresionante. Ello hizo que horas más tarde los barrancos del Sur duplicaran el caudal, desbordando algunos por encima de las carreteras...” “A media mañana, las urbanizaciones turísticas del Sur, fundamentalmente las de Playa del Inglés, Puerto Rico y Mogán se encontraban anegadas en agua. ...”
07/12/1991	La Provincia	La Aldea y Mogán volvieron a llevarse la peor parte. Pérdidas cuantiosas en la agricultura y el turismo
19/12/1995	La Provincia	Inundaciones en todo el Municipio de Mogán
16/07/1999	Diario de Las Palmas	"Acumulación de sólidos en los barrancos". En palabras del Gerente del Consejo Insular de Aguas... Algunas de las zonas de mayor peligro son, por ejemplo, Mogán y Puerto Rico". "está claro que no se puede urbanizar en los barrancos ya no sólo por el peligro que encierra este tema, sino también porque es un terreno de dominio público",

Tabla 9.2.b. Descripción de las inundaciones constatadas en la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

Fecha	Fuente	Descripción
07/01/2000	Canarias 7	El Consejo Insular de Aguas elaboró un informe sobre las lluvias de los días 6y 7 de enero del 2000" En Puerto Rico, donde el pontón de la carretera es insuficiente para una avenida de 60 metros por segundo que tiene el barranco" (18/12/2001)
20/11/2000	La Voz	"El riesgo de inundaciones en la zona turística del sur de Gran Canaria persiste después de un año de los daños ocasionados por las últimas riadas sin que se hayan adecuado las infraestructuras"... " como el cierre de la Playa de Puerto Rico y la inundación de diversas zonas" (FEHT) (21/11/2001)
20/11/2001	Fotografías de Dra. Emma Pérez-Chacón	Inundaciones en locales de Avenida de Puerto Rico, apartamentos, piscina y jardines en zona baja del barranco. Playa cerrada al baño
20/11/2001	La Provincia	Los mayores desperfectos ocasionados por la lluvia tuvieron lugar en seis estaciones transformadoras, ... dos en Puerto Rico ... en las que se tuvo que bombear agua y secarlas posteriormente para proceder a su reenganche a la red
21/11/2001	La Provincia	En el municipio de Mogán, la Oficina de Turismo de Puerto Rico resultó dañada por las riadas.
22/11/2001	La Provincia	Los más de 2.000 alumnos de los diferentes colegios del municipio no asistieron ayer a clase; y los de Puerto Rico y Puerto de Mogán previsiblemente permanecerán en sus casas hasta el lunes, debido a que el agua y el lodo anegaron varias aulas, alcanzándose en algunos casos el metro y medio de altura.
22/11/2001	Canarias 7	«El barranco se taponó con ramas secas y más basuras, y el agua saltó por encima anegando todos los locales de la playa; aquí las pérdidas son todas millonarias» Con casi dos metros de agua en todos sus locales, los empresarios del centro comercial La Playa de Puerto Rico. Casi todos los bajos de los apartamentos Jacaranda y Porto Novo en Puerto Rico resultaron totalmente anegados, con pérdidas cuantiosas en todos ellos.
22/11/2001	La Provincia	El presidente de la FEHT, Fernando Fraile, señaló que el estudio recoge como conclusiones las deficiencias existentes en prácticamente todos los cauces y las cuencas de los barrancos desde San Agustín hasta Mogán, (en los que existen escombros e incluso árboles y palmeras) así como en la construcción los elementos de canalización de las aguas, en los que la tendencia es a estrecharse a medida que se acercan al mar (lo contrario de lo que debería ser). Además, se han detectado deficiencias en las urbanizaciones, en las que no existe canalización de aguas pluviales, y que se han utilizado los barrancos para hacer calles e instalaciones deportivas o comerciales. (Declaraciones del 1 de mayo de 2002)
23/11/2001	La Provincia	En la zona más afectada del municipio, Puerto Rico, a las labores de limpieza y achique de agua de los locales comerciales y complejos turísticos hay que sumar ahora las de desinfección de la playa. Ayer el alcalde decretaba el cierre del a playa p o r la presencia de aguas fecales que se filtraron de la red de alcantarillado, que se desbordó, y llegaron hasta el mar, pasando por varios locales comerciales. La orden de cierre de la playa cedió tras comprobar que tanto la arena como el agua se estame contaminando por aguas residuales dela red pública, desbordada perlas pasadas lluvias torrenciales, que afectaron gravemente a las canalizaciones y bocas de desagüe, que no pudieron absorber tal cantidad de agua y barro. Según el alcalde del municipio, Antonio Santana Flores, los vertidos son visibles en la zona del muelle cercana a la Escuela de Vela, y ya se han comprobado los daños de los mismos en las zonas de baño.
24/11/2001	La Provincia	Los vertidos de aguas residuales en Puerto Rico se debieron al desbordamiento de la red de alcantarillado de la zona, que no pudieron soportar el volumen de agua y barro que se introdujo por los desagües a consecuencia de las precipitaciones.

Tabla 9.2.c. Descripción de las inundaciones constatadas en la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

Fecha	Fuente	Descripción
27/11/2001	La Provincia	Puerto Rico fue cerrada el pasado jueves debido a la contaminación de aguas fecales que desbordaron el alcantarillado de la urbanización. Los análisis realizados la pasada semana han revelado que todavía hay indicios de contaminación en la orilla de la playa, y en la mañana de ayer los técnicos municipales recogieron nuevas muestras para volver a realizar los análisis, cuyos resultados no se conocerán hasta pasadas 24 horas. Pero al otro lado de la playa, la imagen era bien diferente. Los propietarios y trabajadores de varios restaurantes se afanaban en retirar el barro del suelo, limpiar mesas, sillas, mostradores, y tirar muchos electrodomésticos mercancía de todo tipo, inservibles tras las inundaciones, a los enormes contenedores colocados en la acera a tal efecto. En esos restaurantes, el agua llegó a alcanzar el metro y medio de altura en los sótanos, y en algunos casos la avalancha de agua echó abajo la puerta trasera de los locales, por donde entró el contenido del barranco desbordado llevándose por delante todo tipo de electrodomésticos, cajas de botellas de bebida, aumentos, menaje y, en definitiva, todo lo que encontró su paso. A pocos metros de allí, operarios de la urbanización de Puerto Rico trabajaban, con la ayuda de un tractor, en la retirada del agua y el lodo que cubrió por completo un paso peatonal subterráneo, inundado consecuencia del desbordamiento del canal que pasa por el enclave turístico. Otro tractor se había metido en el interior del canal con el objetivo de buscar bajo las turbias aguas una tubería de grandes dimensiones, para posteriormente abrirla y canalizar por ella las aguas que se filtran al canal, que, por su olor, cabe deducir queso trata de aguas fecales. Mientras tanto, otros operarios intentaban retirar el barro de las carreteras los aparcamientos situados frente al m u e l le deportivo, cuyo asfalto permanecía todavía ayer, cubierto por una espesa capa de color marrón.
08/01/2002	Canarias 7	En Puerto Rico, donde se produjeron numerosos desprendimientos y anegamientos, pero con menor importancia que en noviembre pasado. La calle Tomás Roca fue una de las más afectadas, al igual que el puente que permite el tránsito de personas desde la urbanización a la zona de playas, que se anegó y tuvo que ser cerrado al uso público
03/04/2002	La Provincia	El barranco no pudo soportar el caudal de agua que dejó la intensa lluvia y hubo inundaciones en locales comerciales de Puerto Rico
02/10/2002	Canarias Económica	"Sin embargo, empresarios de la zona admiten que las medidas tomadas para prevenir posibles inundaciones siguen sin ejecutarse. Y uno de los ejemplos más palpables es la escombrera situada en la zona alta del barranco de Agua la Perra y Puerto Rico, que recibe la visita permanente de camiones que descargan grandes piedras y tierra. Lo peor de todo, aclaran, es que esa misma escombrera fue la que expulsó el material que calles abajo terminó por taponar los túneles situados bajo la salida del túnel de acceso a la zona turística. Además, algunos locales próximos a la playa se vieron inundados por la imposibilidad de que el agua discurriera sin obstáculos hasta el mar"
18/12/2002	La Gaceta	"Quedando la zona de la playa de Puerto Rico totalmente anegada, tal y como ocurrió el pasado año. Han quedado inundados los locales comerciales y varios complejos hoteleros situados en la urbanización Puerto Rico. De hecho, en la noche de ayer se comenzaron a desalojar algunos apartamentos del lugar en vista de que el temporal no parecía dar una tregua a los moganeros. Todos los locales de las playas de Puerto Rico y Amadores están anegados por el agua y del barro, e incluso en varios complejos turísticos los bomberos han tenido que achicar agua durante toda la tarde. Son numerosos los establecimientos turísticos que han colocado sacos de arena y otros enseres para evitar que el agua entre en ellos"
18/12/2002	Canarias 7	"Desbordamiento del barranco de Puerto Rico en su tramo canalizado junto a la playa, lo cual ocasionó la inundación de todos los locales comerciales de la playa y también los bajos de todos los edificios de apartamentos situados a la orilla del cauce"

Tabla 9.2.d. Descripción de las inundaciones constatadas en la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

Fecha	Fuente	Descripción
18/12/2002	Sentencia del TSJ de Canarias 121/2010 de 5 de febrero, En relación a las inundaciones de diciembre de 2002, que condenó al Consejo Insular de Aguas al pago de indemnizaciones	<p>"... el pontón en la GC-500 por donde pasa la canalización del barranco está infradimensionado..."</p> <p>"...el problema se produce no en la obra de fábrica 1, que es donde termina el barranco como tal, sino en la obra 2 por su insuficiente sección en zona claramente urbanizada y su red de drenaje insuficiente....".</p> <p>"... se produjeron obstrucciones por falta de limpieza del cauce..."</p> <p>"...es notorio que en la ejecución de las urbanizaciones y concretamente en la de Puerto Rico, se ha invadido y transformado el cauce del barranco,- de forma tan irregular como ilegal..."</p> <p>"los técnicos municipales han puesto de relieve -y así se ha informado a aquella Administración-la escasa sección del pontón de carreteras que discurre bajo la GC-500..."</p> <p>"...no puede hablarse de fuerza mayor al desbordarse el caudal de ese barranco cuando un año antes, justamente, había ocurrido exactamente lo mismo..."</p> <p>"donde ha de concluirse que el fenómeno atmosférico determinante del evento lesivo constituyó un hecho que lejos de ser el suceso desacostumbrado, extraordinario e imprevisible a que se refiere el arto 1105 del Código Civil, representó, por el contrario, un fenómeno previsible..."</p> <p>"...procede fijar la indemnización en 28.000 euros para cada una de las entidades demandantes..."</p>
19/12/2002	La Gaceta	Entre las zonas más afectadas por las lluvias torrenciales se encuentra la urbanización de Puerto Rico, según el alcalde, debido al desbordamiento del cauce del barranco. Esto provocó, al igual que el pasado año, las inundaciones de locales comerciales, aunque en esta ocasión no se tuvo que cerrar la playa, gracias a la ayuda de los bomberos desplazados desde Las Palmas de Gran Canaria. También se produjeron inundaciones en Portonovo, debido a que el corte del suministro eléctrico dejó inoperativos los grupos de achique y bombeo de los complejos de la zona.
19/12/2002	La Provincia	La patronal turística pedirá responsabilidades indemnizaciones las administraciones públicas por los cuantiosos daños, cifrados en millones de euros, que ha provocadora tromba de agua en los negocios urbanización turística de Puerto Rico, Mogán, la segunda inundación que se produce en poco más de un año. Así lo manifestó ayer el presidente de la Federación de Hostelería y Turismo (FEHT), Fernando Fraile, quien ayer denunció que el desastres ha vuelto a repetir porque no se ha realizado ninguna obra para evitar inundaciones, entre ellas la instalación de una red de aguas pluviales y la canalización de los barrancos
19/12/2002	Canarias 7	<p>"Destrozos provocados por la lluvia en la urbanización Puerto Rico..."</p> <p>"Inundación de apartamentos en la misma urbanización..."</p> <p>"...extranjeros caminan entre hamacas enterradas en la arena de la playa de Puerto Rico como consecuencia del temporal". Inundaciones en Locales Comerciales en la Playa de Puerto Rico. "Las riadas destrozan la Playa"; se inunda el paso peatonal subterráneo bajo la GC-500. Destrozos provocados por la lluvia en la urbanización de Puerto Rico (fotografía de locales inundados en la Avenida de la Playa)</p>

Tabla 9.2.e. Descripción de las inundaciones constatadas en la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

Fecha	Fuente	Descripción
20/12/2002	Canarias 7	«Los afectados por las recientes inundaciones alegaban no saber cómo pudo evaluar el alcalde moganero los daños registrados en la zona y computarlos en 830.000 euros, y reiteraban que lo sucedido se veía venir porque desde hace un año no se ha hecho nada y se ha permitido que el barranco se fuera “entullendo” con los escombros de todas las obras que se hacen al lado de su cauce, lo que ha originado que se tupiesen las bocas de desagüe y el agua haya saltado y nos haya entrado por encima de nuestros negocios, o sea, no es que estemos situados bajo el nivel del barranco, es que la porquería que éste tiene ha elevado su caudal por encima de nuestros establecimientos ya que es la única vía de escape que tiene» «En relación al conflicto surgido en el barranco de Puerto Rico, desde el Consejo Insular de Aguas se señala que "según las informaciones que tenemos, parece que la urbanización es privada, y por lo tanto sería responsabilidad del urbanizador, o municipal en el caso de que la hubiese recepcionado". Los hechos ocurridos se debieron “a que una estación de bombeo quedó desbordada por el agua de lluvias, y se fue a los sótanos de los establecimientos, que además no tienen bombas para achicar el agua”»
20/12/2002	La Provincia	Inundaciones en Puerto Rico. Los hecho ocurridos se debieron “a que una estación de bombeo quedó desbordada por el agua de lluvias, y se fue a los sótanos de los establecimientos, que además no tienen bombas para achicar el agua” (Declaraciones del Gerente del Consejo Insular de Aguas)
20/12/2002	La Provincia	Lluvias torrenciales caídas el martes. El Centro Comercial Puerto Rico Fase I, uno de los más afectados.
20/12/2002	La Provincia	Desperfectos en las calles del barranco de Agua de la Perra, causadas por el temporal. Dos meses después, Los taxistas se niegan a circular para evitar daños en los vehículos.
21/12/2002	La Provincia	Declaraciones del Alcalde: convenio con el Cabildo para corrección de la canalización del barranco para evitar su desbordamiento. Barro en la salida del pontón del Barranco de Agua de La Perra
22/12/2002	La Provincia	La urbanización de Puerto Rico es una de las zonas con mayor riesgo de inundación. Ha sufrido dos en un año y volverá a ocurrir lo mismo si no se modifica la canalización principal del barranco, se limpia el lecho de los múltiples vertidos de escombros, piedras y basuras y se amplían las obras de paso de la carretera general. También es imprescindible una red de aguas pluviales de amplias dimensiones en toda la urbanización. Las obras de la nueva autopista han afectado al cauce canalizado, ocupándolo parcialmente y limitando su capacidad de desagüe. Las instalaciones comerciales y de ocio también afectan al drenaje de las aguas. La canalización se ha visto afectada también por las urbanizaciones en el margen derecho.
22/12/2002	La Provincia	Mientras los restauradores de Puerto Rico aún no se han recuperado de las pérdidas económicas que les produjeron las inundaciones de la tromba de agua que cayó el pasado miércoles, restauradores del centro comercial Passarella de Puerto Rico, que aún acumulan en ella el despensa de sus locales la mercancía perdida por la tromba de agua del pasado miércoles. El propietario del bar Hawái, Franklin Herrera, cifra en 3.000 euros el coste de los alimentos que ha tenido que tirar a la basura por el corte de luz que afectó a su local tras la lluvia. “Ése es el precio de la mercancía, porque además hay que sumarle el salario de la decena de personas que tuve que contratar para limpiar el establecimiento”, matiza el empresario. En el pasillo comunitario de la infraestructura turística también se aprecian cajas de ropa empapadas con destino al contenedor de basura. El bengalí Golán Mustafá mantiene guardado tras la puerta de la tienda un juego de cepillos en caso de que se repitan las lluvias. “Por ahora podemos respirar tranquilos, pero no descartamos nuevas inundaciones en los próximos días, ya que al estar a la misma altura de la calle nos entra el agua de las alcantarillas rápidamente”, comenta Golán algo preocupado

Tabla 9.2.f. Descripción de las inundaciones constatadas en la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

Fecha	Fuente	Descripción
29/12/2002	La Provincia	Gran Canaria fue la isla más afectada por las inundaciones, especialmente las zonas de Playa del Inglés y Puerto Rico.
17/07/2004	La Gaceta	La carretera GC-500, a su paso Puerto Rico será reabierta al tráfico a partir de la semana que viene, según ha anunciado el Cabildo de Gran Canaria. Este tramo de vía del sur de la isla llevaba tres meses cerrado debido a las obras que se acometen desde entonces para evitar el riesgo de inundaciones, como las que ya se han producido en esta zona en los últimos años. El sur de la isla quedó práctica mente anegada en noviembre de 2001 como consecuencia de las fuertes precipitaciones que cayeron en un corto espacio de tiempo. Uno de los puntos más afectados durante este temporal de agua fue precisamente el tramo de la GC 500 a su paso por Puerto Rico sobre el que ha intervenido el Cabildo. El desbordamiento del túnel bajo el que discurre la canalización del Barranco provocó la inundación de la carretera, lo que obligó a las autoridades lo cales a cerrar durante varias horas esta carretera. Además, varios municipios del sur de Gran Canaria quedaron totalmente incomunicados.
22/07/2004	La Provincia	"La carretera del Sur a su paso por Puerto Rico vuelve a abrirse al tráfico, La obra ha permitido mejorar la canalización del barranco para evitar inundaciones como las ocurridas en los últimos años [... ha incorporado una galería de servicio independiente al barranco que permitirá instalar por ella tuberías de agua, telefonía y electricidad sin que afecte al paso de las aguas, lo que liberará al cauce de obstáculos..."
02/03/2005	Canarias 7	"Los nuevos desagües del Sur operan sin dificultad tras las últimas lluvias" "En lo que respecta a las canalizaciones realizadas en la Urbanización de Puerto Rico, los empresarios del sector han señalado que las obras de ampliación del canal que atraviesa por debajo de la carretera han mostrado su efectividad «sobre todo porque han mantenido limpio el barranco, pero cuando lo dejen de limpiar estaremos con el mismo problema»"
01/11/2005	La Provincia	Según la Policía Local de Mogán, las intensas lluvias registradas en el transcurso de toda la mañana de ayer en el sur de la isla de Gran Canaria apenas provocaron incidentes en este municipio, salvo las "típicas inundaciones en algunos locales comerciales de Puerto Rico"
21/12/2005	La Provincia	Desprendimientos en Amadores. Inundaciones
21/12/2005	Diario de Avisos	Se cerraron temporalmente los tramos de carretera entre Puerto Rico y la Playa de Amadores; y Mogán pueblo hasta la playa, así como, la carretera de acceso a La Aldea de San Nicolás, para limpiar las rocas caídas a la calzada
25/01/2006	La Provincia	Las "típicas inundaciones en algunos locales comerciales de Puerto Rico"
25/01/2006	La Provincia	"Las obras de drenaje que se han llevado a cabo en estas zonas han evitado que, aun con las fuertes e inusuales lluvias registradas en la jornada, en estas importantes áreas turísticas no se repitieran las nefastas imágenes de pasados temporales"
30/10/2006	La Provincia	El entorno de Pasito Blanco y Amadores vivió otra noche aciaga en cuanto a daños por las inclemencias meteorológicas se refiere.
01/02/2010	Canarias 7	"Se producen inundaciones en la zona de Puerto Rico (Mogán) y hay abundante barro"
25/01/2011	Antena 3	"El sur de Gran Canaria se ha despertado con las secuelas de las intensas lluvias. En Puerto Rico este paso subterráneo que comunica con la playa ha quedado intransitable. Metro y medio de agua taponaba la entrada". "Un bar de Puerto Rico quedó totalmente inundado de aguas fecales" "El alcantarillado de esta zona no ha soportado el aguacero. Dicen los vecinos que cada vez que llueve pasa lo mismo." " Dicen que las alcantarillas acumulan tal cantidad de basura que cada vez que llueve se obstruyen y pasa esto. Los turistas, espectadores de esta mala imagen, han buscado cobijo donde han podido."
31/10/2012	Anónimo	Temporal de lluvia con destrozos. Centro comercial de Puerto Rico (vídeo)

Tabla 9.2.g. Descripción de las inundaciones constatadas en la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

Fecha	Fuente	Descripción
01/11/2012	La Provincia	las "típicas inundaciones en algunos locales comerciales de Puerto Rico" "Destrozos en el mobiliario urbano, rebosó alcantarillas y provocó pequeñas inundaciones en los comercios de la playa"
12/12/2013	Antena3	En Puerto Rico llovía con mucha fuerza esta mañana, donde hemos visto alcantarillas desbordadas y cascadas a pie de carretera. Dejando las carreteras convertidas en auténticas piscinas. Así se acumulaba el agua en los toldos de los negocios. Fíjense cómo se ha desbordado esta alcantarilla junto a un centro comercial, donde muchos empleados han tenido que achicar agua dejando las carreteras convertidas en auténticas piscinas. Así se acumulaba el agua en los toldos de los negocios.
19/11/2014	Antena 3	Irreconocibles las calles de Puerto Rico, totalmente inundadas, donde incluso se formaban cascadas. Los servicios de emergencias no han parado en toda la mañana. Las alcantarillas quedaban anegadas, un clásico en esta zona siempre que llueve
19/11/2014	Anónimo	Vídeo de inundaciones en C/ Tomás Roca y túnel hacia Amadores
19/11/2014	Anónimo	Vídeo de inundaciones en C/ Tomás Roca
19/11/2014	E. Pérez-Chacón	Fotografía de inundación en Agua de La Perra
19/11/2014	Canarias Ahora	Fotografías aéreas. Desembocadura del Barranco de Puerto Rico, corriendo.
20/11/2014	La Opinión	En el litoral de Mogán y San Bartolomé de Tirajana también se anegaban locales, restaurantes y otros establecimientos
20/11/2014	La Provincia	En el litoral de Mogán y San Bartolomé de Tirajana también se anegaban locales, restaurantes y otros establecimientos,
20/11/2014	La Provincia	El temporal inunda comercios y llena de basura las playas de Mogán. Los locales de Puerto Rico quedan anegados por las intensas lluvias. Puerto Rico era ayer uno de los epicentros del temporal. La fuerza con la que corrió el barranco llenó de desecho la playa y los comercios del puerto se inundaron por la intensidad con la que el agua bajó por las laderas. Uno de estos negocios era el de Franklin Herrera, quien a las dos de la tarde resoplaba después de varias horas de trabajo para acondicionar el local y así recibir a los primeros clientes del día. "Sobre las nueve de la mañana empezó a llover y los bajantes no aguantaron todo el agua", explicaba el propietario del restaurante Waikiki, que reseñaba que el líquido elemento se introdujo por la ladera que da a la parte de atrás del local. Allí, las neveras empezaron a navegar por los más de 30 centímetros de líquido que se acumularon. "Hemos perdido mucha mercancía, sobre todo alimentos como carne, pescado y pasta", indicaba Herrera, mientras enseñaba parte de la comida embarrada. "A escasos metros, el Bazar Delight, cuyo encargado es Wilma Mendoza, también empezaba a retomar la normalidad. Lo hacía después de perder cámaras de foto, de vídeo, ropa, calzado y bolsos por valor de unos 30.000 euros, según resaltaba. "Todo el local tenía un palmo de agua y la mercancía que teníamos en la parte baja la hemos perdido", apuntó Mendoza, quién en la tarde de ayer volvía a abrir la tienda a la espera de la llegada del perito para valorar los daños. Otros turistas, como la familia finlandesa Rantanen, no se amedrentaba por las negras nubes que barruntaban una nueva tromba. En la playa de Puerto Rico, Jarri y Elina construían castillos de arenas junto a sus hijos Sohvi, de 4 años, y Veikko, de 2, sin preocuparles la gran cantidad de desechos que les rodeaban. "Esto no es un problema, no hace mal tiempo, en nuestro país ya hay temperaturas bajo cero", por lo que se mostraban felices por estar en una Isla en la que esta temperatura, para ellos, es calidad de vida. Y mientras unos jugaban con la arena, otros se encargaban de limpiarla. Una cuadrilla de unas diez personas no paraba de sacar ramas y basura de la arena de Puerto Rico. Los trabajadores calculaban que podrían recoger hasta 20 toneladas de residuos sólo en esta playa"
20/11/2014	Anónimo	Vídeo de inundación en Centro Comercial de Puerto Rico

Tabla 9.2.h. Descripción de las inundaciones constatadas en la urbanización de Puerto Rico-Amadores.

Fecha	Fuente	Descripción
20/11/2014	Anónimo	Vídeo del barranco de Puerto Rico con altura de agua elevada, cerca del Centro Comercial
21/11/2014	La Provincia	Fotografía de inundación en C.C. Pasarela (frente a la escuela de la vela)
26/11/2016	La Provincia	La asociación de Empresarios de Bungalós y Apartamentos Turísticos denuncia la aparición de aguas fecales en el barranco de Puerto Rico, a la altura de la oficina de turismo. Se detecta “mal olor e insectos”. El Ayuntamiento se ha puesto en contacto con la empresa gestora del emisario...

La abundante información recopilada en la tabla 9.2 es de gran utilidad para localizar las zonas conflictivas, averiguar la causa de las inundaciones, y caracterizar el riesgo existente.

9.1.3. Relación entre las inundaciones constatadas y las precipitaciones registradas en las fechas correspondientes

Al comprobar, en la figura 9.1, las precipitaciones registradas en la estación de Puerto Rico, en las fechas correspondientes a inundaciones constatadas, se observan inundaciones algunos días en los que ha caído tan sólo 13 mm de lluvia. Sin embargo, no constan inundaciones en algunos días en los que se han producido precipitaciones muy superiores. En los últimos veinte años, los medios de comunicación han informado de trece casos de inundación.

9.1.4. Mapas de riesgo por inundaciones de origen fluvial

El tramo final del barranco de Puerto Rico ha sido clasificado por el Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria como “área en la que existe un riesgo potencial significativo de inundación”. En cumplimiento de la Directiva 2007/60/CE, traspuesta al ordenamiento jurídico español mediante el RD 903/2010, de 9 de Julio, dicho organismo ha elaborado los correspondientes mapas de peligrosidad y riesgo de dicha zona (Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, 2.014). En los mapas 9.1, 9.2 y 9.3 se reflejan, respectivamente, la población afectada, las actividades, y las zonas de vulnerabilidad, con los puntos de especial importancia, para una avenida de 500 años de periodo de retorno. Se observa que las zonas más afectadas son adyacentes a la canalización del barranco, y se encuentran ocupadas por edificaciones alojativas, equipamientos, centros comerciales, espacios libres, y viales.

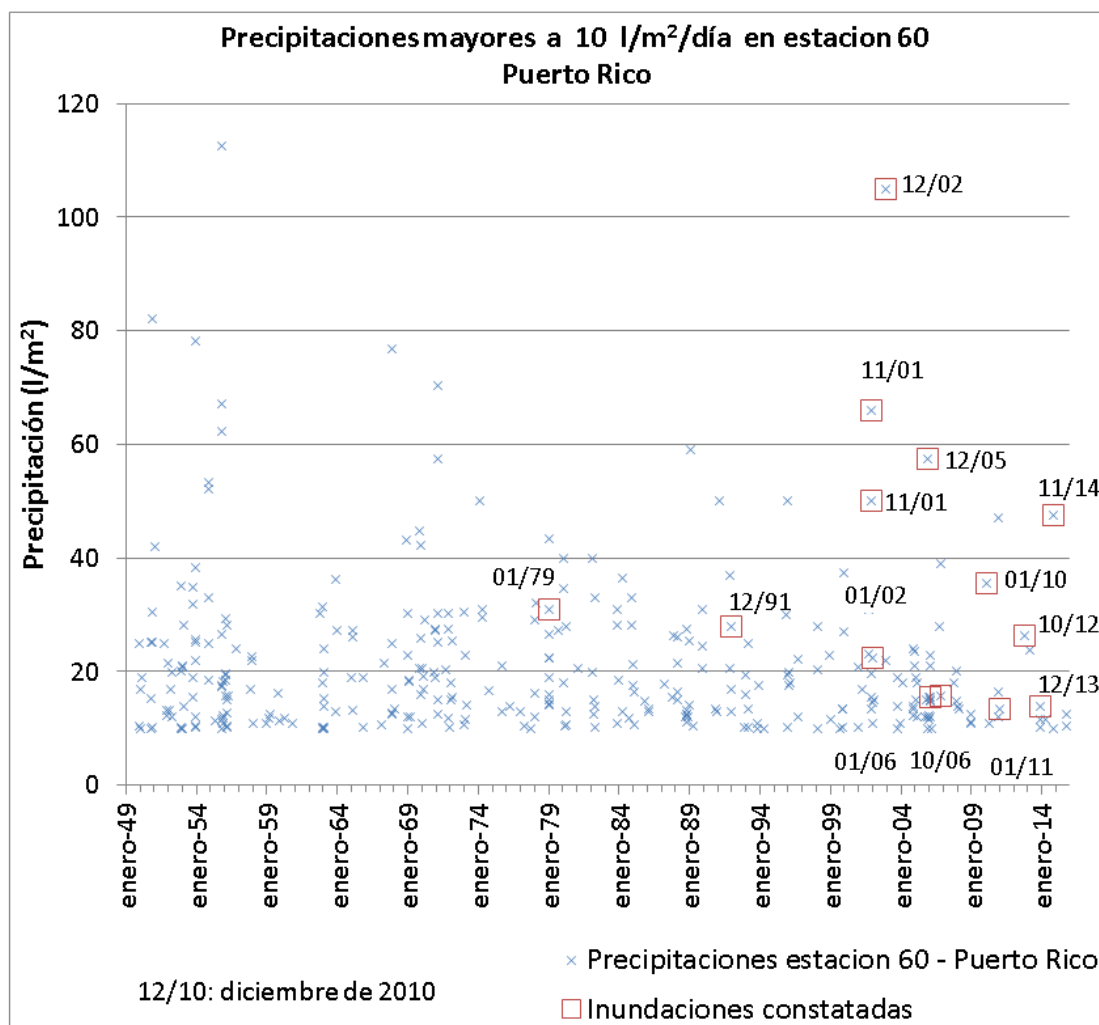
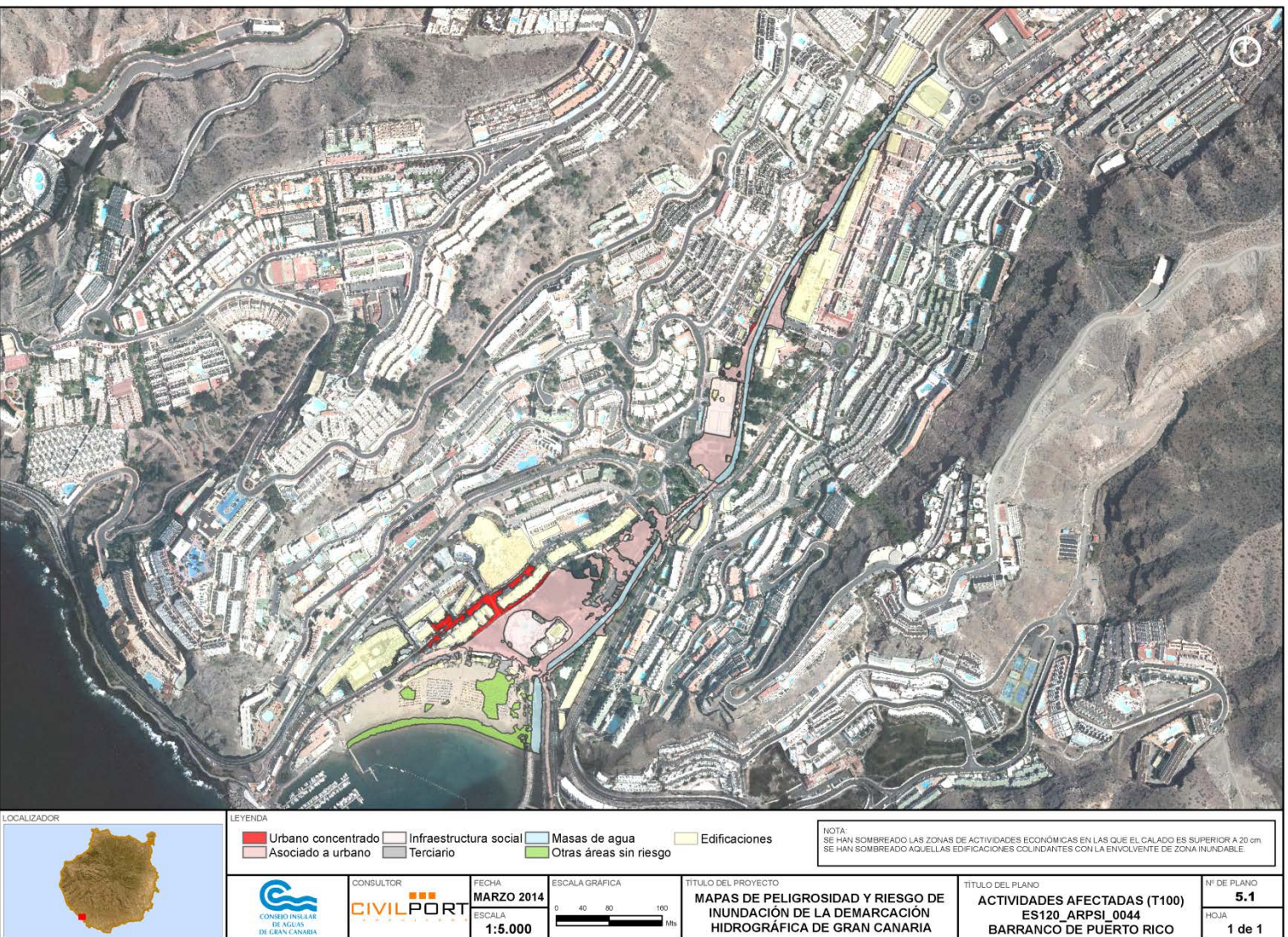


figura 9.1 Precipitaciones e inundaciones constatadas en la urbanización Puerto Rico-Amadores
 Fuente de datos pluviométricos: Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria

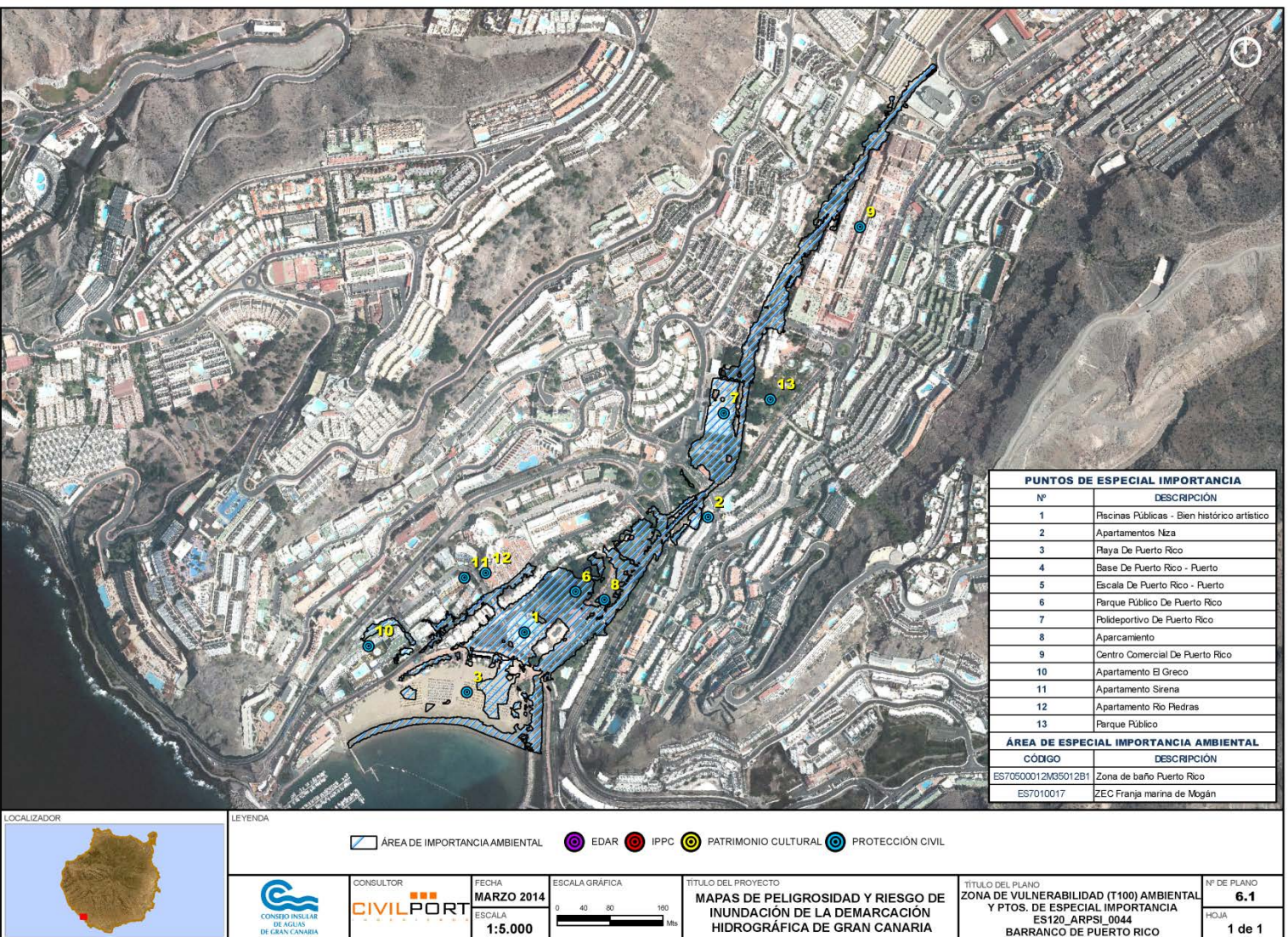
Asimismo, se consulta el mapa de peligrosidad por inundación fluvial estudiado en el proyecto Riesgomap (IDECanarias, 2.014). Dicho mapa valora el riesgo existente en los espacios abiertos, pero no señala el correspondiente a las edificaciones existentes en las zonas inundables. Asigna las categorías de riesgo “medio” o “alto” a las zonas adyacentes al tramo final de la canalización del barranco de Puerto Rico. (mapa 9.4).



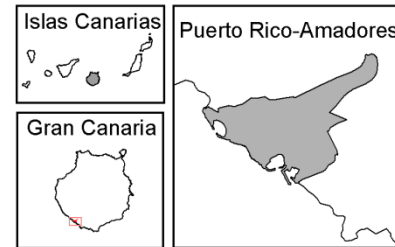
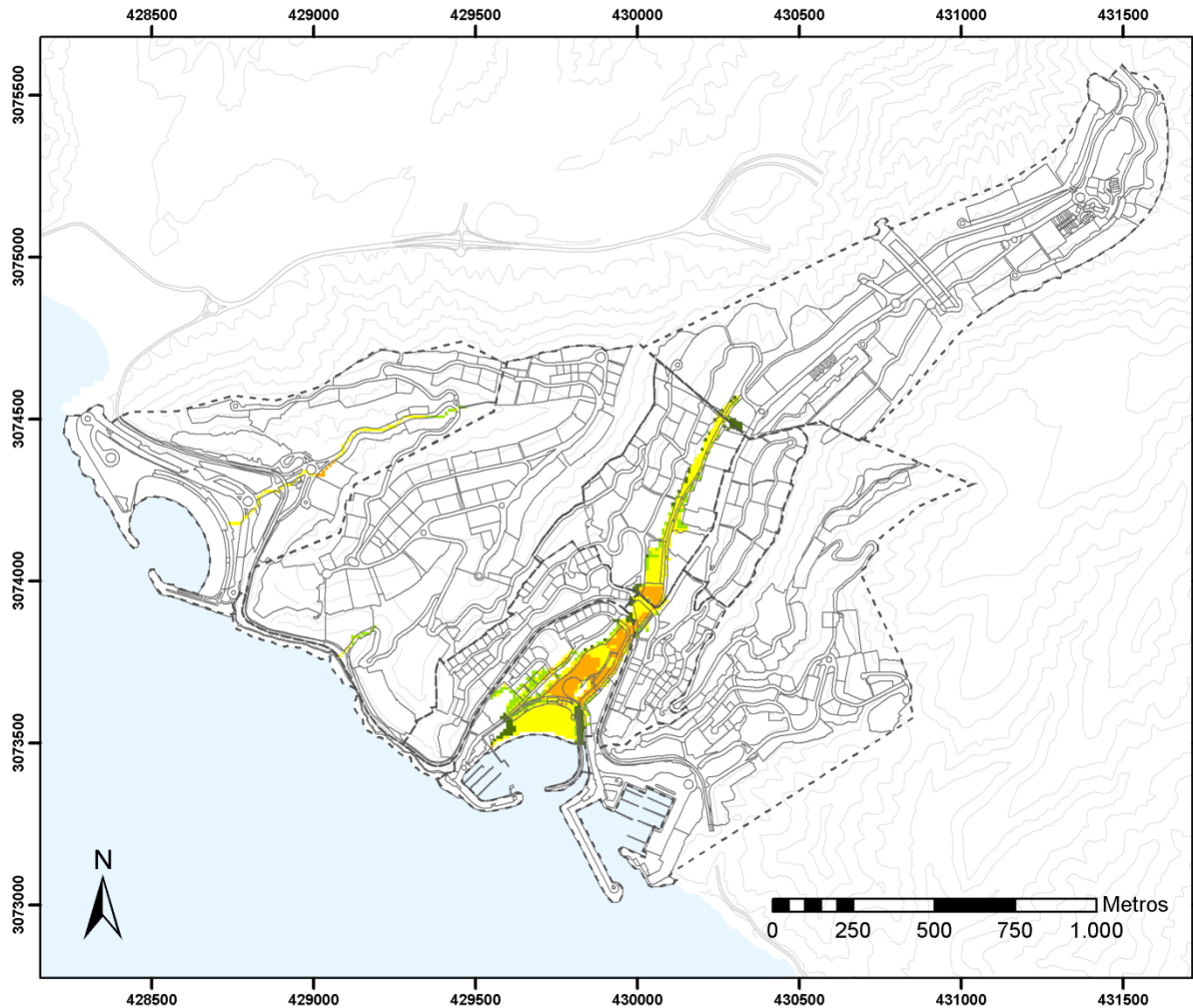
Mapa 9.1 Población afectada para un periodo de retorno de 100 años.
Fuente: Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria (2.014)



Mapa 9.2 Actividades afectadas, para un periodo de retorno de 100 años.
Fuente: Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria (2.014)




Mapa 9.3 Vulnerabilidad ambiental, para un periodo de retorno de 100 años.
Fuente: Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria (2.014)



RIESGO POR INUNDACIÓN FLUVIAL SEGÚN RIESGOMAP (2014)

	Muy Bajo
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy Alto

Base Cartográfica:
 GRAFCAN (2009)
 Mapa topográfico 1:5000
 Riesgo:
 Riesgomap (2014)

REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº : 9.4
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Riesgo por inundación fluvial, según Riesgomap (2014)	FECHA: 01/ 2017

9.1.5. Características de la red de aguas residuales, las canalizaciones de los barrancos, y la red de aguas pluviales

En el mapa 9.5 se representa la red de aguas residuales de la urbanización. Dicha red está formada por colectores de reducido diámetro (150, 200, 250, 300 mm), que transportan, por gravedad, las aguas residuales procedentes de las parcelas, hacia las estaciones de bombeo, desde las cuales se impulsan hasta la depuradora, que se encuentra adyacente a la canalización del barranco de Puerto Rico, en el extremo nororiental de la urbanización. La parte del agua tratada por la depuradora que no se emplea para riego se vierte al mar a través de un emisario, que discurre, en su tramo terrestre, a lo largo del barranco de Puerto Rico. Algunas estaciones de bombeo están dotadas de aliviaderos, previstos para verter directamente al emisario, o al mar, las aguas residuales, cuando el caudal entrante es superior a su capacidad de bombeo. Según se puede observar en la información recopilada en la tabla 9.2, se han producido diversas inundaciones causadas por problemas en el funcionamiento de estas estaciones de bombeo.

El barranco de Puerto Rico se encuentra canalizado, en el tramo que atraviesa el espacio urbano estudiado. Tanto la anchura de la canalización, como la altura de sus muros, son variables, sin que se correspondan las menores secciones hidráulicas con los tramos de mayor pendiente. El canal pasa bajo diversas calles y carreteras por medio de obras de fábrica. Recientemente se han ampliado algunas de estas estructuras, para evitar que se produzca una reducción de la sección útil en algunos sectores, como en las proximidades de la carretera GC500, y en el acceso a la depuradora. Sin embargo subsisten sectores del canal con la sección reducida, como sucede bajo la vía de conexión con el barranco del Lechugal (figura 9.2), o en la calle Juan Díaz Rodríguez, y la Avenida Tomás Roca Bosch.

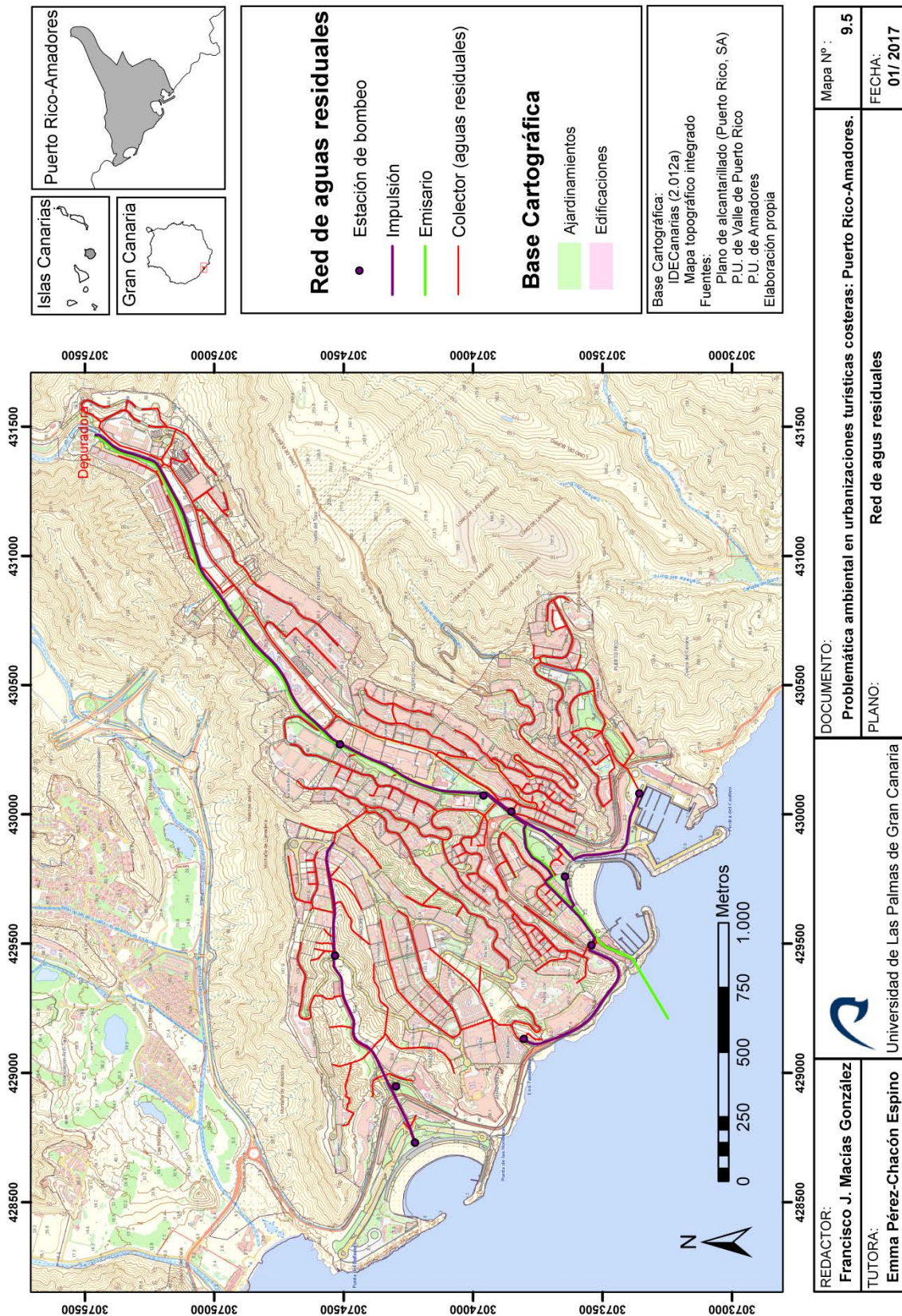




figura 9.2 Reducción de la sección útil del canal bajo el ramal de conexión con el barranco de El Lechugal.

Se observa que en la canalización de Puerto Rico crece abundante vegetación, incluso arbórea. Se aprecian además, aterramientos que disminuyen su capacidad de desagüe y circulación de agua, que no tiene origen pluvial, y que presumiblemente procede de fugas del emisario o de algún colector de aguas residuales (figura 9.3).

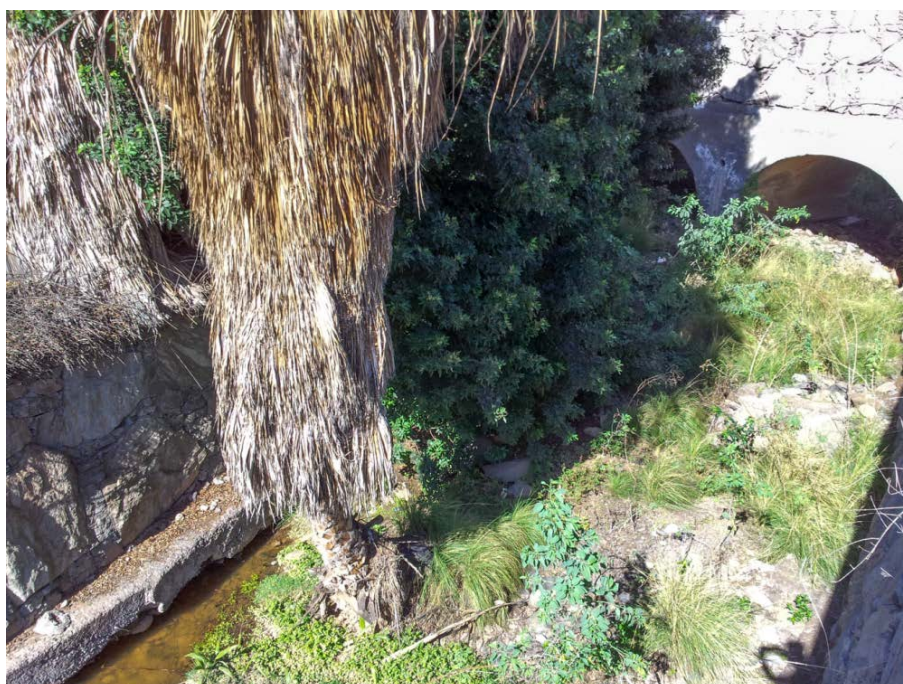


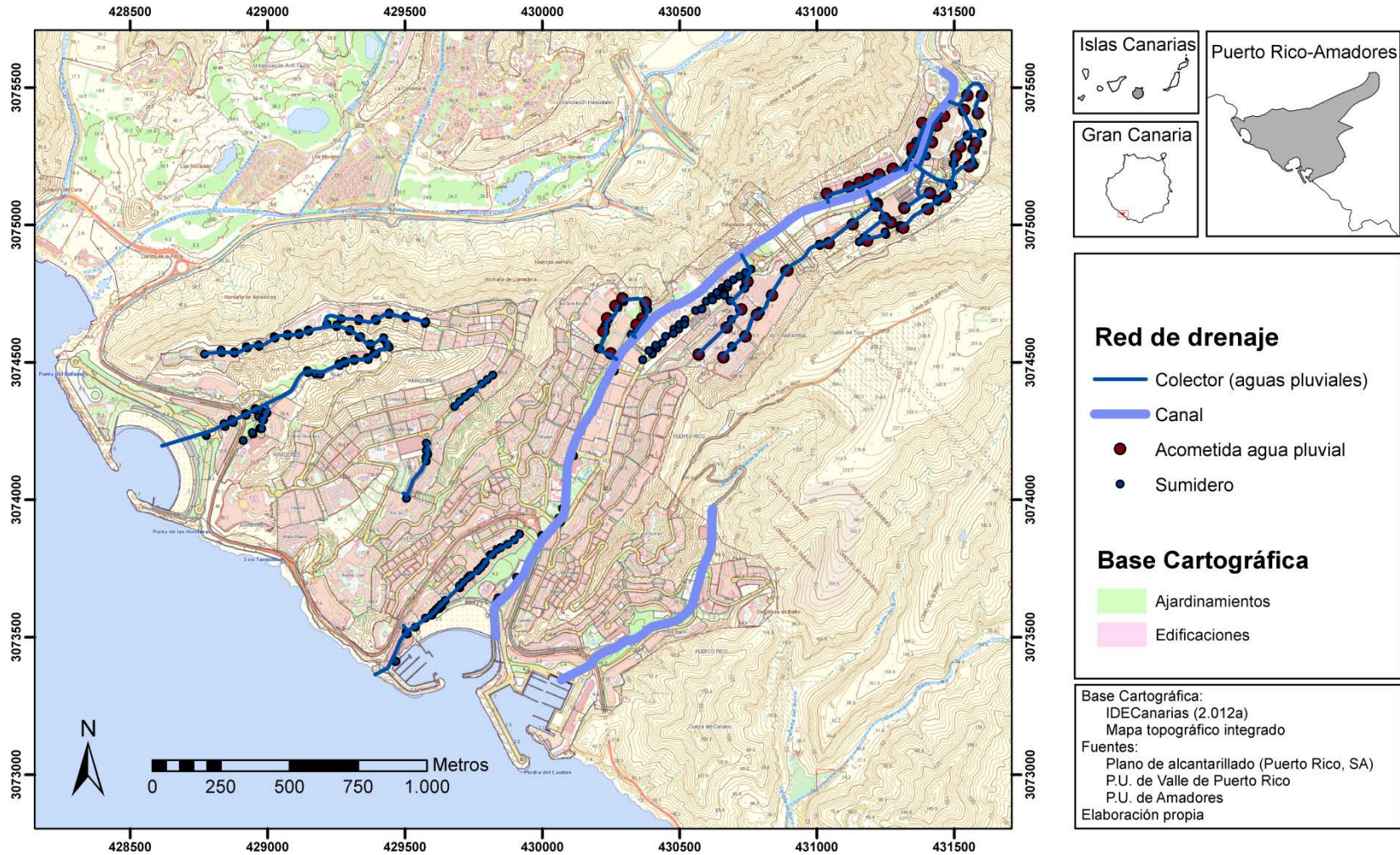
figura 9.3. Vegetación arbórea, sedimentos y fuga de agua (presumiblemente residual o depurada), en la canalización del barranco de Puerto Rico.

El barranquillo de Agua de la Perra también está canalizado, pero se comprueba que esta canalización se desborda con frecuencia, acumulándose aguas y sedimentos en la explanada existente entre la carretera GC500 y el Puerto Base. Presumiblemente el volumen de estos sedimentos se ve incrementado por los vertidos de tierras que se han realizado en la cabecera del barranquillo (figura 9.4).



figura 9.4. Sedimentos e inundación en la explanada existente en la desembocadura del barranquillo de Agua de la Perra.

Según puede observarse en el mapa 9.6, la red de drenaje de aguas pluviales de las calles de la urbanización es prácticamente inexistente en las seis fases de Puerto Rico, ya que está formada, solamente, por unos pocos sumideros, situados en determinados puntos próximos a la canalización del barranco de Puerto Rico. Por lo tanto, las aguas discurren sobre las calles situadas en las laderas, y confluyen hacia los viales, de escasa pendiente, próximos al barranco (figura 9.5). Tampoco se han construido cunetas para reconducir las aguas procedentes de los espacios sin construir, por lo que estas aguas, con sus arrastres sólidos, discurren asimismo por las calles. Recientemente se han realizado algunas actuaciones, puntuales, para paliar los problemas, como la eliminación de los bordillos en la Avenida Tomás Roca Bosch, para que el agua que discurre sobre su superficie caiga libremente a la canalización del barranco; o la construcción de un colector, con sumideros, en la calle Doreste y Molina.




REDACTOR: Francisco J. Macías González	 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria	DOCUMENTO: Problemática ambiental en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores.	Mapa Nº : 9.6
TUTORA: Emma Pérez-Chacón Espino		PLANO: Red de drenaje	FECHA: 01/ 2017



figura 9.5. Inundaciones en el paso peatonal bajo la carretera GC-500 (noviembre de 2011).
Fuente: Antena 3

En Amadores se han construido colectores de drenaje, con sumideros situados en las calzadas, aunque no se han previsto arquetas de acometida para las parcelas. En la fase de la urbanización “Valle de Puerto Rico” se han previsto sumideros, en las calles, y arquetas de acometida de aguas pluviales para las parcelas.

9.1.6 Caracterización general de los problemas relacionados con inundaciones fluviales o pluviales

Las características físicas de los terrenos del suroeste de la Isla –escasa infiltración, elevadas pendientes, y poca vegetación– favorecen que aumente el coeficiente de escorrentía, que disminuya el tiempo de concentración, y que aumente la erosión.

Las modificaciones antrópicas del terreno potencian, generalmente, los riesgos de inundación. Los desmontes y los vertidos de tierras, que se producen en las obras, incrementan aún más la erosión del terreno, y la posterior sedimentación de los materiales en las canalizaciones; mientras que las edificaciones y los pavimentos incrementan la impermeabilidad del terreno.

Pueden distinguirse dos tipos de inundación, según su origen: las debidas al incremento de caudal en los cauces naturales (inundaciones fluviales), y las que se

producen como consecuencia del funcionamiento incorrecto del sistema de drenaje de las precipitaciones que se producen en el espacio urbanizado (inundaciones pluviales). Ambos tipos de inundación pueden producirse simultáneamente.

Para el estudio de los problemas relacionados con las inundaciones, que se producen de la urbanización objeto de estudio, se realizan fichas (anexo 2) en las que se sintetiza la información disponible sobre las zonas problemáticas que se han diferenciado: peligrosidad y clasificación de riesgo según los mapas consultados, datos históricos sobre inundaciones, características topográficas, circunstancias agravantes, etc. La localización de estas zonas se muestra en el mapa 9.7.

Se comprueba que la urbanización sufre inundaciones frecuentes, que están generalmente relacionadas con precipitaciones originadas por borrascas procedentes del suroeste. Éstas afectan periódicamente a Canarias y presentan, a menudo, un carácter torrencial. El riesgo se ve incrementado por la forma de ocupación del espacio, y por las alteraciones introducidas en el sistema natural de drenaje. Muchas de las inundaciones estudiadas no se han producido por lluvias extraordinarias, ya que las mayores precipitaciones registradas alcanzan cifras previstas estadísticamente cada 50 años; sino que incluso precipitaciones menores, correspondientes a periodos de retorno comprendidos entre 1 y 10 años, han llegado a generar problemas graves.

Las zonas con mayor riesgo por inundación fluvial se encuentran, lógicamente, en las proximidades de la canalización del barranco de Puerto Rico. Los lugares proclives a inundaciones pluviales se encuentran algo más dispersos, ya que en algunos casos el riesgo es debido a la configuración de las construcciones realizadas en las parcelas, aunque se encuentran, en general, situados también en zonas llanas próximas a los cauces.

Las inundaciones fluviales se manifiestan principalmente en el barranco de Puerto Rico, por tener una cuenca de extensión muy superior a las de los otros barranquillos (Agua de La Perra, y Amadores). Este barranco principal se ha canalizado para poder ocupar, con edificaciones e instalaciones, la llanura de inundación natural, que es una zona propensa a sufrir inundaciones si el encauzamiento resulta insuficiente. Se ha observado que algunos edificios adyacentes a la canalización tienen sus plantas inferiores situadas a menor cota que la solera del canal, razón por la cual el riesgo se ve agravado (figura 9.6).

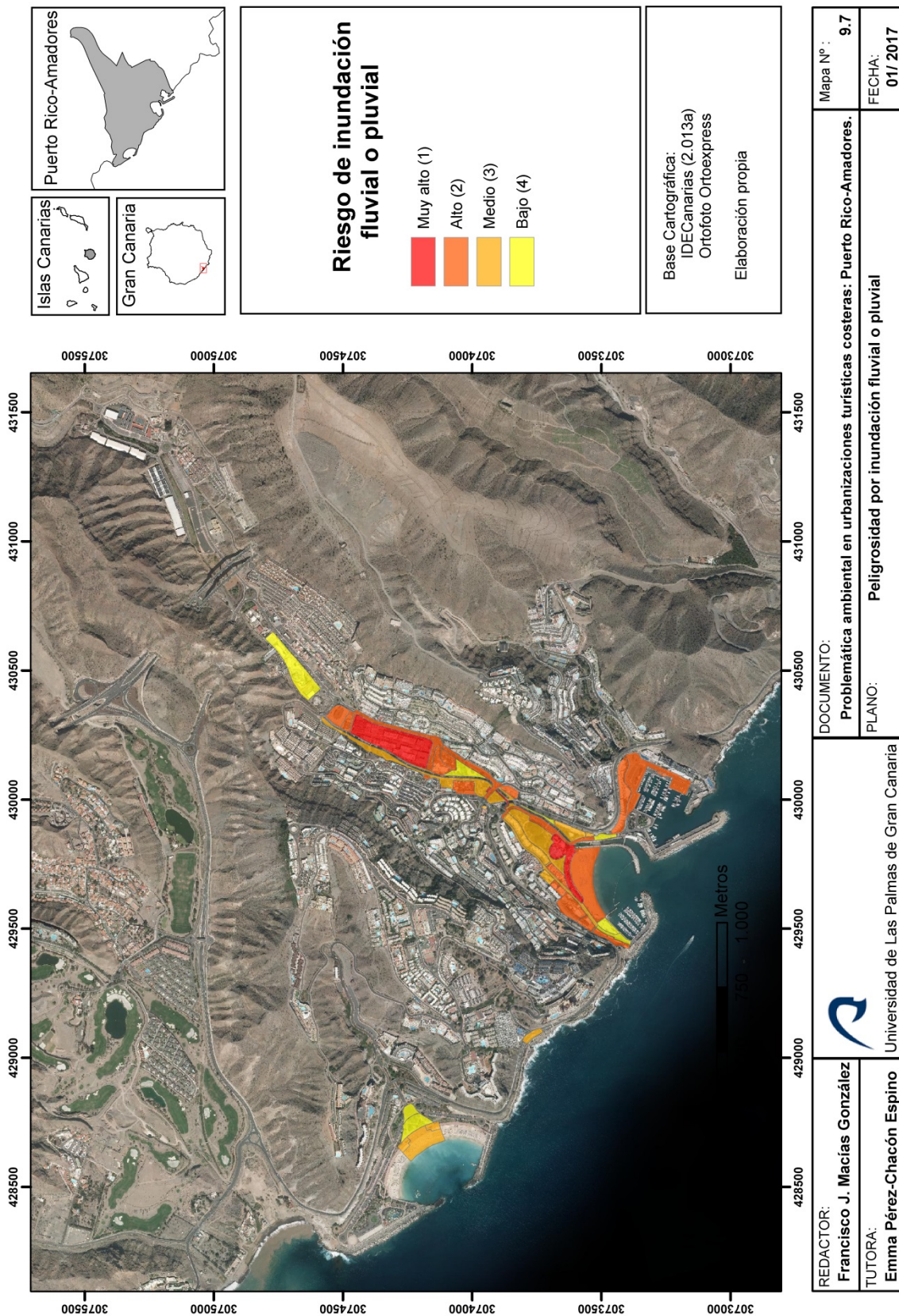




figura 9.6 Edificaciones adyacentes al canal de Puerto Rico, con sótanos situados a menor cota.

Las dimensiones del encauzamiento (anchura y altura de los muros) son variables. El canal no tiene mayor pendiente en las zonas de menor sección y, por lo tanto, presenta menor capacidad hidráulica en dichos tramos. Aunque algunas de las obras de fábrica situadas bajo diversas calles que cruzan el canal han sido ampliadas recientemente, siguen existiendo varias con sección hidráulica reducida, o con aterramientos. Como se expuso anteriormente, la vegetación existente entorpece el flujo y facilita la acumulación de materiales transportados por el agua.

La red de aguas pluviales de la urbanización es prácticamente inexistente en las fases I a VII de Puerto Rico. El agua que discurre por las calles de las laderas se concentra en las zonas llanas cercanas a los barrancos, penetrando en las plantas bajas y en los sótanos de numerosos edificios (figura 9.7). Algunas parcelas con superficies abiertas situadas por debajo de la rasante de la calle, que no tienen suficiente capacidad de bombeo para extraer el agua que penetra, son las más afectadas (figura 9.8)



figura 9.7. Inundaciones en apartamentos situados entre la calle Doreste y Molina y la zona verde del cauce del barranco de Puerto Rico, cerca de su desembocadura (Noviembre de 2001).

Fuente: Dra. Emma Pérez-Chacón Espino



Figura 9.8. Inundaciones en locales comerciales bajo la avenida de la playa de Puerto Rico (noviembre de 2001). Fuente: Dra. Emma Pérez-Chacón Espino

Como no existen cunetas ni elementos de decantación, la carga sólida que acarrea el agua al discurrir por los espacios no edificados termina por sedimentar en las zonas bajas de la urbanización, obstruyendo los escasos sumideros existentes y formando barrizales (figura 9.9)



Figura 9.9. Depósitos de barro en los alrededores del canal de Puerto Rico, cerca de la desembocadura (noviembre de 2001). Fuente: Dra. Emma Pérez-Chacón Espino

La mayor parte de las parcelas carecen de acometida de aguas pluviales, y vierten las aguas directamente a las calles, o a la red de aguas residuales. La red de aguas residuales no está dimensionada para absorber este caudal, y comienza a funcionar bajo presión, lo que causa que la mezcla de aguas residuales y pluviales brote por las tapas de los pozos de registro (figura 9.10), y por los aparatos sanitarios de los edificios que están situados a poca altura respecto a la rasante de las calles.



Figura 9.10. Rebose de la red de aguas residuales a través de la boca de un pozo de registro situado en la calle Doreste y Molina

Los pequeños diámetros de los colectores de aguas residuales, por otro lado, explican que esas canalizaciones se obstruyan con facilidad. Aunque un mantenimiento adecuado disminuiría la probabilidad de que ello suceda, se ha constatado, en las visitas realizadas, que éste es insuficiente, al menos en lo que respecta a los sumideros. Muchos de ellos se han encontrado llenos de basura y sedimentos (figura 9.11).



Figura 9.11. Sumidero de reducidas dimensiones completamente obstruido en el paso peatonal bajo la carretera GC-500 (Marzo de 2012).

Las estaciones de bombeo de aguas residuales tampoco están dimensionadas para elevar el caudal que les llega, sobre todo cuando éste se incrementa por las aguas de lluvia que transportan los colectores de aguas residuales, y terminan por verter el exceso de caudal a través de los aliviaderos, o rebosan directamente hacia las calles si no funciona adecuadamente este sistema de vertido. En ocasiones, las estaciones de bombeo dejan de funcionar por cortes en el suministro eléctrico causados por inundaciones de los centros de transformación.

En Amadores el problema es menor ya que, aunque no existen acometidas de aguas pluviales para las parcelas, al menos hay sumideros de calzada conectados a colectores específicos.

La zona de “Valle de Puerto Rico”, la última en urbanizarse, es la única que presenta una red de alcantarillado separativa, dotada de sumideros y de acometidas para aguas pluviales.

9.2 Calidad de las aguas de baño

Los indicadores microbiológicos que se determinaban por el Servicio de Sanidad Ambiental de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias, en la playa de Puerto Rico, hasta el mes de diciembre de 2.007, eran los coliformes totales (C.T), los coliformes fecales (CF), y los estreptococos fecales (EF). Los parámetros que se están determinando después de esa fecha, siguiendo la Directiva 2006/7/CE, traspuesta en España por medio del RD 1341/2007, son la *Escherichia coli* (EC) y los *Enterococos* (EI). Para lograr continuidad en la serie de datos, se ha considerado la relación entre CF y EC propuesta por USEPA, $EC = 0,63 \cdot CF$ (como se cita en Larrea et al., 2012, p.7).

Hasta diciembre de 2.007, la periodicidad de los análisis bacteriológicos fue quincenal, pero ha pasado a ser mensual desde esa fecha. El establecimiento de correspondencias entre precipitaciones y contaminación se ve dificultado por este carácter periódico de la toma de muestras. Dado que los incrementos puntuales de contaminación fecal se disipan a los pocos días, no se dispone de datos sobre los niveles de contaminación alcanzados después de algunos episodios de lluvias importantes.

Se han relacionado los resultados de los análisis de calidad de aguas de baño, con las precipitaciones diarias recogidas por el Consejo Insular de Aguas en la estación 060,

que se encuentra en la depuradora de la Urbanización. En la figura 9.12 se han señalado los incrementos de contaminación fecal detectados por análisis realizados a los pocos días de precipitaciones importantes. Se observa que la fuerte contaminación detectada en Noviembre de 2.001, que provocó la prohibición del baño en la playa, se produjo después de una precipitación diaria de 66 mm (figura 9.13) También se han encontrado correspondencias en agosto de 2006, con contaminación por *Escherichia coli* de 100 UFC/100 ml, coincidente con una precipitación diaria de 26 mm y, en enero de 2.011, con 60 UFC/100 ml, y una precipitación diaria de 13 mm. También se han marcado, en dicha figura, los episodios de lluvia que carecen de datos de contaminación asociables, por haberse realizado los primeros análisis con mucha posterioridad. Se encuentran en este caso las precipitaciones ocurridas en diciembre de 2.005, en enero de 2.011, y en noviembre de 2.014 (figura 9.14), que ocasionaron inundaciones, sin que se disponga de parámetros de contaminación correspondientes a las dos semanas posteriores.

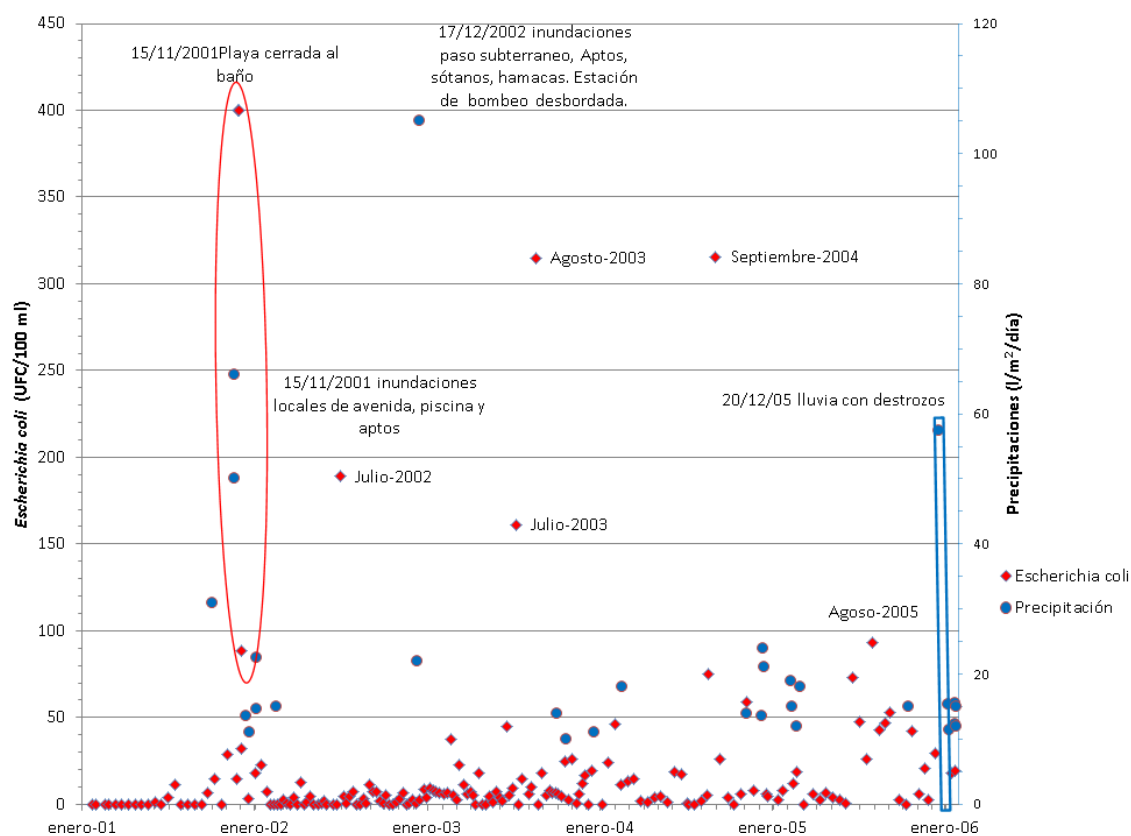


Figura 9.12.a Relación entre los incrementos en los indicadores de contaminación fecal, y las precipitaciones (años 2.001-2.006). Líneas rojas: contaminación fecal posterior a lluvias. Líneas azules: ausencia de datos de contaminación fecal después de lluvias intensas. Fuentes: Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, Servicio de Calidad Ambiental de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias.

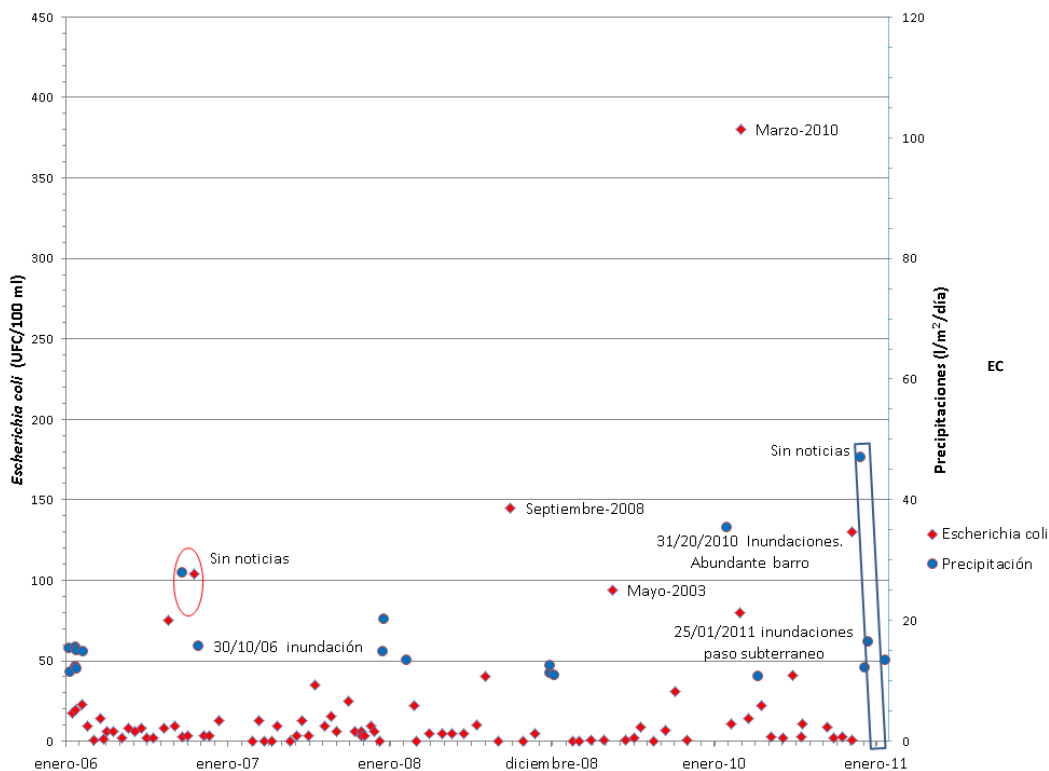


Figura 9.12.b Relación entre los incrementos en los indicadores de contaminación fecal, y las precipitaciones (años 2.006-2.011). Líneas rojas: contaminación fecal posterior a lluvias. Líneas azules: ausencia de datos de contaminación fecal después de lluvias intensas. Fuentes: Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, Servicio de Calidad Ambiental de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias.

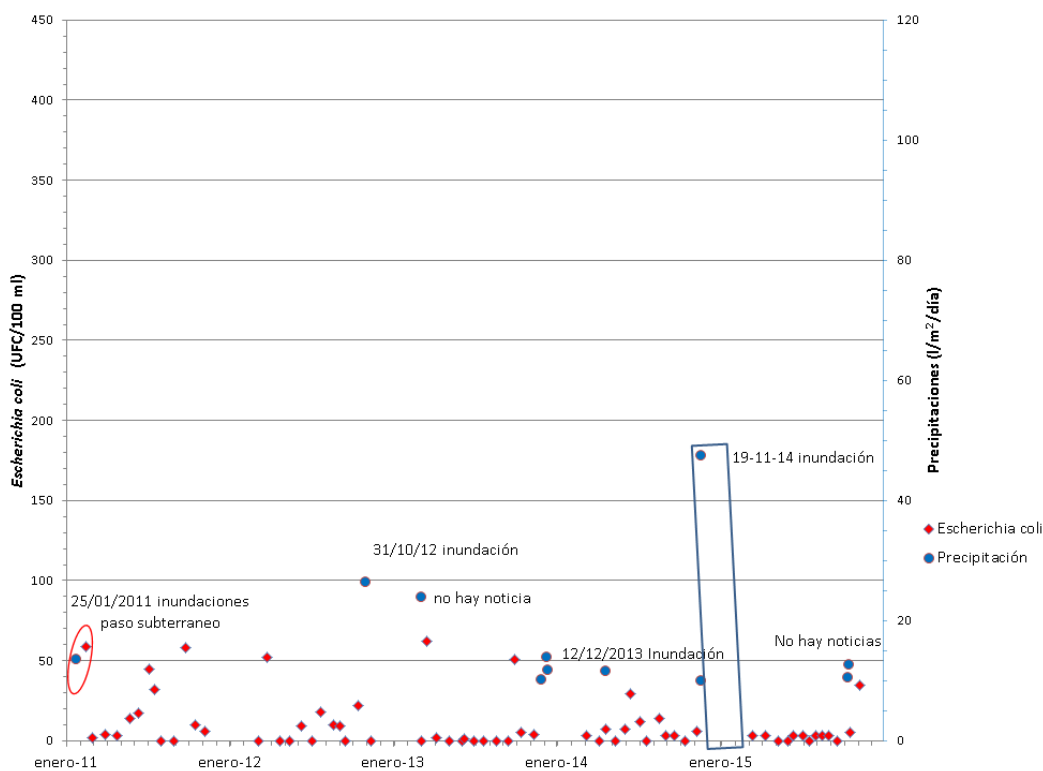


Figura 9.12.c Relación entre los incrementos en los indicadores de contaminación fecal, y las precipitaciones (años 2.011-2.015). Líneas rojas: contaminación fecal posterior a lluvias. Líneas azules: ausencia de datos de contaminación fecal después de lluvias intensas. Fuentes: Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria, Servicio de Calidad Ambiental de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias.



Figura 9.13. Efecto de las inundaciones en la playa de Puerto Rico (noviembre de 2001).
Fuente: Dra. Emma Pérez-Chacón Espino



Figura 9.14. Contaminación de la playa de Puerto Rico tras las lluvias de noviembre de 2014
(fotografía: Canaire)

Sin embargo, los análisis realizados tras algunas lluvias intensas no han señalado aumentos significativos en los niveles de contaminación (diciembre de 2.002, febrero de 2.010, octubre de 2.012). Este dato, paradójico puede explicarse si se tiene en cuenta que los registros pluviométricos disponibles, que informan de la precipitación total ocurrida en 24 horas, no indican correctamente la ocurrencia de un chubasco intenso de corta duración, que puede producir inundaciones (Marzol, 2.002).

En otros casos, se han registrado niveles de contaminación que no pueden ser asociados a episodios de lluvias (julio de 2.002, Julio de 2.003, Agosto de 2.003, septiembre de 2.004, Agosto de 2.005, septiembre de 2.008). Según se explicará con mayor detalle posteriormente, estos resultados pueden deberse al funcionamiento anómalo de alguna planta depuradora, por desajustes que no estén relacionados con la llegada de aguas pluviales.

La contaminación de las aguas de baño, tras lluvias intensas, puede producirse por diversos motivos:

- Llegada de aguas pluviales que han circulado sobre la calles, arrastrando todo tipo de contaminantes, especialmente nutrientes, metales pesados o hidrocarburos.
- Vertidos directos, por falta de capacidad de los colectores o de las estaciones de bombeo
- Desajustes en el funcionamiento de la planta depuradora, por variaciones en el afluente ocasionadas por el aumento de caudal y por los arrastres de materiales sedimentados en los colectores.

La planta depuradora funciona siguiendo un tratamiento por fangos activados. El incremento de caudal producido por las aguas pluviales incorporadas disminuye el tiempo de retención, produce una disminución de la concentración de fangos activos, y aumenta la carga orgánica por el arrastre de los residuos que se acumulan en los colectores. El desajuste se genera de manera inmediata, y permanece hasta que se logra recuperar el equilibrio del sistema, produciéndose, mientras tanto, vertidos de aguas que no cumplen los requisitos establecidos por la normativa vigente (Suárez et al., 2012).

Según el Plan hidrológico de Gran Canaria (Cabildo Insular de Gran Canaria, 1999), la planta depuradora de Puerto Rico está dimensionada para 38.000 habitantes

equivalentes. En la ficha GCMG13 del Censo de Vertidos desde Tierra al Mar realizado por la Consejería de Medio ambiente y Ordenación Territorial del Gobierno de Canarias (IDECanarias, 2.010) constan los procesos que se realizan en ella: tratamiento primario, tratamiento secundario y cloración. En dicha ficha se menciona que “En el momento de la inspección, la descarga era abundante, con presencia de sólidos en suspensión y una elevada turbidez, por lo que es posible que la depuración no sea la adecuada”. El emisario no está dotado de difusores. La longitud submarina es de 258 m, y la profundidad el vertido es de 20 m.

La población turística de la urbanización, calculada por medio del índice censal de ocupación por plaza turística proporcionado por el ISTAC, ha oscilado entre un valor mínimo de 7.779 (en mayo de 2.009), y un valor máximo de 21.719 (en Octubre de 2.016). La población residencial, según el Padrón continuo de habitantes por unidad poblacional, del INE, es de 6.121 habitantes. Por lo tanto, los habitantes equivalentes reales en la Urbanización en Octubre de 2.016, han sido 27.840, según las cifras oficiales.

Según los cálculos realizados en el capítulo 4, en la urbanización, existe un número de plazas turísticas comprendido entre 26.137 y 28.074. Por lo tanto, en una situación de ocupación máxima, y contabilizando, además, la población residencial, los habitantes equivalentes, estarían comprendidos entre 32.258 y 34.825. La capacidad de la planta depuradora está, por lo tanto, dimensionada correctamente, ya que la población para la que está prevista es superior a la máxima previsible en la urbanización.

Herrera *et al.* (2.015) estudiaron el funcionamiento de diversas plantas depuradoras del municipio de Mogán, entre las que se encontraba la de Puerto Rico, durante los años 2.013 y 2.014, y sus efectos sobre la calidad de las aguas de baño. Para ello, recopilaron los resultados analíticos del proceso de depuración, y los parámetros indicadores de la calidad del agua de zonas de baño, que realiza la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias. Con objeto de averiguar la existencia de posibles correlaciones entre los fallos en la depuración de aguas residuales, y la contaminación de las aguas de baño, se intentó detectar la existencia de incumplimientos, en ambos tipos de indicadores, que se presentaran simultáneamente. Se decidió excluir del estudio los valores obtenidos en días de lluvia (la muestra del día correspondiente, y la del

siguiente). Se encontró que los valores medios anuales de la depuradora de Puerto Rico cumplen los requisitos del RD 509/1996 de 15 de marzo, de desarrollo del RD-L 11/1995 de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. Sin embargo, se comprobaron frecuentes incumplimientos de los valores establecidos en dicha normativa, siendo el más frecuente el SST (sólidos suspendidos totales), presumiblemente por evacuación de lodos, incorporados al efluente (Tabla 9.3).

Tabla 9.3. Valores medios anuales de los resultados analíticos de la E.D.A.R. de Puerto Rico y número de veces con resultados no conformes, en los años 2.013 y 2.014. Fuente: Herrera, A. et al. (2.015), elaboración propia

Año	2.013			2.014		
Indicador	DBO ₅ (25 mg/l O ₂)	DQO (125 mg/l O ₂)	TSS (35 ó 60 mg/l)	DBO ₅ (25 mg/l O ₂)	DQO (125 mg/l O ₂)	SST (35 ó 60 mg/l)
Media anual	13	71	19	11	73	21
Incumplimientos	1	23	29	3	9	31

Durante el periodo estudiado, se encontraron siete días en los que se pudieron relacionar los incrementos de microorganismos patógenos en las playas de Puerto Rico y de Amadores, con fallos de funcionamiento de alguna depuradora (tabla 9.4).

Tabla 9.4. Relación entre los fallos de la E.D.A.R. de Puerto Rico y el incremento de los indicadores de contaminación fecal. Fuente: Herrera, A. et al. (2.015), elaboración propia

Fecha detección aumento indicadores en playas	Playa de Amadores	Playa de P. Rico	EDAR causante	Fechas de fallo de EDAR	DBO ₅ (mg/l O ₂)	DQO (mg/l O ₂)	TSS (mg/l)
					Máximo: 25	Máximo: 125	Máximo 35 ó 60
18/3/2013	EI: 0 EC: 0	EI: 2 EC: 2	Arguineguín	15-18/3/2013	57	282	148
22/7/2013	EI: 24 EC: 0	EI: 0 EC: 0	Arguineguín	18-22/7/2013	39	201	187
16/9/2013	EI: 0 EC: 5	EI: 51 EC: 17	Arguineguín	13-16/9/2013	56	240	201
30/9/2013	EI: 0 EC: 0	EI: 5 EC: 6	Arguineguín	26-27/9/2013	47	220	89
14/10/2013	EI: 0 EC: 15	EI: 4 EC: 32	Arguineguín	11-14/10/2013	36	243	101
12/11/2013	EI: 3 EC: 5	EI: 3 EC: 4	Taurito	11/11/2013	41	194	348
25/2/2014	EI: 0 EC: 3	EI: 0 EC: 23	Puerto Rico	24/2/2014	38	291	111
2/6/2014	EI: 0 EC: 0	EI: 29 EC: 0	Puerto Rico	29/5/2014 a 2/6/2014	46	198	145
16/6/2014	EI: 3 EC: 21	EI: 12 EC: 53	Puerto Rico	13-16/6/2014	51	178	153
21/7/2014	EI: 3 EC: 3	EI: 14 EC: 5	Puerto Rico	18-23/7/2014	53	190	136

Entre las conclusiones del mencionado estudio, resultan significativas, para el presente trabajo, las siguientes:

- Los fallos en alguna EDAR producen aumentos de los parámetros indicadores de la calidad de las aguas en varias playas, simultáneamente.
- 8 de los diez fallos de alguna EDAR se han producido en un fin de semana
- De los diez fallos encontrados en el funcionamiento de las EDAR, cuatro se han producido en la de Puerto Rico.
- Los aumentos significativos de los parámetros de contaminación que se producen solamente en una de las playas, no han podido relacionarse con fallos en el funcionamiento de alguna depuradora
- A pesar de los fallos detectados en las depuradoras, y de las variaciones observadas en los indicadores de contaminación fecal de las aguas de baño, la calidad de las mismas es “excelente”, según los criterios establecidos por el RD 1341/2007 de 11 de Octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.

La contaminación fecal puede verse incrementada por pérdidas en la red de agua residuales.

Los resultados obtenidos han permitido caracterizar las inundaciones que se producen en la urbanización, debidas a las crecidas de los barrancos, a las características del sistema de drenaje de los espacios públicos, o al diseño de las parcelas. Asimismo, han permitido comprobar que sistema de recogida y tratamiento de las aguas residuales agrava los efectos de las inundaciones, y aumenta la contaminación de las aguas de baño.

10. DISCUSIÓN, RECOMENDACIONES, CONCLUSIONES, Y PERSPECTIVAS

10.1 Discusión

Los espacios litorales de las islas Canarias son lugares de gran valor ecológico y paisajístico, pero están sometidos a notables presiones derivadas de intereses muy diversos. Son especialmente significativos los cambios que ha generado el desarrollo turístico, tanto porque afecta a extensiones de terreno amplias, como por su considerable capacidad de transformación del medio, de la economía y de la sociedad.

Una urbanización turística debe diseñarse con una morfología y una calidad estética que sean acordes con su función, y ha de propiciar una buena calidad de vida para los turistas y los residentes. Debe adaptarse al medio, de una manera sostenible, evitando interferir en las dinámicas naturales. Además, su morfología debe respetar y resaltar los valores paisajísticos del entorno, ya que como señala McHarg “el carácter de la ciudad está compuesto de elementos muy distintos, algunos derivados de la identidad natural, y otros, de los artefactos” (McHarg, 2.000: p. 175). Esta cuestión fue el punto de partida de la investigación, al plantearnos el siguiente interrogante: ¿el modelo territorial adoptado en la urbanización de Puerto Rico-Amadores combina calidad urbanística e integración sostenible en el territorio donde se inserta?

Tras la investigación realizada, en este capítulo se reflexiona sobre la metodología seguida, se discuten los resultados y se intenta responder a la cuestión y a la hipótesis planteadas al inicio.

10.1.1 Discusión de la metodología y de las fuentes

10.1.1.1. Reflexión sobre la estructura metodológica general

La secuencia metodológica general adoptada ha permitido alcanzar resultados satisfactorios. La definición del modelo territorial, mediante indicadores, la realización de un análisis espacio-temporal y la confrontación de lo ejecutado con las determinaciones del contexto normativo vigente en cada etapa, y en la actualidad, ha

resultado una secuencia válida, ya que ha permitido averiguar los problemas ambientales más significativos, y alcanzar, por lo tanto, el objetivo principal que se ha propuesto esta investigación.

Considerar tanto los factores temporales como los espaciales ha resultado imprescindible, ya que estudiar solamente una de dichas dimensiones no hubiera permitido caracterizar adecuadamente las dinámicas naturales, el proceso urbanizador, ni las interferencias que se producen entre ambos. La selección de indicadores realizada ha permitido verificar en qué medida la legislación urbanística, y los criterios de planeamiento, han condicionado el modelo territorial existente, y contrastar todo ello para analizar si la normativa actual permitiría o no una urbanización del territorio como la que se ha realizado. Esa reflexión sirve, a su vez, para obtener conclusiones sobre la adecuación de dicha normativa actual, y sobre los criterios a adoptar para evitar que se reproduzca, en futuras urbanizaciones que puedan realizarse, la problemática detectada.

Por su parte, la aproximación a la problemática ambiental inducida por ese modelo de urbanización ha resultado compleja, especialmente por el gran número de variables que era necesario considerar, y por la escala detallada con la que algunas de ellas requerían ser tratadas. De ahí que se optara por seleccionar aquellos problemas que se consideraron a priori más significativos, con el fin de que el estudio fuese viable en el marco temporal de una tesis doctoral.

Numerosos estudios han abordado, de manera específica, algunos problemas que suelen presentarse en los entornos urbanos y, particularmente, en los núcleos turísticos costeros. Así lo hace Vera (1.944), que trata la transformación urbanística de Torrevieja, en la Comunidad Valenciana; o el trabajo de Mayer y Pérez-Chacón (2.006), que investiga la relación entre los procesos de urbanización turísticos realizados en el sur de la isla de Gran Canaria, y el incremento de los riesgos de inundación. También abundan los trabajos que estudian, de manera descriptiva, la problemática global de estos entornos destinados al turismo de sol y playa, como Gormsen (1.997), en el ámbito internacional, o Rodríguez (2.008), en la costa mediterránea española. Sin embargo, son escasas las investigaciones que aborden el conjunto de problemas que se manifiestan físicamente en estos espacios, estudiando en profundidad los más significativos, y sus relaciones. Por lo tanto, esta tesis doctoral constituye una aportación, en ese sentido.

La complejidad de la problemática que se pretendía abordar, y la escala detallada a la que se ha querido plantear, motivaron que finalmente se optara por considerar un solo caso de estudio, Puerto Rico-Amadores, y analizarlo en profundidad. Incorporar más casos, con igual detalle, no habría sido viable en el marco temporal académico al que debía limitarse la investigación. Ahora bien, entre las líneas de investigación que se proponen se encuentra precisamente la aplicación de la metodología diseñada en otros entornos turísticos.

En cualquier caso, lo que si ponen de manifiesto los resultados obtenidos es que el modelo territorial de Puerto Rico-Amadores constituye un ejemplo idóneo para estudiar las características morfológicas, y la evolución histórica, de los núcleos turísticos costeros que se han creado en Canarias, en lugares con escasa capacidad de acogida, por su relieve irregular, por las características de sus procesos físicos naturales, y por la fragilidad de su paisaje (Cáceres, 2.002). Dado que todas las fases de la urbanización han tenido un único promotor y un único proyectista, a lo largo de un dilatado periodo histórico, puede comprobarse, de manera más definida, la evolución de las estrategias inmobiliarias y los planteamientos urbanísticos, en función de la disponibilidad de recursos financieros, los cambios legislativos, las demandas del sector turístico, o de otros posibles condicionantes, ya que la intervención de un número mayor de agentes podría producir la implementación simultánea de estrategias divergentes.

Por lo que respecta a los aspectos considerados para caracterizar la problemática ambiental, ha sido de gran utilidad estructurarlos diferenciando entre aquellos relacionados con la configuración urbanística, y los que lo están con la alteración de los procesos físicos naturales.

Para caracterizar la problemática ambiental relacionada con los aspectos urbanísticos, ha sido conveniente seleccionar parámetros estandarizados (Romero, 2.013), tales como la ocupación, superficie construida, número de plantas, tipología edificatoria, densidad, o usos, entre otros. Esta elección ha resultado conveniente, porque al estar estos parámetros, definidos por la legislación y, por lo tanto, regulados por los instrumentos de planeamiento, puede verificarse su cumplimiento y, con ello, determinar más fácilmente el efecto de dichas normas y planes. Por lo que respecta a la problemática específica del sector turístico, ha resultado útil seleccionar los parámetros definidos en la normativa de estándares turísticos de Canarias (Decreto 10/2.001, de 22 de enero), el Reglamento de la Actividad Turística de Alojamiento (Decreto 142/2.010 de 4 de octubre) y el Plan Insular

de Ordenación (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004), dado que las regulaciones que establece esa normativa, sobre la densidad, la superficie de las piscinas, la superficie ajardinada, o el número de plantas, tienen una repercusión significativa en la morfología resultante del espacio urbanizado.

Para comprobar la repercusión del proceso de urbanización en la calidad paisajística, y en la protección del Dominio Público, ha resultado útil el estudio de la superficie ocupada por las edificaciones en cauces, en zonas de pendiente excesiva, en la servidumbre de protección del Dominio Público Marítimo-Terrestre, y en los perfiles destacados del terreno, tomando como referencia lo que establecen, para nuevas urbanizaciones, las Directrices de Ordenación (Ley 19/2.003, de 14 de abril), el reglamento del Dominio Público Hidráulico (Real Decreto 849/1.986 de 11 de abril, y la Ley de costas (Ley 22/1.988 de 28 de julio)..

Para determinar si el diseño de los espacios públicos favorece la movilidad, ha sido conveniente seleccionar indicadores relacionados con las distancias de los desplazamientos, y con el espacio viario para peatones, para poder así verificar el cumplimiento de lo previsto en el Sistema Municipal de indicadores de Sostenibilidad (Ministerio de Fomento, 2.010). Se han encontrado, además, interesantes resultados al aplicar una metodología propia para valorar los problemas derivados de los desniveles a salvar en los desplazamientos, tal y como se comentará más adelante. Asimismo, se han encontrado resultados elocuentes al comprobar la adecuación de los recorridos peatonales a los requisitos del Documento Técnico de condiciones básicas de Accesibilidad (Orden VIV/561/2.010, de 1 de febrero), y al seleccionar, para su estudio, sus características más invariantes: la pendiente longitudinal y el ancho de aceras.

Entre los riesgos desencadenados o potenciados por la urbanización, ha convenido estudiar, específicamente, los que presentan mayor probabilidad e implican más graves consecuencias que, según los datos históricos consultados, resultan ser las inundaciones y los movimientos de ladera. Ha sido conveniente, asimismo, investigar la progresiva impermeabilización del sustrato, por las importantes alteraciones que induce en diversos procesos físicos naturales (Arnold y Gibbons, 1.996). También ha sido necesario comprobar la contaminación fecal que presentan las aguas de baño, por el riesgo que supone para la salud pública, considerando el indicador *Escherichia coli*, que es uno de

los establecidos por la normativa española (Real Decreto 1341/2.007 de 11 de octubre), para poder así verificar su cumplimiento.

10.1.1.2 Discusión sobre los procedimientos específicos

La gran diversidad de datos manejados en esta investigación ha requerido el empleo de un sistema capaz de clasificarlos y relacionarlos adecuadamente. Para ello ha resultado de gran utilidad implementar un sistema de información geográfica, donde se ha podido obtener, almacenar y relacionar espacialmente múltiples datos, procedentes de fuentes muy diversas. Su estructura ha hecho posible, además, el tratamiento matemático de la base de datos asociada, y la generación sencilla de mapas, tablas y gráficas, cuestión que ha permitido analizar de manera exhaustiva el caso de estudio, facilitando el diagnóstico de su problemática ambiental, y la formulación de recomendaciones orientadas a la planificación de urbanización turísticas costeras.

Para conseguir resultados con la validez y la precisión buscada en este trabajo, ha sido necesario comprobar la información obtenida, contrastando las abundantes fuentes consideradas, entre sí y con los datos obtenidos en el trabajo de campo. Para registrar adecuadamente los datos espaciales ha resultado conveniente realizar una digitalización manual minuciosa, partiendo de mapas y ortofotos de alta resolución, puesto que se ha constatado que la cartografía digital disponible presenta frecuentes errores en la geometría de las entidades (particularmente ocurre esto en los mapas catastrales), o en los datos que estas entidades tienen asociados. Sin embargo, otros autores han realizado análisis territoriales empleado directamente los datos que ofrecen los mapas catastrales (Temes, 2.008), o los topográficos (Sobral, 2.008), empleando tecnología SIG, obtenido resultados que consideran satisfactorios, a la escala que han realizado sus trabajos.

- **Discusión de la metodología seguida para la delimitación de la unidad mínima de estudio: las parcelas**

Ha resultado útil considerar a la parcela como unidad mínima de estudio, pues se trata de un espacio en el que constatan, de manera muy significativa, los efectos que han producido las ordenanzas urbanísticas aplicables, y los criterios de diseño adoptados en los proyectos constructivos. Esta unidad ha sido adoptada por algunos autores en sus estudios urbanísticos, como Khim y Zhou (2.012), mientras que otros, al analizar

ámbitos territoriales más extensos, han adoptado como unidad de estudio la totalidad del territorio comprendido en cada sector urbanizado, como lo hace Galacho (2.009).

También ha tenido mucha importancia, en los resultados finales, digitalizar los límites de las parcelas, donde colindan con los espacios libres, de manera que quede incluido en ellas todo el terreno alterado por los movimientos de tierras realizados durante el proceso de construcción. Tras el análisis de los resultados, se constata que la solución adoptada refleja más acertadamente tanto la situación actual, como el proceso de transformación, destacando el hecho de que la superficie así delimitada no se corresponde, en ocasiones, con la establecida en los planes urbanísticos.

- **Discusión de las fuentes de información sobre la evolución histórica de la urbanización**

Ha sido necesario contrastar y complementar los datos catastrales con la información aportada por las fotografías aéreas históricas, para conseguir averiguar, con suficiente aproximación, las fechas de las obras realizadas en la urbanización, tanto en las parcelas como en los espacios públicos. Las fotografías disponibles tienen periodicidad prácticamente anual entre 1.992 y 2.016, y la base de datos catastral confirma lo observado, en este periodo. Sin embargo, las fotografías están más espaciadas temporalmente en los primeros años de la urbanización, y los datos catastrales, en ocasiones, contradicen lo observado en las fotografías tomadas entre los años 1.970 y 1.975. Sin embargo, y dado que la mayor diferencia temporal entre dos fotografías es de cinco años, se ha considerado que el margen de error es aceptable. Vera (1.984) ha recurrido a otro procedimiento, ya que ha consultado los archivos urbanísticos municipales, en los que constan las fechas de las licencias de obra, para averiguar la antigüedad de las edificaciones. Este procedimiento, quizá más aproximado, no ha sido adoptado en esta tesis por las dificultades que hubiera conllevado la consulta de un número demasiado elevado de expedientes, y por la probable denegación de información, al ser datos de carácter privado

- **Discusión de la metodología empleada para determinar la topografía original de los terrenos**

La digitalización realizada del mapa topográfico de 1.962 (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.005) ha sido de gran utilidad, ya que ha permitido delimitar las zonas geomorfológicas, y las bandas de terrenos equidistantes a la costa (unidades de estudio

consideradas en esta tesis), y averiguar la pendiente natural del terreno. La precisión del procedimiento ha podido ser verificada, comparando los resultados correspondientes a diversas zonas que no han sido modificadas por obras, con los obtenidos empleando mapas topográficos actuales. No se han encontrado investigaciones que comprueben las modificaciones históricas de la topografía, en la isla de Gran Canaria, empleando estos mapas, que actualmente son de fácil disponibilidad.

- **Discusión de los criterios para la clasificación de los edificios según su morfología**

Ha sido necesario establecer, en esta tesis, unos criterios específicos para clasificar la edificaciones, ante la escasa utilidad de los métodos genéricos, que suelen distinguir solamente las tipologías aisladas, adosadas, o en manzana cerrada (Romero, 2.013).

Ha sido necesario plantear una metodología propia porque los métodos genéricos no permitían discriminar adecuadamente los diseños adoptados en la zona objeto de estudio, o en otras urbanizaciones turísticas similares. En consecuencia, la codificación morfológica de las edificaciones adoptada en esta investigación es una aportación propia, que permite diferenciar mejor las distintas soluciones arquitectónicas presentes, matizando especialmente las diferencias entre los tipos de edificación localizados en las laderas.

- **Discusión de los criterios para determinar el número de plantas de los edificios**

Se ha juzgado conveniente, en esta tesis, emplear dos criterios diferentes para medir la altura de los edificios, diferenciando entre el “número aparente de plantas” y el “número de plantas percibido”.

Hallar el “número de plantas aparentes” ha permitido verificar si los edificios existentes cumplen las limitaciones establecidas por el Plan Insular de Ordenación de Gran Canaria –PIO– (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004), que define este número como “el resultante de la proyección ortogonal del volumen construido sobre un plano vertical..., independientemente de la posición relativa de cada planta”. Se ha considerado que esta forma de medir el número de plantas representa mejor la

apariencia que presenta un edificio que se construye en una ladera, si se observa frontalmente, que el criterio establecido por las Normas Subsidiarias de Mogán, o los proyectos urbanísticos correspondientes a la zona estudiada, pues estos instrumentos consideran el número de plantas de un edificio como “el máximo número de pisos que pueda atravesar una recta vertical” (Ayuntamiento de Mogán, 1.966, 1.987, 1.989, 2.002). Esta última definición contabiliza solamente las plantas que se solapan, con independencia del número total de “escalones” (figura 10.1)

“El número de plantas percibido” es un criterio de medición diseñado en esta investigación, que se ha definido como el resultante de la proyección ortogonal del volumen construido sobre un plano vertical, independientemente de la posición relativa de cada planta, pertenezcan o no dichas plantas al mismo módulo, sumando, en los edificios situados sobre muros de contención, una planta adicional. El número de plantas obtenido al aplicar este criterio, que se ha evaluado mediante trabajo de campo, cartografía LiDAR, ortofotos de alta resolución, y fotografías frontales, refleja adecuadamente la percepción que se tiene cuando varios edificios, situados en una ladera, no están suficientemente distanciados, o están contruidos sobre muros de contención, por lo que dan la apariencia de un edificio de mayor altura (figura 10.1).

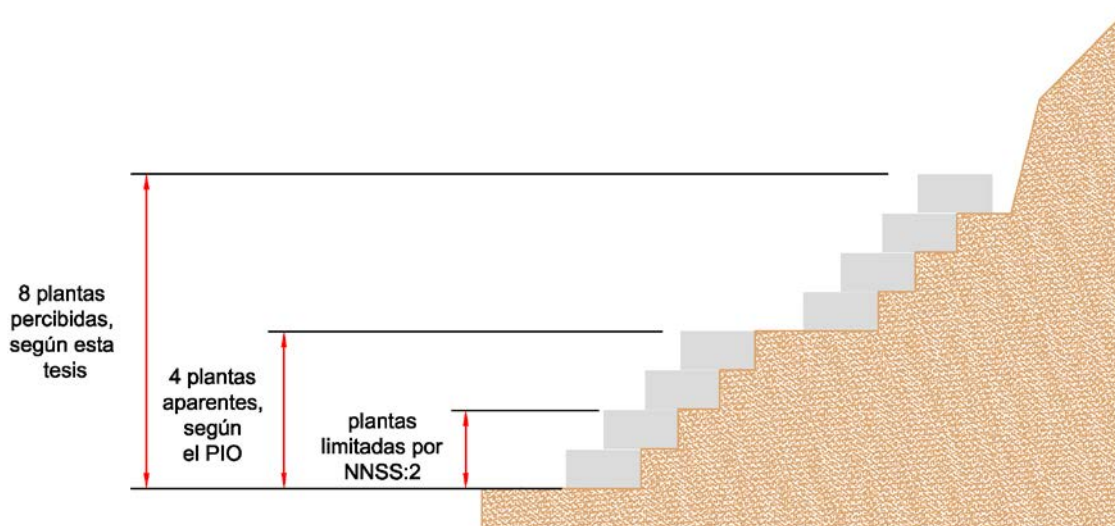


Figura 10.1. Número de plantas “percibidas”, según definición dada en esta tesis, número de plantas aparentes, según el Plan Insular de Ordenación (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.0004), y limitación al número de plantas, según las Normas Subsidiarias y los planes urbanísticos (Ayuntamiento de Mogán, 1.966, 1.987, 1.989, 2.002), en edificios de tipo “D”.

- **Discusión de la metodología para determinar la superficie ocupada por edificios, pavimento, piscinas, o jardines**

El método seguido para digitalizar las superficies ocupadas por los edificios, pavimento, piscinas o por jardines, siguiendo un proceso manual minucioso, basado en cartografía detallada y ortofotos de alta resolución, ha sido laborioso, pero ha permitido analizar las coberturas, de manera muy precisa, en los distintos ámbitos espaciales considerados. Otros autores han encontrado satisfactoria la cartografía disponible para realizar estudios de cobertura urbana, partiendo de mapas vectoriales digitales (Dai, Lee y Zhang, 2.001). Pero en Canarias no se dispone en la actualidad de mapas con polígonos correctamente digitalizados, y clasificados según las coberturas consideradas en esta tesis. Recientemente se han desarrollado métodos de clasificación basados en sensores hiperespectrales aerotransportados, que son muy prometedores, al poder cubrir con la suficiente resolución zonas muy amplias (Tong, Xie y Qeng, 2.014).

- **Discusión de la metodología para determinar la superficie edificada en cada parcela**

La superficie edificada de una parcela, también denominada “superficie construida” o “superficie de techo” es igual a la suma de las superficies correspondientes a cada una de las plantas, de todos los módulos existentes en una parcela. Se considera que la fuente utilizada, la Dirección General del Catastro –SEC– (2.017), es adecuada para obtener la superficie edificada en cada parcela, ya que este dato lo obtiene el Catastro directamente del Registros de la Propiedad. Se trata de un proceso laborioso, pues los datos han de ser tomados parcela por parcela en la página web de la SEC, ya que no se suministran ficheros digitales que lo contengan. Los criterios establecidos para su medición por la Dirección General de Catastro (2.017) son:

- “La superficie construida total del bien inmueble es la suma de la superficie catastral construida de la parte privativa del mismo más la parte correspondiente de la superficie de elementos comunes. Se expresa en metros cuadrados construidos.
- La superficie catastral construida de la parte privativa es la incluida dentro de la línea exterior de los muros perimetrales de cada uno de los locales que constituyen el inmueble y, en

su caso, de los ejes de las medianerías, deducida la superficie de los patios de luces.

- Los balcones, terrazas, porches y demás elementos análogos que estén cubiertos computan al 50% de su superficie, salvo que estén cerrados por tres de sus cuatro orientaciones, en cuyo caso computan al 100%.
- En uso residencial, no se considera superficie construida los espacios de altura inferior a 1,50 metros.
- La superficie de elementos comunes atribuida a cada bien inmueble es un reparto aproximado de la superficie total de elementos comunes de la propiedad a cada uno de los bienes inmuebles de la misma, a los solos efectos de su valoración catastral”.

No se han encontrado investigaciones que aprovechen la disponibilidad de este dato. El Catastro también ha sido utilizado por García Martín (2013) como fuente de información para la delimitación y la clasificación de las formas urbanas, aunque este autor calcula la superficie edificada multiplicando la superficie ocupada (obtenida de los polígonos del fichero digital suministrado por el catastro Catastro) por un número de plantas estimado.

Discusión de la metodología para determinar la superficie de referencia para el cálculo de la superficie edificada bruta, la superficie ocupada bruta, y la densidad bruta

La normativa de estándares turísticos (Decreto 10/2.001, de 22 de enero) establece expresamente que han de excluirse, para el cálculo de la densidad bruta, los terrenos con pendiente superior al 30 %, y los cauces de los barrancos. Por otro lado, el Reglamento de Planeamiento (Real Decreto 2159/1.978, de 23 de Junio, art. 30), señala que “Para calcular, determinar y aplicar la intensidad de uso de cada zona se tendrá en cuenta exclusivamente la superficie ocupada por la misma, sin incluir la de los terrenos que se destinen a sistemas generales, aun cuando sean colindantes”. Por ello, en esta tesis se asume lo estipulado en la legislación citada para obtener la superficie de referencia para el cálculo de los parámetros urbanísticos brutos.

Entre los terrenos sin ocupar, que se excluyen del cómputo por su elevada pendiente, se encuentran diversas zonas situadas en las laderas de la urbanización, que han sido consideradas como espacios libres por los planes urbanísticos, y que son actualmente de titularidad municipal. Estas zonas son inaccesibles y, en la práctica, no forman parte de la urbanización. Tampoco se incluyen en el cómputo las superficies ocupadas por la canalización del barranco, las carreteras pertenecientes al sistema general viario, ni los terrenos pertenecientes al Dominio Público Marítimo Terrestre.

La superficie total de la urbanización, considerando estos espacios excluidos, es de 326,72 ha, mientras que la superficie computable para el cálculo de la densidad es de 220,5 ha. Por lo tanto, si el cálculo de la densidad se hubiera realizado tomando como referencia la superficie total, la densidad bruta que se hubiera obtenido habría sido muy inferior.

En definitiva, la superficie de referencia adoptada en esta investigación permite valorar adecuadamente los parámetros urbanísticos brutos, al excluir áreas que distorsionarían los resultados.

Cáceres (2.002), para calcular las densidades de los núcleos turísticos canarios, obtiene la superficie de referencia mediante la medición directa de las áreas urbanizadas sobre la cartografía, aunque no especifica el criterio seguido para su delimitación. En Puerto Rico-Amadores, ha medido una superficie de 131,9 ha, para estas zonas, superficie que resulta un 20 % inferior a la medida en esta tesis.

- **Discusión de la metodología para el cálculo de la población y la densidad**

Se ha estimado la población residente a partir del Padrón continuo de habitantes por unidad poblacional, del Instituto Canario de Estadística –ISTAC– (2.017). El Instituto Nacional de estadística (INE) reconoce las limitaciones del Padrón para reflejar adecuadamente la población extranjera, ya que es común que los extranjeros empadronados no se den de baja al marcharse, que los inmigrantes ilegales no se inscriban, por temor, o que los ciudadanos de la Unión Europea no se registren, por no considerarlo necesario, o no saber que es obligatorio. No obstante, el propio INE considera que el Padrón es un referente imprescindible para el estudio de la población extranjera (Reher *et al*, 2.008: p.12). Por otro lado, la población que contabiliza el Padrón en la zona residencial de la fase de la urbanización “Valle de Puerto Rico”

(2.116 habitantes) es muy similar a la capacidad de esas viviendas, que es de 1.843 habitantes, según los cálculos realizados en esta tesis, partiendo de los datos ofrecidos por el Censo de Población y Viviendas del año 2.011, del ISTAC, sobre el tamaño del hogar en Mogán.

Por su parte, es de suponer que los datos oficiales sobre el número plazas turísticas actuales son imprecisos, por la notable importancia que tiene la oferta ilegal en Canarias. No obstante, pueden estimarse las plazas existentes en la urbanización, de forma aproximada, considerando los datos del censo del Instituto Canario de Estadística (Comunidad Autónoma de Canarias, 2.006), según los cuales, Canarias presentaba una oferta de alojamiento legal de 431.200 plazas, y una oferta ilegal aproximada de 136.993 plazas, cifra que suponía un 32 % adicional respecto al número de plazas reconocidas por la Administración. Aplicando este porcentaje a las 20.533 plazas censadas por el Patronato de Turismo en la actualidad, en la urbanización se estima un total de 27.102 plazas. Esta cifra es compatible con las plazas calculadas, en este trabajo, que están comprendidas entre 26.137 y 28.074. El rango de incertidumbre de las plazas turísticas calculadas se debe a la existencia de parcelas de uso mixto, en las que no se conoce en qué medida se han residencializado, y al desconocimiento del tipo de uso alojativo de un limitado número de parcelas. En la tabla 10.1 se compara el número de establecimientos, y las plazas turísticas calculadas en este estudio, con los datos correspondientes a otras fuentes.

Tabla 10.1 Comparación del número de establecimientos, y de las plazas turísticas calculadas en este estudio, con los datos correspondientes a otras fuentes.

		Cálculo realizados en este estudio	ISTAC (2.015)	Programa de Regeneración de Puerto Rico (2.007)	Patronato de turismo (2.011)	Consejería de turismo, confirmación con trabajo de campo
Puerto Rico y Valle de P.R	Establecimientos	118-136	-	118-136	-	-
	Plazas	24.158-26.095	-	23.533	-	-
Amadores	Establecimientos	9	-	-	-	9
	Plazas	1.979	-	-	-	1.979
Total	Establecimientos	127-145	111	-	115	-
	Plazas	26.137-28.074	20.533	-	20.894	-

Por su parte, el Plan de Modernización, Mejora e Incremento de la Competitividad de Costa de Mogán –PMMIC- (Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política Territorial, 2.015) considera la existencia de unas 31.000 plazas en la zona, de las cuales se encuentran en explotación un 73 %, lo que significa que existen, según dicho programa, aproximadamente unas 22.600 plazas que se ofertan en la actualidad. Señala, asimismo, que el número de plazas perdidas asciende a 8.000. Se citan como fuentes el Patronato de Turismo y el Gobierno de Canarias.

Finalmente, para el cálculo de la densidad se ha considerado, según establece el Plan de Ordenación Turística Insular –PTEOTI- (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.014), que la población total se debe obtener como suma de las plazas turísticas y el número de residentes. Esta decisión ha permitido verificar si la densidad existente cumple las limitaciones establecidas por la normativa de estándares turísticos (Decreto 10/2.001, de 22 de enero).

- **Discusión de la metodología para el estudio de la ocupación de zonas no aptas, y de la calidad de los establecimientos turísticos**

Ha resultado adecuada la metodología empleada para comprobar la adecuación de las zonas donde se ha ido desarrollando la urbanización, y para verificar la calidad de los establecimientos turísticos. El procedimiento ha consistido en comprobar si la normativa vigente permitiría urbanizar hoy la zona estudiada, o autorizaría la apertura de los establecimientos existentes. El interés del procedimiento radica en que permite obtener conclusiones objetivas, al considerar las limitaciones establecidas por dichas normativas como valores de referencia. A la vista de la situación existente, este procedimiento permite, además, valorar si dichas normativas son adecuadas para impedir los problemas relacionados con la ocupación de barranos, laderas de alta pendiente, lomas y zonas próximas a la costa.

Para matizar mejor los resultados, ha convenido diferenciar las zonas que resultarían posiblemente inadmisibles, aplicando discrecionalmente el espíritu de las leyes, de las que serían claramente inadmisibles, por la aplicación taxativa de una disposición, dado que para algunas de estas normas “existe cierto margen de libertad para realizar una comprensión y posterior aplicación” (Navarro, 2.013).

Conway y Lathrop (2.005) han empleado una metodología que guarda cierta relación con la seguida en esta investigación, ya que analizan los posibles impactos de diferentes

regulaciones en el uso del suelo, en la desembocadura de un río, en Barnegat Bay, Nueva Jersey. Otros autores (Godoy *et al.*, 2.004) también han estudiado el marco normativo que regula el uso del suelo en áreas donde se pueden producir inundaciones fluviales. A pesar de estos antecedentes, no se han encontrado trabajos que investiguen el cumplimiento, en un entorno urbanizado, del conjunto de limitaciones relacionadas con la ocupación del suelo, por lo que se estima que la metodología diseñada en esta tesis constituye una aportación en este sentido.

Storino Holderbaum *et al.* (2.012) han aplicado una metodología similar, para estudiar la adecuación a la normativa turística de los establecimientos alojativos y de los equipamientos existentes en El Veril, en Gran Canaria, aunque no ha estudiado los aspectos relativos a la adecuación de su emplazamiento.

- **Discusión de la metodología para el estudio de la accesibilidad y la movilidad peatonal**

Ha resultado efectiva la comprobación del ancho y de la pendiente de las aceras, para analizar la accesibilidad de los espacios públicos, ya que estas características constituyen dos indicadores muy significativos, por su relación con la morfología del terreno, y con los criterios de ocupación del espacio que han sido adoptados durante el proceso de urbanización. Por otro lado, tienen un carácter prácticamente permanente, ya que es casi imposible modificar las pendientes o los anchos de unas vías, que se encuentran, en su mayor parte, bordeadas por espacios privados. Además, los posibles incumplimientos de otras limitaciones serían relativamente fáciles de solucionar, realizando adaptaciones o sustituciones de los materiales empleados.

La medición del ancho de las aceras tiene un error inherente, por haber sido realizada sobre la ortofoto urbana de 12,5 cm/píxel de resolución (IDECanarias, 2.012c). Por lo tanto, los resultados relacionados con estos anchos deben ser tomados como indicativos, y no deberían ser empleados para el proyecto de obras, sin ser verificados con mediciones realizadas *in situ*, y sin comprobar el ancho libre efectivo que queda para los peatones, considerando los elementos que se encuentren instalados en cada lugar. Según la mencionada orden, para que una acera pueda ser considerada “adaptada”, debe tener un ancho libre de 1’8 m. En la urbanización, el alumbrado público está situado de forma alterna, “al tresbolillo”, ocupando las dos aceras de cada vial, por lo que se ha

considerado en este análisis que cumplen con la reglamentación sólo aquellas aceras que tienen más de 2 m de ancho.

Por su parte, se considera que el cálculo de la pendiente longitudinal de los recorridos peatonales es suficientemente preciso, ya que se ha realizado empleado mapas topográficos a escala 1:1.000 (GRAFCAN, 2.012), con puntos altimétricos, y líneas de nivel cada metro.

La selección de indicadores realizada para analizar la movilidad peatonal en la urbanización ha permitido caracterizarla adecuadamente, ya que estos indicadores cubren todos los aspectos previstos por el Sistema Municipal de indicadores de Sostenibilidad (Ministerio de Fomento, 2.010). Además, en esta tesis se ha diseñado una metodología innovadora que ha permitido obtener resultados muy clarificadores, al cuantificar las dificultades a la movilidad originadas por los desniveles ascendentes a salvar en la urbanización estudiada. Esta metodología se basa en la expresión de Pandolf *et al.* (1.976), que permite calcular la energía consumida en un recorrido que tenga desnivel, para obtener la distancia horizontal en la que se consumiría la misma energía. Esta fórmula ha sido comprobada por varios autores (Knapik *et al.* , 2.004; Kramer, 2.010), que han llegado a la conclusión de que es suficientemente válida para recorridos ascendentes, aunque no se debe extrapolar para ser empleada en itinerarios con recorridos descendentes. Aunque para el cálculo de la distancia virtual se ha considerado una velocidad constante de 1 m/s, en todos los recorridos, Pimental y Pandolf, (1.979) han demostrado que la velocidad al caminar realmente depende de la pendiente. No obstante, este hecho no desvirtúa los resultados, ya que la velocidad adoptada es suficientemente baja, para poder ser mantenida con facilidad en los recorridos considerados.

El procedimiento seguido es de gran fiabilidad, ya que el cálculo automatizado de las matrices origen-destino garantiza la ausencia de errores accidentales, y los posibles itinerarios se han digitalizado con suficiente precisión, partiendo de mapas topográficos escala 1:1.000 y ortofotos de alta resolución.

- **Discusión de la metodología para el estudio de los movimientos de ladera**

La metodología seguida para la evaluación del riesgo por movimientos de ladera ha permitido conseguir resultados muy válidos, porque se ha basado en un método estandarizado de valoración suficientemente contrastado, en una exhaustiva búsqueda de datos históricos sobre las obras que se han realizado en las laderas y los movimientos que se han producido en ellas, y en un minucioso trabajo de campo. Esta metodología permite crear un marco de referencia que resulta útil para priorizar la realización de estudios detallados, o de intervenciones para la mitigación de riesgos. Asimismo, permite caracterizar la distribución espacial de los lugares con riesgo, y la evolución histórica de dicho riesgo.

Para la evaluación particularizada del riesgo, ha resultado muy útil la guía de la RTA (*Roads and Traffic Authority*), que se emplea de forma normalizada para programar las actuaciones de mitigación de riesgos en las carreteras de Nueva Gales del Sur, en Australia (Stewart *et al.*, 2.002).

Este sistema supone una aportación importante al campo de las metodologías cualitativas de evaluación del riesgo, por su intento de aproximarse al marco de las valoraciones cuantitativas, y por la participación de paneles de expertos en el desarrollo del método y en el seguimiento de su aplicación (Wong y Kon, 2.006). Las metodologías cualitativas, a pesar de su aparente subjetividad, son las que se emplean generalmente cuando interesa comparar la problemática existente en un elevado número de laderas.

Aunque la metodología RTA (*Roads and Traffic Authority*) fue diseñada originalmente para la gestión del riesgo de carreteras, se considera que es plenamente utilizable para el propósito de este estudio, ya que los distintos tipos de elementos que puedan estar sometidos a riesgo en las zonas urbanas están previstos en el sistema de valoración.

En síntesis, el método propuesto en la guía RTA (*Roads and Traffic Authority*) resulta de fácil aplicación, y permite averiguar la distancia, medida desde la base de un desmonte, a la que pueden situarse edificaciones o zonas transitables, con una cierta probabilidad de que una piedra no llegue a rebasarla. El empleo de un método de este tipo puede ayudar a reducir los niveles de riesgo, tanto al proyectar nuevas

edificaciones o viales, como cuando se pretende reducir la exposición al riesgo en zonas ya construidas.

Además de calcular el índice ARL (*assessed risk level*) definido en la versión 3.1 de la guía RTA (*Roads and Traffic Authority*), se ha calculado el índice SAS (*Slope attribute score*) de la versión 1 de esa guía, porque ha interesado dejar constancia de los datos específicos de las laderas naturales, y de las obras realizadas en cada caso, para analizar su posible efecto sobre el nivel de riesgo calculado, y para determinar variaciones espaciales o temporales en los criterios utilizados en los proyectos de las obras.

La información obtenida en las hemerotecas digitales, y en las entrevistas realizadas, ha permitido averiguar con suficiente aproximación la frecuencia de los movimientos de ladera. Sin embargo, es conveniente dejar patente que los propietarios o empleados entrevistados son reacios a dar información sobre los accidentes que han tenido y declaran, frecuentemente, que los riesgos son menores a los demostrados por las evidencias. Por su parte, los medios de comunicación publican solamente los daños más espectaculares y evidentes, como los que suponen la interrupción del tráfico en las carreteras más importantes, los que causan víctimas, o los que motivan la intervención de la policía o de los servicios de emergencia, hecho ya observado en Gran Canaria en investigaciones anteriores (Torres *et al.*, 1.992; Mayer, 2.005). En consecuencia, las caídas ocurridas en el interior de las parcelas pueden pasar desapercibidas, salvo que sus daños sean apreciables desde el exterior.

Los datos obtenidos sobre las características de las laderas son muy detallados, porque se basan fundamentalmente en observaciones realizadas *in situ*. Cuando no se ha podido acceder a algún lugar, se han extrapolado datos correspondientes a lugares semejantes, por su proximidad, o por su parecido geotécnico, por lo que los resultados no deberían variar en exceso. Estas dificultades de acceso se han encontrado bien en propiedades particulares, cuando ha sido imposible conseguir los permisos necesarios, o bien en lugares peligrosos, por las fuertes pendientes del terreno o las alturas de los desmontes.

Se ha podido llegar a conclusiones suficientemente válidas sobre los procesos constructivos, y en particular, sobre el uso de explosivos, realizando entrevistas a contratistas y a trabajadores que participaron en las obras. Aunque los datos que se han recabado no han sido pormenorizados para cada parcela, estos han podido inducirse

teniendo en cuenta las indicaciones generales, la observación de las superficies de los taludes, y la existencia, o no, de edificaciones en parcelas colindantes cuando se construyó cada solar.

Para generalizar los resultados obtenidos, asignando valoraciones de riesgo globales a determinadas zonas, o a las obras realizadas en determinados periodos temporales, se podría haber optado, en este trabajo, por comparar las frecuencias correspondientes a los casos con cada nivel de riesgo. Sin embargo, se ha estimado que las frecuencias, por sí mismas, no aportan una estimación precisa de la relevancia del riesgo, ya que las zonas afectadas pueden tener distinta extensión, sin que este hecho se refleje suficientemente en la valoración del riesgo. Por ello, se ha optado por comparar las superficies que presentan cada nivel de riesgo, en cada zona, o en cada intervalo temporal. Para cuantificar las superficies afectadas en los viales, se han sectorizado en tramos con igual riesgo. En las parcelas, se ha supuesto que el riesgo se manifiesta de forma uniforme en toda su superficie, aunque esta suposición no se corresponde exactamente con la realidad, pues para ello habría que contabilizar solamente la superficie realmente afectada en cada parcela. De todas formas, y a pesar de esta simplificación, los resultados alcanzados son más representativos que los que se obtendrían al comparar simplemente las frecuencias correspondientes a cada nivel de riesgo.

Aunque no existe consenso sobre los criterios de aceptación del riesgo por movimientos de laderas, diversos autores consideran umbrales similares a los propuestos por Mignelli *et al.* (2.012), que se indican en la tabla 10.2. Según este autor, son inaceptables los riesgos con probabilidad anual de muerte superior a 10^{-4} .

Riesgo (Nº de muertes/año)	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
-------------------------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Tabla 10.2 Umbrales aceptables de riesgo, según Mignelli *et al.* (2.012: p 1112).
 Los valores aceptables están en la parte verde de la imagen, y los inaceptables en la parte roja.

Por su parte, Stewart *et al.* (2.002) señalan, en una escala de niveles de riesgo (ARL) comprendida entre 1 y 5, que las probabilidades de muerte más frecuentemente asociadas a los niveles de riesgo son 10^{-5} , para ARL3 (nivel medio) y 10^{-4} , para ARL2 (nivel alto).

En determinadas intervenciones para la reducción de riesgos por movimiento de laderas realizadas en Australia, Froese *et al.* (2.005) se han fijado como objetivos la reducción

de los niveles de riesgo ARL1 (nivel muy alto) y ARL2 (nivel alto), para convertirlos en ARL3 (nivel medio) .

Tomando en considerando los criterios mencionados, no deberían admitirse, en la urbanización estudiada, los niveles de riesgo ARL1 (nivel muy alto) y ARL2 (nivel alto). Sin embargo, y como se indicó en los resultados, estos niveles (muy alto y alto) se dan en el 11% de la superficie accesible de la urbanización, es decir en 35 de las 327 parcelas de uso alojativo (11 %).

Stewart *et al.* (2002) proponen un método gráfico (figura 10.1) para determinar la probabilidad de que una roca de pequeñas dimensiones, que caiga desde un desmante, alcance una cierta distancia, medida desde su base. El método fue desarrollado inicialmente basándose en observaciones de campo, y posteriormente fue modificado, considerando los resultados obtenidos al emplear el Colorado Rockfall Simulation Program (CRSP). El método contempla la posible reducción de la distancia obtenida, si se construye una cuneta de recogida de piedras en la base del desmante. Considerando desmontes de gran verticalidad, como los que se realizan en la zona estudiada (80°-85°), si se quiere limitar al 5 % la probabilidad de que una piedra, que caiga de un desmante de una cierta altura, provoque daños, debería preverse una zona de seguridad, inaccesible, en la base del talud, que tenga una anchura equivalente a la mitad de su altura.

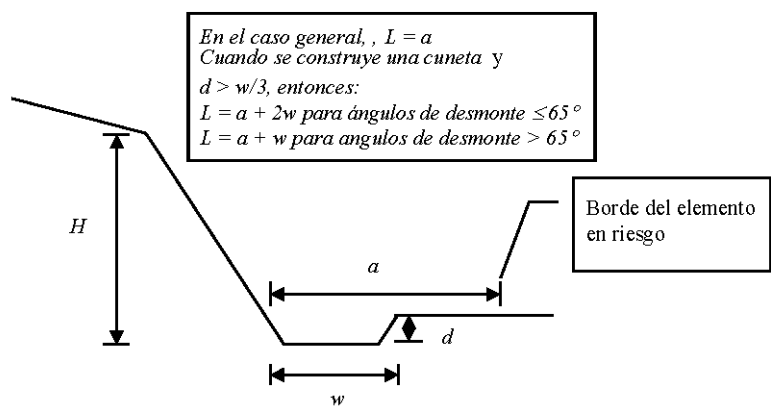
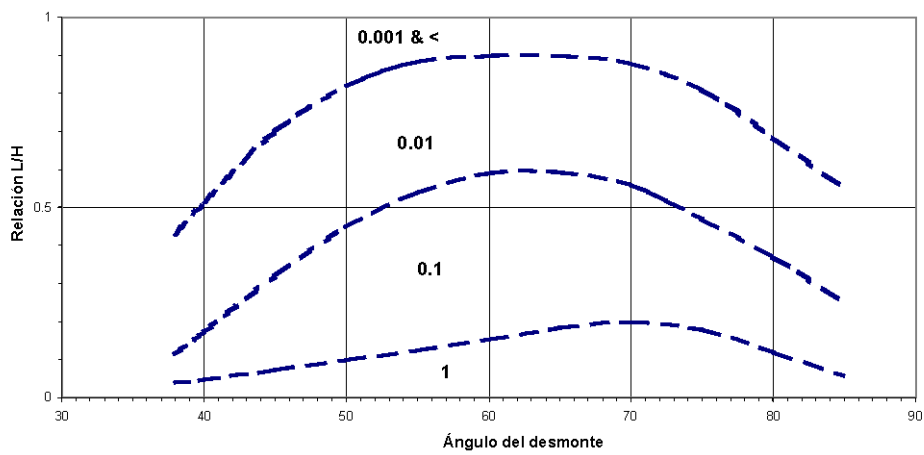


Figura 10.1 Estimación de la probabilidad de que una roca pequeña, tras caer de un desmonte, alcance una cierta distancia horizontal, medida desde la base. Modificado de Stewart, Barnes y Lee (2.002).

Discusión de la metodología seguida para el estudio de la impermeabilización

Según se indicó anteriormente, el proceso de digitalización manual de las coberturas del suelo, empleando mapas muy detallados y ortofotos de alta resolución, ha permitido obtener resultados muy precisos. El grado de impermeabilización se ha podido relacionar con los restantes problemas tratados en esta investigación, al obtenerse las superficies impermeabilizadas correspondientes a las parcelas, a las distintas zonas geomorfológicas, a las fases de la urbanización, y a las bandas equidistantes de la costa, que son también los ámbitos territoriales considerados para el estudio de los otros problemas.

Otras metodologías empleadas para el estudio de la impermeabilización recurren a datos satelitales (Lu *et al.* 2011), sensores aerotransportados (Tong *et al.* , 2014), a cartografía digital (Wu y Thompson, 2013), o combinan simultáneamente varias tecnologías. Los datos procedentes de imágenes obtenidas desde satélites son adecuados para territorios extensos, en los que un trabajo minucioso de digitalización resulta inviable. Aunque estas imágenes no han sido empleadas para estudios a escala detallada, la resolución espacial de las imágenes ha ido aumentando en la última década, y es

probable que en el futuro, puedan serlo. Por su parte, la cartografía digital resulta útil cuando los polígonos correspondientes a las zonas impermeables están bien definidos, geoméricamente, y correctamente clasificados. En la cartografía disponible en Canarias, en la actualidad, los edificios están generalmente bien definidos. Pero en ocasiones, no lo están las zonas ajardinadas o pavimentadas.

Ha resultado conveniente aprovechar los datos que el programa Copernicus (2.012) ofrece sobre la impermeabilización, a nivel europeo, ya que su tratamiento mediante un sistema de información geográfica ha permitido comprobar los resultados obtenidos, y compararlos con los correspondientes a otros ámbitos territoriales.

- **Discusión de la metodología seguida para el estudio de las inundaciones y la calidad de las aguas de baño**

Los problemas relacionados con las inundaciones, y con la contaminación de las aguas de baño, han podido ser estudiados adecuadamente, recurriendo a fuentes de diversos orígenes, para relacionar posteriormente los diferentes datos, que se recopilan en fichas (anexo 2).

La exhaustiva búsqueda de información relacionada con las inundaciones ha permitido caracterizar la problemática, aunque, según se mencionó anteriormente, se ha podido comprobar que los medios de comunicación, no reflejan en todos los casos los incidentes relacionados con las inundaciones, corroborándose, por tanto, lo señalado por Torres *et al.* (1.992) o por Mayer 2.005, entre otros.

Por otra parte, se ha contado con los registros pluviométricos del Consejo Insular de Aguas, correspondientes a una estación radicada, precisamente, en la urbanización estudiada. Los datos constituyen una serie continua de registros diarios, desde 1.949 hasta la actualidad, que han permitido caracterizar con precisión el régimen pluviométrico de la zona. No obstante, dado que los datos refieren solamente la precipitación total diaria, no ha sido posible conocer la intensidad ocurrida en intervalos temporales más reducidos, que sería interesante averiguar, ya que las lluvias que producen mayores daños son las de carácter torrencial.

El mapa de riesgo de inundación realizado en esta tesis, complementa la información aportada por el Consejo Insular de Aguas (2.014) y por RIESGOMAP

(IDECanarias, 2.014b), con las observaciones realizadas durante el trabajo de campo, los datos altimétricos LiDAR, y los datos históricos sobre inundaciones y precipitaciones anteriormente mencionados. Estos datos complementarios son importantes, ya que la escala de los mapas consultados no permite estudiar con suficiente detalle los factores que determinan el riesgo. Los datos históricos han permitido, asimismo, entender mejor los procesos que originan las inundaciones. El estudio pormenorizado de la red de drenaje ha sido también esencial para valorar el riesgo por inundación pluvial, que ha sido poco estudiado en la zona, a pesar de su frecuencia y de la importancia de los daños que se originan.

El documento elaborado por Consejo Insular de Aguas refleja los riesgos de origen fluvial en las zonas urbanas situadas en las proximidades del barranco de Puerto Rico, en un tramo de aproximadamente 1.200 m de longitud, comprendido entre la Avenida de las Palmeras y su desembocadura. Complementariamente, valora las afecciones a la actividad económica, calculando los daños previsibles por medio de los coeficientes propuestos por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (2.013), obteniendo un coste económico de 5.204.670 € para un periodo de retorno de 100 años, y de 7.491.240 € para un periodo de retorno de 500 años.

Por su parte, RIESGOMAP señala los riesgos de inundación fluvial en toda la zona urbana, pero de una manera menos precisa. Es importante señalar, además, que este último mapa representa solamente el riesgo existente en los espacios abiertos, y no el que puedan presentar las edificaciones. Asimismo, se observa en él que diversas zonas, que han sufrido inundaciones, no tienen ningún nivel de riesgo asignado. Estos riesgos sí están señalados en el mapa correspondiente de esta tesis doctoral (mapa 9.7)

Una metodología similar a la adoptada en esta investigación ha sido utilizada por Mayer y Pérez-Chacón (2.006), en su estudio de las inundaciones que se han producido en la zona turística del sur de Gran Canaria, que se ha apoyado también en datos obtenidos en la prensa y en los registros pluviométricos. En un trabajo anterior, Mayer (2.005) abarcó, en su estudio, la totalidad de la isla de Gran Canaria, analizando, además, las situaciones meteorológicas existentes durante las inundaciones.

El análisis de la evolución temporal de la contaminación fecal ha podido realizarse adecuadamente gracias a los datos, correspondientes al periodo comprendido entre el año 2.000 y la actualidad, que han sido proporcionados por el Servicio de Calidad Ambiental de la Consejería de Sanidad del Gobierno de Canarias. Dado que la

toma de muestras para estos análisis no se enfoca a la obtención de los valores pésimos, sino que se realiza según un calendario de periodicidad aproximadamente constante, no ha resultado posible comprobar la existencia de una correlación matemática entre la contaminación y la intensidad de las lluvias, considerándose suficiente una apreciación gráfica, evidente, para corroborar que los vertidos que se originan por las lluvias producen un incremento de la contaminación, por aguas fecales, en las playas.

Dado que los parámetros indicadores de la contaminación fecal de las aguas de baño empleados por el Servicio de Calidad Ambiental se modificaron en el año 2.008, para cumplir con el Real Decreto 1341/2.007, de 11 de octubre, ha resultado útil, para dar continuidad a la serie de datos, la revisión de los indicadores de contaminación realizada por Larrea *et al* (2.013), en la que se citan investigaciones realizadas por diversos autores sobre la proporción *Escherichia coli*/coliformes fecales, en ambientes acuáticos, que varía entre 0,46 y 0,84, dependiendo principalmente de los métodos de ensayo empleados. Finalmente, la relación adoptada ha sido 0'63, que es la propuesta por la *United States Environmental Protection Agency* (Larrea *et al.*, 2.013: p. 7), que está comprendida entre los valores máximos y mínimos citados anteriormente.

O'Shanahan-Roca *et al.* (2.014) han estudiado la calidad de las aguas de baño en playas turísticas del sur de Gran Canaria, en el municipio de San Bartolomé de Tirajana, considerando la influencia de los factores climáticos, aunque no han partido de los registros de precipitaciones, sino de los mapas meteorológicos correspondientes a las fechas de la toma de muestras. También se han encontrado abundantes estudios sobre el efecto de los vertidos de aguas residuales en la calidad de las aguas de baño, como el de O'Shanahan-Roca (1.988), en el municipio de Telde, en Gran Canaria, o el de Tejedor-Junco *et al.* (2.005), también basados en los datos del Servicio de Calidad Ambiental.

10.1.2 Discusión de los resultados y verificación de hipótesis

Tras la discusión de los procedimientos metodológicos utilizados, en este apartado se procede a la interpretación de los resultados obtenidos. El punto de partida fue el objetivo general de la tesis, que se proponía analizar la problemática ambiental de urbanizaciones turísticas costeras ubicadas en desembocaduras de barrancos, conocer su evolución espacio-temporal y determinar las causas que originan los problemas

ambientales más significativos, estudiando para ello el caso de la Urbanización Puerto Rico-Amadores, utilizado como ejemplo de referencia.

Específicamente, se pretendía:

- Analizar la evolución temporal y espacial del proceso de urbanización.
- Caracterizar el modelo territorial resultante
- Determinar la problemática urbanística derivada del modelo territorial
- Evaluar la problemática ambiental causada por la alteración de los procesos físicos naturales
- Plantear las recomendaciones pertinentes para reducir la problemática planteada, o evitarlas en futuras urbanizaciones de nueva planta.

La discusión de los resultados se estructura siguiendo la secuencia planteada en los objetivos. Es decir, en primer lugar se discuten los relativos a la evolución espacio-temporal del proceso de urbanización; en segundo, los correspondientes a la caracterización del modelo territorial; en tercero, los de la problemática urbanística y, finalmente, se afrontan los aspectos relacionados con la problemática ambiental.

10.1.2.1 La evolución temporal y espacial del proceso de urbanización.

El proceso de urbanización estudiado presenta un paralelismo muy marcado con la evolución general de los territorios turísticos, investigada por autores como Galacho y Luque (2.000), en zonas turísticas de la costa mediterránea española, o García (2.014), en las islas Canarias. Estos investigadores explican el crecimiento comprendido entre finales de la década de los años cincuenta del siglo XX y 1.974, como una consecuencia de las políticas desarrollistas, de la disponibilidad de capital, y del incremento de la demanda turística. Según los datos obtenidos durante la investigación, la transformación de Puerto Rico comienza en esta época, aunque tardíamente, con la compra de los terrenos en 1.967, y el comienzo de las obras, en 1.968.

Entre los años 1.975 y 1.982 se produce un descenso de la demanda turística, en un contexto de crisis económica internacional, que frena el desarrollo de nuevas

urbanizaciones turísticas en España. En el proceso urbanístico estudiado, este estancamiento se verifica entre los años 1.977 y 1.980.

A nivel nacional, en el periodo comprendido aproximadamente entre 1.983 y 1.989, se reactiva de nuevo el turismo, y el sector inmobiliario. Entre 1.989 y 1.994, se produce otra crisis internacional, económica y política, que ralentiza la inversión extranjera y el número de turistas. En Puerto Rico-Amadores se produce una paralización de las obras de urbanización entre los años 1.991 y 1.995

Entre los años 1.996 y 2.007 se manifiesta el denominado “tercer boom turístico” favorecido por un nuevo incremento de la demanda turística, y por el afloramiento de capitales no declarados, antes de la implantación del euro (entre otros factores). En Canarias, además, esta etapa de crecimiento se ve potenciada por la disponibilidad de incentivos fiscales (Reserva de Inversiones en Canarias, RIC), la financiación de la Unión Europea, y la necesidad de materializar las autorizaciones turísticas otorgadas antes de la entrada en vigor de la moratoria turística, promulgada por el Gobierno de Canarias. El estancamiento posterior a 2.009 en el desarrollo de nuevas establecimientos turísticos se relaciona con la crisis económica, y con las limitaciones establecidas por dicha moratoria turística.

Según los datos estudiados, la urbanización del barranco de Puerto Rico comienza con la construcción de la playa artificial, las obras marítimas, los equipamientos y los espacios libres situados en el cauce del barranco, en las proximidades de la desembocadura. Posteriormente, se construyen edificaciones de escasa densidad en zonas de baja pendiente situadas en las proximidades del cauce. Cáceres (2.002) señala que este desarrollo inicial responde a un planteamiento urbanístico adecuado, que fue posteriormente alterado, para urbanizar las laderas, las lomas, y los barrancos adyacentes. Sin embargo, en esta investigación se encuentra que la urbanización de las laderas y las lomas se prevé en el proyecto inicial. Este hecho induce a pensar que la buena imagen inicial forma parte de una estrategia para incrementar el valor de los terrenos a urbanizar. Un proceso similar se produce en la urbanización del barranco de Amadores, donde también se crean la playa, las obras marítimas, los equipamientos del paseo peatonal y las zonas ajardinadas, antes de urbanizar los terrenos situados en las zonas más interiores.

Durante la investigación, se constata la existencia, en Puerto Rico, de parcelas alojativas de escasa superficie, que no existen en las fases posteriores de la urbanización. Este hecho denota una estrategia comercializadora inicial dirigida a inversores de menor liquidez. Asimismo, se comprueba que diversos solares, situados en zonas ventajosas –por su situación en la proximidad de la costa, o por sus vistas–, se han mantenido sin edificar hasta fechas muy recientes, después de que hayan sido construidas gran parte de las parcelas que tienen peor localización. Es probable que este hecho guarde relación con una estrategia de especulación del suelo.

Asimismo, en el transcurso del estudio se constatan excavaciones de gran volumen, y altura, en algunas parcelas situadas en las proximidades de los diques de abrigo, que generan un importante impacto visual. Dado que se realizaron al mismo tiempo los diques y estos desmontes, puede presumirse la existencia de una estrategia relacionada, con el aprovechamiento rentable de los materiales extraídos, para su empleo en los rellenos de las obras marítimas. La envergadura de los desmontes puede ser también explicada por la posición privilegiada de los solares.

El examen de los resultados de la investigación sugiere plantear teóricamente el proceso de urbanización como la progresiva ocupación de la desembocadura del barranco de Puerto Rico, sus laderas, los interfluvios que lo delimitan, y los barranquillos adyacentes, para avanzar, por último, hacia su interior, de manera que la pendiente media de los terrenos urbanizados aumenta paulatinamente a medida que se ocupan las laderas.

10.1.2.2 El modelo territorial resultante

El núcleo turístico estudiado surge de forma aislada, sin responder a una planificación territorial de ámbito superior, de manera que ésta y otras urbanizaciones han ido conformando una costa caótica, con su desarrollo anárquico. Las sucesivas fases de la urbanización, se han ido adelantando a unos cambios normativos que, en la práctica, han afectado muy poco al modelo territorial resultante. Además, el propio planeamiento general municipal –que aún no ha sido adaptado a las leyes surgidas en la primera década del siglo XX, que pretenden una ordenación territorial sostenible–, ha tenido buen número de modificaciones “puntuales” para cambiar las ordenanzas específicas de determinadas parcelas. Procesos de similares características han sido

documentados por buen número de autores, como De la Hera (1.998), que trata la evolución del litoral andaluz.

Los indicadores empleados han permitido caracterizar el modelo territorial y, con ello, definir con precisión el objeto de estudio, que corresponde a un núcleo turístico que presenta una morfología muy condicionada por la orografía del terreno y por su situación costera. Su desarrollo ha sido progresivo, así como el de su centro de servicios, que también ha ido creciendo paralelamente, hasta alcanzar una superficie total de 246 ha, una extensión considerable para un núcleo turístico en Canarias. Actualmente, resulta patente la antigüedad de sus primeras zonas urbanizadas, y el proceso de abandono de la actividad turística, que afecta a buena parte de sus establecimientos.

Las características morfológicas del paisaje urbano derivan de un hecho fundamental: el territorio se urbaniza de manera continua, quedando sin transformar, solamente, las zonas más escarpadas e inaccesibles.

La red viaria está formada por viales distribuidores, que discurren a lo largo de los cauces de los barrancos, con aceras y calzadas de mayor ancho que los secundarios. Las calles que serpentean por las laderas tienen una anchura especialmente reducida, un trazado que se adapta a la topografía de los terrenos, y muchas veces terminan en un fondo de saco. A su vez, las características geométricas de estas calles condicionan la forma de las manzanas. El sistema general viario está formado por la carretera GC-500, que discurre paralela a la costa, y por la autopista GC-1, que cruza el barranco de Puerto Rico "sobrevolando" la urbanización, sobre un viaducto. La calle Tomás Roca Bosch, que es la arteria principal que discurre a lo largo del barranco de Puerto Rico, se conecta con esta autopista a través de un ramal que atraviesa la montaña de Amadores, para enlazar con la autopista, en el Barranco del Lechugal. Los viales peatonales se encuentran en las laderas –escaleras que unen calles con trazado paralelo, cuya problemática se discutirá posteriormente–, en las zonas verdes, y a lo largo de la costa, entre las playas de Puerto Rico y Amadores.

Puede observarse que el planeamiento urbanístico ha optado por localizar los parques y los equipamientos en lugares centrales, próximos a las canalizaciones y a las vías distribuidoras que vertebran la urbanización. Aunque esta solución es adecuada

desde el punto de vista funcional, provoca la exposición de estos lugares de uso público a los peligros causados por las inundaciones.

El diseño de las edificaciones turísticas o residenciales, que son las que predominan en las laderas, persigue conseguir buenas vistas, y el soleamiento en las terrazas de cada unidad alojativa. Se comprueba que, para ello, se recurre a tipologías edificatorias específicas (frecuentemente, edificios con múltiples plantas solapadas o módulos escalonados, contruidos sobre bancales), que producen la percepción de un número de plantas superior al máximo que establecen las ordenanzas urbanísticas, y ocupan una superficie de terreno excesiva, en comparación con su superficie construida. A su vez, la adopción de estas tipologías implica problemas de accesibilidad, por las dificultades técnicas que presentan para la instalación de ascensores. El acceso directo a cada apartamento, desde el exterior, aumenta, a su vez, la superficie impermeabilizada en las parcelas.

Los resultados obtenidos permiten comprobar que se ha pretendido maximizar el aprovechamiento de las parcelas que se encuentran en las proximidades de la costa, ya que presentan mayores coeficientes de ocupación y de edificación, y un número superior de plantas que las restantes. Estos incrementos de aprovechamiento han de ser suficientes para compensar el mayor coste de los terrenos, y los gastos adicionales originados por su acondicionamiento, ya que se trata de zonas de acusadas pendientes o prácticamente acantiladas.

Aunque para el cálculo de la densidad bruta actual (que está comprendida entre 147 y 155 h/ha) se ha considerado en este estudio una población total que se obtiene sumando las plazas turísticas, y los habitantes permanentes, siguiendo lo dispuesto por el Reglamento de estándares turísticos (Decreto 1/2.001 de 22 de enero), conviene tener en cuenta que dicha densidad corresponde a una situación de ocupación plena. Sin embargo, para conocer la variación efectiva de la densidad, hay que considerar la fluctuación de la demanda turística. Teniendo en cuenta que el máximo índice censal de ocupación registrado en el Municipio de Mogán, entre Enero de 2.009 y Noviembre de 2.016, se presentó en Julio de 2.016, alcanzando el 80,13 % (Instituto de estadística de Canarias, 2.017), se estima que la densidad bruta efectiva, en dicho mes, fue de 126 h/ha. Por el contrario, si se tiene en cuenta la mínima ocupación registrada – 28,7 %, en mayo de 2.009–, se calcula que la densidad en este mes pudo alcanzar,

aproximadamente, los 99 h/ha. Aunque es importante conocer la densidad máxima, resulta evidente que es importante el conocimiento de las fluctuaciones de este parámetro, para una correcta gestión territorial.

Deben interpretarse los resultados obtenidos en esta investigación, correspondientes a las densidades brutas de cada fase de la urbanización, teniendo en cuenta que las fases con menor densidad (Puerto Rico VI, Puerto Rico VII, Amadores y “Valle de Puerto Rico”) tiene aún solares por edificar, que ocupan una superficie total de 16 ha. Un 42 % de la superficie de estos solares tiene asignado uso residencial, y un 37 %, uso alojativo turístico. Estas densidades aumentarán en el futuro, cuando se edifiquen los solares existentes en ellas.

Al comparar los resultados de los distintos análisis realizados, en esta investigación, sobre la variación espacial de la densidad neta, se observa que su valor aumenta con la cercanía a la costa, mientras que, en dirección perpendicular, en las laderas de los barrancos, se incrementa, a medida que aumenta su distancia al cauce. En las zonas llanas, que se encuentran en las lomas y en el fondo del barranco, los valores de densidad son menores. Aunque la densidad de las parcelas no está limitada directamente por las ordenanzas urbanísticas, lo está indirectamente por el coeficiente de edificabilidad, que sí viene especificado en dichas ordenanzas. No obstante, para una superficie construida determinada, la densidad puede incrementarse, reduciendo el tamaño de las unidades alojativas. Sea cual sea la causa, puede decirse que la densidad es mayor en los lugares con mejores vistas, por su cercanía al mar, o por su situación en las laderas.

Las variaciones históricas de la densidad neta, en la urbanización, podrían ser explicadas por las determinaciones de los sucesivos planes urbanísticos, y por la evolución de los criterios de diseño. El incremento que se produjo desde el comienzo de la urbanización hasta 1.985, puede relacionarse con la progresiva urbanización de las laderas, con edificaciones de mayor densidad que las existentes en el barranco. La estabilización de este parámetro, entre 1.985, y 2.000, puede también ser explicado por la construcción de parcelas, en la fase VI de Puerto Rico, que no alteran la densidad media, y por la inactividad del sector de la construcción. El descenso, desde el año 2.000 a la actualidad, puede estar relacionado con el tipo de establecimiento turístico

que se construye en ese periodo, que es el hotelero, y con la edificación de viviendas residenciales de baja densidad, tipo vivienda unifamiliar en dúplex.

Aunque se han realizado investigaciones que describen las características morfológicas de espacios turísticos, se han encontrado pocos estudios de carácter cuantitativo realizados sobre modelos territoriales urbanos equiparables al realizado en esta investigación, que permitan contextualizar los resultados.

Khim y Zhou (2.012) estudiaron la relación entre los parámetros urbanísticos, las normativas zonales, y los atributos geográficos del territorio, en las parcelas de Morgantown, una población situada en una ladera de Virginia, Estados Unidos de América, y encontraron relaciones claras entre las ordenanzas aplicadas y la morfología urbana resultante. Sin embargo, sus conclusiones no son equiparables a las de esta tesis, al tratarse barrios residenciales situados en un terreno de pendiente poco acusada.

Vera (1.992), al estudiar el proceso de urbanización de Torre Vieja, en la Comunidad Valenciana, encuentra una ocupación territorial que comienza en la costa y se propaga hacia el interior, con edificaciones constituidas en un primer momento por viviendas de una planta y, posteriormente, por bloques de apartamentos. Esta progresiva densificación, y ocupación de lugares más distantes, coincide con la observada en el territorio estudiado en esta tesis.

Cáceres (2.002) estudia exhaustivamente las características del espacio turístico canario, proponiendo su clasificación en varias categorías y fases, según su origen y su evolución. Puerto Rico es clasificado como un núcleo aislado, que se ha ido extendiendo y que se encuentra en la fase 3 (intermedia, previa a la integración en un conjunto de núcleos desarrollados). Esta misma clasificación se otorga a San Agustín, En el término municipal de San Bartolomé de Tirajana. Remarca, el autor, el bajo porcentaje de plazas hoteleras, en la urbanización de Puerto Rico, y su alta densidad.

10.1.2.3. Problemática urbanística derivada del modelo territorial

Las características del modelo territorial de Puerto Rico-Amadores inducen una significativa problemática urbana y ésta, a su vez, genera un tipo de urbanización turística de baja calidad. En líneas generales, incumple buena parte de los estándares que actualmente se exigen para este tipo de instalaciones turísticas. Su examen detallado

pone de manifiesto una clara relación entre la problemática existente, y la ocupación de amplias zonas que deberían haber permanecido sin urbanizar, por los perjuicios paisajísticos, los riesgos, y las disfunciones urbanas que se han originado. Según lo observado, la urbanización de las laderas ha producido dificultades de movilidad, impactos paisajísticos y ha potenciado los riesgos por movimientos de ladera; las edificaciones que se han construido en las lomas dañan la calidad visual del paisaje; la ocupación de los barrancos, tras su encauzamiento, ha supuesto una apropiación de terrenos públicos y ha favorecido las inundaciones; y la ocupación de la zona de servidumbre de protección del Dominio Público Marítimo Terrestre ha aumentado la presión urbanística sobre este espacio público.

Los resultados obtenidos en esta tesis evidencian la necesidad de restablecer el carácter obligatorio de la directriz 112 (Ley 1.9/2.003, de 14 de abril), por los perjuicios que se derivan de su incumplimiento. Esta directriz, que es actualmente una mera recomendación, tras los cambios introducidos por la Ley de Armonización (Ley 14/2.014 de 26 de diciembre), pretende evitar la urbanización de terrenos que sean inadecuados por su topografía, como los que tienen una pendiente superior al 50 %, los perfiles destacados del terreno, o los barrancos. En la Isla de Gran Canaria se sigue incumpliendo esta recomendación en la actualidad, pudiendo citarse como ejemplo que corrobora esta afirmación la canalización del barranco del Veril, en San Bartolomé de Tirajana, para construir en su cauce un parque temático, iniciativa que ha sido aprobada por el Cabildo Insular de Gran Canaria al considerarla “de interés estratégico” (La Provincia, 25 de abril de 2.016). Algunas comunidades autónomas españolas que tienen costa turística también establecen limitaciones a la pendiente máxima que pueda presentar un terreno urbanizable, aunque con criterios dispares: 100 % en Baleares (Ley 6/1.999 de 3 de abril, disp. transitoria 16), 50 % en Valencia (Ley 5/2.014 de 25 de julio, anexo 1), o 20 % en Cataluña (Decreto Legislativo 1/2.010 de 3 de agosto, art. 9). Otras, simplemente aconsejan evitar la urbanización de laderas con pendientes acusadas.

El vigente Plan Insular, en su estrategia para la implantación de productos turísticos en los barrancos del suroeste de la Isla, estipula que han de localizarse las edificaciones para alojamiento “en los zócalos de las laderas laterales” (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004, art. 211.3.e). Según los resultados de esta tesis, es

precisamente, en los “zócalos” de los barrancos estudiados donde se encontrarían las zonas aptas, si se pretendieran urbanizar los terrenos en la actualidad.

Cáceres (2.002) estudió las densidades de los núcleos turísticos canarios, antes de que se desarrollaran los sectores de Amadores y “Valle de Puerto Rico”, encontrando que la densidad de Puerto Rico (216 h/ha) era la mayor de todo del archipiélago Canario. Esta densidad es ligeramente superior a la existente en la actualidad, que esta tesis estima comprendida entre 191 y 205 h/ha. Este ligero descenso, que puede ser debido al proceso de residencialización, no resta gravedad a la concentración poblacional que se produce en esta zona, que es la más antigua del núcleo turístico. Otra referencia interesante es el límite máximo establecido por el Plan Insular (Cabildo de Gran Canaria, 2.004), para nuevas urbanizaciones turísticas en el Litoral del Sur de Gran Canaria, que es de 50 h/ha, cifra que en Puerto Rico-Amadores está ampliamente superada.

Asimismo, resulta excesiva la densidad global del núcleo turístico hallada en esta investigación (aproximadamente 150 h/ha), especialmente al tener en cuenta su previsible incremento cuando se edifiquen los, aproximadamente, 130.000 m² de solares de uso alojativo existentes en el suelo urbano. Además, según lo dispuesto por el Plan de Modernización y mejora de la Costa de Mogán –PMMIC – (Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política Territorial, 2.015), los alojamientos turísticos que se acojan a los incentivos por renovación podrán aumentar, en una planta, su superficie construida. Por lo tanto, la densidad actual se incrementará, a medida que los alojamientos se vayan acogiendo a este incentivo, aunque solamente podrán hacerlo los que tienen actualmente más de 50 m² de superficie de parcela por plaza turística. Este límite, que es el estándar vigente (Decreto 10/2.001, de 22 de enero), es ampliamente superado por el 85,7 % de los establecimientos.

En esta tesis se estudian diversos problemas que afectan a los establecimientos turísticos de la urbanización, que repercuten negativamente en los servicios que ofertan, y en la calidad del paisaje urbano. Además de su excesiva densidad neta, que ha sido mencionada anteriormente, merecen destacarse los relacionados con el proceso de residencialización, su morfología, su situación, su ajardinamiento, la suficiencia de sus piscinas, y su estado de conservación.

El importante número de establecimientos turísticos que han dejado de comercializarse por los canales reconocidos, según los resultados obtenidos en esta investigación, pone de manifiesto la magnitud de un proceso de residencialización que afecta, aproximadamente, al 50 % de los establecimientos. Durante el trabajo de campo, se comprueba que algunas de estas propiedades están ocupadas de forma permanente por personas que trabajan en lugares cercanos, y que otras han pasado a ser segundas residencias. Aunque no se ha podido obtener datos sobre el número de apartamentos que se alquilan directamente por sus propietarios, puede asegurarse, según las consultas realizadas en diversas páginas web de alquiler vacacional, que el porcentaje de plazas alojativas que se ofertan a través de plataformas “P2P” (“*peer to peer*”, término aplicado a la comercialización directa vía internet) es menor que el promedio correspondiente al conjunto de las zonas vacacionales españolas, que asciende al 40 % (Exceltur, 2.015: p. 20).

Las causas del proceso de residencialización deberían ser estudiadas de forma particularizada, considerando las características de los establecimientos, la evolución de la demanda turística, o la creación de otras ofertas más competitivas (Simancas y García, 2.012). No obstante, y según lo observado, puede asegurarse que los establecimientos más afectados son, generalmente, los de menor capacidad, los situados en las fases más antiguas de la urbanización, y especialmente, los menos demandados, por su estado de conservación, por sus características desfasadas, o por su situación (aunque algunos casos se encuentran en zonas privilegiadas). La mayor incidencia de este proceso en los establecimientos de menor capacidad podría estar relacionada con sus dificultades de gestión, con sus mayores costes de mantenimiento, o con la menor capacidad financiera de sus propietarios, para afrontar las crisis turísticas que se han ido sucediendo periódicamente en las Islas. La división horizontal de las fincas puede ser tanto una de las causas que potencian esta evolución, como una de sus consecuencias. Sería conveniente estudiar la existencia de complejos residencializados sin división horizontal, que respondieran a un modelo de negocio basado en el alquiler residencial.

En el transcurso de la investigación se han encontrado problemas relacionados con el proceso de residencialización, que concuerdan con los referidos por otros autores (Simancas y García, 2.013: p 283): proliferación de obras de pequeña reforma exteriores que no guardan uniformidad, con el consiguiente perjuicio estético; escasez de espacios libres y equipamientos, que son necesarios para satisfacer las nuevas necesidades;

existencia de incompatibilidades relacionadas “con las diferentes costumbres, horarios, actividades, actitudes y necesidades de los residentes y los turistas”, etc.

Ha resultado conveniente comparar las características de los establecimientos turísticos, con las determinaciones establecidas, en la actualidad, por la legislación turística y por el planeamiento insular, porque esta comprobación ha dejado patente la escasa calidad de la planta turística, aunque las edificaciones se ajusten a su planeamiento urbanístico, y a las Normas Subsidiarias (Ayuntamiento de Mogán, 1.987), según lo averiguado en esta tesis. Teniendo en cuenta lo prescrito por el Plan Insular (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004), y por el reglamento de estándares turísticos (Decreto 10/2.001 de 22 de enero), se comprueba que ningún establecimiento cumple los requisitos mínimos de ajardinamiento, que solamente el 31 % tiene suficiente superficie de piscina, y que la mayor parte de los hoteles tienen mayor número de plantas que el permitido, especialmente, los situados en las proximidades de la costa.

Según se ha podido constatar, en las laderas se produce un efecto visual de ocupación continua. Una de las razones que motiva esta apariencia, según los resultados de la investigación, es la insuficiente separación de los módulos de apartamentos que se encuentran en cada parcela. Aunque las Normas Subsidiarias (Ayuntamiento de Mogán, 1.987) exigen, cuando un proyecto contempla varios módulos, que tengan una cierta separación vertical entre ellos (equivalente al 20 % de su altura y como mínimo, de tres metros), estas separaciones, que se prescriben para evitar que varios cuerpos independientes parezcan ser un solo edificio de mayores dimensiones, resultan insuficientes para lograrlo, según lo observado. Además, esta escasa separación se solventa generalmente con muros de contención que contribuyen aún más a la apariencia de una planta adicional. El efecto de “sellado” de las laderas se ve acentuado por la adopción de tipologías edificatorias que presentan mayores coeficientes de ocupación, y dan la sensación visual de mayor número de plantas; y por el diseño de los espacios libres privados, ya que estas parcelas están menos ajardinadas y más pavimentadas que las que se encuentran en las zonas llanas de la urbanización. Este tratamiento de las zonas libres de las parcelas produce, asimismo, una mayor impermeabilización del sustrato, aspecto que se discutirá en el apartado 10.1.2.4.

La comprobación de la suficiencia de los equipamientos existentes, tomando como referencia los requisitos que exigidos por el actual Plan Insular (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004, art. 213) y por el Reglamento de Planeamiento (Real Decreto 2159/1.978, de 23 de junio, art. 12), para las nuevas urbanizaciones, ha permitido encontrar que los equipamientos comerciales están sobredimensionados, y que los equipamientos turísticos son insuficientes. Aunque se ha construido recientemente un centro de educación obligatoria, tras un largo periodo de demandas y protestas vecinales (Maspalomas Ahora, 16 de noviembre de 2.011), un edificio de servicios administrativos, y un cuartel de la Guardia Civil, se ha podido comprobar que la población residencial sigue teniendo insuficientes equipamientos culturales y sanitarios. Cáceres Morales (2.002: p.114) encuentra que en los “núcleos desarrollados” escasean los equipamientos que requieren los “centros de servicios” que se desarrollan en ellos (denominación con la que se refiere a la zona urbana destinada al alojamiento del personal de los establecimientos, y a la radicación de empresas auxiliares del sector turístico), aunque valora que el núcleo estudiado está bien dotado de equipamientos turísticos, destacando la existencia del puerto deportivo, y de una amplia oferta comercial. Es conveniente, a este respecto, señalar que esta tesis no ha considerado a los puertos deportivos como equipamientos turísticos, sino como infraestructuras de un sistema general de transporte, dado que existen líneas regulares que lo emplean como base de sus operaciones.

El Plan de Modernización y Mejora de Costa de Mogán –PMMIC- (Consejería de Obras Públicas, Transportes y Política Territorial, 2.015) propone diversas medidas para ampliar la oferta complementaria turística. Sin embargo, según lo observado durante el desarrollo de esta investigación, estas medidas contribuirán a incrementar la ya excesiva oferta comercial, sin ampliar la diversidad de la oferta turística, ni cubrir las necesidades de la población residente. Diversos convenios tramitados a su amparo prevén la construcción de tres grandes centros comerciales: uno de ellos se construirá en un solar que tiene actualmente uso residencial, otro sustituirá un parque acuático que actualmente se encuentra inoperativo, y un tercero, se construirá en una parcela municipal que es usada actualmente como depósito municipal de vehículos. Las asociaciones de comerciantes han intentado, sin éxito, impedir la aprobación de dichos convenios, argumentando el exceso de oferta existente (Canarias Ahora, 26 de abril de 2.017). Por otra parte, el PMMIC permitirá, en los establecimientos alojativos turísticos

que se acojan a los incentivos de renovación, que se instalen equipamientos en los espacios que se encuentran a la altura de la calle, que no tengan actualmente un uso definido (sin establecer como requisito que esos espacios hayan estado previstos en los proyectos originales). Teniendo en cuenta las características y la ubicación de dichos espacios, se considera probable que sean destinados a establecimientos comerciales, contribuyendo a aumentar la masificación de la urbanización, sin solucionar la escasez de otro tipo de equipamientos.

Según las observaciones realizadas durante el trabajo de campo, y las diversas fuentes consultadas, los centros comerciales existentes en el barranco de Puerto Rico se encuentran obsoletos, presentando una imagen saturada de carteles publicitarios, y una cubierta desordenada y caótica, muy visible desde las laderas de la urbanización. Aunque está prevista la rehabilitación de las primeras fases (La Provincia, 18 de septiembre de 2.015), seguirá probablemente sufriendo las inundaciones originadas por su situación, por su diseño, y por las características de la red de drenaje. Asimismo, se percibe un exagerado protagonismo de los anuncios publicitarios en las calles de la urbanización, generando una atmósfera sobrecargada de incitación al consumo, que se considera inadecuada si se pretende conseguir un destino turístico de calidad.

Storino *et al.* (2.012), han diagnosticado los problemas existentes en el núcleo turístico de El Veril, en Gran Canaria. Siguiendo un procedimiento similar al empleado en este trabajo, han comparado algunas de las características del espacio turístico, con los requisitos establecidos por la normativa vigente (Decreto 10/2.001 de 22 de enero), encontrando problemas relacionados con la masificación, la pérdida de identidad territorial, y el envejecimiento de las edificaciones, similares a los que encuentra esta tesis en Puerto Rico-Amadores.

Al tratar conjuntamente los distintos procesos relacionados con la ocupación del litoral que se consideran en esta tesis, se encuentra que las playas artificiales, los centros comerciales, los aparcamientos, los puertos deportivos, y las edificaciones han expoliado la singularidad paisajística de la costa, generando un territorio banal, por su artificialidad, su pérdida de identidad, y su aspecto estandarizado. Incluso las playas artificiales, que constituyen el principal reclamo para los visitantes, tienen una superficie insuficiente para sus potenciales usuarios, y se encuentran sometidas a una fuerte presión comercial, que se manifiesta en la ocupación excesiva de la arena por

hamacas, restaurantes y chiringuitos, superando la capacidad de carga de las playas urbanas, que es de 5 m² por persona, según Roy (2.002: p. 329). Esta percepción es semejante a la mencionada por Pérez-Chacón *et al.* (2.007) o por Mirallave y Pescador (2.004), al tratar en sus publicaciones el efecto de los cambios introducidos por los desarrollos turísticos en el litoral de las islas Canarias.

Los resultados de la investigación permiten afirmar que gran parte de los daños paisajísticos al entorno de la urbanización se producen por previsiones erróneas, descuidos, inversiones económicas insuficientes, o por un escaso control. En las laderas se colocan instalaciones muy perceptibles, por su trazado lineal, como tuberías, o líneas eléctricas aéreas, que probablemente podrían colocarse bajo las aceras de las calles, aunque a costa de un mayor desembolso económico. También se vierten sobre las laderas, y en los barrancos, tierras que proceden de desmontes realizados en las parcelas o en las calles, evitando los costes de transporte hacia un lugar apropiado. Estos vertidos dañan irreversiblemente la distribución de la vegetación, y suponen un peligro porque pueden movilizarse con facilidad, especialmente, cuando llueve. También afean el paisaje las múltiples pistas existentes, que probablemente fueron realizadas durante las obras de urbanización y no llevan actualmente a ningún lugar. Resultan muy visibles, asimismo, los desmontes de gran altura que se realizan, y las mallas que se colocan para mitigar el riesgo de caída de piedras.

Cáceres y Pescador (2.001), en su estudio de los espacios turísticos del sur de Gran Canaria, ponen también de relieve la escasa sensibilidad hacia el paisaje que han tenido las urbanizaciones turísticas, y critican que el diseño de los espacios públicos responda principalmente a las necesidades del tráfico automovilístico.

El análisis del sistema general viario pone de manifiesto que cumple sus requisitos funcionales, aunque genera diversos problemas. El viaducto de la que la autopista GC-1, que atraviesa el barranco de Puerto Rico sobre la zona urbana, fue construido en el año 2.003, y ha producido un importante impacto visual, que se considera incompatible con el uso turístico del territorio, según lo observado en el transcurso de la investigación. A su vez, la carretera GC-500, forma una barrera que interrumpe la continuidad de la urbanización (aunque existen algunas pasarelas, y un paso subterráneo, que atenúan este efecto). A este respecto, conviene señalar que el Plan

Insular (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004: p. 537) propone potenciar el carácter urbano de esta carretera, cuando atraviesa los núcleos turísticos costeros.

Los resultados obtenidos demuestran que el diseño de la trama urbana, condicionado por la morfología del terreno, pretende crear vías de acceso para maximizar la superficie urbanizada. La solución adoptada para las laderas se basa en calles de gran recorrido y poca anchura, terminadas en fondo de saco. Aunque su longitud se explica por la necesidad de dar acceso al mayor número posible de parcelas, sin aumentar excesivamente la pendiente de los viales, puede asegurarse que la escasa sección transversal y el tipo de terminación, sin salida, persiguen, simplemente, reducir los costes de construcción de los viales (limitando la altura de muros y desmontes y reduciendo la superficie a pavimentar), e incrementar la superficie de las parcelas. Estos criterios de diseño generan diversos problemas funcionales, ya que el escaso ancho de la calzada dificulta el paso de los coches que circulan en distinto sentido, espacialmente cuando hay un tercer vehículo aparcado. La circulación de las guaguas es aún más problemática, por sus propias dimensiones, y por el reducido radio de los fondos de saco. A este respecto, conviene señalar que los estándares turísticos vigentes establecen que “sólo se utilizarán fondos de saco cuando sus dimensiones puedan garantizar su permanente fluidez y accesibilidad, con relación al área servida y a las actividades potenciales en la misma, su permanente fluidez y accesibilidad en emergencia” (Decreto 10/2.001, de 22 de enero, art. 14.2.a).

Aunque el número de plazas de aparcamiento contabilizadas en esta investigación demuestra un cumplimiento global de los estándares de planeamiento, se observa que la dotación de algunas zonas es insuficiente. Al contabilizar como plazas de aparcamiento todos los espacios que no se encuentren expresamente prohibidos, éstas se ven incrementadas. Pero ese cómputo total se reduciría si se excluyeran determinadas lugares, cuyo uso actual genera problemas de seguridad o de fluidez en el tráfico rodado. Esta situación se encuentra, por ejemplo, en los viales que tienen un ancho insuficiente, y terminan en fondo de saco, en los que se ha de permitir el tráfico en los dos sentidos, según se ha señalado anteriormente. Sin embargo, resultaría complicado impedir el aparcamiento en estos viales, ya que el número de plazas disponibles disminuiría sustancialmente.

Para acceder a los alojamientos situados en las laderas y en las lomas, los recorridos peatonales por las aceras son largos, y en ocasiones discurren por vías que tienen una pendiente elevada. Para reducir las longitudes de estos recorridos, se cuenta con escaleras que discurren perpendicularmente a los viales de tráfico rodado, pero estas escaleras resultan incómodas, y son impracticables por personas de movilidad reducida. Aunque se han realizado diversas inversiones públicas para mejorar su estado, algunas siguen teniendo problemas en el peldañado, los pavimentos, las barandillas, el ajardinamiento, o la iluminación.

Los problemas de accesibilidad que se encuentran en esta investigación pueden ser relacionados con la ocupación de terrenos de orografía abrupta, y con los criterios adoptados para el diseño de una red viaria que se desarrolla ellos. También pueden relacionarse con la ejecución de la urbanización en una época de escasa sensibilidad social hacia los problemas de las personas discapacitadas, según demuestra la aprobación tardía de la primera normativa que defiende sus derechos (Ley 13/1.982, de 7 de abril). Las actuaciones de adaptación recientes se han realizado en las zonas más transitadas, que se encuentran en las proximidades de las playas y de los centros comerciales. Aunque existen estudios sobre la accesibilidad en los establecimientos turísticos (Sanchiz, 2.000), no se han encontrado investigaciones que ayuden a contextualizar los problemas encontrados en esta tesis, en los espacios públicos exteriores, que afectan al 74 % de la longitud total de los posibles recorridos peatonales que puedan realizarse.

Al examinar los desplazamientos que se realizan en la urbanización, y las características de los espacios públicos, se observa que las vías públicas están diseñadas para favorecer el tráfico automovilístico. Hay que considerar, además, que precisamente, gracias a los automóviles, se ha podido producir la expansión de la urbanización, ocupando un territorio poco adecuado por su orografía. Sin embargo, hoy en día es ampliamente aceptado que tanto el diseño de la trama urbana, como el uso de los espacios públicos, debe dar prioridad a los peatones, para lograr un entorno urbano de calidad, en el que existan espacios de calma, convivencia, ocio, e intercambios de todo tipo, en el que se restrinja el uso de los vehículos privados (Gehl, 2.006). Se considera, según lo observado en esta investigación, que unos criterios de diseño basados en estas premisas, deberían ser especialmente respetados en las urbanizaciones turísticas. Como indicador del cumplimiento de este objetivo, se ha adoptado en esta

tesis la proporción entre espacios viarios de uso exclusivamente peatonal, y la superficie total de la red viaria. Teniendo en cuenta que en la urbanización no existen calles peatonales, que solamente son espacios de uso exclusivamente peatonal los senderos de las zonas verdes y el paseo costero, e incluso contabilizando las aceras como zonas de uso exclusivamente peatonal, el espacio total destinado a los peatones ocupa en 28 % de la superficie total de la red viaria de la urbanización. Este valor es muy inferior al deseable, ya que el Sistema Municipal de Indicadores de Sostenibilidad (Ministerio de Fomento, 2.010), aconseja, como mínimo, valores comprendidos entre el 65 y el 75 %.

Para reducir la dependencia del automóvil, es generalmente aceptado que es necesario potenciar el desplazamiento peatonal, y el uso de otros medios de transporte alternativos, como la bicicleta o el transporte colectivo (Jacobs, 1.973). Sin embargo, las considerables distancias que existen en la urbanización estudiada, desde la playa o desde los equipamientos, hasta los alojamientos, dificulta que los desplazamientos se realicen a pié. Al estudiar específicamente los recorridos desde las playas, se observa que más del 40% de la población se aloja a más de 1.200 m de distancia. Pero hay que tener en cuenta, además, que esos recorridos son siempre ascendentes, llegando a tener que salvarse desniveles que llegan hasta los 180 m. La distancia virtual a la playa, que se define en esta investigación como la distancia en llano en la que se consume la misma energía que se consumiría al recorrer un trayecto inclinado, llega a alcanzar los 4´4 km, en una urbanización orientada al turismo de sol y playa. Los desniveles existentes desincentivan el uso de las bicicletas, y tampoco existen carriles específicos para ellas, ni en las zonas llanas. Es interesante considerar, para valorar estos resultados, que el Sistema Municipal de Indicadores de Sostenibilidad (Ministerio de Fomento, 2.010) propone que más el 80 % de la población resida a menos de 300 m de un carril bici.

En la urbanización no existe transporte público colectivo interno. El transporte interurbano, que la atraviesa, y que en cierta manera podría contribuir a solucionar el problema, tiene 5 paradas para las guaguas que se dirigen hacia el oeste, y 3, para las que se dirigen hacia el este, pero estas paradas se encuentran en las proximidades de la carretera GC-500, y no satisfacen las necesidades de la población, ya que solamente el 14,8 % de los viajeros que llegan desde el este (desde el aeropuerto), se alojan en lugares situados a menos de 300 m de la parada más cercana; mientras que tan sólo el 12´6 % de los viajeros que se dirigen hacia el aeropuerto se alojan a menos de 300 m de

la parada que más les interesa. El Sistema Municipal de Indicadores de Sostenibilidad (Ministerio de Fomento, 2.010) recomienda que más del 80% de la población resida a menos de 300 m de una parada.

Fernández y Parrilla (2.007) han estudiado la movilidad del municipio turístico de Calvià, en Mallorca, con el objetivo de reorientar el desarrollo turístico y local en clave de sostenibilidad, y han propuesto solucionar problemas similares a los encontrados en esta tesis, con intervenciones que contemplan la creación de paseos exclusivos para peatones y biciletas, la transformación del viario y los espacios públicos para calmar el tráfico e incentivar los desplazamientos a pie, y el fomento del transporte público.

10.1.2.4 Problemática ambiental causada por la alteración de los procesos físicos naturales

El modelo de urbanización por el que se optó en la zona estudiada no sólo presenta graves deficiencias en su calidad urbana, sino que también ha generado la alteración de procesos naturales y, con ello, el incremento riesgos naturales inducidos.

Los resultados obtenidos en el estudio de los riesgos por movimiento de ladera ofrecen resultados alarmantes, ya que se encuentran niveles de riesgo inaceptables, muy alto (ARL1) y alto (ARL2), afectando aproximadamente al 11 % de la superficie de las zonas accesibles de la urbanización, o al 16 % del suelo de uso alojativo. Sin embargo, este riesgo no está suficientemente reconocido, ya que ninguno de los instrumentos de planeamiento urbanístico de los sectores urbanizados menciona su existencia, ni establece medidas de mitigación.

El estudio realizado sobre la evolución temporal del riesgo aporta conclusiones muy interesantes, pues permite comprobar que, a medida que ha transcurrido el tiempo, se ha producido un aumento de las alturas de los desmontes para ejecutar las obras, y que los niveles más altos de riesgo predominan en las obras realizadas recientemente, llegando a suponer el 44 % de la superficie urbanizada o edificada entre los años 2.005 y 2.010. Estas zonas se localizan principalmente en Amadores y en la fase denominada “Valle de Puerto Rico”. El progresivo aumento de la altura puede explicarse por la evolución tecnológica, pero resulta obvio que guarda también relación con el aprovechamiento que se persigue de las parcelas y con la disponibilidad de recursos

financieros. Este incremento en la altura de los desmontes origina que los fragmentos líticos, que se desprendan de los taludes, puedan resultar peligrosos por la velocidad que adquieren durante su caída, incluso los de dimensiones reducidas.

En definitiva, el emplazamiento ha resultado ser uno de los factores más decisivos para el riesgo por movimientos de ladera, según las conclusiones obtenidas. Las zonas situadas en laderas acentuadas, o bajo los acantilados costeros, son las que presentan los mayores peligros. Este riesgo se presenta, principalmente, en la “primera fila” colindante con los espacios libres situados en las laderas, ya que la “segunda fila” queda protegida por las obras realizadas en la primera, que actúan como barrera de contención. Mateos y Azañón (2.005) han estudiado los riesgos existentes en diversos núcleos turísticos de Mallorca, que se han desarrollado al pié de la abrupta Sierra de Tramuntana, y han destacado que la exposición es un factor muy significativo, conclusión coincidente con la de esta tesis.

Los materiales geológicos presentes en la zona, y su disposición, permiten desmontes de gran verticalidad, salvo en el caso de los taludes coluviales naturales, o en los artificiales formados por escombros. Pero precisamente en los taludes de estos desmontes, y especialmente cuando llueve, se producen caídas o vuelcos, que se originan por causas diversas (meteorización, descompresión, descalce, fisuración inducida por el uso de explosivos, presiones intersticiales, etc.). Los derrubios de ladera, y los escombros que se han vertido sobre ellas, también se movilizan cuando llueve, siguiendo los cauces de los barranquillos. En muchas ocasiones, las desembocaduras de estos canales de desagüe se encuentran bloqueadas por edificaciones.

Al comprobar la variación de los niveles de riesgo, según la pendiente media original de los terrenos, se observa una tendencia creciente del riesgo a medida que aumenta la pendiente. Este resultado es lógico, ya que a medida que ésta se incrementa es necesario realizar mayores desmontes, propiciando, con ello, que se produzcan más movimientos en las laderas. También se observa que los acantilados costeros presentan mayores niveles de riesgo que las laderas más alejadas de la costa, ya que los materiales en el litoral se encuentran más meteorizados por los efectos de la corrosión marina.

Las medidas mitigadoras adoptadas son, en sí mismas, un indicador de la frecuencia de los movimientos. La mayor parte de las actuaciones estudiadas consisten en la colocación de vallas o redes que puedan detener cantos de reducidas dimensiones,

siempre que no alcancen mucha velocidad. Estas medidas generalmente no se han instalado desde el comienzo, sino que han ido introduciéndose a medida que se van registrando caídas. En las obras realizadas en los últimos años, se ha verificado la instalación de elementos de inmovilización desde la ejecución de las obras. Probablemente, estas actuaciones se deban a la obligatoriedad de incluir estudios geotécnicos en los proyectos de edificaciones, a partir de la publicación del Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2.006, de 17 de marzo). En algunos casos, ha resultado evidente que las medidas fueron infradimensionadas, inadecuadas, y que se ha descuidado su conservación. Por el contrario, se constatan intervenciones realizadas con rigor técnico en algunas parcelas de la urbanización, como la documentada por Lomoschitz (2.008).

Al comparar los mapas de riesgo obtenidos en este trabajo, con los realizados por RIESGOMAP (2.014), (figura 10.2) se aprecian muchas disconformidades. Bastantes parcelas que están situadas bajo laderas de pendiente alta, en las que han sido realizados desmontes de gran altura, aparecen con niveles bajos de riesgo RIESGOMAP; mientras que otras, alejadas de las laderas, protegidas por otras edificaciones y viales interpuestos, en las que no han sido realizados desmontes, aparecen con valores de riesgo y susceptibilidad altos en los citados mapas.

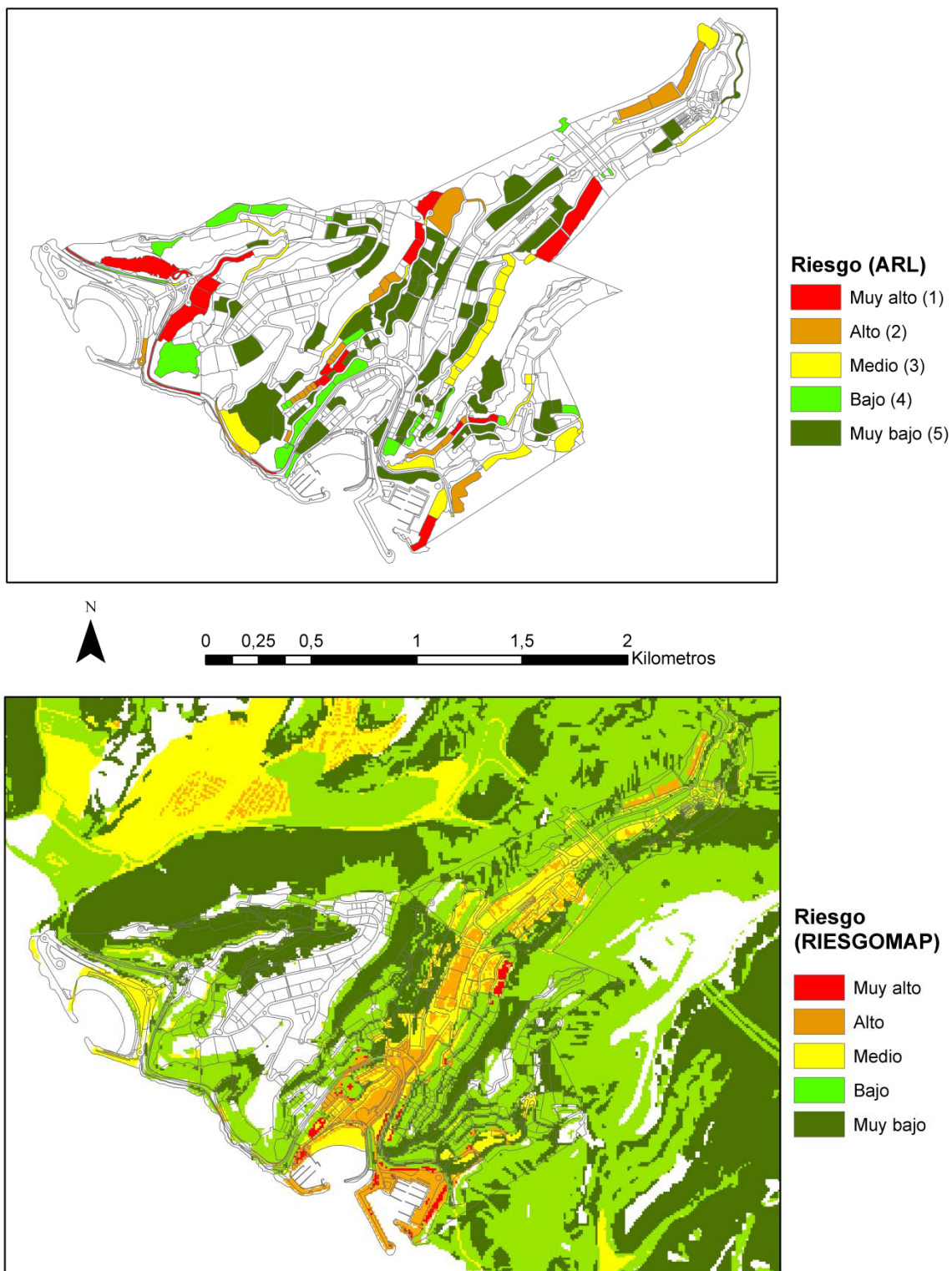


Figura 10.2. Mapa superior: riesgo por movimiento de laderas obtenido en esta investigación.
 Mapa inferior: riesgo existente según RIESGOMAP (2.014)

Se han encontrado diversos ejemplos de urbanizaciones turísticas realizadas en zonas costeras de las Islas Canarias, que puedan ser equiparables a la estudiada, por su emplazamiento o por sus características urbanísticas. Estas urbanizaciones presentan problemas evidentes en sus laderas, constatados recientemente por accidentes que han llegado a causar daños físicos y muertes, por lo que se considera conveniente realizar una valoración más precisa del riesgo existente en ellas.

En la Isla de Gran Canaria, las urbanizaciones de Playa del Cura (figura 10.3), y Taurito (figura 10.4), se han desarrollado en las laderas y en el cauce del tramo final de un barranco, de forma similar a la urbanización estudiada.



Figura 10.3 Playa del Cura (Gran Canaria)

Figura 10.4 Taurito (Gran Canaria)

En la Isla de Tenerife, se han encontrado urbanizaciones turísticas en Mesa del Mar (figura 10.5) y en Santiago del Teide (figura 10.6), situadas al pie de acantilados costeros. En alguna de ellas se han producido muertes por desprendimientos (El Mundo, 5 de octubre de 2.017; La Opinión de Tenerife, 21 de octubre de 2.016).



Figura 10.5 Mesa del Mar (Tenerife). Fuente: MAGRAMA.



Figura 10.6 Santiago del Teide (Tenerife)

Numerosos autores han destacado la importancia de los problemas originados por la impermeabilización de un territorio cuando éste se urbaniza, ya que las alteraciones que se introducen en la dinámica de las vertientes y en el funcionamiento de los sistemas hidrológicos, incrementan la escorrentía, y consecuentemente, la probabilidad de que se produzcan inundaciones (Hodgson, 2003). Asimismo, el coeficiente de impermeabilización del suelo es un indicador de su grado de antropización, usado frecuentemente (Copernicus, 2012). Por ello se consideró fundamental en esta tesis analizar los diferentes aspectos relacionados con este proceso.

Se observa que en el núcleo turístico estudiado se ha ido incrementando la impermeabilización global a medida que ha ido transcurriendo el tiempo. Esta tendencia global resulta más evidente entre los comienzos de la urbanización y el año 1991, ya que el coeficiente global de impermeabilización se ha mantenido prácticamente constante desde entonces. Esta estabilización significa que los terrenos que se han ido urbanizando, con posterioridad a 1991, tienen un grado de impermeabilización similar al que ya tiene la urbanización, en su conjunto. No obstante, hay que tener en cuenta que, con total seguridad, el coeficiente medio aumentará en el futuro, cuando se edifiquen los solares de las últimas fases que aún están vacantes.

Resulta muy significativo, según lo observado en esta investigación, que las características de las parcelas alojativas determinen, en gran medida, la impermeabilización global, ya que estas parcelas, que ocupan solamente el 34 % de la superficie de la urbanización, contienen el 57 % de la superficie total impermeabilizada. Debe también destacarse que la superficie ocupada por pavimentos, en su interior, prácticamente iguala a la superficie de los pavimentos existentes en las zonas públicas, y que coincida, en ellas, la superficie total pavimentada, con la ocupada por edificios.

Resultaría conveniente, por lo tanto, adoptar criterios de diseño que reduzcan la superficie ocupada por pavimentos, o emplear pavimentos más permeables.

Se obtienen interesantes conclusiones al relacionar, a lo largo de los años, el diseño arquitectónico de las parcelas alojativas, con la evolución, en dichas parcelas, de las superficies ocupadas por edificios, y de las pavimentadas. El incremento gradual de la superficie impermeabilizada, desde el comienzo de la urbanización hasta 1.991, se asocia, según los resultados de esta investigación, con la progresiva construcción en las laderas de edificaciones caracterizadas por su mayor ocupación (tipologías “en bancal” o “solapadas”). Aunque las parcelas edificadas, desde ese año, hasta la actualidad, han sido diseñadas con un grado de impermeabilización similar al promedio de las existentes, se aprecia, especialmente después del año 1.999, un aumento de la proporción de superficie pavimentada, a costa de los espacios ajardinados.

Al comparar la primera fase de Puerto Rico, y la desembocadura del barranco de Amadores, con el resto de la urbanización, se aprecian algunas características específicas comunes en ambas zonas, ya que constituyen el comienzo de la urbanización de dos barrancos. Ambas áreas se encuentran bien dotadas de zonas verdes públicas, y están ocupadas por establecimientos que tienen mayor renta de posición, por su proximidad a las playas. Según lo observado en esta tesis, con Amadores se pretendió, en teoría, crear una nueva propuesta, de mayor calidad, como alternativa a la masificación que se produjo en las sucesivas fases de Puerto Rico, originada por la progresiva ocupación de las laderas y las lomas, y por el aumento de la densidad. Estas características comunes, que sugieren una estrategia de creación de espacios de calidad, que atraigan inversores, en el comienzo de la urbanización de cada barranco, se pueden relacionar con los menores coeficientes de impermeabilización que se encuentran en dichas zonas.

Una mayor superficie impermeabilizada, en una parcela alojativa turística, puede asociarse a una menor calidad del establecimiento, ya que ofrece menos superficie natural o ajardinada a los turistas alojados. Según los resultados de la investigación, los establecimientos construidos más recientemente son peores en ese sentido, ya que la relación entre el suelo impermeabilizado y el número de plazas ha variado desde los 19,7 m²/plaza, en 1.974, hasta los 22,1 m²/plaza actuales.

La presión urbanística que se produce en las zonas más cercanas al mar se refleja, según los resultados obtenidos, en el mayor grado de impermeabilización de la

zona comprendida entre los 100 y los 500 metros de distancia a la costa. No obstante, la impermeabilización de éstas se debe más a los pavimentos, que a las edificaciones. Este resultado puede explicarse por las prohibiciones que establece la ley de Costas (Ley 22/1.988 de 28 de julio) a la construcción de edificaciones residenciales en la zona de servidumbre de protección del Dominio Público Marítimo Terrestre, por la existencia de paseos peatonales en las zonas de servidumbre de tránsito, por las dificultades para edificar en una costa acantilada, y por el trazado, paralelo a la costa, de la carretera GC-500, que tiene, asimismo, sus propias zonas de servidumbre.

Teniendo en cuenta los coeficientes de impermeabilización calculados para las distintas zonas geomorfológicas consideradas, así como los correspondientes a cada tipo de uso, dentro de cada una de esas zonas, puede llegarse a la conclusión de que están más impermeabilizadas las parcelas alojativas que colmatan las laderas, y en especial, las que se encuentran a mayor altitud respecto a los cauces. Por el contrario, la mayor impermeabilización de los interfluvios se debe a la práctica inexistencia de parques o espacios libres en ellos.

Ha resultado conveniente, al analizar la variación del coeficiente de impermeabilización de las parcelas alojativas, según la pendiente natural de los terrenos, considerar su situación respecto al límite del espacio urbanizado, ya que se encuentran diferentes pautas, que dependen de su posición. En las parcelas que no colindan con espacios libres, el coeficiente de impermeabilización tiende a aumentar, a medida que lo hace la pendiente, mientras que la tendencia se invierte en las parcelas que limitan con los espacios libres. Esto resultados pueden explicarse por el aprovechamiento que se hace del espacio, según sea público o privado. Durante la construcción de las parcelas que limitan con espacios libres, se realizan desmontes o rellenos que, en ocasiones, ocupan estos espacios, abarcando mayor superficie, a medida que aumenta la pendiente del terreno. Por el contrario, en las parcelas que colindan con otros solares se suele recurrir a la construcción de muros de contención, para ganar más superficie horizontal. Estas superficies horizontales pueden estar impermeabilizadas, o no, mientras que los taludes, generalmente, no lo están.

Al comprobar la impermeabilización que producen las distintas tipologías edificatorias, se encuentra que las parcelas con edificaciones “en bancal” o “solapadas”, que se construyen en laderas, ocupan el 60 % de la superficie de las parcelas alojativas

de la urbanización, y son, además, las que presentan mayor coeficiente de impermeabilización.

Resulta evidente que las determinaciones urbanísticas, relacionadas con la ocupación máxima de una parcela alojativa, o con la superficie mínima a ajardinar, pueden influir en el grado de impermeabilización que presenten dichas parcelas, pero conviene conocer si estas reglamentaciones constituyen una causa directa o, por el contrario, existen otros factores a considerar. Ha resultado interesante comprobar que, efectivamente, pueden relacionarse, en la mayor parte de los sectores, las ordenanzas aplicables, con su grado de impermeabilización. Los menores coeficientes de impermeabilización se encuentran en la mayor parte de los sectores cuyas ordenanzas limitan de manera directa el coeficiente de ocupación, mientras que los mayores grados de impermeabilización se encuentran en las zonas con parcelas que no tienen estas limitaciones directas (aunque la ocupación pueda verse limitada indirectamente por los retranqueos mínimos, la edificabilidad, u otros parámetros urbanísticos). No obstante, existen determinados casos que ofrecen resultados dispares. Uno de ellos es la fase denominada “Valle de Puerto Rico”, un sector que, teniendo limitada directamente la ocupación de las parcelas al 40 %, presenta los mayores coeficientes de impermeabilización encontrados en la urbanización (84 %); el alto grado de impermeabilización, en este sector, se explica por el incumplimiento de la ordenanza que obliga a ajardinar, como mínimo, el 50 % de la superficie no ocupada por edificaciones. Por el contrario, aunque en Amadores no existan limitaciones directas a la ocupación, el diseño adoptado en sus parcelas hace que presenten una impermeabilidad intermedia.

Según los resultados de esta investigación, empleando los datos que ofrece Copernicus (2.012), se verifica que la urbanización estudiada tiene un grado de impermeabilización superior al que presentan otras zonas turísticas, en la misma isla (como Playa del Inglés, San Fernando, Playa del Águila), y muy superior a la zona turística de Marbella, en Málaga; similar a la que presentan algunos barrios tipo “ciudad jardín” españoles, e inferior al de otras ciudades compactas españolas que se comparan. La impermeabilización media de las parcelas estudiadas (80 %), es superior a la que presentan algunas áreas situadas en barrios ajardinados de Calafell, en Tarragona (42 %), aunque similar a otra situada en la Ciudad Jardín de Las Palmas de Gran Canaria (78 %).

Es conveniente señalar que la zona estudiada presenta un grado de impermeabilización global semejante al de algunos barrios tipo “ciudad jardín” gracias a sus zonas ajardinadas públicas, ya que la superficie ocupada por jardines en los espacios privados es muy inferior.

Comparando los resultados de este estudio, con los obtenidos en otros trabajos similares, cabe destacar que (Smith *et al.*, 2.005, p. 242) determinó que en Sheffield (Gran Bretaña), donde predomina la tipología urbanística de “ciudad jardín”, el coeficiente de impermeabilización de sus parcelas oscila entre el 10% y el 60 %, valores que se superan ampliamente en Puerto Rico-Amadores (80 % en las parcelas alojativas, 94 % en las parcelas comerciales). También Wu y Thompson (2.013, p. 40) estudiaron diversos suburbios americanos, en Iowa, encontrando que la impermeabilización global de las zonas urbanizadas se encuentra entre los valores del 12% y el 22%. La impermeabilización de Puerto Rico-Amadores (71%, excluyendo espacios libres, zonas de transición y solares), es también muy superior a estos valores de referencia.

No se han encontrado estudios de impermeabilidad que hayan sido realizados en urbanizaciones específicamente turísticas, a la escala de la parcela, que permitan comparar los resultados obtenidos en este trabajo. Este hecho pone de manifiesto la novedad que aporta, en la escala del estudio, y en los procedimientos utilizados.

Según los datos recopilados en esta investigación, en la urbanización estudiada se producen inundaciones con frecuencia, ya que ocurren, incluso, con lluvias inferiores a 14 mm diarios, precipitaciones que se han registrado en 56 de los 67 años que presentan datos pluviométricos conocidos. Estas precipitaciones pueden llegar a tener carácter torrencial (Marzol, 2.002). Asimismo, se ha constatado que después de los episodios de lluvias intensas no siempre se han ocasionado inundaciones que hayan podido ser verificadas. Este resultado, aparentemente incongruente, puede corresponder a precipitaciones muy repartidas a lo largo del día en que se registran, pero no es posible verificar esta explicación porque los registros disponibles solamente informan de las precipitaciones totales diarias.

Se constata que el riesgo de inundación se ha visto potenciado por factores antrópicos, encontrándose como causas principales la ocupación de lugares peligrosos, la insuficiencia de la canalización del barranco, la práctica inexistencia de una red de drenaje de las aguas pluviales, la falta de limpieza de canalizaciones y sumideros, y los problemas para evacuar las aguas que reciben determinadas parcelas en el transcurso de

las lluvias. Aunque se han realizado recientemente algunas obras para reducir el riesgo, la exposición ha seguido aumentando, ya que se han construido en el último sector urbanizado, “Valle de Puerto Rico”, diversos equipamientos colindantes con la canalización del barranco: un edificio para oficinas y aparcamientos, cuyos sótanos se han situado a una cota menor que la del canal; y la base del Consorcio de Emergencias de Gran Canaria, una instalación muy sensible ya que es la más próxima a las zonas turísticas de Mogán y de San Bartolomé de Tirajana.

Relacionando los resultados obtenidos, se ha podido comprobar que el diseño inadecuado del sistema de alcantarillado agrava los efectos de las inundaciones, al mezclarse las aguas pluviales con las residuales para, finalmente, incrementar la contaminación marina. Según lo observado, cuando la lluvia supera un cierto umbral, la red de aguas residuales recibe aportaciones de agua, que proceden principalmente de las parcelas, ya que no hay sumideros conectados a esta red en las calles. La planta depuradora se desajusta por el incremento de caudal, y por el arrastre de los sedimentos depositados en las tuberías, que elevan la carga orgánica del afluente. Las aguas, insuficientemente depuradas, son vertidas por el emisario, elevando los niveles de contaminación de las aguas de baño. El escaso diámetro de las tuberías de la red de aguas residuales (CEDEX, 2.009: p.75) origina que las obstrucciones se produzcan con mayor facilidad, especialmente si no se realiza una limpieza periódica de los colectores. El incremento del caudal, y las obstrucciones, hace que las tuberías trabajen sometidas a presión, y consecuentemente, se vierten a las calles aguas que salen por las bocas de los pozos de registro, e incluso rebosan los aparatos sanitarios situados en el interior de algunas edificaciones. Las estaciones de bombeo de aguas residuales no están dimensionadas tampoco para este incremento de caudal, y vierten, a través de sus aliviaderos, el caudal que no pueden impulsar hacia la depuradora. Estos vertidos de aguas residuales, y los contaminantes que arrastran las aguas pluviales que discurren sobre las calles (que en general no se lavan periódicamente) contribuyen, asimismo, a elevar la contaminación de las aguas de baño. La situación observada concuerda con la problemática general de las redes unitarias descrita por Suárez *et al* (2.012) y por Mayer (2.005).

Problemas relacionados con las inundaciones, similares a los observados, se han encontrado también en otras urbanizaciones turísticas de la isla de Gran Canaria como, por ejemplo, las situadas en Maspalomas y San Agustín (Mayer y Pérez-Chacón,

2.006), en otros lugares de las islas Canarias, como Lanzarote (Dávila y Torres, 1.995), y Santa Cruz de Tenerife (Marzol, 2.002), o en el conjunto de ellas (Santana, 2.014). En estos estudios se pone de manifiesto el carácter torrencial que las precipitaciones pueden llegar a tener, y las consecuencias que han ocasionado. También han sido estudiada profusamente las inundaciones en las urbanizaciones turísticas de la costa del Levante español (Giménez, 2.006; Camarasa-Belmonte, 2.011; Babinger, 2.010; Vera, 2.010).

La contaminación de las aguas de baño, en las playas de la urbanización, no está siempre asociada a lluvias intensas. Durante los años 2.013 y 2.014, Herrera *et al* (2.015), estudiaron el funcionamiento de la estación depuradora de Puerto Rico, y pudieron relacionar los incrementos que observaron en los niveles de contaminación fecal, correspondientes a siete días en los que no llovió, con fallos en el funcionamiento de la estación depuradora de aguas residuales de Puerto Rico, que se produjeron especialmente durante los fines de semana. Encontraron, asimismo, que la rotura de cualquiera de las plantas que se encuentran situadas en la costa de Mogán incrementa simultáneamente la contaminación de varias playas. Aunque los mencionados autores consideran que estos problemas pueden estar relacionados con el hecho de que la planta esté infradimensionada, en esta tesis se comprueba que su población de cálculo (según datos del Consejo Insular de Aguas) es superior a la población equivalente, obtenida de los cálculos demográficos realizados.

Por su parte, O' Shanahan-Roca *et al* (2.014) han analizado la influencia de los factores climáticos sobre la calidad de las aguas de baño, en las playas de Maspalomas, El Inglés, Las Burras y San Agustín, urbanizaciones turísticas situadas en el sur de Gran Canaria, encontrando también que dichas playas sufren contaminación fecal cuando corren los barrancos durante los temporales.

10.1.2.5. Discusión general

Los resultados obtenidos han puesto de manifiesto que el modelo territorial adoptado, especulativo y expansionista, se ha realizado sin tener en cuenta la escasa capacidad de acogida del territorio ocupado, que ha sido sobrepasada. Se han destruido sus valores naturales, para crear un paisaje banalizado y sin identidad territorial. Este modelo, por sus interferencias con las dinámicas naturales, ha generado problemas que han afectado tanto al medio urbano como a su entorno, potenciando los riesgos naturales, y perjudicando la calidad de vida de los turistas y de los residentes.

El espectacular avance de la ocupación lineal de las costas de las islas Canarias, del 43 % entre 1.987 y 2.011, según Estévez *et al.* (2.016), ha sido en gran medida causado por urbanizaciones turísticas que han producido problemas similares a los estudiados. Este proceso, que no ha podido ser detenido a pesar de las normativas que se han ido desarrollando, es previsible que se vea acelerado por las modificaciones legislativas que se están tramitando en la actualidad, y que tienden a una liberalización del suelo sin precedentes en Canarias.

10.1.2.6 Verificación de hipótesis

La hipótesis de partida consistía en determinar si existe, o no, relación entre el modelo de urbanización turística costera que se ha ejecutado en Puerto Rico-Amadores (Gran Canaria) y la existencia de problemas ambientales relacionados con la calidad del paisaje turístico, la movilidad, la dinámica de vertientes, la impermeabilización del sustrato, las inundaciones, y la contaminación por aguas residuales urbanas. Los resultados obtenidos evidencian la verificación de esta hipótesis y ponen de manifiesto que, contrariando lo que propuso McHarg (2.000) en el siglo pasado, *intervenir en el territorio proyectando con la naturaleza*, en Canarias parece que nos abandonamos a la tendencia de “*construir contra natura*”.

10.2 Recomendaciones

Tomando en consideración los problemas detectados en esta investigación, la normativa vigente, y diversas publicaciones consultadas, se exponen, a continuación, diversas propuestas para las nuevas urbanizaciones que pudieran construirse en ámbitos territoriales equiparables al estudiado. Se plantean, asimismo, algunas sugerencias relacionadas con la gestión de los núcleos turísticos existentes.

10.2.1 Recomendaciones relacionadas con el modelo territorial

- Evitar nuevos desarrollos urbanísticos que produzcan una ocupación intensiva y lineal de la costa.
- Regular los usos, para que el litoral pueda ser disfrutado sin sobrepasar su capacidad de carga, estudiando expresamente la superficie disponible en las playas.
- Acelerar las actuaciones necesarias para recuperar el DPMT ocupado ilegalmente.
- Mantener las limitaciones urbanísticas existentes en la servidumbre de protección, y en la zona de influencia del DPMT.
- Establecer mecanismos para que el suelo privado afectado por la servidumbre de protección del DPMT se incorpore a los espacios libres públicos, por medio de adquisiciones o convenios urbanísticos.
- Modificar la legislación, para reducir la superficie ocupable por servicios de temporada en las playas.
- Impedir la urbanización de zonas sometidas a peligros naturales ocasionados por movimientos de ladera, inundaciones fluviales, o inundaciones costeras. Se deberán realizar, según exigen las Directrices de Ordenación General (Ley 19/2.003 de 14 de abril, directriz 50), estudios de riesgos detallados que avalen su factibilidad.
- Diseñar la urbanización evitando las pautas estandarizadas que se practican generalmente en los núcleos turísticos costeros, adoptando soluciones que permitan apreciar la calidad del paisaje natural, y que consigan una mayor integración topográfica y tipológica con el entorno, mejorando la calidad del paisaje resultante.

- En las urbanizaciones que se desarrollen en los barrancos, preservar su configuración física y su relieve. No se deben canalizar los cauces para ocupar su llanura de inundación natural. En las riberas de los cauces se deben prever espacios libres. Debe respetarse la visión de la línea de cornisa natural de las laderas y del mar.
- Evitar que la urbanización se desarrolle en laderas de pendiente excesiva.
- Devolver su carácter obligatorio a diversas directrices previstas en la Ley 19/2.003 de 14 de abril, que son en la actualidad meras recomendaciones, tras las modificaciones introducidas por la Ley de Armonización y simplificación (Ley 14/2.014 de 26 de diciembre, disposición adicional sexta):
 - Directriz 57: Se debe orientar la planificación “hacia la disminución de la presión urbana e infraestructural en el litoral y su regeneración, recuperación y acondicionamiento para el uso y disfrute públicos”.
 - Directriz 112: El planeamiento urbanístico “Evitará la ocupación por la edificación y la urbanización de los terrenos con pendiente superior al 50%, así como aquellos que afecten a líneas de horizonte o a perfiles destacados del terreno, como lomos, conos, montañas y otros” [...] “Se evitará igualmente la canalización y ocupación del cauce del barranco con rellenos para instalaciones deportivas, jardines, dotaciones u otros.
- Mantener las condiciones de aptitud natural del suelo para su uso turístico, establecidas por el Decreto por el que se regulan los estándares turísticos (Decreto 10/2.001, de 22 de enero, art. 3): “Para poder ser destinados al uso turístico por los instrumentos de planeamiento urbanístico, o contabilizarse en la determinación de los índices de densidad, los terrenos han de tener una aptitud topográfica” [...]” las pendientes han de ser inferiores al 30 por ciento, para el conjunto de la urbanización, o al 15 por ciento para el sistema de espacios libres” [...] “Los cauces de los barrancos, montículos u otros enclaves presentes en el ámbito delimitado para la urbanización turística, con pendientes iguales o superiores a las señaladas en el párrafo anterior, deberán excluirse expresamente del aprovechamiento turístico alojativo”.
- Mantener las disposiciones que establece el PIO de Gran Canaria (Cabildo Insular de Gran Canaria, 2.004) para las urbanizaciones turísticas:

- (art. 211): El número máximo de plantas aplicable, en ausencia de planeamiento, “no será superior a cinco para tipología hotelera y cuatro plantas en cualquier otro caso”
- (Art 212): Superficie mínima de parcela, por plaza turística, de 70 m² en hoteles y 60 m² en apartamentos; densidad bruta máxima de 50 plazas/ha.
- (Art. 213): Reservas para dotaciones y equipamientos deportivos, culturales, sociales y de ocio, de 20 m² de suelo por plaza, con una edificabilidad mínima de 5 m²/plaza.
- (art. 214): Reservas de equipamientos para establecimientos turísticos: superficie mínima ajardinada de 7 m² por plaza alojativa; superficie ajardinada o equipada superior al 50 % de la superficie de la parcela, y superficie de piscina superior a 1 m², por cada plaza alojativa.
- (Art. 217). Para las edificaciones turísticas que se construyan en las laderas de los barrancos:
 - La altura aparente, que se define como la “proyección ortogonal sobre plano vertical, sea cual sea la disposición relativa de sus plantas”, y se limita en función de la anchura del cauce y de la altura de las laderas. En cualquier caso, esta altura “siempre permitirá el reconocimiento de los elementos fundamentales de la geometría del barranco desde cualquier punto de su cauce, especialmente la línea de cornisa” [...]
 - “El desmonte necesario para la integración de la construcción en el terreno no podrá quedar visto una vez haya concluido la intervención en la parcela. Para ello, el corte de mayor cota no podrá superar el nivel del último forjado de piso del edificio” [...].
 - “La distancia vertical entre dos edificaciones será igual a la altura de la mayor de ellas. Dicho espacio deberá estar ajardinado” [...]. La separación horizontal entre edificaciones situadas a la misma cota será también equivalente a la mitad de la longitud de la mayor de ellas.
- Mantener la reserva mínima prevista por el TRLOTCEC (Decreto Legislativo 1/2.000, de 8 de mayo, art. 36): “50 m² de suelo por cada 100 metros cuadrados de edificación, destinada a espacios libres públicos, dotaciones y equipamientos”.
- Rehabilitar los espacios turísticos obsoletos, y mejorar, en general, la mala calidad del paisaje urbano.

- Establecer medidas que incentiven la mejora de la calidad de los establecimientos turísticos, y la recuperación del uso original, en aquellos que hayan pasado a tener carácter residencial, sin que estos incentivos consistan en incrementar el número de plazas, o el equipamiento comercial, incrementos que sin embargo prevé el PMMIC de Costa de Mogán para la zona estudiada (Comunidad Autónoma de Canarias, 2.015).
- Evitar, en los solares, en los espacios libres, y en las zonas de transición al suelo rústico, la realización de desmontes, el vertido de escombros, la circulación de vehículos, el tendido de tuberías sin soterrar y la instalación de líneas aéreas (eléctricas o de telecomunicaciones), por el impacto visual que generan, y por la alteración que producen en la dinámica de vertientes. Evitar, asimismo, la alteración de la flora y la fauna existente. En las zonas afectadas actualmente, deben retirarse o soterrarse las conducciones existentes, restituir el perfil original del terreno, y realizarse plantaciones con vegetación endémica propia de la zona de costa.
- Dotar a la población residente con equipamientos sanitarios y culturales.

10.2.2 Recomendaciones relacionadas con la movilidad y la accesibilidad en los espacios públicos

- En las nuevas urbanizaciones turísticas costeras, se recomienda:
 - Crear paseos marítimos peatonales en la zona de servidumbre de tránsito, diseñados y ejecutados de manera que no generen impactos negativos significativos.
 - Evitar la creación de aparcamientos en la zona de servidumbre de protección.
 - Posibilitar y fomentar los recorridos peatonales paralelos y perpendiculares a la costa.
 - Evitar la construcción de vías con tráfico intenso que discurran paralelas y próximas al litoral, para impedir la formación de barreras que dificulten la movilidad.
 - Evitar el diseño de tramas urbanas demasiado alargadas
 - Evitar el diseño de calles terminadas en fondo de saco
 - Evitar dar a las calles dos sentidos de circulación

- Prever, para cada carril de circulación de vehículos, un ancho mínimo de 3,5 m, en las vías principales, y de 3 m en las vías secundarias. Los aparcamientos “en línea” situados en la vía pública deben tener un ancho de 2,5 m.
- Dar preponderancia al uso peatonal de los espacios públicos
- Potenciar el transporte público
- Crear carriles reservados para los ciclistas
- En las zonas en las que se produce fricción entre el tráfico peatonal y el vehicular, se debe reducir la velocidad de los automóviles a 30 km/h como máximo.
- Diseñar los espacios públicos, de manera que los itinerarios peatonales sean accesibles, según lo prescrito en el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad –DTCBA– (Orden VIV/561/2.010, de 1 de febrero):
 - “a) Discurrirá siempre de manera colindante o adyacente a la línea de fachada o elemento horizontal que materialice físicamente el límite edificado a nivel del suelo.
 - b) En todo su desarrollo poseerá una anchura libre de paso no inferior a 1,80 m, que garantice el giro, cruce y cambio de dirección de las personas independientemente de sus características o modo de desplazamiento.
 - c) En todo su desarrollo poseerá una altura libre de paso no inferior a 2,20 m.
 - d) No presentará escalones aislados ni resaltes.
 - e) Los desniveles serán salvados de acuerdo con las características establecidas en los artículos 14, 15, 16 y 17.
 - f) Su pavimentación reunirá las características definidas en el artículo 11.
 - g) La pendiente transversal máxima será del 2%.
 - h) La pendiente longitudinal máxima será del 6%.
 - i) En todo su desarrollo dispondrá de un nivel mínimo de iluminación de 20 luxes, proyectada de forma homogénea, evitándose el deslumbramiento.
 - j) Dispondrá de una correcta señalización y comunicación”
- Los cruces entre itinerarios peatonales y vehiculares cumplirán las condiciones del capítulo VI del DTCBA, que regula sus características.
- Por lo que se refiere a la gestión y el mantenimiento de las infraestructuras existentes, se recomienda:
 - Establecer limitaciones más estrictas a la velocidad de los vehículos.

- Crear vados peatonales, sustituir pavimentos y adaptar, en general, los elementos que se encuentren en los itinerarios peatonales.
- Realizar un estudio integrado de movilidad que avale la adopción de medidas de mayor calado, entre las que se podrían encontrar:
 - Crear líneas de transporte público interior.
 - Ampliar las aceras, eliminando aparcamientos o carriles para vehículos
 - Peatonalizar determinadas calles

Estas medidas podrían verse obstaculizadas por la necesidad de preservar los dos sentidos de circulación en las abundantes vías que terminan en fondo de saco. La reducción de aparcamientos, y la disminución del espacio viario para automóviles, podrían compensarse con la creación de líneas de transporte público interior.

10.2.3 Recomendaciones relacionadas con los riesgos por movimientos de ladera

- Evitar la urbanización de zonas peligrosas, por medio de la legislación urbanística y de los instrumentos de planeamiento, prohibiendo expresamente las que tengan pendientes medias naturales superiores al 45%.
- Realizar una cartografía precisa sobre la capacidad de acogida de los terrenos para su urbanización, que pudieran ayudar, con fiabilidad, a tomar decisiones relacionadas con la planificación territorial.
- Limitar la altura de los desmontes, en los terrenos cuyas características geotécnicas permitan su realización con gran verticalidad, e imponer una distancia de seguridad, medida desde el pie del desmonte, que defina una zona inaccesible, no edificable. Se proponen en este estudio alturas máximas de desmonte de 20 m y distancias de seguridad equivalentes a la mitad de la altura de los desmontes, en terrenos de características similares a los estudiados.
- En los estudios geotécnicos de los proyectos de construcción, estudiar detalladamente las características adversas, las discontinuidades, y la dinámica de las vertientes, para diseñar la geometría del desmonte, las correcciones de drenaje, y los sistemas de estabilización o contención a instalar.

- Intensificar la vigilancia para impedir el vertido, sobre las laderas, de escombros procedentes de las obras.
- Instalar los sistemas de contención y estabilización que sean precisos en todos los lugares que presenten riesgos, para reducirlos hasta niveles aceptables.
- Establecer un programa de mantenimiento de los sistemas de contención y estabilización instalados.

10.2.4 Recomendaciones relacionadas con la impermeabilización del sustrato

- Sería recomendable que la legislación y los instrumentos de planeamiento urbanísticos establecieran valores máximos de coeficientes de impermeabilización, tanto en los espacios públicos como en los privados.
- Limitar el coeficiente de ocupación por la edificación a un valor máximo de 0,4 m²/m², para todo tipo de edificaciones, en los espacios privados.
- Limitar la superficie de pavimentos exteriores que puedan construirse en las parcelas, estableciendo un coeficiente máximo de impermeabilización por pavimentación de 0,2 m²/m².
- Emplear pavimentos permeables en las zonas peatonales (pavimentos continuos de mezcla porosa, pavimentos de bloques con huecos, u otros tipos que cumplan una función similar).

10.2.5 Recomendaciones relacionadas con el drenaje y con la calidad de las aguas de baño

- **Inundaciones fluviales**
 - Comprobar el funcionamiento hidrológico del cauce y de las zonas inundables, empleando un modelo de simulación numérica adecuado, considerando la avenida correspondiente un periodo de retorno de 500 años.
 - En los nuevos desarrollos urbanísticos, impedir el uso residencial del suelo en los lugares que puedan verse afectados, por su cota, por la avenida con periodo de retorno de 100 años. Se evitará, asimismo, el establecimiento en dichas zonas de o equipamientos sensibles o servicios públicos esenciales.

- Evitar, en zonas suelo urbano que puedan verse afectadas por la avenida de 100 años, que las nuevas edificaciones tengan sótanos. Se estudiará su estabilidad estructural, teniendo en cuenta la carga sólida transportada por el agua, y la existencia de vías de evacuación. Prohibir en estas zonas nuevos centros sanitarios, escolares, asistenciales, deportivos, comerciales, o instalaciones de protección civil (Real Decreto 638/2.016, de 9 de diciembre)
 - Aumentar la sección hidráulica del cauce, ampliando las obras de drenaje transversal, o recreciendo los muros de la canalización, en las zonas que lo precisen.
 - Prohibir que se realicen vertidos de escombros y materiales desmontados en la cabecera de los barranquillos de escaso desarrollo, como ha ocurrido en barranquillo de Agua de La Perra, en la zona estudiada.
 - Realizar las actuaciones necesarias para evitar que las nuevas obras de la urbanización contribuyan a la erosión y al transporte de sedimentos hacia el cauce.
- **Saneariamiento y drenaje urbano**
 - Estudiar la viabilidad de construir una red de drenaje separativa, que incorpore las aguas pluviales recogidas en las parcelas y en las calles.
 - Considerar, para el cálculo de caudales, las precipitaciones correspondientes a un periodo de retorno de 25 años.
 - Emplear solamente tuberías de diámetro superior a 300 mm en los colectores, para evitar obstrucciones (CEDEX, 2.009).
 - Por medio de cunetas, captar las aguas y los sedimentos coluviales que proceden de las laderas, para evitar que lleguen a las calles o a las parcelas. Si los caudales se incorporan a colectores, separar previamente los elementos sólidos empleando decantadores.
 - Calcular adecuadamente el número necesario de sumideros, teniendo en cuenta su capacidad de captación, y colocarlos en los lugares más apropiados.
 - En las calles próximas al cauce, construir sumideros que desagüen directamente al canal.
 - Impedir que las aguas que discurren por las calles penetren en las parcelas que presentan zonas deprimidas, instalando sumideros en los lugares necesarios.

- Mejorar el sistema de drenaje interno de las parcelas que presentan mayor riesgo de inundación.
 - Estudiar la conveniencia de construir tanques de tormenta, en los aliviaderos de las estaciones de bombeo, para controlar el caudal vertido. Si es necesario, construir, además, un depósito laminador en la estación depuradora de aguas residuales, para asegurar el tiempo de retención hidráulica necesario en el reactor.
 - Dotar a las estaciones de bombeo con grupos electrógenos automáticos
 - Trasladar las estaciones transformadoras situadas en zonas inundables.
- **Actuaciones de gestión y control**
 - Evitar que sean vertidas, desde las parcelas, aguas pluviales a la red de aguas residuales. Para ello, realizar, inspecciones para comprobar el sistema de saneamiento de las parcelas.
 - Establecer un programa de limpieza periódica del canal, los colectores, y los imbornales.
 - Limpiar las calles con agua, periódicamente.
 - Establecer un programa de inspección externo, para controlar el funcionamiento de la planta depuradora, que informe directamente al organismo regulador (Consejo Insular de Aguas de Gran Canaria).
 - Completar el control periódico de la calidad de las aguas de baño que lleva a cabo en Canarias el Servicio de Sanidad Ambiental, tomando muestras adicionales durante los episodios de lluvias intensas.

10.3 Conclusiones

10.3.1 Conclusiones generales

El modelo territorial de la urbanización de Puerto Rico-Amadores, que ha respetado la legislación y el planeamiento vigentes durante su desarrollo, ha pretendido aprovechar al máximo las rentas de posición relacionadas con la proximidad al mar, las vistas, y el soleamiento de los establecimientos turísticos, y guarda, por lo tanto, una estrecha relación con las características geomorfológicas del emplazamiento. Para ello, se han urbanizado cauces de barrancos, laderas y lomas, dejando libres solamente los

escarpes inaccesibles, y se han proyectado edificaciones con parámetros urbanísticos desproporcionados, en lo referente a la ocupación, a la superficie construida, al número de plantas aparentes, y a la densidad. Esta estrategia se manifiesta, de manera más intensa, en las proximidades de la costa.

El planeamiento urbanístico ha considerado el territorio como un mero soporte de la infraestructura turística, y ha desaprovechado su calidad paisajística, que es su principal elemento diferenciador. El resultado de este planteamiento es un panorama banalizado, en el que predominan las parcelas alojativas, excesivamente ocupadas por edificios y pavimentos, y escasamente ajardinadas. Destaca, asimismo, el viaducto de la autopista GC-1, que genera un importante impacto visual, y una patente pérdida de naturalidad de la costa, afectada por las obras marítimas y las playas artificiales. También ha sido dañada, de manera innecesaria, la calidad paisajística del territorio circundante.

La mayor parte de la urbanización se ha desarrollado en terrenos inadecuados, por su peligrosidad, por los daños paisajísticos que se han originado, o por los perjuicios que se han producido en las zonas de dominio público.

Las características de las obras realizadas, y su deficiente mantenimiento, han potenciado los riesgos derivados de la ocupación de lugares peligrosos.

10.3.2 Conclusiones específicas

- **Evolución histórica**

- En el proceso de urbanización se distinguen tres fases: entre el año 1.968 y 1.972 comienza por la desembocadura del barranco de Puerto Rico; entre 1972 y 1990 se extiende hacia el interior del cauce, las laderas del barranco, la loma de Amadores y el barranquillo de Agua de La Perra; por último, entre los años 2000 y 2008, prosigue en el barranquillo de Agua de la Perra, en el barranquillo de Amadores y en “Valle de Puerto Rico”, la zona más alejada de la costa

- **El Marco jurídico y el planeamiento**

- En la evolución de la legislación que ha regulado la urbanización, se distinguen tres etapas: la primera, anterior al año 1.995, con un planteamiento desarrollista; la segunda, entre los años 1.995 y 2.009, en la que prevalecen criterios de

sostenibilidad; y la tercera, entre 2.009 y la actualidad, que ha supuesto una involución.

- La ejecución de la urbanización no se ha visto afectada por la legislación que regula la transformación del suelo para su uso turístico, ya que los proyectos habían sido aprobados con anterioridad a la entrada en vigor de dichas leyes.

- **Usos del suelo**

- En relación a la superficie total urbanizada, es predominante el uso alojativo exclusivamente turístico, ya que ocupa el 28,2 %. La superficie destinada a alojamientos total o parcialmente residenciales supone el 17,9 %, la red viaria el 21,1 %, los espacios libres el 13,6 %, el equipamiento comercial el 2,8 %, y el resto de equipamientos el 4 %. Quedan solares por edificar, que representan el 7,4 % de la superficie total
- El centro de servicios del núcleo turístico, donde se localizan parcelas residenciales, industriales y equipamientos destinados a la población permanente, ocupa el 19 % de la superficie total urbanizada, y se localiza en el barranco de Puerto Rico, en la zona más alejada de la costa del espacio urbanizado.
- Aunque, en general, los equipamientos son insuficientes, la superficie del equipamiento comercial es superior a la necesaria.

- **Inadecuación del emplazamiento**

- Los equipamientos y los parques se localizan predominantemente en las llanuras de inundación de los cauces de los barrancos de Puerto Rico y Amadores.
- La pendiente media natural del terreno de las parcelas construidas ha ido aumentando desde el comienzo de la urbanización, hasta llegar al 44% actual. Esta pendiente es mayor en las zonas más cercanas a la costa.
- La normativa actual desaconsejaría o prohibiría edificar el 69,6 % de la superficie total ocupada por las edificaciones existentes, por los problemas paisajísticos que origina la ocupación de laderas o lomas, por los riesgos que supone la ocupación de los cauces, o por la necesaria defensa del dominio público frente a la presión urbanística.
- De manera taxativa, la legislación vigente prohibiría construir el 51 % de la superficie de las edificaciones existentes, por ocupar la servidumbre de protección

del Dominio Público Marítimo Terrestre o por tratarse de edificaciones alojativas turísticas en terrenos con pendiente superior al 30 %.

- Las zonas que resultarían aptas para su urbanización se localizan en la parte baja de las laderas y en las zonas no inundables del fondo de los barrancos.

- **Excesiva densidad**

- De las 36.163 plazas turísticas creadas, se ha pasado a una oferta actual comprendida entre 28.074 y 26.137.
- En el año 2.016, residen en Puerto Rico 4.005 personas, y en Valle de puerto Rico, 2.116.
- La densidad bruta del conjunto de la urbanización (comprendida entre 147 y 155 h/ha) supera el parámetro máximo permitido para los núcleos turísticos (50 h/ha). Las zonas más densas se encuentran en las laderas próximas a la desembocadura del barranco de Puerto Rico, que sobrepasan los 321 h/ha.
- La densidad neta media ha ido variando irregularmente hasta llegar a los 29 m²/persona actuales, pero aumentará cuando se edifiquen las parcelas que quedan por edificar.
- Las parcelas con menor densidad neta se encuentran en zonas llanas. Las mayores densidades se localizan en las propiedades situadas en las proximidades de la costa, y en las laderas (particularmente en sus zonas altas).
- En el 86 % de las parcelas turísticas se sobrepasa el número máximo de plazas turísticas que corresponden a su superficie (valor estipulado mínimo: 50 m² de parcela por plaza turística). Las parcelas turísticas con mayor densidad se encuentran en las laderas próximas a la desembocadura del barranco de Puerto Rico (23,5-25,4 m²/persona), y las de menor densidad se localizan en Amadores. La densidad media global de estas parcelas turísticas es de 38,4 m²/persona.

- **Problemas derivados de la morfología edificatoria: excesiva ocupación, altura y visibilidad**

- La superficie edificada en las parcelas alojativas del núcleo turístico es excesiva, e incompatible con las limitaciones a la densidad establecidas por la normativa vigente.
- El conjunto de la urbanización tiene un coeficiente de edificación de 0,44 m²/m², y un coeficiente de ocupación de 0,25 m²/m².

- El número medio de plantas ha ido aumentando desde el comienzo de la urbanización, hasta la actualidad. Mientras que el coeficiente medio de ocupación de las parcelas alojativas (residenciales o turísticas) se ha mantenido aproximadamente constante en todo momento, en torno a $0,4 \text{ m}^2/\text{m}^2$, el coeficiente de edificación ha ido creciendo, aunque de forma irregular, hasta llegar al valor máximo actual de $0,73 \text{ m}^2/\text{m}^2$.
- En las parcelas situadas en las laderas, los mayores coeficientes de ocupación ($0,42 \text{ m}^2/\text{m}^2$) y el mayor número de plantas aparentes (4,0) se encuentran en la parte alta, en la que predominan las tipologías edificatorias de cimentación escalonada. En los acantilados costeros se encuentran los mayores coeficientes de edificación ($1,15 \text{ m}^2/\text{m}^2$) y el mayor número de plantas aparentes (4,7).
- Las parcelas situadas en las laderas del tramo final del barranco de Puerto Rico son las que presentan mayor volumen construido, en relación a superficie
- **Grado de cumplimiento de los parámetros previstos por el propio planeamiento urbanístico**
 - A pesar de la excesiva densidad observada, La superficie edificable planeada no se ha superado en Puerto Rico, en Amadores, ni en la fase denominada “Valle de Puerto Rico”. Concretamente, en Puerto Rico, la superficie efectivamente construida supone un 73 % de la prevista. Quedan aún solares de uso alojativo por edificar en Amadores (1,3 ha), en Puerto Rico (2,8 ha), y en Valle de Puerto Rico (8,5 ha).
 - La capacidad de alojamiento existente en Puerto Rico (32.955 personas) es muy superior a la presumida en su proyecto (18.500 personas).
- **Problemas de las playas**
 - Se supera ampliamente la capacidad de carga de las playas
 - Las playas están excesivamente ocupadas por hamacas, y por establecimientos de restauración.
- **El deterioro de los espacios no edificados**
 - El 21 % de la superficie de los espacios no integrados en la trama urbana ha sufrido degradaciones graves por desmontes, vertidos de tierras o apertura de pistas.

- Se han colocado sobre el terreno numerosas tuberías y líneas eléctricas aéreas que perjudican la calidad visual del paisaje.
- Solamente mantiene su aspecto natural el 36 % de la superficie de los solares existentes.
- **La escasa calidad de los establecimientos turísticos**
 - El 76,7 % de los establecimientos que fueron construidos para uso turístico no cuentan con los 7 m² de jardines, por plaza alojativa exigibles. Las parcelas menos dotadas se encuentran en las fases II, III y VII de Puerto Rico.
 - En el núcleo turístico, ninguna parcela cumple la proporción mínima de superficie ajardinada requerida (50 %). Las parcelas con menor deficiencia (34-48 % de ajardinamiento) se localizan en el fondo del barranco de Puerto Rico (entre la carretera GC500 y la costa), y en la zona más llana de la montaña de Amadores.
 - El 20 % de los establecimientos carece de piscina, y el 68,8 % incumple el requisito mínimo de 1 m² de lámina de agua por plaza alojativa. En este sentido, la fase mejor dotada es la de Amadores.
 - El número máximo de plantas aparentes establecido para los establecimientos turísticos (cinco para hoteles y cuatro para apartamentos) es superado por el 53 % de los hoteles, y por el 16 % de los edificios de apartamentos. Estas construcciones con excesivo número de plantas se localizan predominantemente en las proximidades de la costa, y en las laderas.
- **Envejecimiento, pérdida de calidad y residencialización del espacio turístico.**
 - Los edificios alojativos se enfrentan a problemas ocasionados por su antigüedad, ya que el 19 % tienen más de 40 años; el 25 %, entre 30 y 40 años; y el 10 %, entre 20 y 30 años.
 - En la actualidad, aproximadamente la mitad de los establecimientos turísticos ha dejado de comercializar sus plazas. Estos establecimientos ocupan el 30 % del suelo de uso alojativo turístico existente. El cambio de uso ha afectado principalmente a los establecimientos de menor capacidad, y a los más antiguos.
 - Con objeto de detener esta tendencia y mejorar la calidad de la oferta alojativa, la legislación vigente incentiva la renovación, o la sustitución de los establecimientos, permitiéndoles incrementar el número de plazas turísticas, y la superficie edificada.
 - La mayor parte de los centros comerciales están obsoletos, y necesitan reformas.

- **Dificultades para la movilidad y la accesibilidad**

- Las calles que discurren por las laderas tienen aceras y calzadas demasiado estrechas. Al terminar muchas de estas vías formando un fondo de saco, la circulación de los vehículos resulta difícil.
- El espacio destinado al tráfico motorizado es excesivo, en comparación con el reservado para los peatones.
- Los desplazamientos peatonales se ven dificultados por las pendientes de los recorridos, y por las escaleras
- Las distancias que han de recorrer los peatones para llegar a los lugares más demandados son excesivas, especialmente si se tienen en cuenta los desniveles que han de salvar. La energía que consume una persona para llegar, caminando, desde la playa a la parcela alojativa más distante, equivale a la que gastaría caminando 4,4 km, en llano.
- No hay transporte público colectivo en la urbanización, y las distancias que los peatones han de recorrer para llegar a las paradas de guaguas interurbanas son excesivas, ya que tan sólo el 14'8% de la población reside a menos de 300 m de una de estas paradas.
- Tan sólo el 26% de la longitud de los posibles recorridos peatonales cumple los requisitos de accesibilidad relacionados con la anchura libre y la pendiente máxima.

- **Riesgo por movimientos de ladera**

- El riesgo por movimientos de ladera es muy elevado, ya que presenta niveles inaceptables en el 11% de la superficie urbanizada. La frecuencia de las caídas aumenta durante las temporadas de lluvias.
- Se ha constatado la movilización de bloques de hasta 12 t. Algunos fragmentos líticos pequeños pueden resultar también peligrosos por la altura de sus caídas.
- Aunque las situaciones de riesgo se producen en muchas zonas de la urbanización, son más frecuentes en las proximidades de la costa.
- El riesgo se ve acentuado por la ocupación de terrenos situados en laderas de fuerte pendiente, en la base de las vertientes; o en los cauces de los barranquillos, que constituyen las trayectorias que siguen con mayor frecuencia los derrubios cuando se movilizan.

- Los materiales procedentes de desmontes o residuos de construcción, que se vierten sobre las laderas, resultan muy peligrosos. Se ha verificado la socavación de la cimentación de un muro cimentados sobre materiales de este origen.
- El problema se ha agravado en los últimos años. El 44 % de la superficie edificada o urbanizada entre los años 2005 y 2010 está sometida a riesgos intolerables. Esta tendencia se relaciona con el progresivo aumento de la altura de los desmontes, y por la tendencia al incremento de la pendiente natural de las laderas que están siendo ocupadas.
- Los riesgos intolerables se presentan principalmente cuando las pendientes superan el 45 %.
- Los niveles de riesgo inaceptables se presentan principalmente cuando las alturas de los desmontes superan los 20 m. En las laderas que han sido desmontadas empleando explosivos se producen caídas con más frecuencia
- En algunos lugares, las medidas preventivas no existen, y en otros, son insuficientes.
- Salvo algunas excepciones, la mayor parte de las personas expuestas al riesgo opinan que dicho riesgo no existe.
- **La excesiva impermeabilización del sustrato**
 - El núcleo turístico estudiado se encuentra más impermeabilizado que otras zonas turísticas de Gran Canaria situadas en terrenos más llanos (66% de su superficie).
 - En todo momento, desde el comienzo de la urbanización, la superficie total pavimentada ha duplicado, aproximadamente, a la superficie ocupada por edificios.
 - El coeficiente de impermeabilización medio de las parcelas ha ido aumentando, desde el comienzo de la urbanización, hasta 1987, y se ha mantenido prácticamente constante desde entonces.
 - En las parcelas alojativas, la superficie pavimentada prácticamente iguala a la superficie ocupada.
 - Están más impermeabilizadas las zonas más próximas a la costa.
 - ⊖ Es mayor el coeficiente de impermeabilización de las parcelas que tienen mayor pendiente natural
 - Están más impermeabilizadas las parcelas que tienen edificios construidos en banales, o construcciones con cimentaciones escalonadas.

- **Inundaciones y contaminación de las aguas de baño**
 - El barranco de Puerto Rico ha sido canalizado, para permitir la ocupación de su llanura de inundación. Las dimensiones de la canalización son insuficientes, y se ha desbordado repetidamente. La falta de mantenimiento del cauce agrava la situación
 - Aunque se han realizado, recientemente, obras para eliminar algunos estrechamientos en el canal, se han seguido construyendo equipamientos adyacentes.
 - La red de aguas pluviales es prácticamente inexistente. Tan solo en la última fase de la urbanización (“Valle de Puerto Rico”) se ha diseñado una red separativa, dotada de acometidas de aguas pluviales para las parcelas.
 - Algunas parcelas sufren inundaciones por problemas de drenaje interno.
 - La red de aguas residuales está infradimensionada, y se colapsa cuando recibe aguas pluviales procedentes de las parcelas. El flujo de aguas residuales, que son elevadas por estaciones de bombeo hasta la planta depuradora, aumenta excesivamente cuando llueve, colapsando el sistema por falta de capacidad, y se producen vertidos de aguas que contienen contaminantes fecales a través de las bocas de los pozos de registro, de los aliviaderos de las estaciones de bombeo, e incluso, a través de aparatos sanitarios situados en el interior de algunas edificaciones.
 - El mantenimiento de la red de alcantarillado es deficiente
 - Cuando ocurren precipitaciones importantes, aumenta el nivel de contaminación fecal de las aguas de baño.
 - La planta depuradora funciona de manera incorrecta con frecuencia, por causas que no están relacionadas con las lluvias, originando vertidos de aguas que no cumplen los parámetros exigibles, a través de su emisario submarino. También se han detectado vertidos de lodos de depuración.
 - Solamente ha llegado a prohibirse el baño en la playa de Puerto Rico, por incumplimiento de la legislación aplicable, en una ocasión.

10.4 Perspectivas de la investigación

En el transcurso de la investigación han surgido múltiples interrogantes, que no han podido ser resueltos por diversas circunstancias, como el carácter académico de la investigación; los recursos, el tiempo o los datos disponibles; el ámbito territorial estudiado, o la necesaria perspectiva histórica para abordar determinadas cuestiones, aspecto que podrán acometerse en el futuro.

Se sugieren, a continuación, algunas líneas de investigación que podrían contribuir a profundizar en el conocimiento de los problemas detectados en esta tesis, a contextualizarlos, y a comprobar su evolución. Asimismo, se plantean otras posibles indagaciones que podrían poner de manifiesto la existencia, y la importancia, de otros conflictos que no hayan sido abordados.

- Desde un punto de vista metodológico, sería conveniente estudiar otras urbanizaciones turísticas, aplicando la sistemática diseñada para este estudio, para comparar sus resultados.
- Sería interesante, en el futuro:
 - Examinar la evolución del núcleo turístico estudiado, para analizar los efectos que producirán los anunciados cambios legislativos que se tramitan en el Parlamento de Canarias y que, de aprobarse, derogarían la normativa que se desarrolló en Canarias, a comienzos de la década año 2.000, donde se planteaba un modelo de ordenación territorial sustentando en criterios de sostenibilidad.
 - Seguir el desarrollo del proceso de residencialización, para evaluar sus consecuencias y comprobar la efectividad de las medidas que están siendo implementadas.
- En relación a los problemas ecológicos derivados del modelo territorial adoptado, sería recomendable:
 - Estudiar el ecosistema terrestre, incidiendo particularmente en las alteraciones producidas por la antropización del territorio, el consumo de recursos, y la producción de residuos de las urbanizaciones turísticas litorales.
 - Investigar los cambios en el ecosistema marino causados por las obras marítimas, los vertidos, y las actividades que se desarrollan en el mar.

- Estudiar el acuífero costero, considerando tanto su nivel piezométrico, como su calidad, analizando los efectos que producen las extracciones, la intrusión marina, los problemas de la red de alcantarillado, y los fertilizantes.
- Para analizar con mayor profundidad el medio urbano y su problemática, resulta aconsejable:
 - Realizar estudios económicos que contribuyeran a un incremento efectivo de los ingresos procedentes del sector turístico, y a su mejor distribución entre la población local, empleando estrategias basadas en la cualificación de la oferta, y en la puesta en valor de los recursos naturales y culturales propios.
 - Analizar la percepción y la valoración social del paisaje urbano, desarrollando grupos de discusión, y realizando entrevistas y encuestas.
 - Llevar a cabo una planificación participativa de los espacios libres y los equipamientos necesarios en el núcleo urbano.
 - Realizar un estudio minucioso sobre la movilidad en el núcleo urbano, que proponga acciones encaminadas a potenciar su sostenibilidad.
- Para analizar con mayor detalle los riesgos existentes, mitigarlos, y estudiar estrategias para evitar que se reproduzcan en nuevas urbanizaciones, convendría:
 - Analizar los riesgos de inundación debidos al oleaje, la marea meteorológica, la marea astronómica y el ascenso previsible del nivel medio del mar, valorando la adecuación de las obras marítimas realizadas, y la exposición al riesgo originada por el proceso de urbanización.
 - Estudiar detalladamente el riesgo de inundación fluvial o pluvial, completando el estudio climático, realizando una investigación exhaustiva sobre los coeficientes de escorrentía y las tasas erosivas, empleando datos topográficos precisos de los espacios públicos y privados de la urbanización, utilizando un sistema de modelización hidrodinámica tridimensional, y analizando de manera precisa la vulnerabilidad de los espacios públicos y privados.
 - Calibrar los riesgos por movimientos de ladera obtenidos, aplicando algún método cuantitativo reconocido, en algunas de las zonas de riesgo identificadas en esta tesis.

11. BILIOGRAFÍA

AIRBNB. *Airbnb, alquiler vacacional*. [Consulta: 10 de octubre de 2016]. Disponible en: <https://www.airbnb.es/>.

ARAMBURU MAQUA, M.P., y ESCRIBANO BOMBIN, R., 2014. *Guía para la elaboración de estudios del medio físico*. 3ª ed. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría General Técnica ISBN 978-84-96442-55-9

ARNOLD JR, C.L. y GIBBONS, C.J., 1996. Impervious surface coverage: the emergence of a key environmental indicator. *Journal of the American Planning Association*, vol. 62, no. 2, pp. 243-258.

ARNOLD, J., 1988. *The evolution of the 1936 Flood Control Act*. [En línea]. Washington: U.S. Government Printing Office. [Consulta: 3 de marzo de 2.017]. Disponible en: http://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerPamphlets/EP_870-1-29.pdf ISBN KF5588.A316A162.

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ANÁLISIS DE VALOR, 2016. *Estándar de medición y definición de superficies de inmuebles (borrador)*. [Consulta: 15 de enero de 2.017]. Disponible en: http://www.asociacionaev.org/admin/uploads_doc/varios/22122015144111_Proyecto_e_standard_AEV_mediciones_y_superficies_22.12.15_-a_consulta_pública.pdf

AYALA CARCEDO, F.J., 1993. Estrategias para la reducción de desastres naturales. *Investigación y Ciencia*, no. 200, pp. 6-13.

AYALA CARCEDO, F.J. y ANDREU POSSE, F.J., 2006. *Manual de ingeniería de taludes*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España ISBN 9788478406265.

AYUNTAMIENTO DE MOGÁN, 1966. *Proyecto de Urbanización de Puerto Rico* [Inédito].

AYUNTAMIENTO DE MOGÁN, 1969. *Plan Especial de Ordenación Turística "Urbanización Playa de Amadores"*. [Inédito].

AYUNTAMIENTO DE MOGÁN, 1973. *Plan Especial "Cortadores de Puerto Rico"*. [Inédito].

AYUNTAMIENTO DE MOGÁN, 1975. *Delimitación de suelo urbano de Mogán*. [Inédito].

AYUNTAMIENTO DE MOGÁN, 1989. *Texto Refundido del Reformado del Plan Parcial Amadores*. [Inédito].

- AYUNTAMIENTO DE MOGÁN, 1980. *Modificación de Ordenanzas Generales Urbanización de Puerto Rico de Mogán*. [Inédito].
- AYUNTAMIENTO DE MOGÁN, 1987. Normas Subsidiarias de Planeamiento. *Boletín Oficial De La Provincia De Las Palmas*, vol. 19 de diciembre de 2002, no. 162.
- AYUNTAMIENTO DE MOGÁN., 1.999. *Biodiversidad/Fauna*. [Consulta: 1 de mayo de 2.016]. Disponible en: <http://mogan-web-des.netberrytest.com/mogan-interior/biodiversidad/fauna/>.
- AYUNTAMIENTO DE MOGÁN, 2000. *Plan Parcial Valle de Puerto Rico (Polígono 30 y 30')*. [Inédito].
- AYUNTAMIENTO DE MOGÁN, 2002. *Modificación Puntual del Plan Parcial de Valle de Puerto Rico*. [Inédito].
- AYUNTAMIENTO DE SEVILLA, 2008. Plan Especial de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental de la Actividad Urbanística de Sevilla, 3 de marzo de 2017. [Consulta: 10 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.ecourbano.es/imag/00%20DOCUMENTO%20ENTERO.pdf>.
- AYUNTAMIENTO DE VITORIA-GASTEIZ , 2010. Plan de indicadores de sostenibilidad urbana de Vitoria-Gasteiz. [Consulta: 10 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/http/contenidosEstaticos/adjuntos/es/89/14/38914.pdf>
- BABINGER, F., 2010. Ocupación antrópica de espacios en riesgo: urbanizaciones crecientes e inundaciones recurrentes en Rincón de la Victoria (Málaga). *Observatorio Medioambiental*, vol. 13, pp. 203 ISSN 1139-1987.
- BABINGER, F., 2010. *Turismo y espacios en riesgo. Estudio de casos en Andalucía (España) y la Península de Yucatán (México)*. [Tesis doctoral]. Dirigida por: CÓRDOBA Y ORDÓÑEZ, J., Facultad de Geografía e Historia. Universidad Complutense de Madrid [Consulta: 5 de enero de 2017]. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/11715/1/T32476.pdf>
- BAYNES, F., y STEWART, I., 2002. A study of the accuracy and precision of some landslide risk analyses. *Australian Geomechanics: Journal and News of the Australian Geomechanics Society*, no. 37.2, pp. 149.
- BENSENY, G., 2012. *Turismo y territorio. La cuestión ambiental en urbanizaciones costeras de la Provincia de Buenos Aires (Argentina)*. [En línea].Comunicación presentada en IX Bienal del Coloquio de Transformaciones Territoriales, San Miguel de Tucumán. [Consulta: 25 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://nulan.mdpu.edu.ar/2145/> ISBN ISBN 978-987-1881-21-5.
- BENSENY, G., 2008. La problemática ambiental en urbanizaciones turísticas litorales. *Aportes y Transferencias*, vol. 12, no. 1, pp. 105-125.

- BLANCO-CHAO, R., PÉREZ-ALBERTI, A., COSTA-CASAS, M. y VALCÁRCEL-DÍAZ, M., 2006. Abrasion processes in coarse-clastic beaches linked to rocky shore platforms. *Journal of Coastal Research*, pp. 21-28 JSTOR. ISSN 07490208, 15515036.
- BURAK, S., DOĞAN, E. y GAZIOĞLU, C., 2004. Impact of urbanization and tourism on coastal environment. *Ocean & Coastal Management*, vol. 47, no. 9-10, pp. 515-527 ISSN 0964-5691. DOI <http://dx.doi.org/bibproxy.ulpgc.es/10.1016/j.ocecoaman.2004.07.007>.
- BUTLER, R.W., 1980. The concept of a tourist area cycle of evolution: implications for management of resources. *The Canadian Geographer/Le Géographe Canadien*, vol. 24, no. 1, pp. 5-12.
- BUTLER, R.W., 2000. Tourism and the environment: A geographical perspective. *Tourism Geographies*, 01/01, vol. 2, no. 3, pp. 337-358 ISSN 1461-6688. DOI 10.1080/14616680050082553.
- CABILDO INSULAR DE GRAN CANARIA, 1999. Plan Hidrológico Insular de Gran Canaria. *Boletín Oficial De Canarias*, 8 de Junio de 1.999, no. 73.
- CABILDO INSULAR DE GRAN CANARIA, 2004. Plan Insular de Gran Canaria. *Boletín Oficial De Canarias*, 23 de junio de 2004, no. 120.
- CABILDO INSULAR DE GRAN CANARIA, 2005. *Mapa Topográfico 1:5000 del Año 1962*. [Fichero ECW]. Disponible en: <http://tiendavirtual.grafcan.es/visor.jsf?currentSeriePk=239992832>
- CABILDO INSULAR DE Gran Canaria, 2.011. *Proyecto de tratamiento de taludes inestables en la GC-500, GC-505 Y GC-65 en varios pks.*, [Consulta: 15 de Enero de 2.016]. Disponible en: http://descargas.grancanaria.com/contratacion/proyectos/597-OP/Proyecto_Tecnico_597-OP.pdf.
- CABILDO INSULAR DE GRAN CANARIA, 2014. Plan Territorial Especial de Ordenación Turística Insular. *Boletín Oficial De Canarias*, 19 de marzo de 2014, no. 55-parte 1.
- CABILDO INSULAR DE GRAN CANARIA. 2.015. Plan Territorial Especial Hidrológico (aprobación inicial). *Boletín Oficial De Canarias*, 2 de Junio de 2015, no. 104.
- CÁCERES MORALES, E., 2002. *Génesis y desarrollo del espacio turístico en Canarias*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio de Publicaciones. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria ISBN 84-95792-66-4.
- CÁCERES, E. y PESCADOR, F., 2001. Paisaje y urbanización turística: el caso del sur de Gran Canaria. *URBAN. Revista Del Departamento De Urbanística y Ordenación Del Territorio*, 1 de marzo de 2017, no. 6, pp. 15-34. ISSN 1138-0810.

CAMARASA-BELMONTE, A.M. y SORIANO-GARCÍA, J., 2012. Flood risk assessment and mapping in peri-urban Mediterranean environments using hydrogeomorphology. Application to ephemeral streams in the Valencia region (eastern Spain). *Landscape and Urban Planning*, 2, vol. 104, no. 2, pp. 189-200. ISSN 0169-2046. DOI 10.1016/j.landurbplan.2011.10.009.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA) Ley 7/1995, de 6 de abril, de Ordenación del Turismo de Canarias. *Boletín Oficial De Canarias*, 19 de abril de 1995, núm. 048.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA). Ley 8/1995, de 6 de abril, de Accesibilidad y Supresión de Barreras Físicas y de la Comunicación. *Boletín Oficial De Canarias*, 24 de abril de 1995, no. 50, pp. 3282-3294.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA). Ley 9/1999, de 13 de mayo, Ordenación del Territorio de Canarias. *Boletín Oficial De Canarias*, 14 de mayo de 1999, no. 061.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA). Decreto 227/1997, de 18 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 8/1995, de 6 de abril, de accesibilidad y supresión de barreras físicas y de la comunicación. *Boletín Oficial De Canarias*, 21 de Noviembre de 1997, no. 150.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA). Decreto Legislativo 1/2000, de 8 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de las Leyes de Ordenación del Territorio de Canarias y de Espacios Naturales de Canarias. *Boletín Oficial De Canarias*, 15 de mayo de 2000, no. 060.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA). Decreto 10/2001, de 22 de enero, por el que se regulan los estándares turísticos, 5 de febrero de 2001, no. 017.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA) Ley 6/2001, de 23 de julio, de medidas urgentes en materia de ordenación del territorio y del turismo de Canarias. *Boletín Oficial De Canarias*, 26 de Julio de 2001, núm. 092.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA). Ley 19/2003, de 14 de abril, por la que se aprueban las Directrices de Ordenación General y las Directrices de Ordenación del Turismo de Canarias. *Boletín Oficial De Canarias*, 15 de abril de 2003, no. 073.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA), 2006. Comunicación del Gobierno 6L/CG-009 sobre las condiciones y evolución del mercado turístico en el trienio 2003-2006. *Boletín Oficial Del Parlamento De Canarias*, 2 de mayo de 2006, núm. 130.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA) Ley 6/2009, de 6 de mayo, de medidas urgentes en materia de ordenación territorial para la dinamización sectorial y la ordenación del turismo. *Boletín Oficial De Canarias*, 12 de mayo de 2009, núm. 089.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA). Decreto 142/2010, de 4 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de la Actividad Turística de Alojamiento y se modifica el Decreto 10/2001, de 22 de enero, por el que se regulan los estándares turísticos. *Boletín Oficial De Canarias*, 15 de octubre de 2010, no. 204.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA) Ley 2/2013, de 29 de mayo, de renovación y modernización turística de Canarias. *Boletín Oficial De Canarias*, 31 de mayo de 2013, núm. 103.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA). Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de armonización y simplificación en materia de protección del territorio y los recursos naturales. *Boletín Oficial De Canarias*, 5 de enero de 2015, no. 2.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA) Ley 9/2015, de 27 de abril, de modificación de la Ley 2/2013, de 29 de mayo, de Renovación y Modernización Turística de Canarias, y de otras leyes relativas a la ordenación del territorio, urbanismo, medio ambiente, y asimismo de la Ley 4/2014, de 26 de junio, por la que se modifica la regulación del arbitrio sobre importaciones y entregas de mercancías en las Islas Canarias. *Boletín Oficial De Canarias*, 8 de mayo de 2015, núm. 087.

CANARIAS (COMUNIDAD AUTÓNOMA). Instituto de Estadística de Canarias (ISTAC). [En línea]. Disponible en: <http://www.gobiernodecanarias.org/istac/>

CARRASCAL, E. y PÉREZ VILLEGAS, G., 1998. Ocupación territorial y deterioro ambiental ocasionado por la expansión urbano-turística en Acapulco, Guerrero. *Investigaciones Geográficas*, no. 37, pp. 111-124.

CATALUÑA (GENERALITAT). Decreto Legislativo 1/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de urbanismo. *Diario Oficial De La Generalitat De Cataluña*, 5 de agosto de 2010, no. 5686, pp. 61305-61418.

CEA, 1998. *Estudio geotécnico para proyecto de autopista GC-1. Tramo: Arguineguín-Puerto Rico*. [Inédito]. Consejería de Obras Públicas del Gobierno de Canarias. Las Palmas de G.C.

CEDEX., 2009. *Guía Técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano*. Centro de Publicaciones. Ministerio de Fomento ISBN 0211-6502.

COMISIÓN DE URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE DE CANARIAS (CUMAC). Acuerdo de 14 de abril de 1987, por el que se deniega la aprobación definitiva de la modificación del Plan Parcial de Amadores. *Boletín Oficial De Canarias*, 17 de julio de 1987, no. 93, pp. 2579-2580.

CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y POLÍTICA TERRITORIAL, 2015. Plan de Modernización, Mejora e Incremento de la Competitividad de Costa de Mogán. *Boletín Oficial De Canarias*, 13 de agosto de 2015, no. 157.

CONSEJERÍA DE TURISMO, 2007. *Programa de Regeneración y Rehabilitación del Núcleo Turístico de Puerto Rico*. [Inédito]. Las Palmas de G.C.

CONSEJO INSULAR DE AGUAS DE GRAN CANARIA, 2014. *Mapas de Peligrosidad y Riesgo de inundación*. [Consulta: 10 de octubre de 2016]. Disponible en: <http://www.aguasgrancanaria.com/>

- CONWAY, T.M. y LATHROP, R.G., 2005. Alternative land use regulations and environmental impacts: assessing future land use in an urbanizing watershed. *Landscape and Urban Planning*, 2/28, vol. 71, no. 1, pp. 1-15. ISSN 0169-2046. DOI <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.08.005>
- COPERNICUS, 2012. *High Resolution Layer: Imperviousness Degree (IMD) 2012*. [En línea]. Disponible en: <http://land.copernicus.eu/pan-european/high-resolution-layers/imperviousness/imperviousness-2012/view>.
- CORBUSIER, L., 1973. *Principios de urbanismo; La Carta de Atenas*. 2a. ed. Barcelona: Ariel ISBN 8434107651.
- COROMINAS, J., et al., 2005. Quantitative assesment of the residual risk in a rockfall protected area. *Landslides* no. 2 , pp. 343-357. DOI: 10.1007/s10346-005-0022-z
- DAI, F.C., LEE, C.F. y ZHANG, X.H., 2001. GIS-based geo-environmental evaluation for urban land-use planning: a case study. *Engineering Geology*, 9, vol. 61, no. 4, pp. 257-271. ISSN 0013-7952.
- DÁVILA TOVAR, M. y TORRES ESTUPIÑÁN, C.G., 1995. Estudio de las lluvias torrenciales acaecidas en febrero de 1989 en Lanzarote. En: *IV Jornadas de estudios sobre Lanzarote y Fuerteventura*. Arrecife: Cabildo Insular de Lanzarote y Cabildo Insular de Fuerteventura. pp. 239-250. 84-87021-21-2.
- DEL ARCO AGULAR, M., et al., 2006. *Mapa de Vegetación de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: GRAFCAN. ISBN 978-84-611-3811-1.
- DE LA HERA DÍAZ DE LIAÑO, G., 1998. Transformaciones del litoral desde mediados del siglo XX. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, no. 26, pp. 109-120. ISSN 0212-9426.
- DIAZ HERNÁNDEZ, R., 2001. Las repercusiones espaciales de la actividad turística en Gran Canaria. En: *Evolución e implicaciones del turismo en Maspalomas Costa Canaria. Tomo II: Repercusiones socioeconómicas del turismo en Maspalomas Costa Canaria*. Ayuntamiento de San Bartolomé de Tirajana. Concejalía de Turismo. pp. 9-20.
- DIRECCIÓN GENERAL DE CATASTRO (SEC), 2.017. *Guía de la Certificación Catastral Descriptiva y Gráfica*. [Consulta: 30 de abril de 2.017]. Disponible en: http://www.catastro.meh.es/ayuda/Guia_Certificacion_Catastral_Descriptiva_Grafica.pdf.
- DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO (SEC). *Sede Electrónica del Catastro*. [En línea]. Disponible en: <https://www1.sedecatastro.gob.es/OVCFrames.aspx?TIPO=CONSULTA>.
- DOMÍNGUEZ MUJICA, J., 2008. El modelo turístico de Canarias. *Études Caribéennes* [En línea], 15 de agosto de 2008, no. 9-10 [Consulta: 2 de enero de 2017]. Disponible en: <https://etudescaribeennes.revues.org/1082>

ECHEVARRI ERASUN, B., 2007. *Estudio de los efectos sobre el medio litoral derivados de la implantación de saneamientos integrales en la costa cantábrica*. [Tesis doctoral]. Dirigida por: JUANES DE LA PEÑA, J. y GARCIA-CASTRILLO, G., Santander: E.T.S: Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Depto. de Ciencias y Técnicas del Agua y del Medio Ambiente. [Consulta: 10 de enero de 2017]. Disponible en:

<http://www.tesisenred.net/handle/10803/10619;jsessionid=7549B9ABDC7B340EFB71AB6FB189E430>.

ESPAÑA, Ley de 12 de mayo de 1956 sobre régimen del suelo y ordenación urbana. *Boletín Oficial Del Estado*, 14 de mayo de 1956, no. 135, pp. 3106-3134.

ESPAÑA, Ley 197/1963, de 28 de diciembre, sobre Centros y Zonas de Interés Turístico Nacional. *Boletín Oficial Del Estado*, 31 de diciembre de 1963, núm. 313, pp. 18226-18230.

ESPAÑA, 1973. Normas subsidiarias y complementarias de Planeamiento de la provincia de Las Palmas. *Boletín Oficial Del Estado*, 7 de septiembre de 1973, no 215, pp. 17687.

ESPAÑA, Ley 19/1975, de 2 de mayo, de reforma de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana. *Boletín Oficial Del Estado*, 5 de mayo de 1975, núm. 107, pp. 9247-9448.

ESPAÑA. Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se establece el Reglamento del Planeamiento Urbanístico. *Boletín Oficial Del Estado*, 15 de septiembre de 1988, no. 221, pp. 21592-21606.

ESPAÑA, Ley Orgánica 10/1982, de 10 de agosto, de Estatuto de Autonomía de Canarias. *Boletín Oficial Del Estado*, 16 de agosto de 1982, núm. 195, pp. 22047-22053.

ESPAÑA, Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que se desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. *Boletín Oficial Del Estado*, 30 de abril de 1986, no. 103.

ESPAÑA, Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. *Boletín Oficial Del Estado*, 29 de julio de 1988, no. 181, pp. 23386-23401.

ESPAÑA, Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. *Boletín Oficial Del Estado*, 29 de marzo de 1996, no. 77, pp. 12038-12041.

ESPAÑA, 2006. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se prueba el Código Técnico de la Edificación. *Boletín Oficial Del Estado*, 28 de marzo de 2006, no. 74.

ESPAÑA, Real Decreto 505/2007, de 20 de abril, por el que se aprueban las condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados y edificaciones. *Boletín Oficial Del Estado*, 11 de mayo de 2007 no. 113, pp. 20384-20390.

ESPAÑA, Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño. *Boletín Oficial Del Estado*, 26 de octubre de 2007, no. 257, pp. 43620-43629.

ESPAÑA, Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. *Boletín Oficial Del Estado*, 16 de enero de 2008, no. 14, pp. 3141-3149.

ESPAÑA, Tribunal Supremo (Sala de lo Civil, Sección 1ª), Sentencia de 17 de febrero de 2009. [En línea]. [Consulta: 15 de junio de 2016]. Disponible en: <http://www.poderjudicial.es/search/indexAN.jsp>

ESPAÑA, T.S.J. CANARIAS, Sentencia de 5 de febrero de 2010. Existencia o no del nexo causal entre el resultado dañoso y la actuación de la Administración. Reclamación de responsabilidad por los daños que se producen tras las lluvias que provocaron la inundación de muchos locales. [En línea]. [Consulta: 15 de junio de 2016]. Disponible en: <http://www.poderjudicial.es/search/indexAN.jsp>

ESPAÑA Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados. *Boletín Oficial Del Estado*, 11 de marzo de 2010, no. 61, pp. 24563-24591.

ESPAÑA. Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de Evaluación y Gestión de Riesgos de Inundación. *Boletín Oficial Del Estado*, 15 de Julio de 2.010, no. 171, pp. 61954-61967.

ESPAÑA. Real Decreto 876/2014, de 10 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de Costas. *Boletín Oficial Del Estado*, 11 de octubre de 2014, no. 247, pp. 83098-83216.

ESTÉVEZ, R., PRIETO, F. Y ALFONSO, C., 2016. *Cambios de la ocupación del suelo en la costa 2016*. [En línea]. B. LOZANO DIEGUEZ, *et al.*, Asociación observatorio de la sostenibilidad. [Consulta: 15 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.observatoriosostenibilidad.com>.

EXCELTUR, 2015. *Alojamientos turísticos en viviendas de alquiler: impactos y retos asociados*. 24 de junio de 2015, [Consulta: 6 de Mayo de 2017]. Disponible en: <http://www.exceltur.org/wp-content/uploads/2015/06/Alojamiento-tur%C3%ADstico-en-viviendas-de-alquiler-Impactos-y-retos-asociados.-Informe-completo.-Exceltur.pdf>.

FERNÁNDEZ ALLE, M.T., 2009. Turismo accesible y turismo para todos en España: antecedentes, estado de la cuestión y futuras líneas de investigación. *Estudios Turísticos*, no. 180, pp. 141-153.

FERNÁNDEZ ALONSO, F. y PARRILLA GORBEA, E., 2007. *Actuaciones para la integración de la movilidad en la Agenda Local 21 de Calviá (Islas Baleares, España)*. Ministerio de Economía: Instituto de Estudios Turísticos ISBN 0423-5037.

FERNANDEZ-HERNÁNDEZ, M., *et al.*, 2012. Rockfall detachment susceptibility map in El Hierro Island, Canary Islands, Spain. *Natural Hazards*, vol. 64, no. 2, pp. 1247-1271 ISSN 0921-030X. DOI 10.1007/s11069-012-0295-1.

FERREIRA, J.C., SILVA, L. y POLETTE, M., 2009. The Coastal Artificialization Process. Impacts and Challenges for the Sustainable Management of the Coastal Cities of Santa Catarina (Brazil). *Journal of Coastal Research*, no. 56, pp. 1209-1213 ISSN 0749-0258.

FERRER-VALERO, N., HERNÁNDEZ-CALVENTO, L. y HERNÁNDEZ-CORDERO, A.I., 2017. Human impacts quantification on the coastal landforms of Gran Canaria Island (Canary Islands). *Geomorphology*, 6/1, vol. 286, pp. 58-67. ISSN 0169-555X. DOI <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.02.028>.

FOX, D.M., *et al.*, 2012. A case study of land cover change (1950–2003) and runoff in a Mediterranean catchment. *Applied Geography*, 3, vol. 32, no. 2, pp. 810-821. ISSN 0143-6228. DOI <http://dx.doi.org.bibproxy.ulpgc.es/10.1016/j.apgeog.2011.07.007>.

FREIRE, S., SANTOS, T. y TENEDÓRIO, J.A., 2009. Recent urbanization and land use/land cover change in Portugal — the influence of coastline and coastal urban centers. *Journal of Coastal Research*, pp. 1499-1503 JSTOR. ISSN 07490208, 15515036.

FROESE, C.R., *et al.*, 2005. Application of quantitative risk assessment to the Lawrence Hargrave Drive Project, New South Wales, Australia. En: *Landslide Risk Management*. Taylor & Francis eds. 05/12; 2017/02 ISBN 978-0-415-38043-0. DOI doi:10.1201/9781439833711.ch6.

GALACHO JIMÉNEZ, F. y LUQUE GIL, A., 2000. La dinámica del paisaje de la costa del sol desde la aparición del turismo. *Baetica*, vol. 22, no. 22, pp. 25-58.

GALACHO JIMÉNEZ, F., 2005. El planeamiento urbanístico municipal de la Costa del Sol. Procesos de formulación y criterios de ordenación. *Baetica. Estudios De Arte, Geografía e Historia*, no. 27, pp. 97-114 ISSN 0212-5099.

GALACHO JIMÉNEZ, F.B., 2009. Reflexiones acerca del modelo territorial desarrollado por el planeamiento urbanístico de los años noventa del siglo XX en la Costa del Sol. *Baetica, Estudios De Arte, Geografía e Historia*. UMA Editorial, no. 31, pp. 35-59. ISSN 0212-5099.

GALIANA MARTÍN, L. y BARRADO TIMÓN, D., 2006. Los Centros de Interés Turístico Nacional y el despegue del turismo de masas en España. *Investigaciones Geográficas*. no.39, pp. 73-93. ISSN: 0213-4691

GARCÍA CODRÓN, J.C., 2004. Las ciudades españolas y el riesgo de inundación: permanencia y cambio de un problema crónico. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. No. 37, pp. 85-99. ISBN 0212-9426.

GARCÍA CRUZ, J.I., 2014. *El impacto territorial del tercer boom turístico de Canarias*. [Tesis doctoral] Dirigida por: SIMANCAS CRUZ, M., Universidad de La Laguna. [Consulta: 1 de noviembre de 2016] Disponible en: <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/78> ISBN 978-84-15910-84-8.

GARCÍA LORENZO, R., 2010. *Peligrosidad de las aguas de avenidas en los cruces de carreteras con ramblas. Estudio aplicado a la franja costera meridional de la región de Murcia*. [Tesis doctoral]. Dirigida por: CONESA GARCÍA, C. Universidad de Murcia. Departamento de Geografía Física, Humana y Análisis Regional [Consulta: 2 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.tdx.cat/handle/10803/10879> ISBN 978-84-694-3180-1.

GARCÍA MÁRQUEZ, F., 2011. El paisaje en la ordenación del territorio de Canarias. En: M. GARCÍA CRUZ y A. CORTINA RÁMOS. *Paisaje de Canarias. Reflexiones en relación al 10º aniversario de la forma del Convenio Europeo del Paisaje*. Gobierno de Canarias. pp. 144-163. ISBN 978-84-7947-587-1.

GARCÍA MARTÍN, F., 2013. Una metodología para la delimitación y clasificación de las formas urbanas en las ciudades intermedias españolas durante el siglo XX basada en SIG. *V Seminario Internacional De Investigación En Urbanismo, Barcelona-Buenos Aires, Junio 2013*. DUOT. [Consulta: 12 de abril de 2017]. Disponible en: <http://repositorio.upct.es/handle/10317/4270>.

GARCÍA, L., FERNÁNDEZ, J., DELGADO, P. y ANDRÉS, A., 2006. El caso del Plan de Defensa Frente a Avenidas en Tenerife. En: *III Congreso de ingeniería civil, territorio y medio ambiente. "Agua, Biodiversidad e Ingeniería"*. Zaragoza: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos [Consulta: 20 de febrero de 2017]. Disponible en: http://www.aguastenerife.org/5_educayforma/pdf/PDATFE.pdf ISBN 84-380-0335-4.

GARCÍA-AYLLÓN VEINTIMILLA, S., 2013. *En los procesos de urbanización del Mediterráneo: caso La Manga*. [Tesis doctoral]. Dirigida por: MIRALLE I GARCIA, J., Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. [Consulta: 28 de diciembre de 2016]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/28581>. ISBN 978-84-9048-054-0.

GARCÍA MÁRQUEZ, F., 2007. La nueva generación de directrices territoriales y turísticas y la sostenibilidad: la experiencia canaria. *Estudios Turísticos* [Consulta: 28 de enero de 2017]. Disponible en: <http://estadisticas.tourspain.es/img-iet/Revistas/RET-172-173-2007-pag89-95-101050.pdf>.

GARCÍA-ROMERO, L., *et al.*, 2016. Urban-touristic impacts on the aeolian sedimentary systems of the Canary Islands: conflict between development and conservation. *Island Studies Journal*, 05, vol. 11, no. 1, pp. 91-112 ISSN 17152593.

GEHL, J., 2006. *La humanización del espacio urbano: la vida social entre los edificios*. Barcelona: Reverté. ISBN 9788429121094; 8429121099.

GEOTECAN., 2007. *Estudio geotécnico para la construcción de un colegio de 18 unidades en Motor Grande*. [Consulta: 15 de Enero de 2016]. Disponible en: https://arquitectosgrancanaria.es/medios/documents/concursos/090508_geotecnico.pdf.

GIMÉNEZ FERRER, J.M., 2003. *Riesgo de inundación y ordenación del territorio en el litoral alicantino*. Universidad de Alicante, Servicio de Publicaciones

GODOY, S., SCORNIK, M. y TRABALÓN, J., 2004. Marco normativo del uso y ocupación del suelo en las localidades de Barranqueras y Fontana. *Ponencia Presentada En III Jornadas De Investigación, Docencia, Extensión y Gestión. UNNE, Chaco*. Universidad Nacional del Nordeste ed., 15 de mayo de 2017. Disponible en: <http://200.45.54.19/publicaciones/comunicaciones/PONENCIAS%202004/029-Godoy-Scornik-Trabalon.pdf>.

GORMSEN, E., 1997. The impact of tourism on coastal areas. *Geojournal*, vol. 42, no. 1, pp. 39-54. ISSN 1572-9893. DOI 10.1023/A:1006840622450.

GRAFCAN. *Fotogramas Digitalizados*. Años: 1964, 1973, 1977, 1982, 1987, 1988, 1989, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 2000, 2002 y 2003. [En línea]. Disponible en: <http://tiendavirtual.grafcan.es/visorFototeca.jsf?currentSeriePk=3>.

GRAFCAN, 2012. *Mapa Topográfico Integrado*. Escala urbana 1:1000 y rústica 1:5000. [Fichero DGN]. Disponible en: <http://tiendavirtual.grafcan.es/visor.jsf?currentSeriePk=268042240>.

GRAFCAN, 2014. *Lidar (2012-2014)*. Densidad 1,2*0,8 puntos/m²; Precisión 0,6 m en planimetría y 0,2 m en altimetría. [Fichero LAZ]. Disponible en: <http://tiendavirtual.grafcan.es/visor.jsf?currentSeriePk=340230144>.

HERNÁNDEZ-CALVENTO, L., 2002. *Análisis de la evolución del sistema de dunas de Maspalomas, Gran Canaria, Islas Canarias (1960-2000)*. [Tesis doctoral] Dirigida por: PÉREZ-CHACÓN ESPINO, E. y SUÁREZ RODRÍGUEZ, C., Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10553/2265>.

HERNÁNDEZ-CORDERO, A.I., HERNÁNDEZ-CALVENTO, L. y PÉREZ-CHACÓN, E., 2017. Vegetation changes as an indicator of impact from tourist development in an arid transgressive coastal dune field. *Land use Policy*, 5, vol. 64, pp. 479-491. ISSN 0264-8377. DOI <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.1016/j.landusepol.2017.03.026>.

HERRERA ARTÍLES, M., *et al.*, 2015. Estudio de la posible influencia de los vertidos de aguas depuradas en la calidad de las zonas de baño del litoral de Mogán (Gran Canaria). *Revista De Salud Ambiental*, vol. 15, p. 92.

HERVÁS, J., BARREDO, J. y LOMOSCHITZ, A., 2002. Elaboración de mapas de susceptibilidad de deslizamientos mediante SIG, teledetección y métodos de evaluación multicriterio: Aplicación a la depresión de Tirajana (Gran Canaria). En: F. AYALA-CARCEDO y J. COROMINAS eds. *Mapas de susceptibilidad a los movimientos de ladera con técnicas SIG. Fundamentos y aplicaciones en España*. Instituto Geológico y Minero de España, pp. 169-180.

HODGSON, M.E., *et al.*, 2003. Synergistic use of lidar and color aerial photography for mapping urban parcel imperviousness. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 69, no. 9, pp. 973-980.

HOMEAWAY. *Homeaway, alquiler vacacional*. [Consulta: 10 de octubre de 2016]. Disponible en: <https://www.homeaway.es/>.

HORRACH ESTARELLAS, B., 2015. Génesis de los tejidos turísticos maduros: el proceso de transformación de la forma urbana de Palmanova-Torrenova de Calviá, Mallorca. *QRU: Quaderns De Recerca En Urbanisme*, no. 5/6, pp. 86-113.

HOYO, M.M. y VALIENTE, G.C., 2010. Turismo accesible, turismo para todos: la situación en Cataluña y España. *Cuadernos De Turismo*, no. 25, pp. 25-44. ISSN 1139-7861; 1989-4635.

IDECANARIAS, 1998. *Servicio WMS Ortofoto 1:5.000 Año 1998*. Ortofoto de resolución 1 m/píxel. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/Orto5_1998?

IDECANARIAS, 2000. *Servicio WMS Mapa Ecocartográfico*. [En línea]. Disponible en: <http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/Ecocartografico?>

IDECANARIAS, 2002. *Servicio WMS Ortofoto 1:5.000 Año 2002*. Ortofoto de resolución 1 m/píxel. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/Orto5_2002?

IDECANARIAS, 2006. *Servicio WMS Ortofoto 1:5.000 Año 2004-2006*. Ortofoto de resolución 1 m/píxel. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/Orto5_2004_2006?

IDECANARIAS, 2007. *Servicio WMS Ortofoto 1:2.000 Año 2007*. Ortofoto de resolución 16 cm/píxel. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/Orto2_2007?

IDECANARIAS, 2008a. *Servicio WMS Censo De Vertidos Desde Tierra Al Mar*. [En línea]. Disponible en: <http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/Vertidos?>

IDECANARIAS, 2008b. *Servicio WMS Mapa Callejero Turístico. 1:5000*. [En línea]. Disponible en: <http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/Callejero?>

IDECANARIAS, 2008c. *Servicio WMS Ortofoto Urbana Año 2008*. Ortofoto de resolución 16 cm/píxel en zonas urbanas y 40 cm/píxel en zonas rústicas. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/OrtoUrb_2008?.

IDECANARIAS, 2009a. *Servicio WMS Ortoexpress Año 2009*. Ortofoto de resolución 40 cm/píxel. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/OrtoExpress_2009?.

IDECANARIAS, 2009b. *Servicio WMS Ortofoto Urbana Año 2009*. Ortofoto de resolución 16 cm/píxel en zonas urbanas y 40 cm/píxel en zonas rústicas. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/OrtoUrb_2009?.

IDECANARIAS, 2010a. *Servicio WMS Mapa De Especies Protegidas*. Cuadrículas 500x500 m. [En línea]. Disponible en: <http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/EspeciesProtegidas?>.

IDECANARIAS, 2010b. *Servicio WMS Mapa Geológico*. [En línea]. Disponible en: <http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/Geologico?>.

IDECANARIAS, 2010c. *Servicio WMS Ortofoto Urbana Año 2010*. Ortofoto de resolución 16 cm/píxel en zonas urbanas y 40 cm/píxel en zonas rústicas. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/OrtoUrb_2010?.

IDECANARIAS, 2010d. *Servicio WMS Zonas Especiales De Conservación (ZEC)*. [En línea]. Disponible en: <http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/ZEC?>.

IDECANARIAS, 2011a. *Servicio WMS Ortoexpress Año 2011*. Ortofoto de resolución 40 cm/píxel. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/OrtoExpress_2011?.

IDECANARIAS, 2011b. *Servicio WMS Ortofoto Urbana Año 2011*. Ortofoto de resolución 16 cm/píxel en zonas urbanas y 40 cm/píxel en zonas rústicas. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/OrtoUrb_2011?.

IDECANARIAS, 2012a. *Servicio WMS Mapa Topográfico Integrado*. Mapa fusionado 1:1000 y 1:5000. [En línea]. Disponible en: <http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/MTI?>.

IDECANARIAS, 2012b. *Servicio WMS Ortoexpress Año 2012*. Ortofoto de resolución 25 cm/píxel. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/OrtoExpress_2012?.

IDECANARIAS, 2012c. *Servicio WMS Ortofoto Urbana Año 2012*. Ortofoto de resolución 12,5 cm/píxel en zonas urbanas y 25 cm/píxel en zonas rústicas. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/OrtoUrb_2012?.

IDECANARIAS, 2013a. *Servicio WMS Ortoexpress Año 2013*. Ortofoto de resolución 25 cm/píxel. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/OrtoExpress_2013?

IDECANARIAS, 2013b. *Servicio WMS Programa Urbanismo En Red (Planeamiento Urbanístico y De ENP)*. [En línea]. Disponible en: <http://idecan2.grafcan.es/ServicioWMS/PlaneamientoUeR?>

IDECANARIAS, 2014a. *Servicio WMS Ortoexpress Año 2014*. Ortofoto de resolución 25 cm/píxel. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/OrtoExpress_2014?

IDECANARIAS, 2014b. *Servicio WMS RIESGOMAP - Mapas De Riesgo Total*. [En línea]. Disponible en: <http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/RIESGOMAP?>

IDECANARIAS, 2015. *Servicio WMS Ortoexpress Año 2015*. Ortofoto de resolución 25 cm/píxel. [En línea]. Disponible en: http://idecan1.grafcan.es/ServicioWMS/Historico/Ortofotos/OrtoExpress_2015?

ILLES BALEARS (COMUNIDAD AUTÓNOMA) Ley 6/1999, de 3 de abril, de las Directrices de Ordenación Territorial de las Illes Balears y de Medidas Tributarias. *Boletín Oficial De Las Illes Balears*, 17 de abril de 1999, no. 48, pp. 5137-5158.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN)., 2012. *Servicio WMS Ortofotos PNOA Máxima Actualidad*. Ortofoto de resolución de 25 o 50 cm/píxel. [En línea]. Disponible en: <http://www.ign.es/wms- inspire/pnoa- ma?Request=GetCapabilities&Service=WMS>.

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN). *Proyecto Corine Land Cover (CLC)*. [Consulta: 2 de marzo de 2017]. Disponible en: <https://www.ign.es/ign/layoutIn/corineLandCover.do>.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME), 1990. *Mapa Geológico de España Escala 1:25.000*. Madrid: Servicio de Publicaciones del IGME.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME). *PATRIGEO, base de datos de Puntos de Interés Geológicos*. [En línea]. Disponible en: <http://www.igme.es/Patrigeo/PagProvincias/provLasPalmas.asp>.

IOCAG, 2015. *Global change and landscape planning / Doycag* [Consulta: 3/27/2017]. Disponible en: <http://doycag.ulpgc.es/content/global-change-and-landscape-planning>.

ITC, 2001. *Estudio geotécnico para proyecto de VARIANTE DE LA c-812 ENTRE pk 74.89 Y 76.19*. [Inédito].

JACOBS, J. y ABAD, Á., 1973. *Muerte y vida de las grandes ciudades*. Madrid: Península.

- JENNINGS, D.B. y JARNAGIN, S.T., 2002. Changes in anthropogenic impervious surfaces, precipitation and daily streamflow discharge: a historical perspective in a mid-Atlantic subwatershed. *Landscape Ecology*, vol. 17, no. 5, pp. 471-489.
- BAÑOS FRANCIA, J.A., 2012. Ocupación del territorio litoral en ciudades turísticas de México. *Bitácora Urbano Territorial*, vol. 1, no. 20. pp. 41-52. ISSN 0124-7913.
- KIM, J. y ZHOU, X., 2012. Landscape structure, zoning ordinance, and topography in hillside residential neighborhoods: A case study of Morgantown, WV. *Landscape and Urban Planning*, 10, vol. 108, no. 1, pp. 28-38. ISSN 0169-2046. DOI 10.1016/j.landurbplan.2012.07.011.
- KNAPIK, J., REYNOLDS, K. y HARMAN, E., 2004. Soldier load carriage: historical, physiological, biomechanical and medical aspects. *Military Medicine*, no. 169, pp. 45.
- KRAMER, P., 2010. The effect on energy expenditure of walking on gradients or carrying burdens. *American Journal of Human Biology*, vol. 22, pp. 497-507.
- LARREA MURRELL, J., *et al.*, 2013. Bacterias Indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: Revisión de la literatura. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, vol. 44, no. 3.
- LOMOSCHITZ MORA-FIGUEROA, A. y CILLEROS CONDE, A., 2008. Estudio del riesgo de desprendimientos y soluciones constructivas en el Complejo de apartamentos de Los Teques, Puerto Rico, T.M. de Mogán (Gran Canaria). En: *III Jornadas Canarias de Geología*. [Consulta: 15 de enero de 2017], pp. 190-198. ISBN 84-7806-325-0.
- LÓPEZ OLIVARES, D., 2002. El desarrollo urbanístico en las áreas turísticas del litoral valenciano: el norte del litoral castellonense. *Cuadernos de Geografía*, no. 71. pp.51-76.
- LU, D., HETRICK, S. y MORAN, E., 2011. Impervious surface mapping with QuickBird imagery. *International Journal of Remote Sensing*, vol. 32, no. 9, pp. 2519-2533.
- MACCIOTTA, R., MARTIN, C.D., MORGENSTERN, N.R. y CRUDEN, D.M., 2016. Quantitative risk assessment of slope hazards along a section of railway in the Canadian Cordillera—a methodology considering the uncertainty in the results. *Landslides*, vol. 13, no. 1, pp. 115-127 ISSN 1612-5118. DOI 10.1007/s10346-014-0551-4.
- MACÍAS GONZÁLEZ, F.J., 2012. *Riesgos en urbanizaciones turísticas costeras: Puerto Rico-Amadores, Gran Canaria, España*. [Tesis de Máster inédita]. Dirigida por: Pérez-Chacón, E. Programa de doctorado en Gestión Costera. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- MACÍAS GONZÁLEZ, F.J., 2014. *Impermeabilización del sustrato en urbanizaciones turísticas costeras: características y procesos. Puerto Rico-Amadores, Gran Canaria, España*. [Acreditación de la etapa de investigación, Inédita] Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Programa de doctorado en Gestión Costera. Dirigida por Pérez-Chacón.

MACÍAS GONZÁLEZ, F.J., 2015. Evolución temporal de la ocupación de las laderas en una urbanización turística costera. Puerto Rico-Amadores, Gran Canaria, España. En: MALVAREZ, G. y NAVAS, F. y GUISSADO, E. eds. *VIII Jornadas de Geomorfología Litoral*. Salamanca: Sociedad Geológica de España, pp. 153-156.

MACÍAS GONZÁLEZ, F.J., 2015. Determinación de la impermeabilidad en urbanizaciones turísticas mediante tecnologías de la información geográfica (LiDAR, SIG). En: MORALES GONZÁLEZ, J., eds. *Panorámica interdisciplinaria sobre el agua*. Ourense: Educación Editora ISBN 978-84-15524-23-6. pp. 131-135.

MANCHADO ROJAS, J.A., MARCÚS BELTRAN, A.J. y RULLAN SALAMANCA, O., 1997. El medio físico de las islas Baleares: soporte de las directrices de ordenación territorial. *Investigaciones Geográficas*. no. 18, pp. 19-40 ISSN 0213-4691. DOI 10.14198/INGEO1997.18.04.

MARCOS, P., et al., 2013. *Destrucción a toda costa 2013. Análisis del litoral a escala municipal*. [Consulta: 5 de mayo de 2016], Disponible en: <http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/costas/DTC%202013.pdf>

MARZOL JAÉN, M.V., 1.984. El Clima. En: CONCEPCIÓN, A. ed. *Geografía de Canarias*. Santa Cruz de Tenerife: Editorial Interinsular Canaria, vol 1 pp. 157-202. ISBN 84-85543-67-X

MARZOL JAÉN, M.V., 2.002. Lluvias e inundaciones en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife. En: GUIJARRO, et al. eds. *El agua y el clima*. Palma de Mallorca: Publicaciones de la Asociación Española de Meteorología, pp. 47-74..

MATEOS RUIZ, R.M. y AZAÑÓN HERNÁNDEZ, J.M., 2005. Los movimientos de ladera en la Sierra de Tramuntana de la isla de Mallorca: tipos, características y factores condicionantes. *Revista De La Sociedad Geológica De España*, vol. 18, no. 1-2, pp. 89-99 ISSN 0214-2708.

MÁYER SUÁREZ, P., PÉREZ-CHACÓN ESPINO, E. y MARTÍN ROMERO, L.E., 2006. Lluvias e inundaciones en los centros turísticos de Gran Canaria: El caso de San Bartolomé de Tirajana. *Investigaciones Geográficas*, no. 41, pp. 155-173.

MAYER, P., 2005. *Riesgos asociados a episodios de lluvia intensa en Gran Canaria (1951-2000)*. [Tesis doctoral]. Dirigida por: PÉREZ-CHACÓN ESPINO E., Las Palmas de Gran Canaria: Departamento de Geografía. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria [Consulta: 3 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://acceda.ulpgc.es/handle/10553/2039>.

MAYER, P., 2003. *Lluvias e inundaciones en la ciudad de Las Palmas de Gran Canaria (1869-1999)*. Las Palmas de G.C.: Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria y ULPGC [Consulta: 3 de marzo de 2017]. Disponible en: aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0034_PU-SA-II-2001-P_MAYER.pdf ISBN 978-84-95286-99-4.

MAYER, P. y PEREZ-CHACÓN ESPINO, E., 2006. Tourist activity and floods on the southern coast of Gran Canaria. An induced risk?. *Journal of Coastal Research*, vol. SI48 [Consulta: 20 de enero de 2017], pp. 77-80. ISSN 0749-0208.

MCHARG, I., 2000. *Proyectar con la naturaleza*. Barcelona: Gustavo Gili ISBN 8425217830; 9788425217838.

MEDINA, R., *et al.*, 2004. Impacto en la costa española por efecto del cambio climático. *Oficina Española De Cambio Climático–Dirección General De Costas (Ministerio De Medio Ambiente)*, vol. 3.

MIGNELLI, C., LO RUSSO, S. y PEILA, D., 2012. ROckfall risk MAnagement assessment: the RO.MA.approach. *Nat Hazards*, 15 de diciembre de 2016, vol. 62, pp. 1109-1123. DOI 10.1007/s11069-012-0137-1.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. *Banco Público de Indicadores Ambientales - Calidad y evaluación ambiental - (BPIA)*. [En línea]. Disponible en: <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/informacion-ambiental-indicadores-ambientales/banco-publico-de-indicadores-ambientales-bpia/>.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. *Deslinde Del Dominio Público Marítimo-Terrestre. Servicio De Visualización INSPIRE De Costas y Medio Marino*. 1:25.000. [Archivo Shapefile]. Disponible en: <http://www.mapama.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/costas-medio-marino/deslinde-dpmt.aspx>

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE. *Zona Especial de Conservación Franja Marina de Mogán*. [Consulta: 28 de febrero de 2.017]. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/LIGERO_ZEC10017_MAR_2014_tcm7-229299.pdf.

MINISTERIO DE FOMENTO, 2010. *Sistema municipal de indicadores de sostenibilidad*. [Consulta: 29 de octubre de 2.016]. Disponible en: https://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/82B973EA-5970-46F0-8AE6-65370D40A1F5/111505/SIST_MUNI_INDI_SOSTE_tcm7177732.pdf.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO., 2013. *Propuesta de mínimos para la metodología de realización de los mapas de riesgo por inundación*. [Consulta: 29 de marzo de 2.017]. Disponible en: http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/Metodologia_mapas_de_riesgo_Dir_Inundaciones_JULIO_2013_tcm7-298702.pdf.

MINISTERIO DE VIVIENDA, 2006. *Documento básico DB-SE-C Cimientos. Código Técnico de la Edificación*. [En línea]. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-C.pdf>.

- MIRALLAVE IZQUIERDO, V. y PESCADOR MONAGAS, F., 2004. Paisajes en bandas: reflexiones acerca del espacio litoral. *Cartas Urbanas*. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; Departamento de Arte, Ciudad y Territorio, no. 10, pp. 8. ISSN 1136-1298.
- MONTIEL MOLINA, C., 1990. Desarrollo turístico, promoción inmobiliaria y degradación medioambiental en el municipio de Benitachell (comarca de La Marina). *Investigaciones Geográficas*, vol. 0, no. 08 DOI 10.14198/INGEO1990.08.05.
- NAVARRO, M., 2013. Discrecionalidad administrativa. *Eunomía*, no. 3, pp. 200-205.
- O'SHANAHAN ROCA, L., 1988. *Estudios microbiológicos de los vertidos de aguas residuales urbanas en el litoral de Telde y Las Palmas de Gran Canaria*. [Tesis doctoral]. Dirigida por: GONZÁLEZ LAMA, Z. y CABALLERO ORTEGA, P., Las Palmas de Gran Canaria: Departamento de Biología. Universidad Politécnica de Canarias [Consulta: 16 de enero de 2017]. Disponible en: <http://acceda.ulpgc.es/handle/10553/2064>.
- O'SHANAHAN-ROCA, L., ÁLVAREZ-PASTRANA, S. y BETANCOR-RODRÍGUEZ, J., 2014. *Calidad de las aguas de baño en playas turísticas del sur de Gran Canaria. Influencia de factores climáticos: tormentas de lluvias, oleajes y corrientes superficiales marinas. Un estudio a largo plazo*. [Comunicación]. X Congreso Nacional SEM. Microbiología Medio Acuático, Elche / Orihuela: .
- OFFICE OF THE UNITED NATIONS DISASTER RELIEF COORDINATOR (UNDRO), 1991. *Mitigating Natural Disasters. Phenomena, Effects and options*. [Consulta: 26 de febrero de 2017]. Disponible en: <http://cidbimena.desastres.hn/pdf/eng/doc1028/doc1028.htm> ISBN 92-1-1-23.29-4.
- OJEDA ZUJAR, J. y VILAR LAMA, A., 2007. Evolución del suelo urbano/alterado en el litoral de Andalucía. *Geofocus: Revista Internacional De Ciencia y Tecnología De La Información Geográfica*, no. 7 pp. 73-99 ISSN; 1578-5157
- OLCINA, J., 2004. Riesgo de inundaciones y ordenación del territorio en la escala local: el papel del planeamiento urbano municipal. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, vol. 37, pp. 49-84 ISSN 0212-9426.
- OLIVEIRA, S.S., et al., 2016. Detection of human fecal contamination by nifH gene quantification of marine waters in the coastal beaches of Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 23, no. 24 [Consulta: 13 de enero de 2017], pp. 25210-25217. DOI 10.1007/s11356-016-7737-3.
- OLIVERA, F. y DEFEE, B.B., 2007. Urbanization and Its Effect On Runoff in the Whiteoak Bayou Watershed, Texas1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, vol. 43, no. 1, pp. 170-182. ISSN 1752-1688. DOI 10.1111/j.1752-1688.2007.00014.x.

OLSHANSKY, R.B., 1998. Regulation of hillside development in the United States. *Environmental Management*, vol. 22, no. 3, pp. 383-392.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO (OMT), 2016. *Compilación de Declaraciones de la OMT 1980-2016*. [Consulta: 2 de marzo de 2017]. Disponible en: <http://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284417995> ISBN 978-92-844-1799-5.

OTERO, X.L., *et al.*, 2015a. Soil processes and nutrient bioavailability in the rhizosphere of *Bolax gummifera* in a subantarctic environment (Martial Mountains, Ushuaia—Argentina). *Catena*, 10, vol. 133, pp. 432-440. ISSN 0341-8162. DOI <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.1016/j.catena.2015.06.008>.

OTERO, X.L., *et al.*, 2015b. Phosphorus in seagull colonies and the effect on the habitats. The case of yellow-legged gulls (*Larus michahellis*) in the Atlantic Islands National Park (Galicia-NW Spain). *Science of the Total Environment*, 11/1, vol. 532, pp. 383-397. ISSN 0048-9697. DOI <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.1016/j.scitotenv.2015.06.013>.

PANDOLF, K., GIVONI, B. y GOLDMAN, R., 1976. Predicting energy expenditure with loads while standing or walking very slowly. Army Research Institute of environmental medicine Natick MA. [Consulta: 15 de enero de 2017]. Disponible en: <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA047699>.

PANG, W., FOK, H. y IZ, H.B., 2008. Mapping impervious surface areas from GIS planimetric data. *Survey Review*, vol. 40, no. 308, pp. 108-115.

PARKER, D.J., 1995. Floodplain development policy in England and Wales. *Applied Geography*, 10, vol. 15, no. 4, pp. 341-363. ISSN 0143-6228. DOI [http://dx.doi.org.bibproxy.ulpgc.es/10.1016/0143-6228\(95\)00016-W](http://dx.doi.org.bibproxy.ulpgc.es/10.1016/0143-6228(95)00016-W).

PATRONATO DE TURISMO DE GRAN CANARIA., 2016. *Oferta Alojativa de Gran Canaria*. [Fichero XLS].3-11-2016, Disponible en: http://www.grancanaria.com/patronato_turismo/Establecimientos-Turisticos-Tramites.23434.0.html.

PERALES-MOMPARLER, S., VALLS, G. y COOMBS, P., 2012. Mapas de peligrosidad por inundación pluvial: Herramienta y casos de estudio. En: Jesica T. CASTILLO-RODRÍGUEZ ed. *Proceedings of the 3rd International Forum on Risk Analysis, Dam Safety Dam Security and Critical Infrastructure Management, 3IWRDD-FORUM*. , pp. 129-137. ISBN 9780415620789; 0415620783.

PÉREZ-CHACÓN ESPINO, E., HERNÁNDEZ CALVENTO, L. y YANES LUQUE, A., 2007. Transformaciones humanas y sus consecuencias sobre los litorales de las Islas Canarias. En: S. ÉTIENNE y R. PARIS eds. *Les littoraux volcaniques. Une approche environnementale*. Clermont-Ferrand (France): Presses Universitaires Blaise-Pascal, pp. 173-223 ISBN 978-2-84516-347-8.

PERLES ROSELLÓ, M.J. y CANTERERO PRADOS, F., 2010. Problemas y retos en el análisis de los riesgos múltiples del territorio. Propuestas metodológicas para la elaboración de cartografías multi-peligros. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, vol. 52, pp. 241-255.

PERLES ROSELLO, M.J., 1.999. El riesgo como construcción social: vulnerabilidad, adaptación y percepción del riesgo en un área de inundabilidad crónica. *Baetica, Estudios De Arte, Geografía e Historia*, 15 de marzo de 2.015, no. 21, pp. 157-17.

PERRY, T. y NAWAZ, R., 2008. An investigation into the extent and impacts of hard surfacing of domestic gardens in an area of Leeds, United Kingdom. *Landscape and Urban Planning*, 5/12, vol. 86, no. 1, pp. 1-13. ISSN 0169-2046. DOI <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.12.004>.

PIMENTAL, N.A. y PANDOLF, K.B., 1979. Energy expenditure while standing or walking slowly uphill or downhill with loads. *Ergonomics*, 08/01, vol. 22, no. 8, pp. 963-973 ISSN 0014-0139. DOI 10.1080/00140137908924670.

POUREBRAHIM, S., HADIPOUR, M. y BIN MOKHTAR, M., 2011. Integration of spatial suitability analysis for land use planning in coastal areas; case of Kuala Langat District, Selangor, Malaysia. *Landscape and Urban Planning*, -05-15, vol. 101, no. 1, pp. 84-97 ISSN 0169-2046; 18726062.

QIAN, J., FENG, D. y ZHU, H., 2012. Tourism-driven urbanization in China's small town development: A case study of Zhapo Town, 1986–2003. *Habitat International*, 1, vol. 36, no. 1, pp. 152-160 ISSN 0197-3975. DOI <http://dx.doi.org.bibproxy.ulpgc.es/10.1016/j.habitatint.2011.06.012>.

REHER, D., *et al.*, 2008. *Informe Encuesta Nacional de Inmigrantes (ENI-2007)*. Madrid: Instituto Nacional de Estadística [Consulta: 6 de marzo de 2017]. Disponible en: http://www.ine.es/daco/daco42/inmigrantes/informe/eni07_informe.pdf ISBN 978-84-691-5069-6.

RODRÍGUEZ CHUMILLAS, I., 2008. Territorios del turismo. Paisaje urbanizado de la costa mediterránea. *Topofilia*, vol. 1, no. 1 ISSN 04-2016-102613270000-203.

ROIA I MUNAR, F. X., 2002. Análisis de capacidad de carga en los espacios litorales, calas y playas, situados en áreas naturales de especial interés de la isla de Menorca. En: ASENSIO HITA, A. ed. *Turismo y transformaciones urbanas en el siglo XXI*. Almería: Universidad de Almería. Servicio de publicaciones, pp. 327-335 ISBN 9788482405216.

ROMERO ALOY, M.J., 2013. Un análisis sistemático de los parámetros urbanísticos de la edificación. *ACE: Architecture, City and Environment*, vol. 8, no. 22, pp. 45-76. ISSN 1886-4805.

RUIZ GUTIÉRREZ, L., 2015. The Environmental Effects of Tourism Architecture on Island Ecosystem in Cayo Guillermo, Cuba. *Journal of Environmental Protection*, 12 de marzo de 2017, vol. 6, no. 9, pp. 1057.

RULLÁN, O., 2011. La regulación del crecimiento urbanístico en el litoral mediterráneo español. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, vol. 43, no. 168, pp. 279-297.

SALVÀ TOMÀS, P.A., 1991. Turismo y ordenación del territorio: un estado de la cuestión y de su problemática. *Ordenación y Desarrollo Del Turismo En España y En Francia*. Madrid: Casa De Velásquez, Conseil Regional d'Aquitaine, Ministerio De Industria, Comercio y Turismo, y Ministerio De Obras Públicas y Transportes, pp. 115-128.

SANCHIZ PONS, N., 2000. Accesibilidad a Hoteles de 4 y 5 estrellas y Paradores Nacionales. *Ceter CEE. Madrid*.

SANTANA SANTANA, A. y MORALES MATOS, G., 1993. Procesos de construcción y transformación del espacio litoral grancanario inducidos por el fenómeno turístico. *Ería: Revista Cuatrimestral De Geografía*, no. 32, pp. 225-246.

SANTANA SANTANA, S., 2014. *La incidencia de las inundaciones en áreas turísticas costeras: análisis de casos en Canarias*. [Tesis de grado inédita]. Dirigida por: PÉREZ-CHACÓN ESPINO, E., Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

SCHILLIZZI, R., GELOS, E. y SPAGNUOLO, J., 2004. Procesos de retracción de los acantilados patagónicos entre la desembocadura de los ríos Negro y Chubut. Argentina. *Revista De La Asociación Argentina De Sedimentología*, vol. 11, no. 1 [Consulta: 2 de marzo de 2017], pp. 17-26. ISSN 1853-6360.

SIMANCAS CRUZ, M.R. y GARCÍA CRUZ, J.I., 2013. La dimensión territorial de la residencialidad en las áreas turísticas de Canarias. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, no. 63 [Consulta: 3 de enero de 2017], pp. 271-299. ISSN 0212-9426.

SIMANCAS CRUZ, M. y GARCÍA CRUZ, J.I., 2012. La residencialidad: ¿la alternativa a la oferta alojativa extrahotelera de Canarias?. *Turismo*, vol. 3-4, pp. 13-21 ISSN 1889-0326.

SMITH, R.M., GASTON, K.J., WARREN, P.H. y THOMPSON, K., 2005. Urban domestic gardens (V): relationships between landcover composition, housing and landscape. *Landscape Ecology*, 02/01, vol. 20, no. 2, pp. 235-253 ISSN 0921-2973. DOI 10.1007/s10980-004-3160-0.

SOBRAL GARCÍA, S., 2008. La caracterización de un espacio turístico a través de un SIG. En: L. HERNÁNDEZ CALVENTO y J.M. PARREÑO eds. *Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial*. Las Palmas de Gran Canaria: Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC, pp. 424-435. ISBN 978-84-96971-53-0.

STEWART, I., BAYNES, F. y LEE, I., 2002. The RTA Guide to Slope Risk Analysis Version 3.1. *Australian Geomechanics: Journal and News of the Australian Geomechanics Society*, vol. 37, no. 2 [Consulta: 15 de febrero de 2017], pp. 115-147. ISSN 0818-9110.

STONE JR, B., 2004. Paving over paradise: how land use regulations promote residential imperviousness. *Landscape and Urban Planning*, 7/15, vol. 69, no. 1, pp. 101-113. ISSN 0169-2046. DOI 10.1016/j.landurbplan.2003.10.028.

STORINO HOLDERBAUM, B., OLAGUE DE LA CRUZ, J. y Da Silva Lemos. Andreia, 2012. El nivel de calidad de núcleos turísticos urbanizados del turismo de masa y la propuesta de ciudad turística. El caso de la Urbanización El Veril (Gran Canaria) España. *Estudios y Perspectivas En Turismo*, vol. 21 [Consulta: 23 de Diciembre de 2016], pp. 1336-1368. ISSN 0327-5841.

SUÁREZ LÓPEZ, J., *et al.*, 2012. Implicaciones sobre la estación depuradora de la gestión de aguas pluviales en los sistemas de saneamiento unitario: estrategias de integración y afecciones sobre los procesos. *Ingeniería Civil*, vol. 168, pp. 33-49 ISSN 0213-8468.

SUÁREZ LÓPEZ, J. y CAGIAO VILLAR, J., 2005. Vertidos de sistemas de saneamiento unitario en tiempos de lluvia: control de impactos sobre los ríos. *Ingeniería y Territorio*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, no. 71 [Consulta: 20 de enero de 2017], pp. 44-55.

SUNG, C.Y., YI, Y. y LI, M., 2013. Impervious surface regulation and urban sprawl as its unintended consequence. *Land use Policy*, 5, vol. 32, no. 0, pp. 317-323. ISSN 0264-8377. DOI 10.1016/j.landusepol.2012.10.001.

TALAVERA-GARCIA, R., SORIA-LARA, J.A. y VALENZUELA-MONTES, L.M., 2014. La calidad peatonal como método para evaluar entornos de movilidad urbana. *Documents d'Analisi Geografica*, vol. 60, no. 1, pp. 161-187. ISSN 0212-1573.

TEJEDOR JUNCO, M.T., *et al.*, 2005. Calidad bacteriológica de las aguas de playas en Gran Canaria (Islas Canarias, España). *Higiene y Sanidad Ambiental*, no. 5 [Consulta: 16 de enero de 2017], pp. 120-122. ISSN 1579-1734.

TEMES CÓRDOVEZ, R.R., 2008. Las fuentes catastrales y la identificación de las transformaciones en los tejidos urbanos. *Revista C.T. Catastro*. Centro de Publicaciones del Ministerio de Economía y Hacienda, no. 64. ISSN 1138-3488.

TEMPRANO GONZÁLEZ, J., SUÁREZ LÓPEZ, J. y TEJERO MONZÓN, J.I., 1997. Contaminación en redes de alcantarillado urbano en tiempo e lluvia: control de vertidos. *Revista De Obras Públicas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, no. 3361, pp. 37-57.

TONG, X., XIE, H. y WENG, Q., 2014. Urban Land Cover Classification With Airborne Hyperspectral Data: What Features to Use?. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 7, no. 10, pp. 3998-4009 ISSN 1939-1404. DOI 10.1109/JSTARS.2013.2272212.

TORRES, C.G., *et al.*, 1992. El papel de la prensa en el estudio de las catástrofes naturales en Gran Canaria (Islas Canarias, España). *X Coloquio De Historia Canario - Americano*, vol. Coloquio 10, no. 2, pp. 190-213..

TUYA, F., 2013. Praderas de la fanerógama *Cymodocea nodosa* en Canarias: importancia, tendencias e impactos. *Ciencia Compartida ULPGC* [Consulta: 28 de febrero de 2017]. Disponible en:
http://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/9360/2/0674217_00000_0000.pdf.

Unión Europea, 2012. *Natura 2000 - Standard data form for Special Areas of Conservation*. [Consulta: 28 de febrero de 2017]. Disponible en:
<http://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=ES7011004>.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNISDR), 2009. *Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres*. UNISDR [Consulta: 15 de enero de 2017]. Disponible en:
http://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf.

UNITED STATES GEOLOGICAL SERVICE (USGS), 2004. *Fact sheet 2004-3072. Landslide types and processes*. [En línea]. Disponible en:
<https://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/>.

VALENCIA (COMUNITAT) Ley 5/2014, de 25 de julio, de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Paisaje, de la Comunitat Valenciana. *Diario Oficial De La Comunitat Valenciana*, 31 de julio de 2014, no. 7329, pp. 18293-19078.

VERA GALVÁN, J.R., 2003. *Nota breve acerca del turismo en Canarias, respecto de la Ordenación del Territorio*. [Consulta: 27 de febrero de 2017]. Disponible en:
<http://age.ieg.csic.es/temas/03-04-canarias.htm>.

VERA REBOLLO, J.F., 1984. *Mutaciones espaciales producidas por el turismo en el municipio de Torre Vieja*. *Investigaciones geográficas*. 1984, nº 2, pp. 115-138.

VERA REBOLLO, J.F. y TREVIÑO PÉREZ, A., 2010. Transformaciones antrópicas e inundabilidad en áreas turísticas litorales: estudio de caso de la costa de Orihuela (Alicante). *Papeles de Geografía*, no. 51-52, pp. 317-326. ISSN 0213-1781.

VERGARAY, G., et al., 2007. *Enterococcus y Escherichia coli como indicadores de contaminación fecal en playas costeras de Lima*. *Revista Del Instituto De Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica*, vol. 10, no. 20, pp. 82-86. ISSN 1628-8097.

WONG, H.N. y KO, F.W.Y., 2006. *Landslide Risk Assessment - Application and Practice*. *Geo Reports*. Disponible en:
<http://hkss.cedd.gov.hk/hkss/eng/qra/PDF/er195links.pdf>.

WRIGHT, D.B., 2015. *Methods in Flood Hazard and Risk Assessment*. Washington: World Bank Group Disponible en:
<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/22982/Methods0in0flo00and0risk0assessment.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

WU, J. y THOMPSON, J., 2013. Quantifying impervious surface changes using time series planimetric data from 1940 to 2011 in four central Iowa cities, U.S.A. *Landscape and Urban Planning*, 12, vol. 120, no. 0, pp. 34-47. ISSN 0169-2046. DOI <http://dx.doi.org/bibproxy.ulpgc.es/10.1016/j.landurbplan.2013.08.003>.

YANG, X. y LIU, Z., 2005. Use of satellite-derived landscape imperviousness index to characterize urban spatial growth. *Computers, Environment and Urban Systems*, 9, vol. 29, no. 5, pp. 524-540. ISSN 0198-9715. DOI 10.1016/j.compenvurbsys.2005.01.005.

ZAPATA-BALANQUÉ, J.A. y LABISTE-GONZÁLEZ, M., 2013. Procedimiento metodológico para estudios territoriales ambientales en zonas costeras. Caso de estudio Polo Turístico Baconao. *Ciencia En Su PC*, no. 1* [Consulta: 15 de diciembre de 2016], pp. 34-51. ISSN 1027-2887.

ZHOU, Y. y WANG, Y.Q., 2007. An Assessment of Impervious Surface Areas in Rhode Island. *Northeastern Naturalist*, vol. 14, no. 4, pp. 643-650 ISSN 10926194.

ZOIDO NARANJO, F., 2006. Modelos de ordenación territorial. En: CABERO DIÉGUEZ, V. y ESPINOZA GUERRA, L., eds. *Sociedad y Medio Ambiente*. Universidad de Salamanca, pp. 251-286 ISBN 84-7800-414-9.

ZOIDO NARANJO, F., *et al.*, 2000. *Diccionario de geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio*. Barcelona: Ariel ISBN 84-344-0519-9.