

Retrato natural: procesos y patrones ecológicos de las áreas metropolitanas del Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao

WANG An, MA Xiangming, LI Kehong, LÜ Shuheng

Resumen: El entorno natural influye en la sociedad humana a través del mediador de las "fuerzas productivas". En el Antropoceno —una era marcada por un incremento dramático de la productividad humana junto a enormes desafíos ambientales—, la planificación del espacio territorial debe comprender tanto los mecanismos de los procesos ecológicos como responder a las demandas de transformación espacial que las nuevas relaciones de producción imponen sobre los elementos naturales. Ante la insuficiente atención que los métodos actuales de evaluación del espacio territorial, como la "Doble Evaluación", prestan a la evolución dinámica de la naturaleza y a los procesos de interacción urbano-rural, este estudio propone el enfoque del "Retrato Natural" como vía complementaria para la 认知 del espacio territorial. Desde una perspectiva de "impulso procesual", el método deconstruye la formación histórica de los patrones geomorfológicos naturales, identifica unidades geográficas clave y prevé las tendencias evolutivas futuras. Desde una perspectiva de "respuesta patrimonial", examina la adaptación y transformación de las formas naturales bajo procesos humanos como la construcción urbana y la producción agrícola, contribuyendo a comprender los patrones integrados del espacio territorial natural-urbano-rural. A través del estudio empírico de las tres áreas metropolitanas del Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao —Guangzhou, Shenzhen y el Delta del Río Perla Occidental—, la investigación identifica tres procesos ecológicos diferenciados —aluvión fluvial, depósito marino y flotación insular—, cada uno de los cuales ha modelado tipos de relieve marcadamente distintos: llanuras concéntricas, zonas costeras de cabo y bahía, y arenas planas circulares. En respuesta a estos procesos, las tres áreas metropolitanas han desarrollado patrones espaciales diferentes —concéntrico, agrupado y celular— que continúan evolucionando hacia la extensión estuarial, la expansión digitiforme y el mosaico integral. Este método ha complementado eficazmente la cadena tecnológica de la planificación del espacio territorial al reforzar la "认知 procesual" y la "deconstrucción unitaria", sustentando la construcción de estructuras espaciales con mayor continuidad espacio-temporal y unidades de gestión de la interacción hombre-tierra más coherentes.

Palabras clave: retrato natural; procesos ecológicos; Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao; área metropolitana

1 Introducción

La relación entre el ser humano y la tierra se ha caracterizado históricamente por la coexistencia y la interacción dinámica entre el entorno natural y la sociedad humana [1]. Desde la afirmación de Montesquieu de que "la influencia del clima es la más poderosa de todas las influencias" hasta la proposición de Plejánov de que "el entorno geográfico influye directamente en el desarrollo de las fuerzas productivas", la comprensión de cómo la geografía configura la civilización humana ha evolucionado gradualmente del "determinismo abstracto" —que proporciona la base material para el surgimiento, la supervivencia, el desarrollo y la desaparición humana— a la "teoría de la influencia específica", que sostiene

que, dentro de contextos espacio-temporales concretos, el entorno geográfico generalmente solo acelera o retarda el desarrollo [2]. Se ha reconocido que el entorno natural no actúa directamente, sino que influye indirectamente en las relaciones de producción y la cultura a través del mediador de las "fuerzas productivas" [3]. Proyectado sobre el espacio territorial, esto se manifiesta como la relación cambiante entre naturaleza y ciudad en función de las "fuerzas productivas". En la era agrícola, las ciudades estaban incrustadas en la naturaleza, y el entorno natural se comprendía a través del marco experiencial del Fengshui —las cuatro disciplinas de "dragón (montaña), agua, arena (colinas periféricas) y nido (ciudad o tumba)"— conectadas por el concepto de "qi" [4]. En la era industrial, las ciudades buscaron normativizar la naturaleza, que se convirtió en un paisaje ordenado extendido a través de redes viales y sistemas de drenaje. Ahora, en el Antropoceno, la influencia humana ha superado incluso a las fuerzas naturales, pero al mismo tiempo enfrenta enormes desafíos ambientales. Las ciudades tienden ahora a romper las zonificaciones para restaurar la continuidad natural, concebida como proveedora de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación, cultura y soporte. En este proceso, la planificación del espacio territorial debe comprender a fondo los mecanismos de los procesos ecológicos y considerar plenamente las demandas de transformación espacial que las nuevas relaciones de producción imponen, incluidos los elementos naturales [5-6].

El espacio territorial es un mosaico complejo que acopla los ecosistemas naturales con los sistemas de construcción urbano-rural. Los procesos ecológicos impulsan continuamente la evolución del espacio territorial, mientras que las actividades de construcción urbano-rural se adaptan y transforman simultáneamente el paisaje territorial. Actualmente, el principal método de 认知 del espacio territorial —la "Doble Evaluación" (evaluación de la capacidad de carga de recursos y medio ambiente, y evaluación de la idoneidad del desarrollo del espacio territorial)— genera evaluaciones cuantitativas mediante la valoración integral de las dotaciones de recursos y las condiciones ambientales, siguiendo la lógica de "la capacidad de carga determina la escala, la idoneidad determina el espacio". Este enfoque ha desempeñado un papel importante en la orientación de la disposición racional de los diversos elementos del espacio territorial [7]. Sin embargo, ante el espacio territorial como mosaico dinámico, persisten dos insuficiencias: primero, la separación entre las causas de la evolución espacio-temporal y los patrones actuales. Los análisis existentes de los patrones espaciales urbano-rurales tienden a centrarse en características estáticas y unitemporales, con escasa consideración de los mecanismos dinámicos, y la investigación que se extiende a los procesos superficiales intrínsecos y dinámicos sigue siendo relativamente escasa, lo que dificulta revelar la lógica integral detrás de la formación de los patrones de paisaje-ciudad-campo. Segundo, la separación entre los procesos del ecosistema natural y los procesos de construcción urbano-rural. La actividad humana ha permeado todos los recursos ecológicos naturales e influido profundamente en los procesos naturales; estudiarlos de forma aislada ignora las compensaciones y sinergias entre los procesos naturales y antropogénicos [8].

El "retrato" (profile) es un método para comprender fenómenos complejos que enfatiza no la reducción proporcional de la realidad, sino la simplificación intencional —organizando las partes en relación entre sí mediante la reducción, exclusión o incluso adición selectiva de elementos [9]. En la década de 1960, Kevin Lynch, desde la perspectiva de la psicología social, propuso el concepto de "imagen de la ciudad" midiendo la calidad visual urbana a través de

las imágenes mentales de los ciudadanos. Posteriormente, diversos autores [10-11] extendieron este enfoque de retrato a dominios sociales como la economía y la cultura urbanas, explorando vías analíticas como los retratos industriales y los perfiles de usuarios. Sin embargo, la investigación específicamente dirigida al espacio territorial sigue siendo limitada. Por ello, este estudio propone la vía del "Retrato Natural" para la 认知 del espacio territorial, deconstruyendo los mecanismos de evolución del ecosistema natural y las respuestas de la construcción urbano-rural desde una perspectiva de impulso procesual, identificando unidades geográficas naturales que portan funciones ecológicas clave y traduciéndolas en elementos del patrón urbano. Se elabora así un "retrato natural" vinculado por procesos ecológicos, sustentado en unidades geográficas y reflejante tanto de los patrones evolutivos ecológicos como de las configuraciones de uso urbano del suelo. En comparación con la "Doble Evaluación", que identifica los espacios ecológicos importantes a nivel de "cuadrícula" mediante superposición de capas, el "Retrato Natural" complementa metodológicamente la vía de identificación de espacios ecológicos críticos basada en las fuerzas impulsoras de dentro hacia fuera, y produce espacialmente un patrón con "unidades geográficas" como portadoras de las funciones ecológicas y los modos de uso urbano. Esto constituye un complemento eficaz de las vías actuales de 认知 del espacio territorial y puede respaldar sólidamente la colaboración multidisciplinaria en la planificación territorial.

2 Área de estudio y marco técnico

2.1 Área de estudio

El "área metropolitana" es un conjunto espacial de grupos urbanos compuesto por una ciudad central y sus zonas circundantes con estrechos vínculos socioeconómicos [12-13], y representa una unidad completa para el acoplamiento de los ecosistemas naturales y los sistemas de construcción urbano-rural a escala regional [14]. La perspectiva del desarrollo coordinado de áreas metropolitanas impone nuevas exigencias a los marcos de organización espacial existentes, requiriendo cambios correspondientes en los patrones espaciales, las funciones ecológicas y las relaciones de acoplamiento con las ciudades del entorno natural [15]. El Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao es tanto una región geomorfológicamente diversa con grandes montañas, ríos y mares [16] como una región compleja de relaciones hombre-tierra con alta urbanización [17]. Según las Directrices de Coordinación para la Planificación del Espacio Territorial de las Áreas Metropolitanas de la Provincia de Guangdong, las áreas metropolitanas de Guangzhou, Shenzhen y el Delta del Río Perla Occidental se encuentran dentro del Gran Área de la Bahía [18] (Fig. 1). Estas tres áreas comparten el mismo contexto de desarrollo regional, pero cada una presenta dotaciones naturales y patrones urbanos distintivos [19-20], lo que las convierte en un escenario ideal para la investigación de retratos naturales.



Fig.1 Ubicación de las tres áreas metropolitanas en la Gran Área de la Bahía de Guangdong-Hong Kong-Macao

2.2 Marco técnico

Los procesos ecológicos como las dinámicas geológicas e hidrológicas influyen continuamente en la evolución geomorfológica, mientras que la construcción urbano-rural, al adaptarse al cambio geomorfológico, también transforma subjetivamente los patrones naturales. Para deconstruir mejor esta interacción continua, este estudio se basa en el marco técnico de "impulso procesual — respuesta patrimonial" procedente de la investigación en ecología del paisaje sobre acoplamiento de procesos e integración espacial [21], construyendo una vía de 认知 del espacio territorial basada en el "Retrato Natural". En la dimensión de "impulso procesual", se examinan los mecanismos por los cuales procesos ecológicos específicos como la confluencia fluvial y la deposición de sedimentos impulsan la evolución de las formas naturales del relieve, identificando unidades geográficas que portan funciones ecológicas críticas, incluidas las crestas de agua, los valles de agua y las cadenas de colinas insulares. En la dimensión de "respuesta patrimonial", se examina ulteriormente el papel que estas unidades geográficas desempeñan en la configuración del patrón urbano, mapeándolas hacia elementos del sistema de construcción urbano-rural como los límites naturales, los nodos ecológicos y los círculos urbanos, integrando luego la dirección de la evolución natural con las necesidades de desarrollo urbano para evaluar las tendencias generales de evolución del patrón urbano-rural. Véase la Fig. 2.

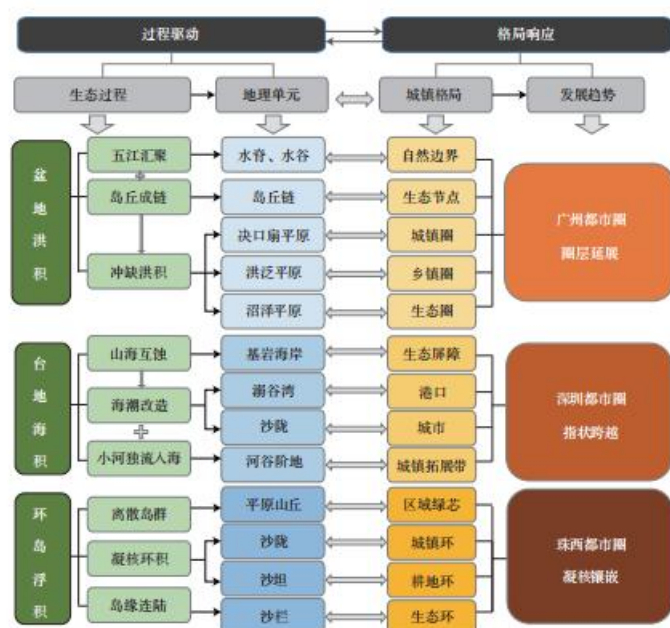


Fig.2 El marco analítico de la investigación

3 Tres formas de depósito impulsadas por procesos ecológicos en el Gran Área de la Bahía

En el proceso de deposición de sedimentos del Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao, tres fuerzas naturales distintas —río, mar y montaña— impulsan procesos deposicionales diferenciados, conformando unidades geográficas distintas y modelando tres fondos ecológicos radicalmente diferentes.

3.1 Depósito aluvial de cuenca: llanuras concéntricas formadas por la brecha fluvial a través de cadenas de colinas insulares

El proceso ecológico principal en la zona de Guangzhou-Foshan es la deposición aluvial de los

grandes ríos, incluyendo el Río del Oeste y el Río del Norte. Donde los ríos convergen y atraviesan múltiples cadenas de colinas insulares, la interceptación y deposición de sedimentos crea un relieve concéntrico compuesto por crestas de agua, valles de agua, cadenas de colinas insulares, llanuras de abanico de brecha, llanuras aluviales y llanuras pantanosas —caracterizadas por agua y sedimentos abundantes y un amplio traspasí.

Confluencia de cinco ríos. El Delta del Río Perla es el único delta compuesto entre las grandes cuencas fluviales de China. A diferencia del Yangtsé, que desemboca en el mar por un solo cauce, está formado por la confluencia de cinco ríos principales —el Río del Oeste, el Río del Norte, el Río del Este, el Río Tan y el Río Liuxi— en una zona de llanura, creando una compleja red fluvial de más de 300 canales distributarios que desembocan en el mar a través de ocho bocas estuarinas. Dentro de sus complejos mecanismos dinámicos y formas geomorfológicas, las "crestas de agua" y los "valles de agua" desempeñan un papel fundamental [22]. La anchura física de un canal fluvial no es proporcional a su caudal (Fig. 3). El Río del Oeste, el Río del Norte y el Río del Este tienen los mayores caudales —222.000 millones de m³, 41.000 millones de m³ y 22.000 millones de m³ respectivamente—, lo que representa más del 94% del caudal total del Gran Área de la Bahía, pero sus cauces no son los más anchos, con anchuras medias de aproximadamente 500 m. En cambio, el Río Liuxi y el Río Tan, que representan solo alrededor del 1,7% del caudal total, tienen bocas estuarinas con anchuras superiores a 2 km. Así, los ríos de gran caudal —Río del Oeste, Río del Norte y Río del Este— se "comprimen" en cauces relativamente estrechos, formando "crestas de agua" con niveles relativamente altos, mientras que los ríos de menor caudal —Liuxi y Tan— fluyen por cauces más anchos, formando "valles de agua" con niveles de superficie relativamente bajos. Dado que el agua fluye hacia abajo, los afluentes de la red fluvial del Río Perla se bifurcan y convergen continuamente en su flujo desde las "crestas de agua" hacia los "valles de agua", desarrollando la red hídrica de la llanura del Delta del Río Perla, aparentemente intrincada pero ordenadamente funcional.

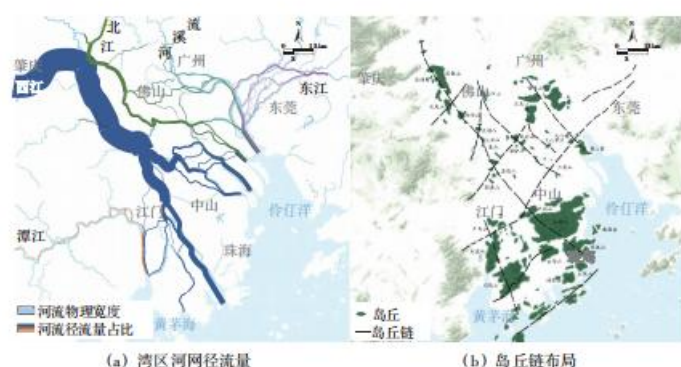


Fig.3 Corrientes de la red fluvial y las cadenas de colinas de las islas en el Área de la Bahía
Colinas que forman cadenas. La zona de falla en forma de "múltiples" de Guangdong se extiende a la llanura del Delta del Río Perla, dando lugar a más de 160 salientes de colinas de islas, que aparecen como colinas, terrazas y colinas residuales con altitudes que generalmente van de 100 a 300 metros. Estas fueron en su día islas, pero con la acumulación de sedimentos se han convertido en colinas aisladas incrustadas en la llanura [23]. Constrainidas por el plegamiento geológico, estas colinas insulares se distribuyen en un patrón de tablero de ajedrez, formando 7 cadenas laterales y 8 cadenas longitudinales de "colinas insulares" (Fig. 3). Aunque cada colina individual es pequeña, las cadenas alineadas

ejercen una influencia significativa sobre la geomorfología de la llanura. Longitudinalmente, constriñen los cauces principales del Río del Este, el Río del Oeste y el Río del Norte, reduciendo la migración de los cauces. Lateralmente, interceptan los sedimentos fluviales, forzando la bifurcación del sistema hídrico y formando redes fluviales.

Brecha y depósito. A medida que el Río del Oeste y el Río del Norte —funcionando como "crestas de agua"— convergen hacia el cauce principal del Río Perla en el Liuxi-Lingdingyang, encuentran cadenas de colinas insulares. El río erosiona brechas o se bifurca para pasar, lo que reduce la velocidad del flujo, debilita la capacidad de transporte de sedimentos y produce la deposición. Desde la primera cadena de colinas insulares en la Montaña Kundu, el área metropolitana de Guangzhou tiene cuatro cadenas de colinas insulares orientadas de este a oeste, de norte a sur: "Montaña Baiyun-Montaña Xiqiao", "Montaña Daifu-Montaña Yuanshan" y "Montaña Wugui-Montaña Huangshanlu". Cada cadena actúa como un umbral que intercepta sedimentos y deposita su propia unidad subdelta, formando en última instancia un delta compuesto por múltiples subdeltas. Durante la deposición de cada subdelta, los materiales se estratifican por peso y tamaño de partícula, formando llanuras concéntricas. La grava más pesada se deposita primero, formando la llanura de abanico de brecha a la mayor elevación; el limo más ligero viaja más lejos, formando la llanura aluvial de la zona media; y la zona más exterior es la llanura pantanosa, a la menor elevación y con la energía hidrodinámica más débil. Así, el área metropolitana de Guangzhou, a medida que el agua fluye de las crestas a los valles, encuentra cuatro capas de cadenas de colinas insulares y deposita cuatro capas de formas de relieve progresivamente más bajas —"cadena de colinas insulares — llanura de abanico de brecha — llanura aluvial — llanura pantanosa" (Fig. 4).

3.2 Depósito marino de terraza: zona costera de cabos y bahías formada por la erosión de colinas por las mareas

A diferencia del área metropolitana de Guangzhou, dominada por los grandes ríos, el área metropolitana de Shenzhen está moldeada por la interacción directa entre la montaña y el mar. A través de la deposición costera y los procesos de erosión-transporte de pequeños ríos, se ha formado una costa de cabos y bahías compuesta por costa de roca madre, bahías de valle sumergido (rías), cordones de arena y terrazas fluviales. Aunque la proporción de terreno llano es reducida, cuenta con excelentes condiciones portuarias.

Erosión mutua entre montaña y mar. La cordillera de Lianhua, originada en el este de Guangdong, se bifurca en ramas norte y sur en Tieluzhang. La rama norte —"Montaña Ewei-Montaña Baoshan-Montaña Yinping"— constituye la principal frontera entre Dongguan y Shenzhen y sirve como barrera ecológica de Shenzhen. La rama sur —"Montaña Tanglang-Montaña Wutong-Montaña Tiantou"— se encuentra directamente con el mar, formando una costa dentada de roca madre con bahías y cabos alternados. Bajo la erosión de las mareas, el granito más duro es seleccionado en cabos salientes, mientras que las partes más blandas son lavadas y transformadas en bahías entrantes, formando bahías de valle sumergido encajadas unas dentro de otras. Simultáneamente, las cordilleras norte-sur de la Montaña Damao y la Montaña Qiniang dividen la línea costera de Shenzhen en tres grandes bahías —Bahía de Shenzhen, Bahía de Dapeng y Bahía de Daya— que, con sus pendientes pronunciadas, aguas profundas, olas calmadas y escasa arena, ofrecen ubicaciones ideales para el desarrollo portuario.

Deposición costera. A medida que los sedimentos transportados por los ríos aguas arriba o

por la erosión montañosa llegan a la costa: una parte es transformada por las corrientes de marea y las corrientes litorales en estrechas flechas de arena, como en la Bahía Dachen, donde la flecha se extiende gradualmente cerrando la bahía interior para formar una laguna costera que, al colmatarse, se convierte en llanura costera. Otra parte es transportada verticalmente tierra adentro por vientos marinos y marejadas ciclónicas, siendo interceptada por las colinas para formar diques de arena. Múltiples diques se acumulan formando cordones de arena, que evolucionan hasta convertirse en escasas zonas de llanura costera que constituyen las principales áreas aptas para la construcción urbana en Shenzhen.

Pequeños ríos de desembocadura independiente. Bloqueado por la cordillera de Lianhua, el Río del Este se desvía del área metropolitana de Shenzhen, desembocando en el estuario de Shiziyang al norte de Dalingshan. En consecuencia, los sistemas hídricos dentro del área metropolitana de Shenzhen son predominantemente pequeños ríos de origen local, incluyendo el Río Hanxi, el Río Shima y el Río Danshui. Los ríos que se desarrollan en zonas montañosas y de colinas inicialmente se encajonan hacia abajo, formando cauces en V. Posteriormente, la erosión lateral se intensifica por la erosión en la margen cóncava y la deposición en la margen convexa, formando amplias y profundas terrazas fluviales —los principales corredores para carreteras y acueductos entre Shenzhen y Dongguan. Estos ríos locales, debido a sus caudales relativamente pequeños, normalmente no se bifurcan sino que desembocan independientemente en los ríos o en el mar. Véase la Fig. 4.



Fig.4 Mapa de patrones de deposición geomórficos en áreas metropolitanas en la región de Guangdong

3.3 Depósito por flotación insular: arenas planas circulares formadas por la interceptación de sedimentos en islas

A diferencia de la deposición aluvial progresiva del área metropolitana de Guangzhou-Foshan y la deposición marina del área metropolitana de Shenzhen, la zona de Zhuhai-Zhongshan en la orilla occidental del estuario del Río Perla experimenta un proceso discreto de deposición por flotación, donde las islas dominan la formación de un relieve nucleado compuesto por islas rocosas, diques de arena, arenas planas y barras de arena.

Archipiélagos discretos. Las montañas y colinas de Wugui y Huangyang en Zhongshan y Zhuhai, situadas en el curso bajo del Río del Oeste, están más alejadas de la fuente de sedimentos y se desarrollaron más tarde. La evolución de la línea costera revela que originalmente eran islas relativamente aisladas.

Deposición circular nucleada. Los sedimentos arrastrados por el Río del Oeste encuentran islas que interceptan el flujo, reduciendo la velocidad y provocando la formación de cordones

de arena y arenas planas en anillos alrededor de cada isla, acumulándose circularmente con la isla como núcleo. A medida que la deposición continúa, estos anillos se expanden hacia el exterior en secuencia: los diques de arena más próximos a la isla son los más altos y resistentes, seguidos por arenas planas con elevación y tamaño de partícula gradualmente decrecientes pero con contenido orgánico creciente, y finalmente barras de arena exteriores.

4 Tres patrones espaciales metropolitanos en respuesta al relieve natural

Los tres procesos de deposición de sedimentos han influido significativamente en los relieves regionales, y las áreas metropolitanas, al adaptarse y transformar estos relieves, han conformado tres patrones urbanos y trayectorias de desarrollo distintivos [24-25].

4.1 Área metropolitana de Guangzhou-Foshan — extensión concéntrica bajo el depósito aluvial de brecha

4.1.1 Patrón urbano: disposición multicónica de "ciudad-campo de cultivo-bahía"

Como se ha expuesto, en el proceso de interceptación de sedimentos fluviales por las cadenas de colinas insulares para formar el relieve concéntrico de "llanura de abanico de brecha — llanura aluvial — llanura pantanosa", las distintas unidades naturales desempeñan roles diferentes en el patrón metropolitano. Las "cadenas de colinas insulares" son fundamentales para la deposición de sedimentos y la estabilización del sistema hídrico, y además cumplen una función importante en la regulación del microclima urbano de las llanuras. Constituyen así las barreras de monte y bosque más cercanas a la ciudad, como la Montaña Baiyun, la Montaña Xiqiao y la Montaña Daifu. La "llanura de abanico de brecha", inmediatamente adyacente a las cadenas de colinas insulares, compuesta por las partículas de grava más grandes y duras a la mayor elevación y con suelo relativamente pobre, es apta para la construcción urbana. En consecuencia, las cuatro capas de llanuras de abanico de brecha en el área metropolitana de Guangzhou albergan cuatro cinturones urbanos concéntricos: Sanshui-Huadu, Yuexiu-Haizhu-Liwan-Nanhai-Chancheng, Panyu-Shunde y Nansha-Zona urbana de Zhongshan. Más allá de la llanura de abanico de brecha, la "llanura aluvial" tiene textura más blanda y mayor contenido orgánico, apta para la edificación de aldeas y el cultivo, como el área de terraplenes de Sangyuanwei al pie de la Montaña Xiqiao y el área de Wanqingsha en Nansha. Finalmente, la "llanura pantanosa" más exterior es la zona con mayor riqueza hídrica y mayor valor ecológico, como los humedales de Shiwan y Nansha; topónimos como "Shawan" (bahía de arena) y "Shiwan" (bahía de piedra) reflejan también la geomorfología de la antigua llanura pantanosa. En conjunto, el patrón urbano-rural de Guangzhou-Foshan, aparentemente entrelazado, puede deconstruirse en cuatro capas concéntricas de "llanura de abanico de brecha — llanura aluvial — llanura pantanosa", cada una portando una estructura espacial repetida de "ciudad — campo de cultivo — bahía" (Fig. 4). Las crestas y los valles de agua, como zonas de mayor caudal o canales más anchos, constituyen las principales fuentes de abastecimiento de agua, las vías de navegación

principales y los límites naturales del área metropolitana (Fig. 5).

Fig.5 Patrones espaciales de tres áreas metropolitanas en la Gran Bahía de Guangdong-Hong Kong-Macao

4.1.2 Tendencia de desarrollo: extensión estuarial ante la deposición rápida

El proceso aluvial ha aportado al área metropolitana de Guangzhou-Foshan suelo fértil y agua dulce abundante, sustentando su desarrollo como ciudad-prefectura histórica y proporcionando amplio espacio para la futura expansión metropolitana. Bajo el fuerte impulso del núcleo Guangzhou-Foshan, el área metropolitana continúa expandiéndose de forma concéntrica [26]. Entre las capas concéntricas, las zonas agrícolas continuas de la Montaña Baiyun-Río del Este-Shiziyang-Río del Norte constituyen el límite natural de la zona central del área metropolitana de Guangzhou, mientras que las zonas agrícolas continuas de la Montaña Wangzi-Montaña Fenghuang-Río Zeng-Río del Oeste forman el límite natural de la zona urbanizada del área metropolitana. A diferencia del casco antiguo, situado en el núcleo de la cuenca con montañas a la espalda y agua al frente, los nodos de desarrollo se ubican preferentemente en cadenas de colinas insulares y confluencias fluviales, como la Estación Sur de Guangzhou-Zona piloto de Sanlongwan. Los campos y aldeas entre las capas concéntricas funcionan como espacio resiliente para la absorción de inundaciones. Sin embargo, la rápida deposición de sedimentos —una transformación de "mar en campos de moreras"— afecta dinámicamente la capacidad de navegación de los puertos y canales del área metropolitana. Según las observaciones, la línea costera de Nansha en Guangzhou avanza aproximadamente 100 m al año hacia el mar. Para reducir el impacto de los sedimentos en los puertos, Guangzhou ha extendido continuamente sus instalaciones portuarias hacia el este y el sur a lo largo del Río Perla, ampliando el marco urbano: el puerto marítimo se ha desplazado progresivamente de Baietan a Huangpu y Nansha, y las rutas de navegación transversales que conectan el Río del Oeste y el cauce principal del Río Perla se han ido trasladando gradualmente hacia el sur, desde el Río Baini (dinastías Qin-Han) hasta el



Arroyo Lubao (dinastías Tang-Song), el Arroyo Xinan (dinastía Ming), el Canal de Agua de Foshan (dinastía Qing) y, en la época contemporánea, el Canal de Agua de Dongping.

4.2 Área metropolitana de Shenzhen — expansión digitiforme bajo el depósito marino de terraza

4.2.1 Estructura urbana: ciudad agrupada de "puertos" + "corredores"

Las bahías de valle sumergido de aguas profundas y olas calmadas ofrecen ubicaciones ideales para la construcción portuaria. Con el establecimiento de la Zona Económica Especial de Shenzhen y el inicio del modelo cooperativo de "tienda adelante, fábrica atrás" con Hong Kong, se desarrollaron sucesivamente en las cabeceras de la Bahía de Shenzhen y la Bahía de Dapeng importantes zonas portuarias —Shekou, Mawan, Chiwan y Yantian— y en torno a ellas se desarrollaron puestos fronterizos como Shekou y Luohu. A medida que los puestos fronterizos se expandieron y aumentaron las necesidades de conexión transversal entre los distintos grupos, se construyeron sobre los cordones de arena, sólidos y elevados, vías troncales este-oeste como la Avenida Shennan, la Avenida Binhai y la Vía Rápida Beihuan. Conforme el espacio construible en la llanura costera se fue saturando, la construcción urbana comenzó a expandirse hacia el norte, desarrollando carreteras como la G107 y la G205 a lo largo de las terrazas fluviales norte-sur del Río Shima y el Río Danshui, e impulsando cinco nuevas ciudades como Dayun y Pinghu. Intercaladas entre ellas, las zonas de colinas constituyen las principales barreras ecológicas de la región, incluyendo Dalingshan, Eweishan, Baoshan, Tanglang y Wutong (Fig. 5).

4.2.2 Tendencia de desarrollo: expansión digitiforme en busca de traspasís espacial

El depósito marino de terraza ha proporcionado a Shenzhen excelentes puertos de aguas profundas, pero también el desafío de un espacio urbanizable limitado. El terreno llano representa solo el 20%-30% de la superficie territorial de Shenzhen, mientras que las colinas y crestas ocupan el 70%-80%, y más del 40% de la superficie está incluida en las líneas rojas ecológicas. En 2010, Shenzhen cruzó la rama sur de la cordillera de Lianhua para integrar las zonas interior y exterior de la frontera de la zona especial. Ahora, en la era metropolitana, Shenzhen está superando aún más la rama norte de la cordillera de Lianhua para fortalecer los vínculos con Dongguan. Dado que los pequeños ríos originados en las colinas locales fluyen hacia las partes más vulnerables del sistema montañoso, y a través de la incisión y erosión lateral acumulada forman terrazas fluviales, estos valles se convierten en corredores viables para la construcción de corredores verdes urbanos, corredores de transporte y corredores de expansión industrial a través del sistema montañoso. Esto ha producido el patrón característico del área metropolitana de Shenzhen de radiación digitiforme hacia el exterior a través de corredores [27-28]. Por ejemplo, aprovechando el excelente valle del Río Shima, combinado con el Ferrocarril Guangzhou-Kowloon y la Carretera Dongguan-Shenzhen, y superpuesto con la Línea Intercity Changlong planificada y la Línea 22 del Metro de Shenzhen, se ha conformado un corredor compuesto que enlaza plataformas de desarrollo como Tangxia y Songshan Lake en Dongguan.

4.3 Área metropolitana del Delta del Río Perla Occidental: mosaico nucleado bajo el depósito por flotación insular

4.3.1 Patrón urbano: grupo nucleado de "núcleo verde-polders vinculados"

En el proceso de deposición circular alrededor de islas, las montañas proporcionaron a los residentes locales fuentes de agua dulce y refugio contra marejadas ciclónicas, desempeñando un papel crucial como barrera ecológica. Incluso después de que las llanuras se fusionaran eventualmente en extensiones continuas, la lógica espacial de vivir y cultivar alrededor de las montañas no ha cambiado, y las colinas de la llanura han evolucionado hasta convertirse en núcleos verdes regionales compartidos por diferentes ciudades. Además, los diques de arena y los cordones de arena formados por la deposición circular, al ser

elevados y resistentes, constituyen zonas prioritarias para la construcción urbana. A medida que la deposición se extiende hacia el exterior desde los cordones, las arenas planas disminuyen gradualmente en elevación y tamaño de partícula mientras el contenido orgánico aumenta, y mediante el cercado de polders se forman valiosas tierras de cultivo protegidas de la influencia de las mareas. Las barras de arena más externas sirven como zonas de resiliencia regional para el almacenamiento de inundaciones y la defensa contra marejadas ciclónicas. Así, la estructura urbana presenta un patrón de "núcleo verde regional — anillo urbano — anillo de cultivo — cinturón ecológico" formando grupos vinculados (Fig. 5).

4.3.2 Tendencia de desarrollo: mosaico integral centrado en el espacio verde regional

El área metropolitana del Delta del Río Perla Occidental, construida mediante deposición por flotación nucleada en islas, aparenta ser espacialmente continua, pero el marco urbano original de autodesarrollo alrededor de barreras montañosas mantiene una fuerte influencia. El área metropolitana enfatiza el flujo de elementos entre diferentes regiones para lograr beneficios integrales. Sobre la base de distribuciones urbanas originalmente separadas, la protección y el aprovechamiento del espacio ecológico compartido para forjar un consenso sobre el desarrollo conjunto se han convertido en una prioridad a corto plazo [29]. Por ejemplo, el establecimiento de la Reserva Natural de la Montaña Wugui, y el desarrollo de plataformas como la Ciudad Científica de Zhongshan y la Nueva Ciudad Xiangshan alrededor de la montaña, han formado un cinturón industrial circundante.

5 Conclusiones y discusión

Tomando como ejemplo las tres áreas metropolitanas de Guangzhou, Shenzhen y el Delta del Río Perla Occidental en el Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao, este estudio examina cómo diferentes procesos ecológicos impulsan relieves deposicionales diferenciados bajo diversos entornos naturales, y cómo el sistema urbano-rural adopta estrategias de respuesta diferenciadas, conformando estructuras urbanas y trayectorias de desarrollo marcadamente distintas (Tabla 1):

① El área metropolitana de Guangzhou, situada aguas arriba de la boca en forma de trompeta del Gran Área de la Bahía, está dominada por el proceso de depósito aluvial de los grandes ríos —Río del Norte y Río del Oeste—. Los sedimentos abundantes, interceptados por múltiples cadenas de colinas insulares, se depositan en capas formando relieves multinivel de "llanura de abanico de brecha — llanura aluvial — llanura pantanosa". Correspondientemente, se ha conformado un patrón urbano multicónico de "ciudad — campo de cultivo — ecología", desarrollándose en el centro de la cuenca la prefectura de Guangzhou como centro político, cultural y económico regional. Bajo el marco metropolitano, continúa la expansión concéntrica impulsada por el fuerte núcleo Guangzhou-Foshan, con las crestas y valles de agua como principales límites naturales y los campos de cultivo depositados progresivamente como separadores entre grupos. Paralelamente, para acomodar el rápido proceso de deposición de agua y sedimentos, el área metropolitana debe ajustar continuamente las rutas de navegación y la disposición de canales para mantener su función como centro de transbordo fluvio-marítimo.

② El área metropolitana de Shenzhen, situada en la orilla oriental aguas abajo de la boca en forma de trompeta del Gran Área de la Bahía, está afectada por la fuerza de Coriolis que desvía los sedimentos, provocando que las montañas se encuentren directamente con el mar. La erosión de las mareas sobre las montañas forma una costa de cabos y bahías con bahías y cabos alternados —escasa en terreno llano pero rica en excelentes puertos—. La ciudad

desarrolló primero zonas portuarias en las cabeceras de las bahías, conformando gradualmente una estructura urbana agrupada de "puertos + corredores". Bajo el marco metropolitano, la zona central busca conexiones más fuertes con las plataformas periféricas, cruzando montañas a lo largo de valles fluviales en un patrón de expansión digitiforme.

③ El área metropolitana del Delta del Río Perla Occidental, situada en la orilla occidental de la boca en forma de trompeta del Gran Área de la Bahía, estaba originalmente compuesta por pequeñas masas montañosas que existían como islas. Estas islas interceptaron sedimentos y se acumularon individualmente en anillos, desarrollando gradualmente un relieve de mosaico nucleado por compresión mutua. Bajo el marco metropolitano, los grupos relativamente separados buscan una cooperación fuerte, siendo la colaboración regional centrada en el espacio ecológico compartido la prioridad a corto plazo.

Tabla 1 Resumen de los modelos de expansión espacial de las tres áreas metropolitanas del Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao

Tabla 1 Resumen de los modelos de expansión espacial de las tres áreas metropolitanas de la Gran Bahía de Guangdong-Hong Kong-Macao

Área metropolitana	Modo de deposición	Unidades geográficas clave	Características geográficas naturales	Tendencia de evolución espacial
Guangzhou	Depósito aluvial de cuenca: llanuras concéntricas formadas por la brecha fluvial a través de cadenas de colinas insulares	Cresta de agua — cadena de colinas insulares — llanura de abanico de brecha — llanura aluvial — llanura pantanosa — valle de agua	Amplio traspáis, agua dulce abundante, sedimentación rápida en la boca estuarina	Evolución extensiva: adaptación a la deposición rápida, ajuste del marco
Shenzhen	Depósito marino de terraza: zona costera de cabos y bahías formada por la erosión de colinas por las mareas	Costa de roca madre — bahía de valle sumergido — cordón de arena — terraza fluvial	Puertos excelentes, línea costera continua, barreras montañosas, traspáis limitado	Expansión digitiforme: cruce de montañas, conquista de traspáis, de bahías a cuencas
Delta del Río Perla Occidental	Depósito por flotación insular: arenas planas circulares formadas por la interceptación de sedimentos en islas	Isla rocosa — dique de arena — arena plana — barra de arena	Cauces verticales pronunciados, montañas elevadas, fragmentos dispersos	Evolución mosaico: fortalecimiento de la conectividad, del "núcleo" al "mosaico"

Este estudio ha construido una vía de "Retrato Natural" para la 认知 del espacio territorial, complementando dos eslabones fundamentales —" 认知 procesual" y "deconstrucción unitaria"— dentro de la cadena tecnológica de planificación del espacio territorial de "evaluación — zonificación — regulación", tanto en las dimensiones temporal como espacial, sustentando la construcción de estructuras espaciales con mayor continuidad espacio-temporal y unidades de gestión de la interacción hombre-tierra más coherentes:

① Temporalmente, la " 认知 procesual" construye un patrón dinámico del espacio territorial. Sobre la base de la zonificación estática de la "Doble Evaluación", el "Retrato Natural" enfatiza la identificación de procesos horizontales como la formación geológica, la deposición de sedimentos y la producción agrícola desde una perspectiva de fuerzas impulsoras, identificando espacios causales interrelacionados, construyendo un patrón espacial de "flujo procesual" y comprendiendo las tendencias evolutivas para respaldar la evaluación de la dirección de desarrollo.

② Espacialmente, la "deconstrucción unitaria" proporciona un vehículo de gestión más integral y orgánico. La "Doble Evaluación", utilizando "cuadrículas" como unidades, deriva zonificaciones de idoneidad alta-media-baja mediante superposición tipo "pastel de mil capas" y las agrupa ulteriormente para delimitar tres categorías de espacio, provocando un cierto grado de separación funcional territorial y fragmentación estructural espacial. El "Retrato Natural" enfatiza el uso de "unidades geográficas" —espacios con funciones completas y límites claros— como vehículos para acoger procesos ecológicos y actividades sociales, y mediante una deconstrucción secuencial a múltiples escalas, conecta la zonificación de gestión, las unidades de planificación reguladora y las áreas de restauración, sustentando una planificación integrada del espacio territorial.

La investigación futura puede enriquecerse y profundizarse en las siguientes direcciones: ① Mecanismos bidireccionales de impulso-respuesta natural-antropogénica. Este estudio enfatiza el acoplamiento de procesos naturales y antropogénicos, pero toma principalmente la naturaleza como fuerza impulsora para deducir la adaptación y transformación urbano-rural, tratando la naturaleza como variable independiente y los patrones urbano-rurales como variable dependiente. Sin embargo, como se señaló anteriormente, el entorno natural influye en la sociedad humana a través del mediador de las "fuerzas productivas", que a su vez están influidas por la cultura, la política y los eventos contingentes. Por tanto, es necesario complementar los procesos de impulso antropogénico, identificar las nuevas demandas sobre la organización espacial derivadas de las nuevas relaciones de producción y regular en correspondencia la adaptación al entorno natural. ② Vinculación del mecanismo de "impulso procesual — respuesta patrimonial" con los "sistemas de monitoreo — alerta temprana". El análisis actual del flujo procesual y la evolución espacial se basa predominantemente en la deducción cualitativa de mecanismos, careciendo de monitoreo cuantitativo y predicción. Esto genera insuficiencias para las decisiones de planificación a escala media y pequeña y para la evaluación oportuna del espacio. La integración con las redes de monitoreo de la planificación del espacio territorial y los sistemas de alerta temprana facilitaría el monitoreo dinámico y la planificación adaptativa.

Referencias

[1] WU Chuanjun. Estudio teórico sobre el sistema areal de la relación hombre-tierra y su

- regulación [J]. Journal of Yunnan Normal University, 2008, 40(2): 1-3.
- [2] GE Jianxiong. Comprensión integral y correcta de la influencia del entorno geográfico en la historia y la cultura [J]. Fudan Journal (Social Sciences Edition), 1992(6): 51-55.
- [3] BAO Qingde, YUE Xinlu. Entorno geográfico: reflexión sobre el determinismo y exploración de la teoría de la influencia [J]. Journal of Nanjing Forestry University (Humanities and Social Sciences Edition), 2024, 24(5): 26-40.
- [4] SHEN Qiming. Interpretación dialéctica de la compilación fengshui de la dinastía Ming "Conocimiento esencial de geografía para los seres humanos" [D]. Tianjin: Tianjin University, 2018.
- [5] FU Bojie, ZHAO Wenwu, CHEN Liding. Avances y perspectivas de la investigación de procesos geo-ecológicos [J]. Acta Geographica Sinica, 2006(11): 1123-1131.
- [6] LIU Yansui. Relación hombre-tierra moderna y ciencia del sistema hombre-tierra [J]. Scientia Geographica Sinica, 2020, 40(8): 1221-1234.
- [7] JIA Kejing, HE Hongfei, ZHANG Hui, et al. Optimización del patrón del espacio territorial basada en la "Doble Evaluación" [J]. China Land Science, 2020, 34(5): 43-51.
- [8] ZHANG Yang. "Doble Evaluación": salto científico en la toma de decisiones de planificación espacial — reseña de "Teoría y práctica de la Doble Evaluación para la planificación del espacio territorial" de YUE Wenze [J]. China Land Science, 2024, 38(5): 125-130.
- [9] LYNCH K. La imagen de la ciudad [M]. FANG Yiping, HE Xiaojun, trad. Beijing: Huaxia Publishing House, 2001.
- [10] YE Guanghui, XU Tong. Investigación sobre el retrato urbano dinámico basada en análisis evolutivo [J]. Data Analysis and Knowledge Discovery, 2020, 4(9): 100-110.
- [11] ZHENG Degao, LIN Chenhui, WU Hao, et al. Investigación espacial y marco tecnológico de retrato digital para el desarrollo urbano sostenible [J]. Urban Planning Forum, 2023(6): 32-39.
- [12] SHEN Mingrui, WANG Ziqing, CUI Gonghao. Áreas metropolitanas en China: orígenes teóricos y práctica de planificación [J]. Urban Planning Forum, 2023(2): 57-66.
- [13] ZHANG Yishuai, ZHAO Min. Delimitación espacial, análisis de características y clasificación de áreas metropolitanas en China [J]. Urban Planning Forum, 2023(2): 67-76.
- [14] XI Guangliang, ZHEN Feng, FANG Chuanglin, et al. Optimización y desarrollo coordinado del espacio territorial en áreas metropolitanas desde la perspectiva de la integración flujo-forma [J]. Acta Geographica Sinica, 2025, 80(2): 272-287.
- [15] ZHANG Li, GAO Runyi. Reposicionamiento y análisis del papel de la planificación de áreas metropolitanas [J]. Urban Planning Forum, 2025(4): 26-32.
- [16] FANG Yu, SUN Wenyong, CAI Shuyao, et al. Investigación sobre el método de inspección y evaluación de grupos urbanos para el desarrollo de alta calidad: estudio de caso del Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao [J]. Urban Planning Forum, 2022(Suppl.1): 2-9.
- [17] MA Xiangming, CHEN Yang, LI Zhifeng. Historia, características y perspectivas de la planificación del grupo urbano en el Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao [J]. Urban Planning Forum, 2019(6): 15-24.
- [18] LAI Shulin, HE Haoyu, ZHANG Yingfeng, et al. Investigación sobre estrategias de desarrollo de alta calidad de las cinco áreas metropolitanas de la provincia de Guangdong basadas en las fuerzas impulsoras de las ciudades centrales [J]. Urban Observation, 2024(4):

115-127.

[19] CHEN Yang, MA Xiangming, JIA Weibin. Generación y evolución de las relaciones entre las principales ciudades del Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao desde la perspectiva de la interacción civilizatoria [J]. *Tropical Geography*, 2023, 43(12): 2321-2331.

[20] ZHANG Yishuai, ZHAO Min, WANG Qixuan, et al. Investigación sobre el desarrollo del "Gran Área de la Bahía" desde las perspectivas duales de "espacio-lugar" y "espacio-flujo": estudio de caso del Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao [J]. *Urban Planning Forum*, 2018(4): 24-33.

[21] PENG Jian, LÜ Danna, DONG Jianquan, et al. Acoplamiento de procesos e integración espacial: 认知 de la ecología del paisaje para la restauración ecológica del espacio territorial [J]. *Journal of Natural Resources*, 2020, 35(1): 3-13.

[22] WU Yuwen. Panorama de los cambios de cauce del sistema del Río del Oeste en tiempos históricos [J]. *Tropical Geomorphology*, 1981, 2(2): 82-86.

[23] HUANG Zhenguo. Formación, desarrollo y evolución del Delta del Río Perla [M]. Beijing: Science Popularization Press, 1982.

[24] LI Zhifeng, YAO Danyan, HUANG Yongxian, et al. Modelos de organización espacial de áreas metropolitanas en el Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao desde una perspectiva urbano-regional [J]. *Planners*, 2022, 38(5): 128-133.

[25] FANG Yu, SHI Aihua, SUN Wenying, et al. Características espaciales multidimensionales y estrategias de desarrollo integrado del Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao [J]. *Urban Planning Forum*, 2022(4): 78-86.

[26] ZHU Yuyu, ZHANG Shangwu, HUANG Jianzhong. Innovación en la práctica de planificación del espacio territorial de áreas metropolitanas frente a la gobernanza interregional [J]. *Urban Planning Forum*, 2025(4): 19-25.

[27] CHEN Hongsheng, DENG Shuhan, LI Zheng. Estructura espacial metropolitana basada en la perspectiva "núcleo-periferia": casos de las áreas metropolitanas de Guangzhou y Shenzhen [J]. *Resources Science*, 2025, 47(2): 254-267.

[28] ZHAN Wei, YUAN Qifeng, LU Junwen. Transformación del "Modelo del Río Perla": el proceso de espacialización estatal en el Gran Área de la Bahía Guangdong-Hong Kong-Macao [J]. *Urban Planning Forum*, 2025(1): 46-54.

[29] XUE Meihui. Innovación industrial en áreas metropolitanas orientadas al desarrollo: base real, factores restrictivos y sugerencias políticas — estudio de caso del área metropolitana del Delta del Río Perla Occidental en la provincia de Guangdong [J]. *Global Science, Technology and Economy Outlook*, 2023, 38(10): 41-50.

Revisado: octubre de 2025

Ai 辅助翻译