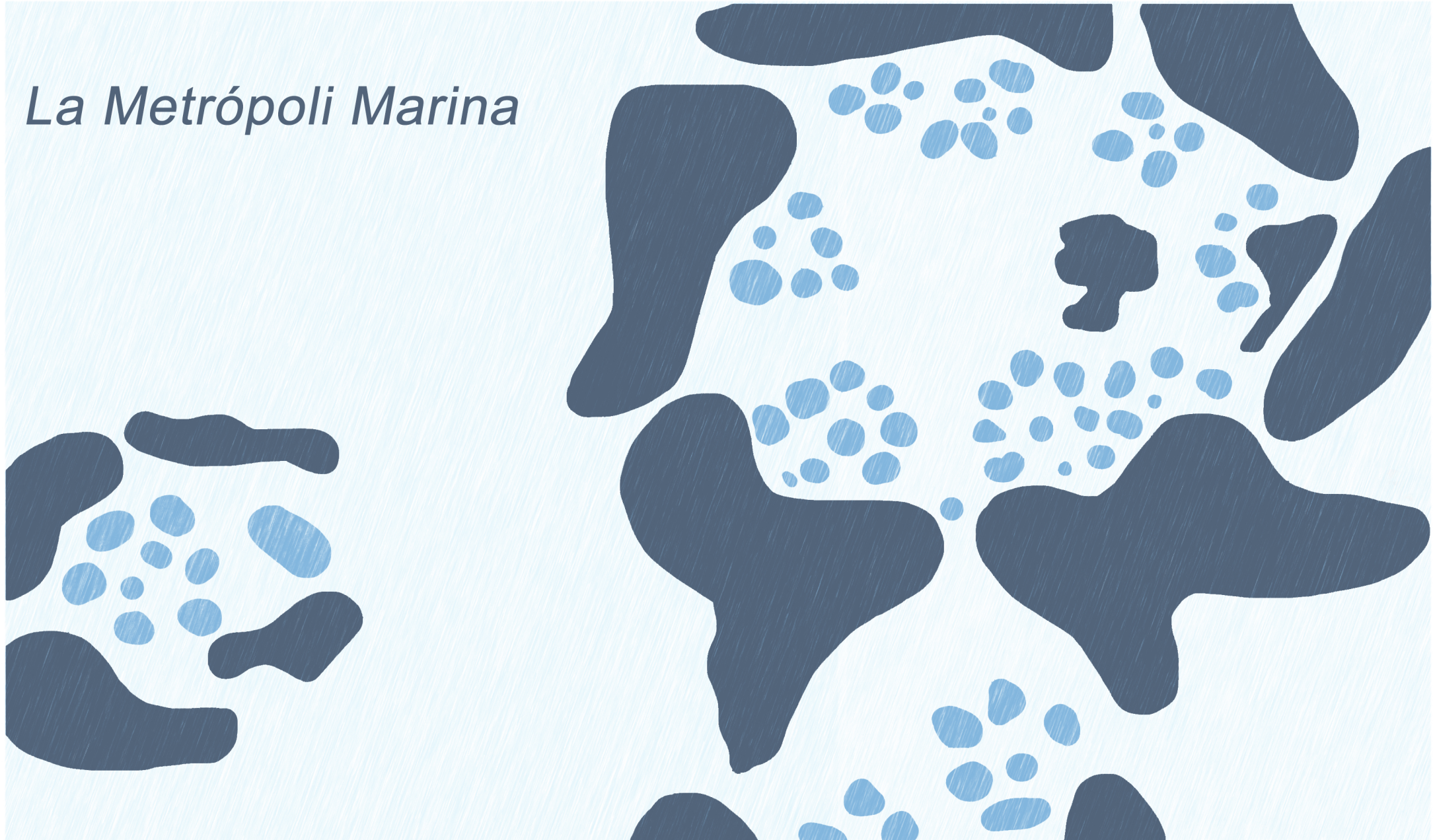


# *La Metròpoli Marina*



## La Metròpoli Marina: Estudio de casos desde la década de 1950 y reconsideraciones en la actualidad.

### Resumen:

Impulsada por el movimiento Metabolista, la intención de habitar los océanos se ha convertido poco a poco en una alternativa frente a las amenazas climáticas y los problemas de superpoblación que el mundo ha experimentado durante el último siglo. Esta investigación analiza diferentes propuestas comprendidas entre finales de la década de los '50, donde aparece por primera vez el concepto de megaestructura en ambientes acuáticos, hasta el presente donde la tecnología permite la creación tanto de la propia ciudad flotante como de una red de sistemas de desarrollo sostenible, esenciales para su independencia y vitalidad. Por medio de la visualización de los factores principales de proyección se determina el proceso formativo de cada propuesta y se completa el estudio con una serie de 30 documentos gráficos de elaboración propia y un panel comparativo como síntesis del desarrollo conceptual de la ciudad marina.

Metabolismo - Medioambiente/Sostenibilidad - Urbanismo - Conjunto/Individuo - Megaestructura - Ciclo - Crecimiento - Flexibilidad - Resiliencia - Tecnología

### The Marine Metropoli: Case study since the 1950s and current approach.

#### Abstract:

Led by the Metabolistic movement, the intention to inhabit the oceans has gradually become an alternative to the climate threats and overpopulation problems the world has experienced over the past century. This research analyses different proposals between the late 1950s, where the concept of megastructure in aquatic environments appears for the first time, to the present where technology allows the creation of both the floating city itself and a network of sustainable development systems, essential for its independence and vitality. By visualizing the main projection factors, the formative process of each proposal is determined and the study is completed with a series of 30 graphic documents of own elaboration and a comparative panel as a synthesis of the conceptual development of the marine city.

Metabolism - Environment/Sustainability - Urbanism - Group/Individual - Megastructure - Cycle - Growth - Flexibility - Resilience - Technology

## La Metròpoli Marina: Estudi de casos des de la dècada de 1950 i reconsideracions en l'actualitat.

### Resum:

Impulsada pel moviment Metabolista, la intenció d'habitar els oceans s'ha convertit a poc a poc en una alternativa enfront de les amenaces climàtiques i els problemes de superpoblació que el món ha experimentat durant l'últim segle. Aquesta investigació analitza diferents propostes compreses entre finals de la dècada dels '50, on apareix per primera vegada el concepte de megaestructura en ambients aquàtics, fins al present on la tecnologia permet la creació tant de la pròpia ciutat flotant com d'una xarxa de sistemes de desenvolupament sostenible, essencials per a la seua independència i vitalitat. Per mitjà de la visualització dels factors principals de projecció es determina el procés formatiu de cada proposta i es completa l'estudi amb una sèrie de 30 documents gràfics d'elaboració pròpia i un panell comparatiu com a síntesi del desenvolupament conceptual de la ciutat marina.

Metabolisme - Medi ambient/Sostenibilitat - Urbanisme - Conjunt/Individu - Megaestructura - Cicle - Creixement - Flexibilitat - Resiliència - Tecnologia



## 0. Documentación gráfica

### 1. Introducción

- 1.1. Objetivos y limitaciones
- 1.2. Movimiento Metabolista
- 1.3. Conceptos de relevancia

### 2. Factores de proyección

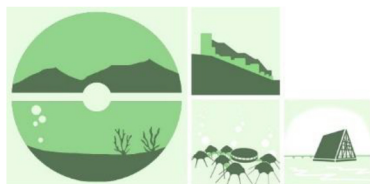
#### 2.1. Aspectos comunes

#### 2.2. Tipologías



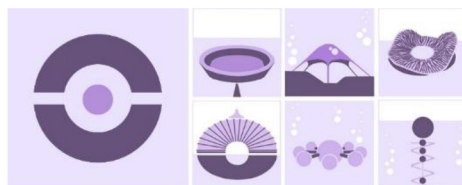
#### 2.3. Entorno

- Arctic Town (1958)
- Villages sous la mer (1973)
- Makoko School (2013)



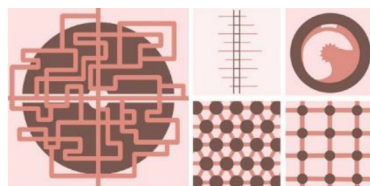
#### 2.4. Forma

- Thalassa (1963)
- Villages sous la mer (1973)
- Lilypad City (2008)
- Bioclimatic Ark (2010)
- Sub Biosphere 2 (2010)
- Ocean Spiral (2014)



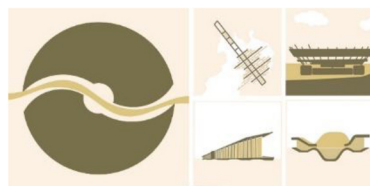
#### 2.5. Urbanismo & Patrones

- Tokyo Bay (1960)
- Thalassa (1963)
- Underwater City (1964)
- Floating City (2008)

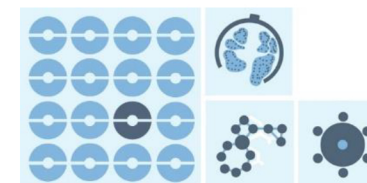


#### 2.6. Circulación & Movilidad

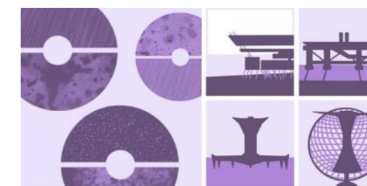
- Tokyo Bay (1960)
- Thalassa (1963)
- Freedom Ship (1990)
- Lilypad City (2008)



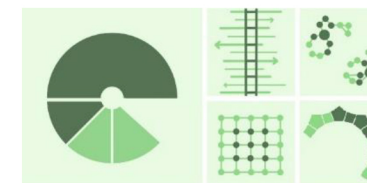
- 2.7. Conjunto e individuo
- Arctic Town (1958)
- Villages sous la mer (1963)
- Green Float (2010)



- 2.8. Construcción
- Thalassa (1963)
- Aquapolis (1975)
- Green Float (2010)
- Ocean Spiral (2014)



- 2.9. Crecimiento
- Tokyo Bay (1960)
- Villages sous la mer (1973)
- Floating City (2008)
- Seasteed (2013)



- 2.10. Energía y sostenibilidad
- Bioclimatic Ark (2010)
- Green Float (2010)



- 2.11. Seguridad y estabilidad
- Plataformas VLFP

### 3. "Marine City" Kiyonori Kikutake

Propuestas del '58, '60 y '63

Entorno . Forma . Urbanismo . Circulación . Conjunto e Individuo  
Materialidad . Crecimiento . Energía & Sostenibilidad

### 4. Tres corolarios

"El mar y su futuro"

Marine City como ciudad posible.

Potencial de la ciudad marina en la actualidad.

### 5. Bibliografía

## 0. Documentación gráfica

Ilustración 1. "Arctic Town" Ralph Erskine, 1958. Recuperado de: [hiddenarchitecture.net](http://hiddenarchitecture.net)

Ilustración 2. Estudio del entorno. "Arctic Town" Ralph Erskine, 1958. Recuperado de: [hiddenarchitecture.net](http://hiddenarchitecture.net)

Ilustración 3. Estudio del entorno. "Arctic Town" Ralph Erskine, 1958. Recuperado de: [hiddenarchitecture.net](http://hiddenarchitecture.net)

Ilustración 4. "Arctic Town" R. Erskine, 1958. Recuperado de: [hiddenarchitecture.net](http://hiddenarchitecture.net)

Ilustración 5. Portada "Villages sous la mer" (Islas Vírgenes, Estados Unidos) Jacques Rougerie, 1973. Recuperado de: [centrepompidou.fr](http://centrepompidou.fr)

Ilustración 6. "Makoko School" (Lagos, Nigeria) NLÉ, 2013. Recuperado de: [dezeen.com](http://dezeen.com)

Ilustración 7.: Sección "Makoko School" (Lagos, Nigeria). **Elaboración propia.**

Ilustración 8. Maqueta "Thalassa". Paul Maymont, 1963. Recuperado de: [jacquesrougeriedatabase.com](http://jacquesrougeriedatabase.com)

Ilustración 9. Villages sous la mer" J. Rougerie, 1973 y Medusa "Chrysaora hysoscella". Recuperados de [rougerie.com](http://rougerie.com) y [asturnatura.com](http://asturnatura.com)

Ilustración 10. "Lylipad City Project" Vincent Callebaut, 2008 y Nenúfares "Victoria Regia". Recuperados de: [vincent.callebaut.org](http://vincent.callebaut.org) y [wikipedia.org](http://wikipedia.org)

Ilustración 11. "Sub Biosphere 2" Phil Pauley, 2010. Recuperado de: [platafaormarquitectura.cl](http://platafaormarquitectura.cl)

Ilustración 12. "Ark Hotel" Remistudio, 2011. Recuperado de: [remistudio.ru](http://remistudio.ru)

Ilustración 13. "Ocean Spiral" Shimizu Corporation, 2014. Recuperado de: [shimz.co.jp](http://shimz.co.jp)

Ilustración 14. Propuestas para el planeamiento de Tokio 1957-1961. **Elaboración propia,** restaurado de: Project Japan. Metabolism Talks (R. Koolhaas y H. U. Olbrist) 2011.

Ilustración 15. "Plan for Tokyo 1960" Kenzo Tange. Recuperado de: Kenzo Tange & Associates.

Ilustración 16. Planta y sección de las ramificaciones residenciales. Imágenes de la maqueta modelo. Kenzo Tange, 1960. Recuperado de: Kenzo Tange & Associates; KPF.

Ilustración 17. Planta aérea y sección "Thalassa" Paul Maymont, 1963. Recuperado de: [fondation-jacques-rougerie.com](http://fondation-jacques-rougerie.com)

Ilustración 18. Publicación del Proyecto "Underwater City" Warren Chalk, 1964 en 'Archigram Issue 5' (otoño, 1964). Recuperado de: [arqueologiadelfuturo.blogspot.com](http://arqueologiadelfuturo.blogspot.com)

Ilustración 19. "Floating City" Urgenda Foundation, 2008. Recuperado de: [urgenda.nl](http://urgenda.nl)

Ilustración 20. Modelos de 'Dispersión', 'Agrupación' y 'Compactación'. **Elaboración propia.**

Ilustración 21. Fotografías de la maqueta para el proyecto "Tokyo Bay", (Kenzo Tange, 1960). Recuperado de: Kenzo Tange & Associates. / Diagrama de circulación básico. **Elaboración propia.**

Ilustración 22. Planteamientos para la Bahía de Tokio (Kenzo Tange) "Tokyo Plan" 1960 & 1986. Recuperado de: Kenzo Tange & Associates. / Esquema de vías de circulación. **Elaboración propia.**

Ilustración 23. Posible planteamiento para el proyecto Thalassa. **Elaboración propia.**

Ilustración 24. Sección vertical de proyecto, conexiones. **Elaboración propia.**

Ilustración 25. Último diseño para el proyecto "Freedom Ship". Recuperado de: [freedomship.com](http://freedomship.com)

Ilustración 26. Plano "Arctic Town - Resolute Bay" 1958, Ralph Erskine. Esquemas de uso de la edificación. Recuperado de: [hiddenarchitecture.net](http://hiddenarchitecture.net) / Plano de espacios comunes.

**Elaboración propia.**

Ilustración 27. Maqueta original para "Villages sous la mer" 1973/75, Jacques Rougerie.

Recuperado de: [rougerie.com](http://rougerie.com) / Simplificación del sistema en planta. **Elaboración propia.**

Ilustración 28. Esquemas originales de la cápsula tipo "Villages sous la mer", 1973/75 Jacques R. Recuperado de: [rougerie.com](http://rougerie.com)

Ilustración 29. Visión en funcionamiento de la comunidad "Villages sous la mer" e imagen de la maqueta original, 1973/75, Jacques R. Recuperado de: [rougerie.com](http://rougerie.com)

Ilustración 30. Esquema Célula, Módulo y Unidad respectivamente. **Elaboración propia.**

Ilustración 31. Esquemas de uso en la torre central. **Elaboración propia.**

Ilustración 32. Sección vertical del proyecto Thalassa, 1963, Paul Maymont. Recuperado de: [jacquesrougeriedatabase.com](http://jacquesrougeriedatabase.com)

Ilustración 33. Plano de sección horizontal e imagen desde el aire de 'Aquapolis', 1975, K. Kikutake. Recuperado de: [apjif.prg](http://apjif.prg)

Ilustración 34. Esquema de montaje de la base flotante Fase 1. **Elaboración propia.**

Ilustración 35. Esquemas originales para el proyecto Green Float Botanical City, 2010, Shimizu Corporation. Recuperado de: [shimz.co.jp](http://shimz.co.jp)

Ilustración 36. Visualización del espacio interior esférico principal, 2014, Shimizu Corporation. Recuperado de: [shimz.co.jp](http://shimz.co.jp)



Ilustración 37. Proceso de construcción, esquema simplificado. **Elaboración propia.**

Ilustración 38. Posiciones principales del conjunto, simplificación. **Elaboración propia.**

Ilustración 39. Esquema de desarrollo (1960) por Kenzo Tange. Recuperado de: Kenzo Tange & Associates. / Direccionalidad de ampliación y crecimiento. **Elaboración propia.**

Ilustración 40. Progresión del crecimiento en las ramificaciones. **Elaboración propia.**

Ilustración 41. Progresión de crecimiento. **Elaboración propia.**

Ilustración 42. Progresión de crecimiento 'Floating City'. **Elaboración propia.**

Ilustración 43. Esquema de crecimiento, 'The Floating City Project'. **Elaboración propia.**

Ilustración 44. Esquemas de funcionamiento de los sistemas energéticos del conjunto, para las estaciones de invierno y verano respectivamente, 2011, Remistudio. Recuperado de: remistudio.ru

Ilustración 45. Visualización del proyecto Green Float: Botanical City, 2010, Shimizu Corporation. Recuperado de: shmzu.co.jp

Ilustración 46. Esquemas de aprovechamiento energético y reducción de emisiones, 2010, Shimizu Corporation. Recuperado de: shmzu.co.jp

Ilustración 47. Sistemas de amarre básicos para VLFS. **Elaboración propia.**

Ilustración 48. Plataformas Mega-Float y MOB respectivamente. **Elaboración propia.**

Ilustración 49. Esquemas tipológicos de plataformas flotantes, 1959, Kiyonori Kikutake. Recuperado de: mdpi.com

Ilustración 50. Propuestas para Marine City, '58, '60 y '63 respectivamente, Kiyonori Kikutake. **Elaboración propia.**

Ilustración 51. Visualización de la forma en planta y volumetría básica de las propuestas del '58, '60 y '63 respectivamente. **Elaboración propia.**

Ilustración 52. Esquemas en planta de zonificación principal. **Elaboración propia.**

Ilustración 53. Esquema de circulación horizontal y vertical. **Elaboración propia.**

Ilustración 54. Principales edificaciones en cada propuesta, '58, '60 y '63 respectivamente. **Elaboración propia.**

Ilustración 55. Esquemas originales de proyección de los 'Mova-Blocks', 1960, Kiyonori Kikutake. Recuperado de: mdpi.com

Ilustración 56. Posibilidades de crecimiento para la propuesta Marine City 1958. **Elaboración propia.**

Ilustración 57. Planteamientos de crecimiento orgánico a, b y c para la propuesta de 1960 (Kiyonori Kikutake). Recuperado de: mdpi.com / Visualización de la ciudad en desarrollo.

**Elaboración propia.**

Ilustración 58. Esquema de crecimiento de la propuesta Marine City 1963 (Kiyonori Kikutake) Recuperado de: mdpi.com / Proceso de desarrollo. **Elaboración propia.**

Ilustración 59. Comparación en planta de las propuestas respecto a la superficie dedicada a la producción. **Elaboración propia.**

Ilustración 60. Esquema simplificado de la propuesta Marine City 1963. **Elaboración propia.**

# 1. Introducción

## 1.1. Objetivos

La posibilidad de habitar los océanos se ha visto plasmada en diferentes ámbitos a lo largo del tiempo, principalmente como respuesta ante el exponencial incremento de población mundial y los nuevos dilemas planteados en raíz a las consecuencias directas del cambio climático. Sin embargo, de igual forma aparece un propósito de superación ante el desafío que supone, especialmente a nivel constructivo, estimulado por los avances tecnológicos del último siglo.

El presente trabajo plantea el análisis de casos específicos de ciudades marinas a través de unos conceptos clave de su desarrollo, para entender y visualizar las técnicas y patrones utilizados para la elaboración de los mismos. Finalizado el estudio individual de estos factores se procede a la descomposición del proyecto "Marine City"<sup>1</sup> como caso de análisis principal, con el objetivo de elaborar un esquema de su proyección y evolución en cada fase de proyecto. En última instancia, se realiza una reflexión acerca del estado actual de las construcciones marítimas y de las futuras posibilidades del océano como hábitat humano.

## 1.2. Movimiento Metabolista

Es importante destacar la relevancia que supone la aparición del movimiento metabolista en los años '60 y '70, una corriente de carácter dinámico y radical centralizada en la comunidad arquitectónica japonesa. La influencia de esta vertiente sobre la tipología específica de hábitat marino es de gran notoriedad, encontrándose que algunos de los proyectos más destacables pertenecen a la misma, como es el caso de estudio principal "Marine City" a manos del arquitecto Kiyonori Kikutake.

Principalmente, este movimiento se deja guiar por la búsqueda de resiliencia como símbolo de identidad nacional en respuesta a la destrucción ocasionada por la guerra y a su vulnerabilidad geográfica ante desastres naturales. La adaptabilidad al cambio se convierte en un elemento esencial, expresado mediante la utilización de una serie de metáforas biológicas que comprenden la arquitectura como un ser vivo en proceso de crecimiento y progreso continuo.

De este modo, se encontrará en las propuestas metabolistas una clara intención de protección y acomodamiento al entorno marítimo, planteando proyectos formales con importantes reflexiones y esquemas de desarrollo definidos para el futuro de la ciudad.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> "Marine City" por Kiyonori Kikutake, propuestas de 1958, 1960 y 1963.

<sup>2</sup> Para más información acerca del Metabolismo, se puede acudir al libro "Project Japan: Metabolism Talks" (2019) por Rem Koolhaas y Hans Ulrich Obrist, Editorial Taschen



### 1.3. Conceptos de relevancia

El análisis llevado a cabo en el siguiente apartado se centra en los 'Factores de proyección' utilizados en cada propuesta para su elaboración, creando una subdivisión que acogerá diferentes proyectos en función de los factores predominantes en cada uno, sirviéndose de estos casos para la exponer la relevancia de los mismos en la maduración del proyecto.

Comenzando con los factores 'Entorno' y 'Forma' se realiza un estudio inicial de acercamiento al proyecto y su habilidad de adaptación al complejo marco marítimo, reinventando el diseño para aprovechar al máximo los nuevos recursos que presenta esta tipología. Seguidamente, se trabaja una escala mayor mediante los conceptos 'Urbanismo & Patrones' y 'Circulación & Movilidad', exponiendo la viabilidad de los modelos proyectados y observando las pautas comunes o particulares utilizadas en cada caso. En una escala más cercana, las nociones 'Conjunto e individuo' y 'Construcción' se aproximan a la formación de la propia ciudad, a la viabilidad como proyecto ante las cuestiones humanas y técnicas. Finalmente, los factores 'Crecimiento' y 'Energía & Sostenibilidad' engloban el futuro de la ciudad, la adaptación al cambio propia del metabolismo y necesaria para lograr un prototipo autosuficiente, independiente y sostenible a largo plazo.

## 2. Factores de proyección

### 2.1. Aspectos comunes

A pesar de la gran variedad de proyectos realizados en este campo a lo largo del último siglo se pueden apreciar unas intenciones comunes, esenciales y claramente definidas. En primer lugar, aparece el concepto de autosuficiencia, de carácter vital para una ciudad flotante puesto que sobre ello se cimienta la supervivencia de los habitantes, entendida generalmente como la capacidad de mantener las necesidades actuales evitando arriesgar la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas. Conforme crece la sociedad se plantean nuevos retos y cuestiones respecto a este ámbito, destacando como principales el abastecimiento tanto energético como alimenticio. Los recursos de los que dispone una plataforma flotante marina son más limitados que en tierra firme, por lo que asegurar la autosuficiencia de una comunidad de gran tamaño supone un mayor desafío para esta tipología de proyecto habitacional.

La utilización de tecnologías de innovación es otro factor esencial para respaldar las exigencias actuales, centrándose de igual forma en los requerimientos de los habitantes y en la protección y defensa del entorno en el que se sitúan. En la actualidad, los dilemas de carácter medioambiental son una de las principales preocupaciones a nivel global. El ser humano explora nuevos caminos mediante una tecnología que le permita obtener los beneficios del entorno sin asolar el medio natural que le rodea y es la base de la vida. Frecuentemente emergen nuevos sistemas que responden a estas cuestiones y que pueden ser viables para mantener a una población de esta particularidad en un entorno tan condicionado. La sostenibilidad junto con la calidad de vida del habitante son ideales primarios y sustanciales en el proceso creativo de la ciudad marina.

Para terminar, es importante destacar también la necesidad de adaptación y cambio que debe estar asociada al proyecto, puesto que la ciudad se plantea como un elemento activo en constante transformación. La capacidad de crecer y expandirse es un pilar fundamental de la sociedad y debe verse reflejado en el hábitat, no se debe eludir la trascendencia que aporta trabajar con un diseño flexible y versátil, puesto que es una de las características que garantiza mayor éxito frente a la supervivencia de la colonia a largo plazo.



## 2.2 Tipologías

En términos generales los proyectos de poblaciones marinas se dividen en tres tipologías básicas: ciudades flotantes, semi sumergidas o submarinas. Los tres tipos se pueden plantear tanto anclados a un lugar fijo como de carácter móvil, incluyendo la combinación de ambos.

### 2.2.1. Flotante

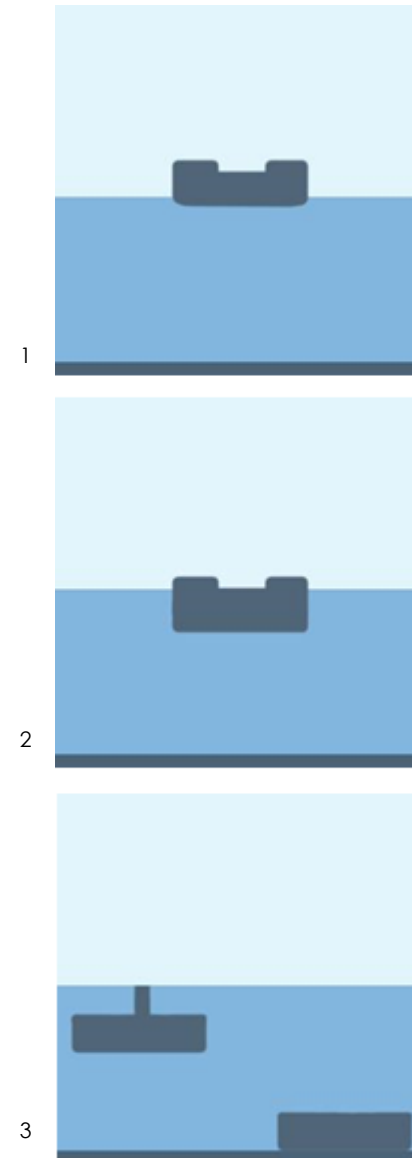
En primer lugar, el modelo de ciudad flotante sitúa la mayoría de las unidades residenciales e industriales sobre la superficie del mar. Este prototipo se considera más adecuado para zonas cercanas a la costa y localizaciones con climas apacibles, no obstante, también puede plantearse en zonas de mar abierto con una mayor profundidad.

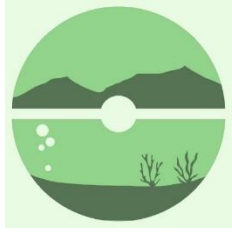
### 2.2.2. Semi sumergible

La tipología de ciudad semi sumergible combina la utilización del área sobre y bajo el nivel del mar, creando una mayor diversidad de espacios para el hábitat. Desde un punto de vista técnico, se puede decir que este modelo presenta una mayor estabilidad frente a la tipología flotante debido a la ventaja que supone mantener una parte de la estructura por debajo del nivel del agua. Por otra parte, aparecen nuevos dilemas a tener en cuenta, como la necesidad de una mayor protección en la estructura contra la presión del agua, que aumenta conforme se desciende. La localización más conveniente para esta tipología es mar abierto, sin embargo, puede situarse de igual forma a una distancia considerablemente cercana a la costa.

### 2.2.3. Submarina

Por último, aparece el modelo de ciudad submarina, caracterizada por encontrarse bajo el nivel de la superficie del mar, completamente sumergida. Puede situarse inmediatamente bajo la superficie o en el lecho marino. De forma similar al ejemplo anterior, presenta cuestiones técnicas de gran importancia al situarse en zonas de grandes presiones y con una mayor dificultad de acceso al complejo. Se considera que la ubicación más apropiada es en mar abierto, a profundidades notables.



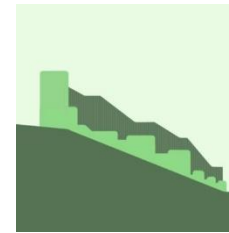


## 2.3. Entorno

El entorno inmediato es un factor de gran relevancia para cada proyecto, siendo uno de los elementos que generan el objeto construido. El espacio se utiliza como un componente añadido en el proyecto el cual, según se determine la relación entre los volúmenes y el vacío, puede aportar ventajas en mayor o menor medida. Al mismo tiempo, también será el entorno uno de los delimitadores más prominentes para el proyecto, siendo necesario un estudio previo sobre las condiciones específicas de la localización en la que se ubique. Tratando el entorno, es importante destacar el valor y la influencia que ejerce la cultura de un determinado lugar, siendo uno de los condicionantes para la proyección de un elemento o su conjunto. Cada lugar alrededor del mundo tiene una doctrina, unas tradiciones, unas técnicas y unas soluciones características que se aplican a las construcciones, aunque no en todos los casos, pues existen edificios o espacios singulares que rompen con estos criterios buscando un sentido de particularidad. Sin embargo, se podría decir que generalmente las edificaciones se dejan guiar por estos criterios, obteniendo resultados acomodados a cada espacio y localización.

Por otra parte, no se debe olvidar la visión del entorno como ambiente, como el conjunto de características climáticas que el proyecto debe solucionar de la forma más adecuada, con un objetivo de eficacia y bienestar para sus habitantes. Todas las tipologías de clima presentan ventajas y desventajas, suponiendo un reto para la arquitectura encontrar el mejor modo de adaptarse eficazmente e incluso utilizar las condiciones existentes a su favor.

Esta es la realidad que enfrentan los proyectos seleccionados como casos de estudio, la necesidad de adaptarse a climas extremos con grandes dificultades para la habitabilidad. El ser humano persigue época tras época la conquista de nuevos espacios, zonas que en primera instancia no son aptas para habitar pero que, con la ayuda de las nuevas tecnologías, aparecen como nuevas posibilidades de ámbito.



### 2.3.1. Arctic Town (Ralph Erskine - 1958)

Ralph Erskine<sup>3</sup>, conocido como el “Arquitecto Ártico del Modernismo”<sup>4</sup>, se caracteriza principalmente por un discurso arquitectónico de carácter regional, adecuado tanto a la cultura única del hábitat ártico como a su enfurecido y agitado entorno.

Con 25 años viaja a Suecia fascinado por las obras de grandes arquitectos como E. Gunnar Asplund y S. Markelius. Durante esta travesía Erskine se encontró con el invierno más frío y nevado hasta la fecha, a lo largo del siglo XX. Es esta aproximación norteña la que incitará al arquitecto a trabajar una arquitectura que responda particularmente al clima local, sin olvidar la práctica del Regionalismo<sup>5</sup>, adaptándose también a las tradiciones y cultura propias del país. Vivió gran parte de su vida en Suecia, ajustándose al estilo de vida en condiciones extremas y heredando la predilección por la naturaleza clásica de la región. Realizó una amplia investigación de carácter antropológico sobre las tipologías de vivienda tradicionales de la zona Ártica<sup>6</sup>, que le ayudarían a comprender la cultura, necesidades y limitaciones del propio entorno y que, posteriormente, utilizaría como guía para el desarrollo de sus propuestas originales.

<sup>3</sup> Nace en Inglaterra en 1914. Cursa sus estudios de arquitectura en la Universidad de Westminster.

<sup>4</sup> Sobrenombre utilizado en el fragmento “Ralph Erskine, (Skiing) architect” del libro “Arctic Perspective Cahier N°1”, redactado por Jérémie Michael McGowan, doctorado en diseño e historia del arte por la Universidad de Edimburgo. Ha publicado diversos artículos e impartido docencia en relación al arte, arquitectura y diseño, centrado geográficamente en el Ártico circumpolar y más específicamente en las inquietudes de las poblaciones indígenas.

<sup>5</sup> Visión arquitectónica que busca desarrollar la forma construida a raíz de las tradiciones, necesidades y demandas de un clima, ubicación o cultura particular.

<sup>6</sup> Uno de los artículos que contiene parte de estas investigaciones es ‘Architecture and town planning in the north’, publicado en la revista ‘Polar Record’ (Volumen 52) de la Universidad de Cambridge



Durante la década de 1950, Erskine obtuvo un gran prestigio a nivel internacional debido a la presentación de sus soluciones teóricas para el territorio subártico.

Es en la reunión del CIAM en Otterlo (1959) donde el arquitecto expone su famosa presentación denominada "El hábitat del Subártico", que incluye un análisis antropológico respecto al entorno característico de los espacios del Ártico y el Subártico. Al finalizar su exposición es aclamado por otros arquitectos conocidos, por ejemplo, Aldo Van Eyck, que destaca la obra del arquitecto como una gran contribución a la vida urbana en la tundra. Erskine centra los objetivos de todos sus proyectos en tres sencillos puntos básicos. En primer lugar, la correcta adaptación al entorno y su problemática, a continuación, acentúa el interés por las necesidades humanas de los habitantes y finalmente la implicación, de esta comunidad en el proceso de diseño.



Ilustración 1: "Arctic Town" Ralph Erskine, 1958

Este proyecto de hábitat ártico experimentaba, a través de la forma, nuevas soluciones para acomodarse al entorno extremo. Una de las configuraciones analizadas para el proyecto es el clásico iglú, destacando el uso de la nieve 'seca' como aislante térmico. La utilización de este elemento es una práctica muy común empleada por los nativos.<sup>7</sup> El manejo de formas orgánicas también permite un mayor dinamismo de las viviendas frente a los fuertes vientos característicos en este marco, evitando asimismo la acumulación de capas de nieve en lugares comprometidos o perjudiciales para la construcción. De forma similar se replantea las secciones de tránsito, centrándose en prevenir depósitos de nieve que puedan desfavorecer el paso y la limpieza.

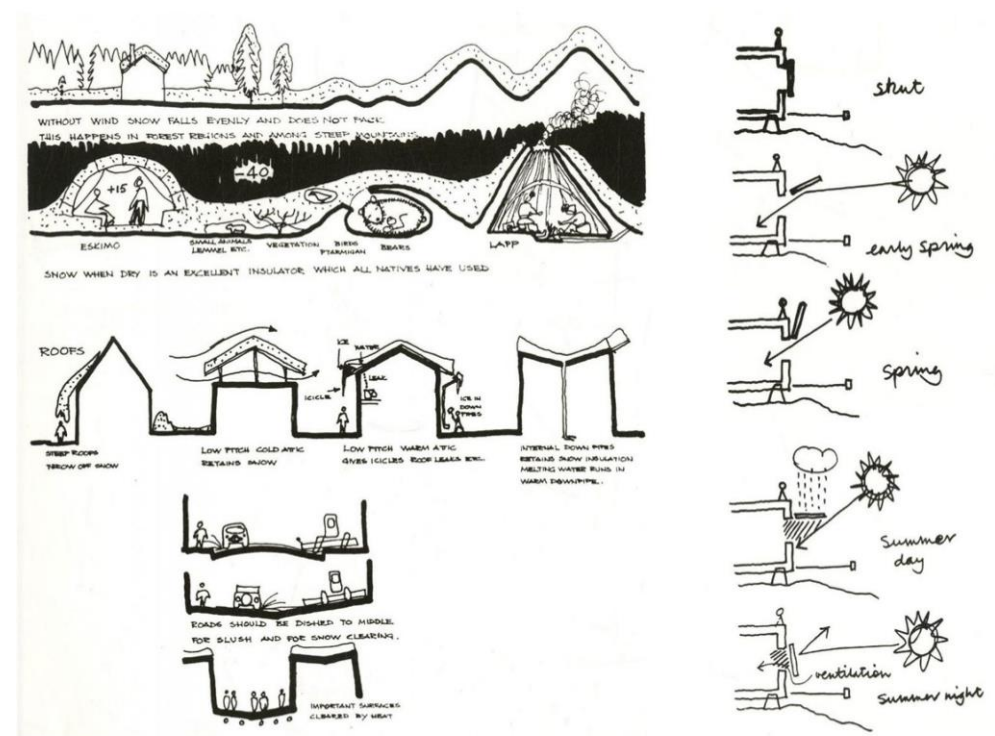


Ilustración 2: Estudio del entorno. "Arctic Town" Ralph Erskine, 1958

<sup>7</sup> Jérémie Michael McGowan, (2010). Fragmento "Ralph Erskine, (Skiing) architect" del libro "Arctic Perspective Cahier N°1", editorial Hatje Cantz Verlag

En relación al soleamiento y aireación de cada residencia (Ilus. 2), el arquitecto realiza un estudio de orientación y aprovechamiento de los medios naturales, buscando el confort del habitante, la obtención de mayor rendimiento del entorno y en igual medida solventar los problemas que el mismo pueda ocasionar. El acercamiento respecto a esta cuestión del conjunto de la ciudad se plantea de forma sencilla y dinámica. En primer lugar, se sitúa sobre una colina que se eleva hacia el sur, dirección de los vientos dominantes, utilizando la propia población escalonada como protección (Ilus. 3b). A continuación, se levanta una edificación perimetral que escuda y preserva las tipologías del interior de menor tamaño y mantiene una abertura enfocada a la costa, para no interferir la circulación y visual directa de la zona portuaria.

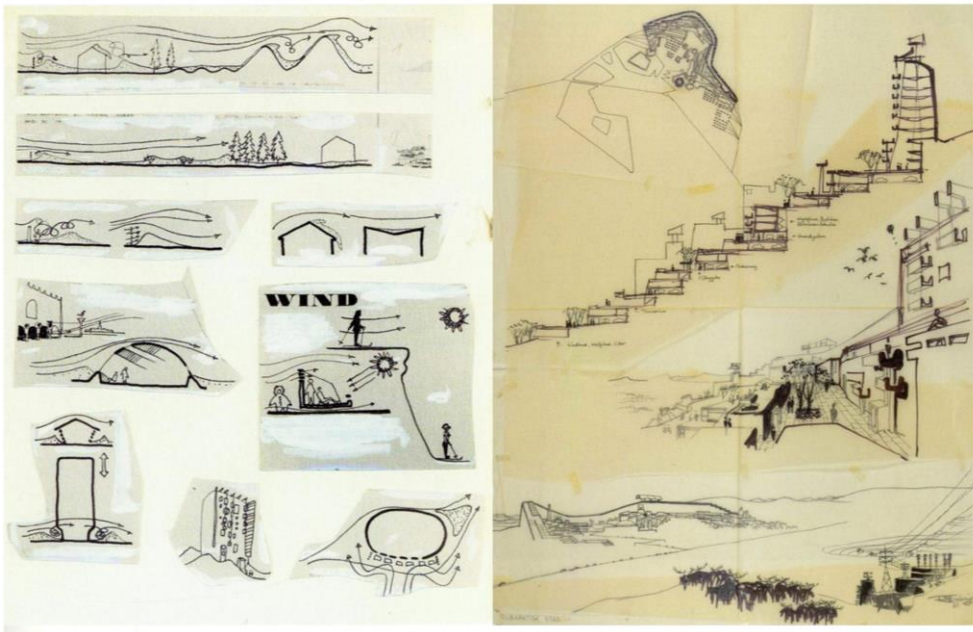


Ilustración 3: Estudio del entorno. "Arctic Town" Ralph Erskine, 1958

Arctic Town se convirtió en el anteproyecto que más tarde daría paso a Resolute Bay, el proyecto de población que finalmente fue construido, en el cual se aborda con intensidad el objetivo de la integración social entre los nativos y los nuevos habitantes. Esta planificación nos recuerda al proyecto Byker Wall<sup>8</sup> en Newcastle Upon Tyne, que utiliza una ordenación similar de muro perimetral como pantalla de protección frente al entorno inmediato.



Ilustración 4: "Arctic Town" R. Erskine, 1958

<sup>8</sup> "Byker Wall". Proyecto llevado a cabo por R. Erskine en New Castle Upon Tyne, Inglaterra. (1968-1981), en el que utiliza un sistema similar de muro perimetral para aislar y proteger las edificaciones

ante las dificultades planteadas por el entorno siendo, en este caso, la cercanía de las vías ferroviarias al espacio residencial.





### 2.3.2. Villages sous la mer (Jacques Rougerie - 1973)

Jacques Rougerie, nacido en París en 1945, se incorpora a L'École des Beaux-Arts en 1964, en el taller dirigido por André Remondet y Paul Maymont. De igual forma se inscribe en el Instituto Francés de Planificación Urbana y posteriormente, inspirado por el explorador oceanográfico Jacques-Yves Cousteau, emprende un nuevo curso de estudio en el Instituto Oceanográfico de París. En 1972 se convierte en arquitecto.

A lo largo de su carrera, compagina su entusiasmo por la arquitectura y los entornos marinos mediante diversas investigaciones oceanográficas, que han sido la base y guía de sus proyectos en el mar<sup>9</sup>. De forma constante entre 1973 y la actualidad ha producido y construido distintos proyectos entre los que resaltan dos tipologías, el conjunto de museos y centros del mar y los 'Habitats submarinos'.

El primer grupo constituye el conjunto de edificaciones dedicadas al estudio e investigación del medio acuático, que como se ha visto previamente, es de gran importancia para el arquitecto. Entre ellos podemos destacar obras como "Oceanopolis I" en Brest, Francia (1981), el centro "Kochi Oceanarium" en Cochín, India (2014) y el "Museo de Arqueología Subacuática" en Alejandría, Egipto (2015). La intención del arquitecto respecto a este modelo de construcciones busca mantener con vida el interés popular por el hábitat oceánico, reanimar las investigaciones técnicas y científicas realizadas sobre el medio y finalmente plantear nuevos prototipos de entorno para instalaciones industriales y/o residenciales.<sup>7</sup>

La agrupación de "Habitats submarinos" se compone de los proyectos realizados específicamente en un entorno sumergido y entre los que se pueden encontrar desde facilidades científicas como el laboratorio "Aqualab" (1989), hasta habitáculos de carácter residencial como "Galathée" (1977), la primera casa submarina. Sin embargo, uno de los proyectos más relevantes en esta categoría es "Villages sous la mer" (1973), el primer proyecto desarrollado con esta tipología que plantea la posibilidad de pequeñas agrupaciones submarinas de naturaleza comunitaria, que sirvieran como utilidades para el estudio del océano.

De esta forma Jacques Rougerie presenta su primer planteamiento como una posible base de investigación del fondo marino para los departamentos de investigación del campo marítimo de la NASA o la NOAA<sup>10</sup>. También se planteó como nueva base de entrenamiento para astronautas, debido a algunas de las similitudes que comparte el medio acuático con el espacio.<sup>11</sup>

El proyecto se localiza en las Islas Vírgenes del Caribe (Estados Unidos) y cuenta con una capacidad de entre 50 a 250 personas por conjunto.<sup>12</sup> El diseño se deja influenciar por los organismos de vida existentes en el entorno inmediato, siendo el caso concreto de las medusas, buscando un acercamiento de la construcción al propio ecosistema. Se busca el máximo aprovechamiento del medio, incluyendo estudios y gestiones de los recursos submarinos, centrándose en el progreso de nuevas técnicas de acuicultura en mar abierto. El entorno acuático presenta diversas dificultades a tener en cuenta tanto para la propia construcción del prototipo como para el establecimiento de la población en él.

<sup>9</sup> Jacques Rougerie & Édith Vignes, (1978). "Habiter la mer", editorial Maritimes & d'outre mer

<sup>10</sup> 'National Aeronautics and Space Administration' y 'National Oceanic and Atmospheric Administration'

<sup>11</sup> Un entorno submarino comparte algunas de sus propiedades con el espacio y, por consiguiente, pueden ser beneficiosos para el entrenamiento. En primer lugar, la persona

depende completamente de su equipo de soporte vital, ejercitando la adaptación al traje en entornos hostiles. La ligera sensación de ingravidez también es un factor relevante que colabora a crear un ambiente más realista durante los ejercicios.

<sup>12</sup> Para más información y/o documentación se puede acudir al apartado 'Habitats sous-marins' en la página web oficial <http://www.rougerie.com/>

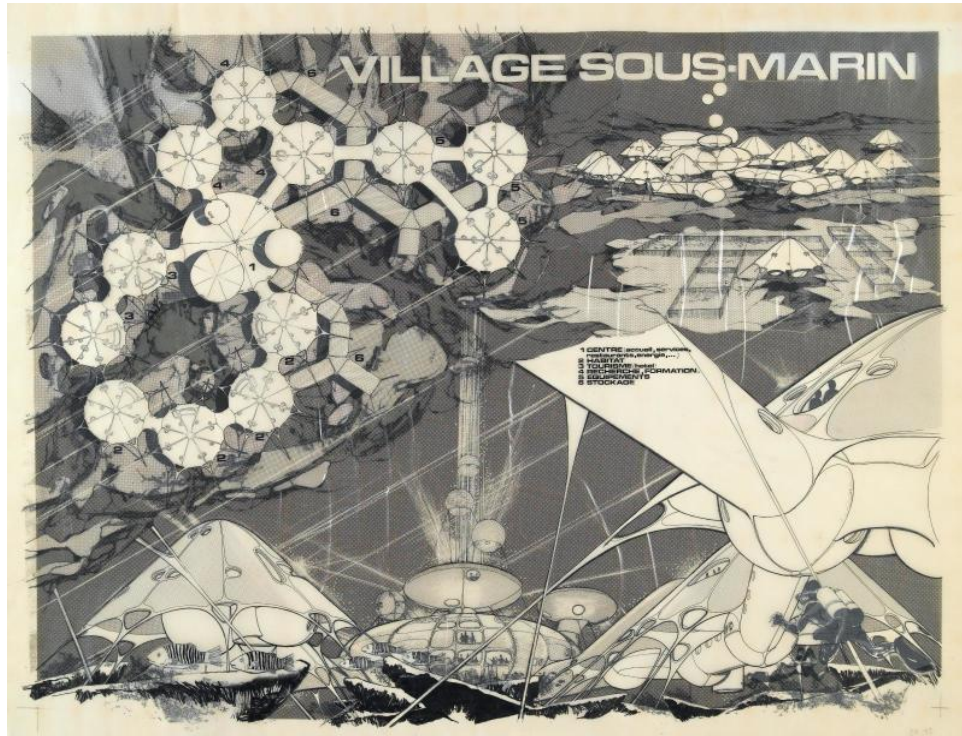
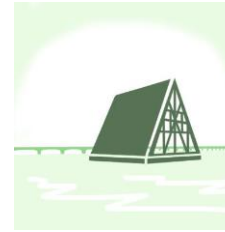


Ilustración 5: Portada "Villages sous la mer" (Islas Vírgenes, Estados Unidos) Jacques Rougerie, 1973



### 2.3.3. Makoko Floating School (NLÉ - 2013)

El estudio de arquitectura NLÉ con base en Amsterdam fue fundado por Kunlé Adeyemi, su director actual. Este arquitecto de origen nigeriano realizó sus estudios en la Universidad de Lagos (Nigeria) y posteriormente obtuvo un postgrado en la Universidad Princeton (Estados Unidos). Se incorporó en OMA (Office for Metropolitan Architecture) en 2006, trabajando cerca de una década junto a Rem Koolhaas y participando en distintos proyectos de gran envergadura como "The Seoul National University Museum" en Corea del Sur (2005) o "The 4th Mainland Bridge" en Lagos, Nigeria (2008), en los cuales el entorno inmediato fue un determinante clave para el proceso creativo y constructivo. Actualmente dirige el estudio NLÉ, centrándose especialmente en localizaciones con un crecimiento acelerado en países en desarrollo.<sup>13</sup>

Previamente a la creación de este proyecto, los niños de la región contaban con una escuela ineficiente, amenazada constantemente por las inclemencias climáticas. Como respuesta a las constantes inundaciones de la zona, el estudio presenta un prototipo de edificio y estructura alternativos. Este nuevo diseño de naturaleza sostenible se reinventa como una estructura flotante, acomodándose al estilo de vida marina tradicional de la región y situándose en el centro de la Laguna de Lagos, en Nigeria.

El aprovechamiento del entorno se percibe en primera instancia en su construcción, puesto que todos los elementos se obtienen de recursos cercanos y disponibles como la madera y el bambú, siendo el primero el utilizado para la estructura principal. El proyecto incluye diversas medidas de captación de recursos, como las células solares en el techo o la recogida de aguas pluviales. El sistema de flotación se compone de 250 barriles de plástico conformando la base, que proporciona una aireación y ventilación natural.<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Para más información acerca del proyecto o el estudio NLÉ se puede acudir a la página web oficial <http://www.nleworks.com/>

<sup>14</sup> Francis Ogochukwu Okeke, Basil Chukwuemeka Chukwuali, Augustine Enechojo Idoko (2019). "Environmentally-responsive design; A study of Makoko floating school building"

Departamento de arquitectura, Universidad de Nigeria. 'International Journal of Development and Sustainability', Volumen 8, Número 8.





Ilustración 6: "Makoko School" (Lagos, Nigeria) NLÉ, 2013.

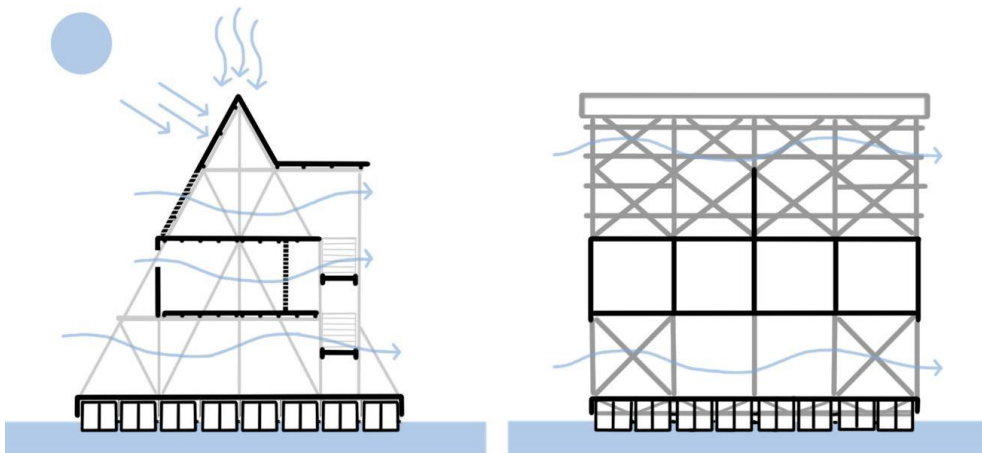


Ilustración 7: Sección "Makoko School" (Lagos, Nigeria). Elaboración propia.

La adaptación al entorno de este diseño enfrenta los principales problemas climáticos de la región. En primer lugar, la madera utilizada en listones para conformar los laterales permite una correcta ventilación de los espacios frente a las altas temperaturas, garantizando el confort y bienestar de sus ocupantes. Por otra parte, la cubierta dos aguas en la parte superior funciona como barrera ante la luz solar directa y las lluvias, protegiendo las aulas. Finalmente, el sistema de flotación, mencionado anteriormente, protege la edificación de las continuas inundaciones.

La construcción con forma de sección triangular tiene una superficie útil ligeramente superior a 90m<sup>2</sup>. En planta baja se encuentra el patio de juegos, ubicando las aulas en el nivel superior, cerradas mediante un sistema de vegetación y lamas de madera que se pueden acomodar según sea conveniente debido al clima exterior. Esta zona de aularios está abierta a la población en horario extraescolar, para que la comunidad pueda realizar actos públicos. En el espacio superior al aulario se sitúa un aula complementaria abierta al exterior. Esta tipología de edificación no se centra únicamente en el modelo de escuela, sino que se podrían construir más prototipos creando un conjunto que pase a formar parte de una agregación a la infraestructura de la población, supliendo las necesidades de la misma.

El proyecto ha sido galardonado con diversos premios como el AR + D sobre arquitectura emergente en 2013 y el premio a Diseño del año en 2014 por el London Design Museum. El prototipo se ha reinventado en dos ocasiones, mejorando su capacidad estructural debido a los fallos y el derrumbamiento acontecidos al primer modelo, teniendo como objetivo final una vida útil de 25 años.

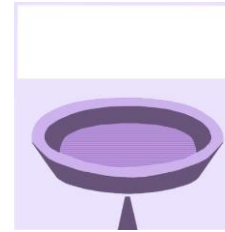


## **2.4. Forma**

La forma en la arquitectura implica mucho más que la simple apariencia del objeto arquitectónico, responde a la intención del arquitecto, reflejando los objetivos y/o pensamientos en un modelo en tres dimensiones, transmitiendo un mensaje.

La geometría del elemento o de su conjunto se entiende como una respuesta a principios estructurales, técnicos, culturales o temporales, entre otros, adquiriendo un valor simbólico y definido que expresa una voluntad específica. Gran parte de los avances en la dimensionalidad en el campo de la arquitectura vienen precedidos por nuevas metodologías de construcción, nuevos materiales y/o nuevos conocimientos e ideologías emergentes.

Con el paso del tiempo y gracias a los avances de la sociedad se plantean otras posibilidades que difieren de las formas más comunes dando lugar a nuevos conceptos. En este apartado se busca comprender el factor determinante de la expresión arquitectónica para cada caso de estudio, tratando diferentes ejemplos que comparten el objetivo de habitar en el mar con inspiraciones y técnicas muy diferentes para su desarrollo.



### 2.4.1. Thalassa (Paul Maymont - 1963)

El arquitecto Paul Maymont, reconocido por sus trabajos de carácter utópico<sup>15</sup>, nace en Francia en el año 1926. Comenzando en la Escuela de Bellas Artes de Clermont-Ferrand, continúa sus estudios en la Universidad Técnica de Berlín y la Universidad de Kyoto en 1959. De igual forma recibió formación académica en el Instituto de Urbanismo de París, incluyendo un Curso Superior de 'Construcción y conservación de monumentos antiguos'. En la década de los '60 crea el GIAP (Grupo Internacional de Arquitectura Prospectiva) junto con Nicolas Schöfer, Michel Ragon, Yona Friedman, Manfredi Nicoletti, Georges Patricx, Walter Jonas e Ionel Schein. El objetivo de esta asociación era la búsqueda de nuevas vías arquitectónicas y urbanísticas que completaran el vacío ilustrativo ocasionado en los estudiantes y profesionales de la época a causa de los defectos en la educación de estos. Posteriormente en 1968 creará la Escuela de Arquitectura del Grand Palais. La agrupación GIAP reunió a profesionales de distintas ocupaciones como arquitectos, sociólogos y artistas, dando lugar a una nueva visión de naturaleza vanguardista que se centraba en la reflexión de nuevos planteamientos urbanísticos ligados al crecimiento de la ciudad y el desarrollo urbano.

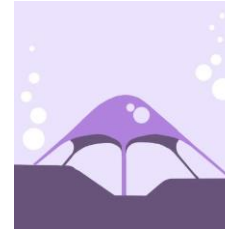
En 1963, dos años anterior a la fundación del GIAP, Maymont presenta su propuesta "Thalassa" como modelo de ciudad flotante con localización originaria en la bahía de Tokio y posteriormente modificada para su adaptación en la costa de Mónaco. Este proyecto utópico presenta un modelo de ciudad circular, delimitada en su perímetro por una edificación continua que encierra el espacio interior. La construcción perimétrica se consolida en plantas superiores, permitiendo el paso y apertura visual en los primeros niveles. En el centro se crea un espacio hueco que constituye el centro de la vida social y comunitaria de los habitantes. El acceso a la plataforma se produce a través de un puente que conecta con la costa.

<sup>15</sup> Agnes Nyilas, (2018) "Beyond Utopia: Japanese Metabolist Architecture and the birth of Mythopia", editorial Routledge.



Ilustración 8: Maqueta "Thalassa". Paul Maymont, 1963

La tipología circular es, como se verá en otros proyectos, considerablemente recurrente para el prototipo de ciudad marina. En algunos casos el patrón radial resulta beneficioso a nivel estructural y frente a cuestiones de estabilidad, sin embargo, no es el único motivo por el que el proyecto se desarrolla con esta forma. El diseño nace de la intención del arquitecto en su búsqueda de un nuevo modelo urbanístico como respuesta contraria a los planeamientos de la época, de carácter más tradicional. Hasta la fecha en tierra, el urbanismo ha trabajado con tramas de bloques edificados y vías de circulación principalmente, con un movimiento de ampliación horizontal. Esta propuesta, al situarse sobre un medio distinto, busca un nuevo modelo de planteamiento circular que concentra la edificación en el perímetro, liberando el espacio central para uso comunitario y continuando el crecimiento de la ciudad en sentido vertical.



#### 2.4.2. Villages sous la mer (Jacques Rougerie - 1973/75)

El proyecto presentado por Jacques Rougerie para su primer acercamiento a una ciudad submarina está influenciado en gran medida por las formas de vida acuáticas. El arquitecto ha realizado a lo largo de su vida numerosas investigaciones oceanográficas que le han servido de apoyo y guía para sus proyectos marítimos<sup>16</sup>. En este caso la forma de las unidades ocupacionales se inspira en las medusas, utilizando el cuerpo como espacio habitable mientras que los tentáculos se rigidizan para aportar estabilidad y anclaje al fondo marino.

En igual medida, el elemento central del conjunto se asimila también a estos seres vivos, de una forma más discreta e intuitiva. Esta elección de proyección de formas orgánicas, orientada por su afición a la vida oceánica, se asemeja a un banco de medusas estático en el fondo marino. Por otra parte, esta solución permite determinadas ventajas técnicas, como la ubicación del acceso inferior a cada célula, más sencillo de resolver que una entrada superior debido a las presiones producidas entre el agua y el aire del espacio interior



Ilustración 9: "Villages sous la mer" J. Rougerie, 1973 y Medusa "Chrysaora hysoscella"

<sup>16</sup> Jacques Rougerie & Édith Vignes, (1978). "Habiter la mer", editorial Maritimes & d'outre mer





### 2.4.3. Lily Pad City (Vincent Callebaut - 2008)

El arquitecto Vincent Callebaut<sup>17</sup>, tras finalizar sus estudios en el año 2000, se traslada a París donde trabaja con arquitectos como Odile Decq y Massimiliano Fuksas. Posteriormente funda su propio estudio "Vincent Callebaut Architectures".

Se presenta el proyecto "Lily Pad City" en 2008, con el objetivo de crear una ecópolis para refugiados climáticos, aquellas personas que a causa de las dificultades resultantes del cambio climático se han visto forzadas a abandonar sus hogares. Este esquema se presenta como alternativa a las medidas actuales de protección frente a la subida del nivel del mar, como por ejemplo la construcción de presas de contención. La segunda finalidad del proyecto busca la ampliación de terreno sostenible en el mar en países desarrollados, en este caso, Mónaco. Esta ciudad anfibia, mitad acuática mitad terrestre, puede albergar a un total de 50.000 habitantes.<sup>18</sup>

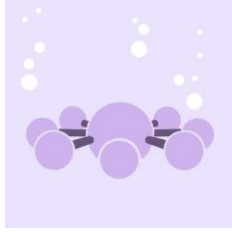
Uno de los pilares del proyecto reside en la convivencia entre el ser humano y la naturaleza, animando a la biodiversidad y planteando un nuevo prototipo biotecnológico de resiliencia ecológica, dedicado especialmente al nomadismo y la ecología urbana en el ámbito marino. El proyecto se compone de formas orgánicas y fluidas, incluyendo elementos como la laguna artificial en el centro, acercando el componente acuático a los habitantes en un entorno más protegido y cuidado que en los espacios perimetrales. Tanto la estructura como su forma se inspiran en el gran nenúfar de la Amazonia "Victoria Regia", con una relación de tamaño 250 veces superior al original.



Ilustración 10: "Lily Pad City Project" Vincent Callebaut, 2008 y Nenúfares "Victoria Regia"

<sup>17</sup> Nace en Bélgica, en el año 1977. Lleva a cabo sus estudios en el 'Institut Supérieur d'Architecture Intercomunale Victor Horta', en Bruselas.

<sup>18</sup> Para más información acerca del proyecto o el estudio se puede acudir a la página web oficial <http://vincent.callebaut.org/>



#### 2.4.4. Sub Biosphere 2 (Phil Pauley - 2010)

El diseñador británico Phil Pauley, nacido en 1975, es conocido en mayor medida por sus múltiples trabajos en hábitat submarino, facilidades de energía de captación solar de carácter flotante y vehículos submarinos. En este caso específico, el hábitat submarino autosuficiente se crea para movilizar el turismo y la vida oceanográfica, junto con la posibilidad de albergar residencias a largo plazo para personas, animales e instalaciones botánicas.

El proyecto conceptual para Sub Biosphere 2 presenta una agrupación de pequeñas esferas, de 60m de diámetro, conectadas a un espacio central, otra esfera de 120m de diámetro. El conjunto ocupa una longitud total a 340m, centrando el espacio residencial en el perímetro y manteniendo el centro como soporte energético y centro de mando. Como es de carácter común en esta tipología de proyecto, se utilizan formas curvas y/o redondeadas en lugar de geometrías rectilíneas, generalmente porque trabajan mejor en lugares con altas presiones y esfuerzos constantes.

Se plantea principalmente como una ciudad sumergida, con capacidad de autoabastecimiento de aire, comida, agua y energía, sin embargo, también cuenta con la capacidad de emerger a la superficie para facilitar el acceso a las instalaciones. La organización se asemeja a uno de los casos anteriores, '*Villages sous la mer*', utilizando diferentes espacios o unidades intercomunicadas entre sí, alrededor de una zona principal común que funciona como eje del proyecto.

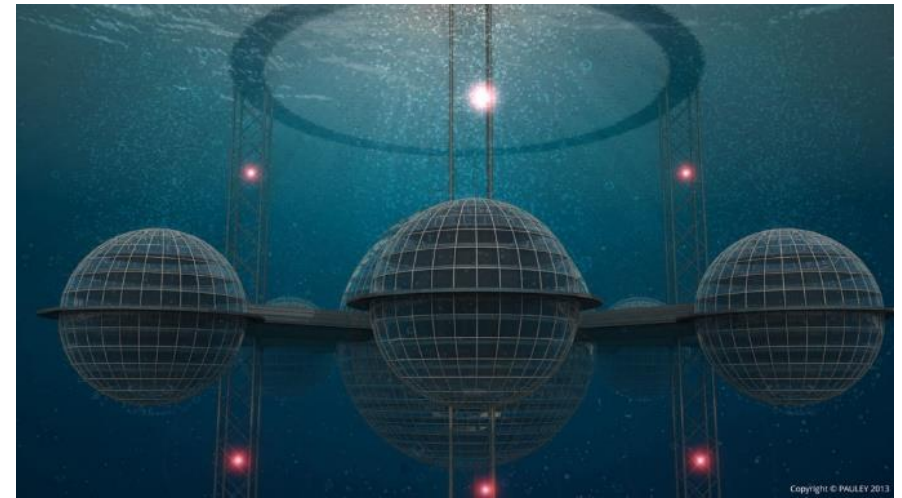
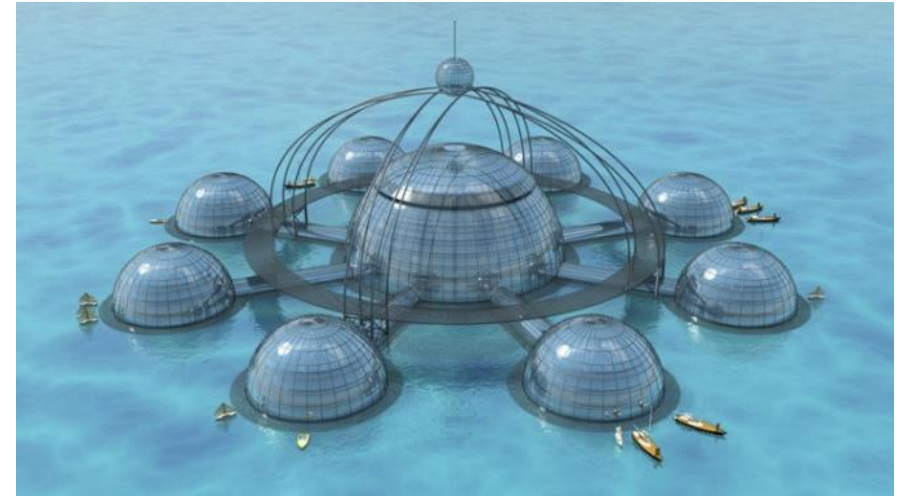


Ilustración 11: "Sub Biosphere 2" Phil Pauley, 2010





#### 2.4.6. Floating Bioclimatic Ark Project (Remistudio - 2011)

El arquitecto Alexander Remizov, de origen ruso, establece las oficinas de Remistudio en 1995, tras estudiar en la Escuela de Arte y el Instituto de Arquitectura de Moscú. Su carrera profesional se caracteriza por una gran implicación en el campo de la sostenibilidad, llegando a ganar en 2011 el concurso Internacional de Arquitectura en Estados Unidos acerca de 'Innovaciones radicales en la industria hotelera' con su proyecto Ark-Hotel o "Arca". Actualmente, Remistudio, es uno de los principales despachos de arquitectura verde en el planeta.

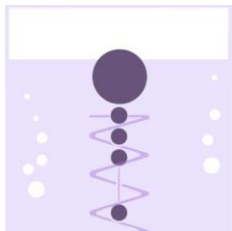
El hotel se concibe como una edificación bioclimática adaptable a cualquier entorno, terrestre o marítimo, con un sistema de soporte vital autónomo con el objetivo de plantear nuevas soluciones frente a las posibles consecuencias debidas al cambio climático, junto con el interés de proteger el entorno inmediato y crear un ambiente más saludable para los habitantes. El planeamiento recoge diferentes modelos de ocupación como residencial, ocio, espacio público, investigación, producción y funciones agrícolas. La estructura abovedada conformada por arcos comprimidos y cables de acero tensionados, sin ángulos, permite una distribución adecuada de la carga a lo largo de la 'cáscara' para tolerar las fuerzas causadas por terremotos u otros accidentes naturales. La utilización de diversos elementos prefabricados asegura una construcción rápida y más sencilla. De igual forma, la independencia de la estructura permite al conjunto la posibilidad de flotar sobre la superficie y ser autosuficiente, en caso de que el nivel del agua aumente.<sup>19</sup> La utilización de elementos circulares y curvilíneos tanto en el exterior como en los espacios interiores del proyecto se plantean con el objetivo de lograr un ambiente más relajado y estable, en colaboración con la abundante vegetación interior que asiste a la autorregulación del marco. De esta forma, se podría decir que la forma persigue la finalidad de crear un entorno seguro y confortable para sus habitantes.



Ilustración 12: "Ark Hotel" Remistudio, 2011

<sup>19</sup> Chang-Ho Moon, (2012). "A study on the sustainable features of realized and planned floating buildings". Departamento de arquitectura e ingeniería de la Universidad Nacional de

Kunsan, República de Korea. 'Journal of Navigation and Port Research' International Edition, Volumen 36, número 2.



#### 2.4.5. Ocean Spiral (Shimizu Corporation - 2014)

Shimizu Corporation es una de las empresas líderes en arquitectura e ingeniería civil, presentando tanto planificaciones y diseños integrados como soluciones elaboradas para cada proyecto. De origen japonés, se sitúa entre las 20 mejores constructoras del mundo.<sup>20</sup>

En 2014 presentan su proyecto "Ocean Spiral", con el objetivo principal de crear un hábitat sumergido que explote todos los recursos del entorno subacuático, aprovechando el potencial del espacio submarino sin utilizar en la actualidad. Este concepto a gran escala presenta una clara direccionalidad vertical, guiada por el interés de beneficiarse de las condiciones ambientales de temperatura y presión que encontramos en el fondo marino para producir energía o monitorizar la fauna y flora. Se trabaja con el supuesto de que el fondo marino se encuentra a una distancia de 3-4Km, lo que permitiría utilizar las instalaciones inferiores para cultivo marino y almacenaje del CO<sub>2</sub> que se desecha del interior.

El proyecto se centra en buscar soluciones eficientes y sostenibles, maximizando los recursos y las condiciones que ofrece el fondo oceánico a través de nuevos patrones que se distancian de los tradicionales utilizados en tierra, como en este caso concreto mediante una espiral vertical envolviendo las instalaciones esféricas. La esfera principal concentra el espacio residencial, industrial, de ocio e instalaciones científicas cerca de la superficie, en unas condiciones más aptas para la habitabilidad, mientras que las instalaciones energéticas, de monitorización y captación se concentran en el recorrido en espiral y en parte de las pequeñas esferas, aunque el objetivo de estas también incluye mantener unas condiciones de estabilidad y flotabilidad.

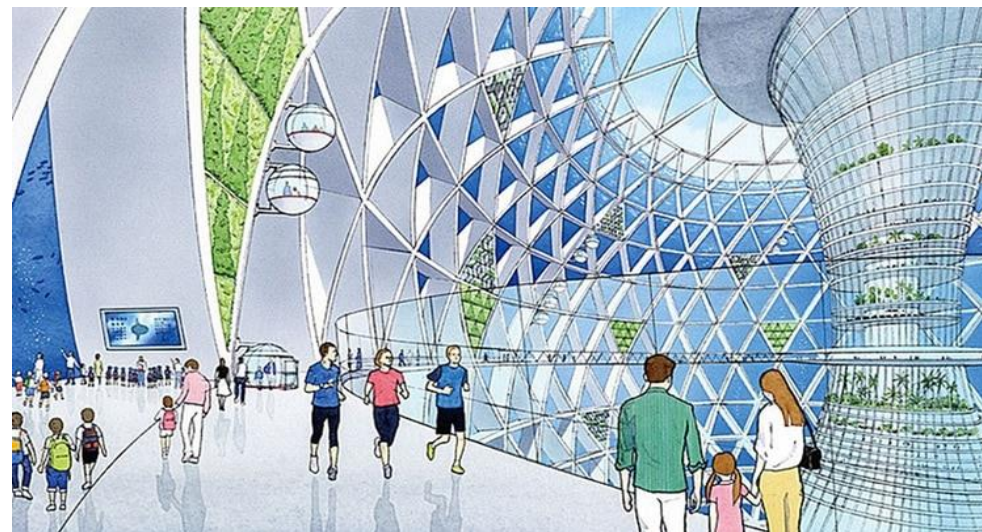
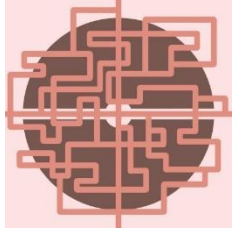


Ilustración 13: "Ocean Spiral" Shimizu Corporation, 2014

<sup>20</sup> Para más información acerca de la empresa y sus proyectos se puede acudir a la página web oficial <https://www.shimz.co.jp/en/>





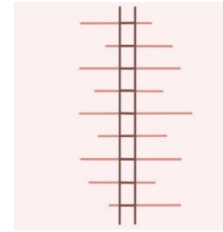
## **2.5. Urbanismo & Patrones**

La ordenación del territorio es uno de los parámetros más relevantes para la proyección de cualquier ciudad, ya que influye de forma directa sobre la convivencia de sus habitantes. La red estructural debe seguir unas funciones claras y específicas, independientemente si se trata de un modelo de carácter más tradicional o se presenta como una ruptura de los cánones de la época.

Existen diferentes factores a tener en cuenta, que acotarán la matriz y definirán la ordenación adecuada para cada modelo de ciudad. Entre estos factores se pueden destacar algunos, como por ejemplo la cultura, que determinará en cierta medida los patrones a seguir, puesto que la forma de vida puede variar de forma considerable dependiendo de la zona en la que se ubica. En este sentido, se puede apreciar que la proyección de ciudades marinas a lo largo de todo el mundo difiere en algunos aspectos correspondientes a elementos marcados por la sociedad habitante.

De igual forma, otro componente relevante es la red de flujo y movilidad. Teniendo como objetivo un espacio eficiente y de confort, el tejido circulatorio debe plantearse en base a la ocupación y sus costumbres, al modelo de sociedad, al individuo y al conjunto, para obtener un patrón característico que garantice la viabilidad y sostenibilidad del sistema.

Se analizarán en los siguientes casos de estudio la relación entre los factores determinantes y el esquema final de proyecto para comprender la orientación y estrategia que se toma en cada uno debido a las circunstancias históricas, la convivencia entre los habitantes y los flujos de movilidad y ocupación, acomodándose a las necesidades de cada caso determinado.



### 2.5.1. Tokyo Bay (Kenzo Tange - 1960)

Al finalizar la Guerra del Pacífico en 1945 la ciudad de Tokio se encuentra destruida, el nuevo planeamiento obstaculizado por el intrincado sistema de propiedad de tierras y la ausencia de un master plan. Por otra parte, el crecimiento demográfico entre 1945 y 1960 se acelera considerablemente, pasando de 3,5 a 9,5 millones de habitantes. La ciudad de 622km<sup>2</sup> se convierte en una nueva zona de crecimiento libre, abierta a las ideas e intenciones de arquitectos e ingenieros.

Como respuesta a esta necesidad, aparecen las propuestas de los Metabolistas, investigando y trabajando las posibilidades del planeamiento en la bahía, construyendo terreno artificial y creando nuevas superficies sobre las que diseñar. La bahía de 18km de longitud y 992km<sup>2</sup> de mar se convierte en la nueva base de proyectos que incluyen soluciones frente a la problemática de reclamación de tierras, la creación de islas artificiales, plataformas y megaestructuras flotantes, redes estructuradas de comunicación, espacios públicos, desarrollo del sector terciario y viviendas de tipología variable. Reuniendo las diferentes propuestas presentadas para la bahía es fácilmente visible la variedad de patrones utilizados, encontrando modelos que defienden ordenaciones lineales, radiales o masificadas, presentando distintos espacios. (Ilus. 14)

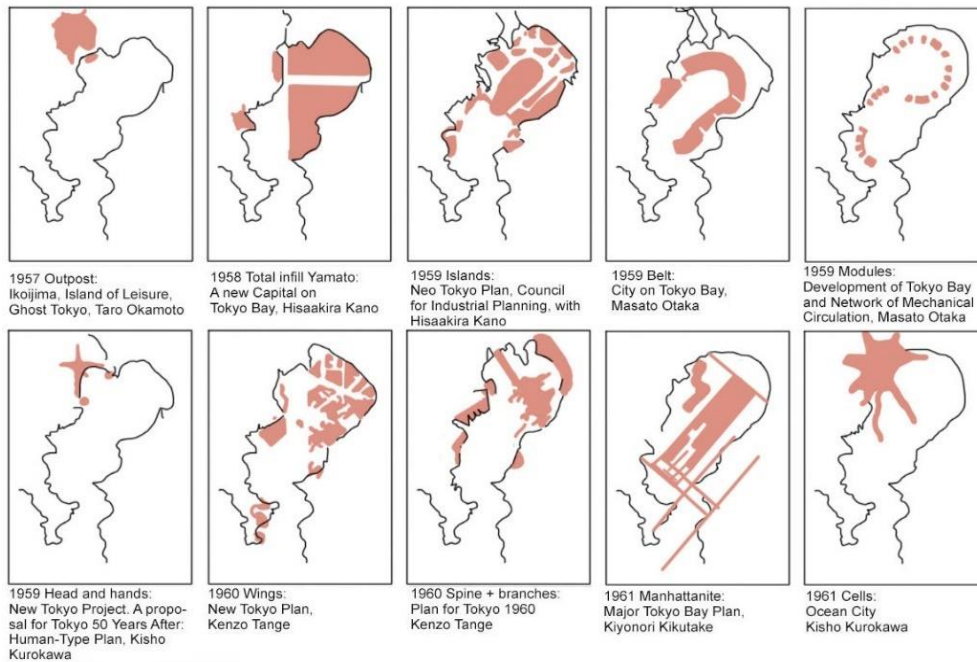


Ilustración 14: Propuestas para el planeamiento de Tokio 1957-1961. <sup>21</sup>

La intención de ocupar la bahía como medio territorial ya se había planteado entorno al siglo XVII, pero no se desarrolla completamente el concepto hasta que surge la necesidad tras la guerra finalizada en 1945. Sin embargo, las propuestas presentadas tienen que acoger a un elevado número de habitantes debido al aumento de población en la época, por lo que el planeamiento urbanístico cobra un carácter más ambicioso y sustancial. El proyecto escogido para el análisis es la propuesta de Kenzo Tange en 1960, siendo esta una de las soluciones que mejor adaptabilidad y conexiones tiene para con las construcciones preexistentes.

En base a una rigurosa búsqueda académica llevada a cabo por Tange y su equipo, prestando especial interés por el progreso demográfico de la ciudad, se llega a la conclusión de que entre los problemas esenciales que debe solucionar la propuesta se incluyen la falta de alojamiento debido al aumento de población, la necesidad de un terreno asequible para sus habitantes y la mejora y alivio del sistema de vías de comunicación. (Ilus. 15)

De esta forma, el proyecto presenta un eje principal que será la 'espina' central, atravesando la bahía mediante puentes y plataformas, y que da paso a una serie de 'vertebras' que conformarán las unidades, acogiendo a un número aproximado de 5 millones de personas. En el eje central, con una longitud atravesando la ciudad de 80km hasta llegar a la bahía de Tokio, se condensan las vías de circulación, divididas en tres niveles para evitar obstrucciones y garantizar el correcto acceso a cada una de las ramas secundarias. Es en este espacio donde se sitúan principalmente las construcciones de carácter público o terciario, incluyendo oficinas, tiendas, espacios de ocio, hoteles, una estación central y pequeños puertos, pudiendo alojar a 2,5 millones de trabajadores. Por otra parte, las ramificaciones de aproximadamente 9Km de longitud conducen a unas megaestructuras con un armazón de configuración triangular y 138m de altura, donde se sitúa el espacio residencial. (Ilus. 16)

El proyecto de Tange provee una ordenación de carácter fluido que mantiene una adecuada separación entre los espacios públicos y privados, sin perder las conexiones entre ambos, enlazándolos de forma que se libera al espacio residencial de innecesarias aglomeraciones al mismo tiempo que se le otorga un acceso rápido y sencillo. De igual forma, el modo de acoplarse a la ciudad de Tokio garantiza una relación directa y natural, estimulando la relación entre los dos ámbitos, dando lugar a la colaboración de los diferentes espacios.

<sup>21</sup> Esquemas recuperados de Rem Koolhaas & Hans Ulrich Obrist (2011) "Project Japan. Metabolism talks", editorial Taschen

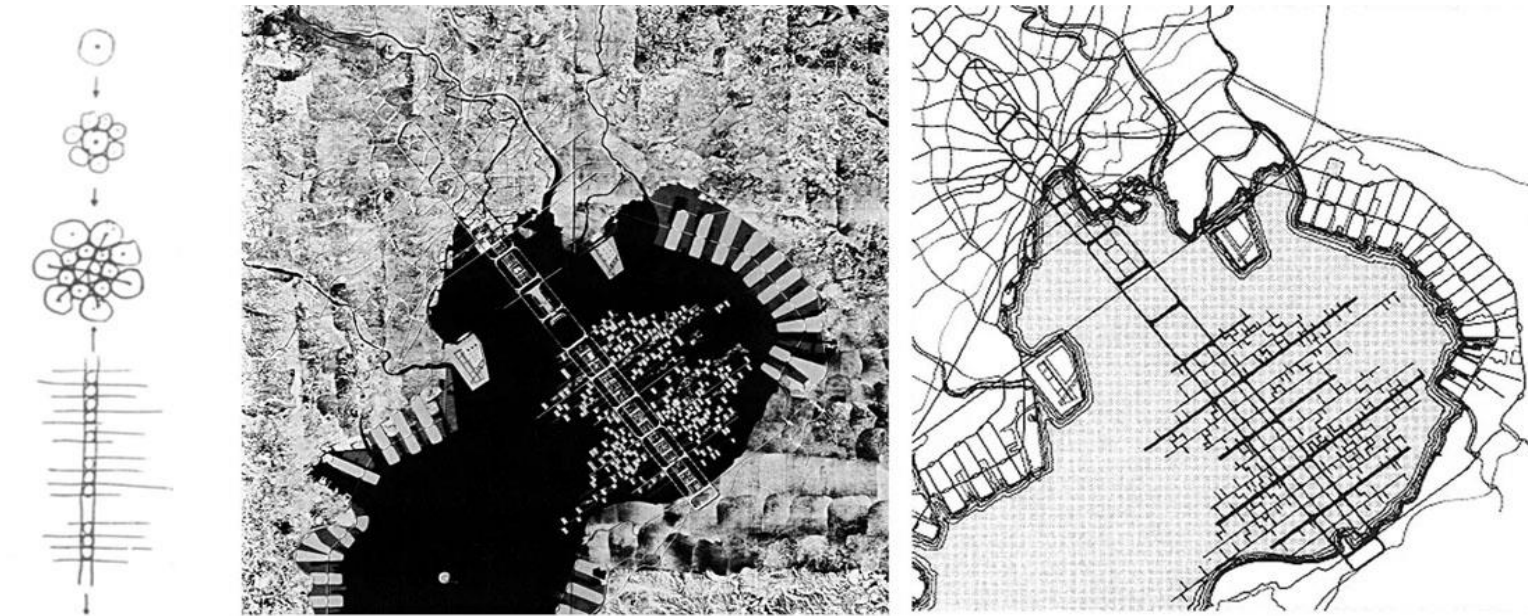


Ilustración 15: "Plan for Tokyo 1960" Kenzo Tange

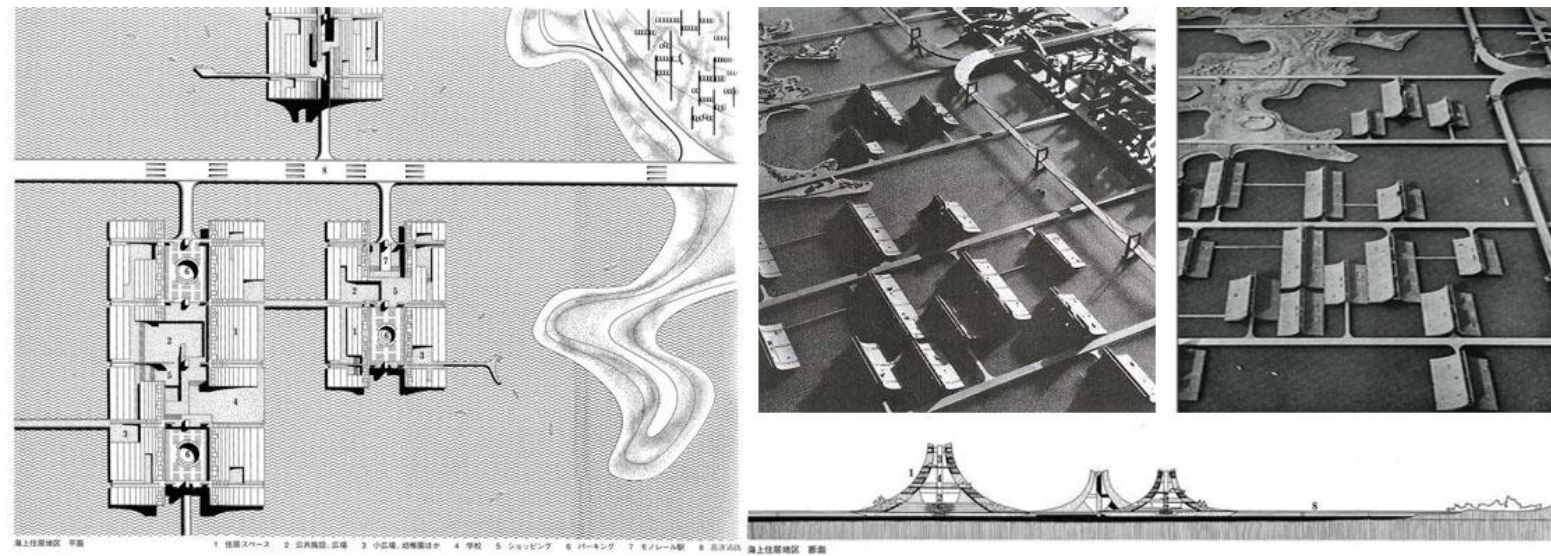
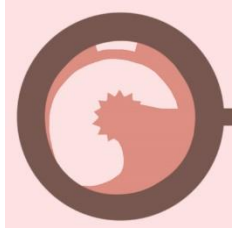


Ilustración 16: Planta y sección de las ramificaciones residenciales. Imágenes de la maqueta modelo. Kenzo Tange, 1960.





### 2.5.2. Thalassa (Paul Maymont - 1963)

La propuesta de Maymont se sitúa en la costa de Mónaco, en el mar de Liguria, conectada a tierra mediante una pasarela principal de acceso rodado y peatonal. El modelo se centra en una disposición circular, situando las edificaciones y zonas de estar en el perímetro mediante un juego de volúmenes y terrazas, promoviendo un crecimiento vertical. La aparición del puente principal de acceso facilita la movilidad y relación con la ciudad de Mónaco en tierra, viendo el proyecto como una ampliación con cierto grado de independencia más que como una ciudad autosuficiente en sí misma.

El espacio de vacío interior pasa a convertirse en una zona de ocio, incluyendo playas, piscinas y zonas ajardinadas. En el centro de la circunferencia se plantea un segundo acceso a la ciudad, en este caso marítimo, creando un puerto con numerosos muelles donde atracar pequeñas y medianas embarcaciones. Liberando los primeros pisos en planta baja, Maymont consigue conformar un espacio abierto y accesible hacia el mar, ampliando la visualización del vacío central y permitiendo una mayor relación con el entorno marítimo.

Esta extensión cobra un valor especial como espacio principal en el proyecto, volcando las edificaciones hacia el exterior, creando una serie de terrazas escalonadas que se convertirán en la red de flujo y circulación peatonal superior. Este sistema origina la aparición de grandes recorridos en el complejo.

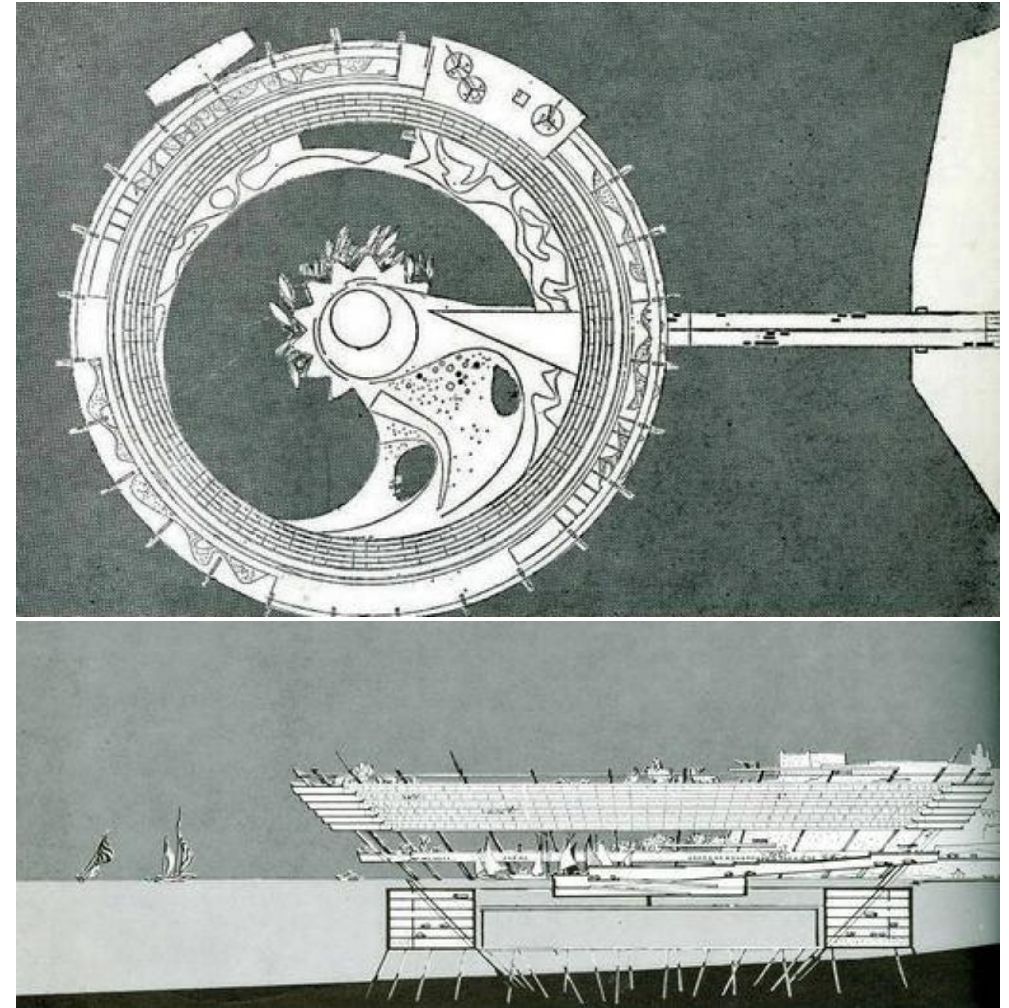
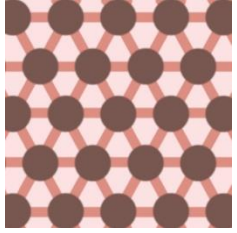


Ilustración 17: Planta aérea y sección "Thalassa" Paul Maymont, 1963



### 2.5.3. Underwater City (Warren Chalk, Archigram - 1964)

La agrupación *Archigram*<sup>22</sup> fue creada en la década de 1960, generalmente por miembros de la Asociación de Arquitectos de Londres, con un carácter innovador y futurista que discrepaba con los esquemas tradicionales de la época. Crearon su propia revista como medio de difusión, en la que planteaban diseños y modelos futurísticos centrados en la tecnología y la maquinaria, dejando de lado las preocupaciones sociales y ambientales. Coincidiendo con la década de la conquista espacial, los esquemas y diseños presentados por este grupo siguen una línea de avance tecnológico, planteando modelos de ciudad tanto reales como utópicos. Entre las cualidades destacables de sus proyectos, se encuentran la brevedad, la precisión y la claridad, haciendo que sean fáciles de comprender para el público. Como consecuencia, se convirtieron en un conjunto de referencia durante la época del Pop Art gracias a su estilo de ciencia ficción.

Como miembro de *Archigram*, Chalk presentó su propuesta "Underwater City", un diseño utópico de ciudad centrándose en los aspectos tecnológicos y en las redes de comunicación espacial. Con este sencillo esquema presenta un patrón espacial en tres dimensiones, en base al cual se construiría la ciudad, definiendo los espacios y la red de comunicaciones del complejo. De la misma forma que se menciona en el libro de Simon Sadler con el mismo nombre, se crea 'arquitectura sin arquitectura'<sup>23</sup>, sirviendo como escape y con el objetivo de representar un sueño e intención claros. En una época en la que el ser humano descubre nuevos horizontes, entre ellos el espacio exterior, se plantean nuevas opciones para construir espacios en lugares, y de formas, que antes aparecían como imposibles o muy complejos.

A pesar de no estar completamente desarrollado, esta imagen plantea uno de los elementos más relevantes respecto al diseño de grandes poblaciones, la conectividad. La presencia de un patrón claro y organizado simplifica la movilidad, al mismo tiempo que determina los espacios mediante un juego de elementos sólidos y vacíos, creando un sistema complejo que sería el concepto principal para el futuro desarrollo del proyecto.

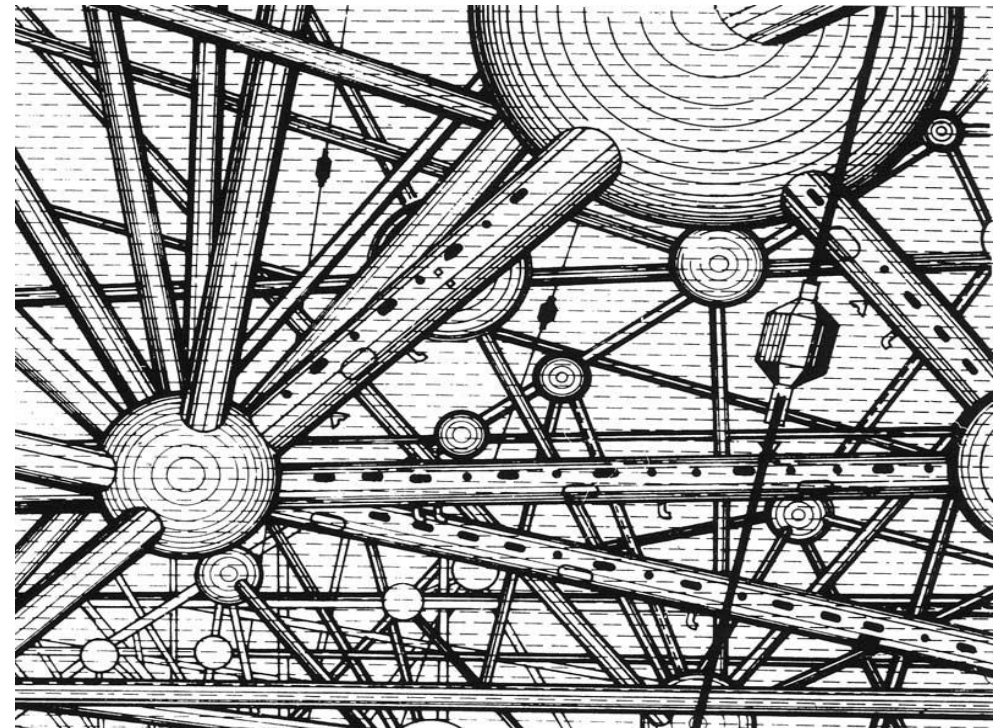
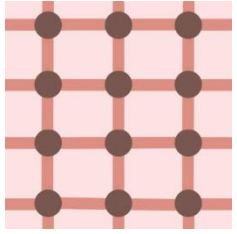


Ilustración 18: Publicación del Proyecto "Underwater City" Warren Chalk, 1964 en 'Archigram Issue 5' (Otoño, 1964)

<sup>22</sup> La disolución del grupo se produce en el año 1974, con un total de tres proyectos construidos. Para más información acerca del grupo se puede acudir al artículo de M.J.

Agudo Martínez "La casa como cápsula: Planteamientos conceptuales del grupo Archigram", publicado por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, España.  
<sup>23</sup> Simon Sadler, 2005. "Archigram: Architecture without architecture", editorial MIT Press.





#### 2.5.4. Floating City (Urgenda - 2008)

La Fundación Urgenda nace en los Países Bajos, con una gran preocupación por las cuestiones medio ambientales acaecidas en las últimas décadas, con el objetivo de invertir en innovación y encontrar nuevas técnicas y modelos de sostenibilidad en diversos campos, incluida la construcción. Entre algunas de sus propuestas, se destaca principalmente su proyecto "Floating City", debido a su versatilidad y diseño. En primera instancia, el esquema se desarrolla partiendo de un patrón muy sencillo y claro, donde los puntos se convierten en espacios habitables mientras que las líneas configuran la red de comunicaciones peatonal y rodada. Sin embargo, el interés por este proyecto no viene dado por esta organización si no por las diferentes propuestas de variación que se presentan con él. Frente a la primera propuesta de malla regularizada, se presentan también otros conceptos de agrupación posibles para el proyecto que pueden aportar nuevas ventajas y oportunidades para crear espacios diferenciados. Como se puede apreciar en la Ilus. 20, se exponen tres modelos distintos al esquema principal, denominados modelos de 'Dispersión', 'Agrupación' y 'Compactación', respectivamente.

El primer modelo 'Dispersión' plantea la aparición de unas primeras células que se agrupan de forma irregular y que pueden continuar creciendo en diferentes direcciones, dependiendo de las necesidades del conjunto. Este esquema presenta cuestiones de interés como son la diferenciación de los espacios de hábitat, la circulación y el recorrido entre sectores y la posibilidad de ampliación multidireccional. Sin embargo, también aparecen problemáticas relacionadas principalmente con la falta de un patrón más claro y conciso que conduzca la localización de las células y su extensión posterior, además de los posibles fallos de eficiencia respecto a la comunicación entre unidades. En segundo lugar, aparece el diseño 'Agrupación', que parte de una base de pequeños conjuntos de células independientes que se comunican con otros cercanos y semejantes a él, conformando una unidad. En este esquema, es más sencillo realizar una organización de las infraestructuras básicas por zonas o sectores y las redes de comunicación tienen un carácter más eficaz.

Respecto a la posibilidad de extensión, se presupone la colocación de nuevos grupos de células que se conectarían a los preexistentes formando una red de pequeñas agrupaciones enlazadas. Finalmente, el tercer modelo 'Compactación' presenta una compresión de las células en un espacio más reducido, dando lugar a vías de comunicación mucho más breves y sencillas, concentrando los diferentes espacios en zonas muy cercanas. La condensación producida es elevada, disminuyendo el espacio de recorrido e intercambiándolo por zonas habitables, estableciendo una sensación de mayor densidad y proximidad entre los habitantes. De forma similar al primer esquema, en este diseño la problemática viene dada por la falta de patrones subyacentes que puedan conducir los futuros cambios, adaptaciones o ampliaciones que sean necesarias para la comunidad.

A modo de conclusión, las diferentes posibilidades organizativas de los espacios habitables y las redes de comunicación planteadas como alternativas en el proyecto van a influir en gran medida en las relaciones de conjunto e individuo. Buscando siempre acomodarse a una localización y población específicas, los modelos deben asimilarse de forma que se presenten como una solución eficaz, natural y razonable frente a los retos delimitadores en el proyecto.

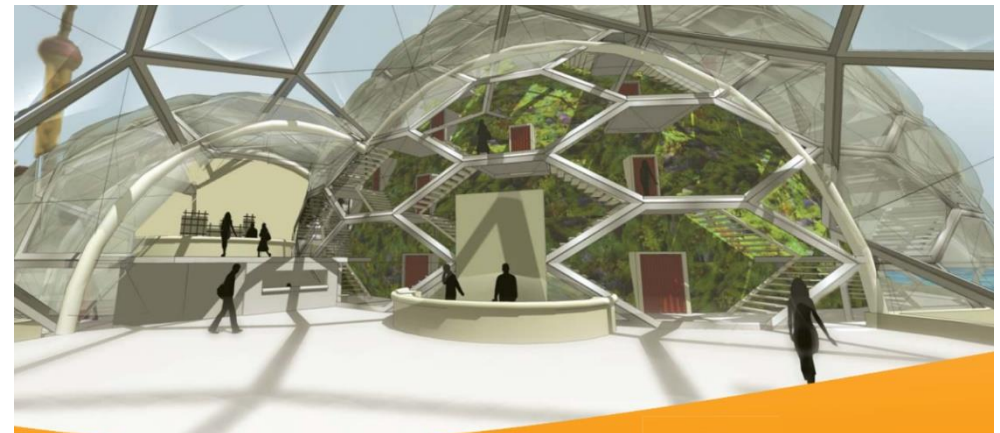


Ilustración 19: "Floating City" Urgenda Foundation, 2008

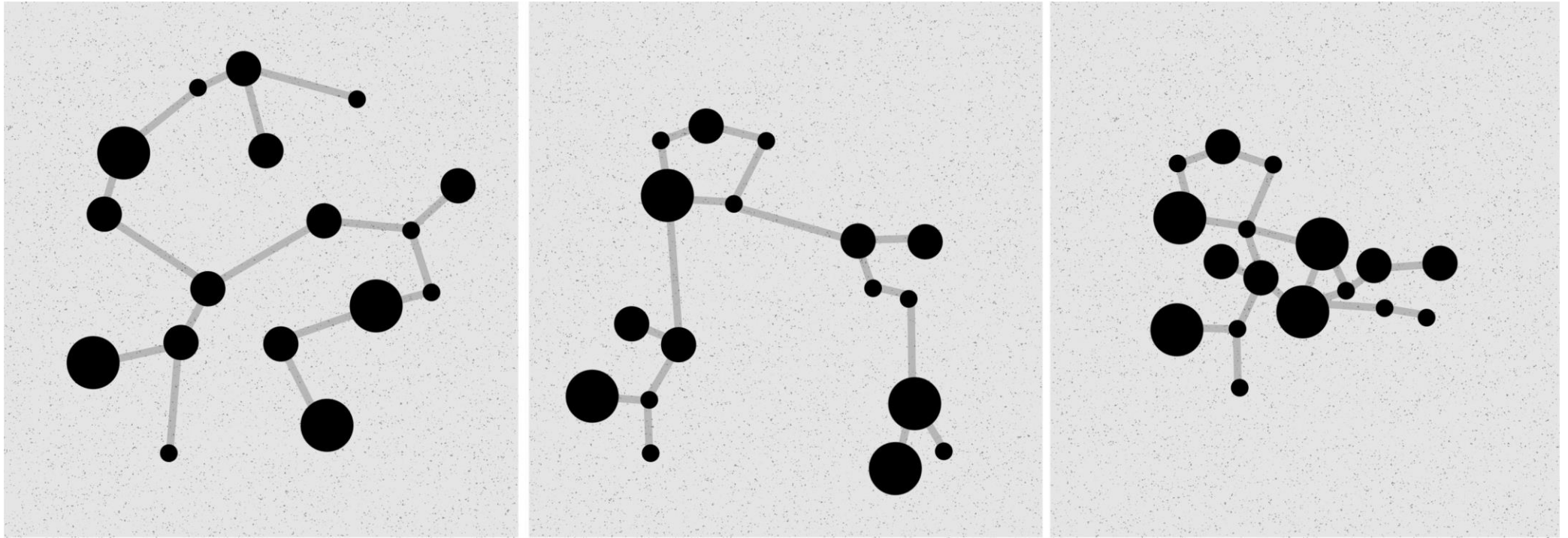
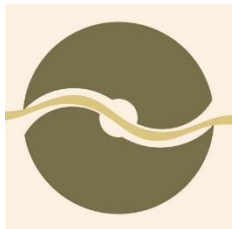


Ilustración 20: Modelos de 'Dispersión', 'Agrupación' y 'Compactación'. Elaboración propia.



## **2.6. Circulación & Movilidad**

En el ámbito de las estructuras flotantes, el concepto de desplazamiento adquiere dos definiciones distintas. Por una parte, aparece el término 'circulación' que se utilizará para referirse al flujo tanto peatonal como rodado o marítimo que pueda darse en la propia estructura o en su entorno inmediato, aludiendo a la actividad de los individuos y/o el grupo que habitan el determinado espacio. La segunda visión tratará sobre la 'movilidad' en conjunto de la propia ciudad, planteando el conjunto como un objeto que puede trasladarse geográficamente siguiendo unas necesidades específicas.

Respecto a la circulación, la creación de un sistema de redes de comunicación eficiente y accesible es un parámetro clave para obtener resultados satisfactorios en modelos de gran densidad de población. La relación entre el flujo de tráfico, ya sea peatonal o mediante sistemas de transporte motorizados, y la composición de espacios públicos y de transición es altamente influenciable entre ambos. Aparece una interconexión entre estos dos elementos en el que la definición de uno da lugar a la producción del otro, es decir, crear una red de comunicación va a delimitar en cierta medida los espacios por los que transcurre, al igual que el establecimiento de unos espacios públicos o privados predeterminados va a provocar que la red de flujo se mueva de una forma concreta respecto a esas zonas. Así pues, la institución del sistema de comunicaciones del modelo de ciudad tendrá una importancia fundamental en el proyecto, simultáneamente junto con los demás factores vistos en el bloque urbanístico.

En las últimas décadas, aparece el modelo de 'movilidad' para tipologías de estructuras flotantes, refiriéndose directamente al desplazamiento geográfico del propio conjunto. Este concepto surge a raíz de los nuevos avances tecnológicos que permiten el movimiento de las plataformas sobre el mar, ya sea con ayuda externa o con un sistema integrado, para desplazarse donde sea necesario en un momento determinado. Esta nueva idea de movilidad abre grandes posibilidades en referencia a los campos de adaptabilidad y seguridad, pues se plantea como un reto acomodar la ciudad para que pueda funcionar correctamente en diferentes localizaciones al mismo tiempo que se garantiza un incremento de la seguridad al poder retirarse de ubicaciones que presentan un peligro para la población, generalmente de carácter natural.

En la actualidad, se defiende la utilización de sistemas sostenibles para proteger el entorno, dando lugar a ciertas nociones relevantes a la hora de proyectar el servicio. Se aboga por el empleo de transportes de baja contaminación, reduciendo las emisiones y salvaguardando el ambiente. En primer lugar, se incentiva el desplazamiento peatonal o en vehículos no motorizados, siendo este más ecológico y, en general, más saludable para los habitantes. A continuación, se remarca la importancia del uso del transporte público frente al individual, colaborando también a reducir la huella ecológica causada, puesto que es un servicio necesario que no puede desaparecer por completo.

Teniendo en cuenta estos parámetros, tanto el sistema de circulación como la movilidad de los elementos debe tener un carácter eficiente, claro, conciso, fluido, accesible y sostenible, para que el conjunto funcione adecuadamente.





### 2.6.1. Tokyo Bay (Kenzo Tange - 1960)

El nuevo planeamiento para la bahía de Tokio presentado por Tange y su equipo destaca, principalmente, por la aparición de la vía principal de comunicación en el eje central del proyecto, atravesando la ciudad hasta la bahía con una longitud de 80Km. Este espacio central actúa como elemento distribuidor al mismo tiempo que contiene las áreas de carácter público, desmarcando el ámbito residencial hacia las 'vertebras'<sup>24</sup> que lo atraviesan ortogonalmente, concediendo mayor privacidad a esta zona. Mediante un sistema de puentes y plataformas se construye la estructura, conectando los dos extremos de la bahía, conformando una ciudad lineal.

Ante la necesidad de proveer a la ciudad de un plan mejorado de circulación, que alivie las aglomeraciones formadas en parte debido al elevado número de habitantes, Tange crea un paso central de grandes dimensiones, preparado para albergar el constante y voluminoso tráfico previsto. El conjunto se conforma mediante tres cubiertas a distinto nivel, que dirigen el flujo y lo dividen, mejorando la accesibilidad de los espacios sin la necesidad de atravesar algunas zonas más privativas (Ilus.21).

Esta red de comunicaciones de carácter cíclico sitúa su vía más elevada a 50m sobre el nivel del mar, con una longitud para los carriles exteriores de aproximadamente 3Km y de 1Km para los interiores. Las vías exteriores, que contienen el tráfico de mayor velocidad se enlazan con las interiores y la malla residencial mediante un sistema de rampas, con la intención de evitar las intersecciones para mantener un flujo constante. Esta disposición plantea una gran ventaja frente a la capacidad de carga, dividiendo el tránsito, liberando e independizando las áreas residenciales y permitiendo que la comunicación sea más fluida. Mediante el establecimiento de interconexiones entre las diferentes vías se garantiza una correcta relación de los diferentes espacios.

Respecto a una escala mayor, en igual medida se trabaja la conexión del proyecto con su entorno inmediato, la ciudad de Tokio y el extremo opuesto de la bahía. En primer lugar, el planteamiento de Tange atraviesa el corazón de la ciudad, creando una relación directa con la misma a través de las vías principales y secundarias en el eje central. El planeamiento de la ciudad de Tokio en 1960 presenta una organización de tipo radial, cuyo centro utilizará el proyecto como punto de comunicación principal. (Ilus. 22)

La localización del proyecto conduce al arquitecto a plantearse las cuestiones referentes a las nuevas circulaciones de ámbito marítimo, de gran relevancia para la ciudad. La elevación de la red de comunicación principal sobre la superficie del mar permite el acceso de embarcaciones al espacio interior de la bahía, manteniendo el paso por agua como ámbito libre y teniendo en cuenta las necesidades de accesibilidad de las diferentes zonas de su entorno.

Naturalmente, teniendo en cuenta la época y ubicación, el proyecto y la red de comunicaciones se guían hacia un objetivo de sostenibilidad y resiliencia, creando sistemas mantenibles y adaptables a las circunstancias y necesidades de la población, creando un espacio seguro y protegido frente a diversas eventualidades.

<sup>24</sup> Rem Koolhaas & Hans Ulrich Obrist (2011) "Project Japan. Metabolism talks", editorial Taschen

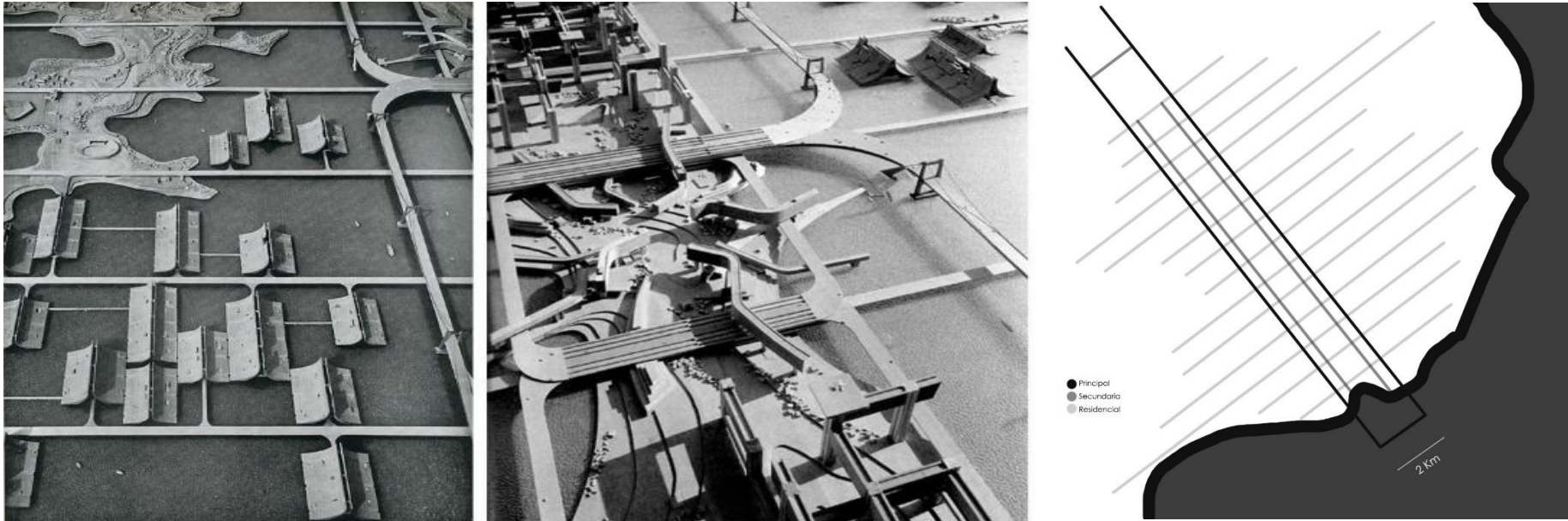


Ilustración 21: Fotografías de la maqueta para el proyecto "Tokyo Bay", (Kenzo Tange, 1960) y diagrama de circulación básica de elaboración propia.



Ilustración 22: Planteamientos para la Bahía de Tokio (Kenzo Tange) "Tokyo Plan" 1960 & 1986; Esquema de vías de circulación de elaboración propia.



### 2.6.2. Thalassa (Paul Maymont - 1963)

El proyecto "Thalassa" se plantea para una ubicación cercana y en contacto directo con la costa, más concretamente junto a Mónaco, en la costa mediterránea de Francia. El concepto general es formar una ciudad flotante para 10 millones de habitantes mediante estructuras circulares de entre 300 y 500m de diámetro unidas, entre ellas y con la costa, mediante carreteras y puentes suspendidos. El espacio residencial se traslada a la edificación continua perimetral, despejando un vacío central que contendrá elementos de carácter público. Para realizar el análisis se trabajará sobre cuatro elementos clave, el espacio abierto central, la edificación perimetral superior, la conectividad con el mar y las pasarelas de comunicación entre unidades (Ilus. 23).



Ilustración 23: Posible planteamiento para el proyecto Thalassa, elaboración propia.

En primer lugar, aparece el núcleo vacío, que ocupa gran parte de la extensión y que contiene los elementos principales de ocio como son los jardines, locales y playas artificiales, estas últimas conectadas directamente con el mar. En esta zona se concentra gran parte del flujo al comprender el ámbito público del proyecto y ser el componente central y principal, en base al cual se desarrolla la vida de los habitantes. En relación con este primer espacio, es importante destacar el elemento de laguna interior, que tiene diversas funciones para con el proyecto. Como se menciona anteriormente, la entrada directa del agua de mar al interior crea una serie de playas en contacto con los espacios construidos, contribuyendo como

zonas de ocio común. Sin embargo, el servicio más relevante que presta es el de paso marítimo, permitiendo la entrada de embarcaciones pequeñas y medianas al corazón del proyecto, donde se plantea un puerto con varios muelles. Respecto a la edificación perimetral superior, se divide fundamentalmente en tres bloques. El primero se compone de cinco niveles, por debajo del nivel del mar, utilizado como espacio de almacenamiento (aproximadamente 11.000m<sup>2</sup>) y zona de parking, despejando los espacios superiores de cualquier tipo de tráfico rodado. Sobre las plataformas a nivel del mar se elevan dos anillos edificadas, independientes entre sí y que contienen los espacios habitables del proyecto. El primer anillo, situado a 8m sobre a superficie, permite el paso marítimo inferior al mismo tiempo que contiene áreas de ocio adicionales. El segundo anillo, de mayor tamaño en altura y diámetro, consta de siete niveles y contiene principalmente el ámbito residencial, además de oficinas, hoteles, tiendas, jardines y terrazas. Estos dos bloques se unen mediante un conjunto de 27 núcleos verticales de comunicación principal distribuidos radialmente y que soportan estructuralmente la edificación perimetral. Por último, las conexiones entre unidades y/o con tierra firme se producen por medio de vías y puentes suspendidos de gran longitud. Al plantear la isla flotante en la costa, como un elemento anclado al terreno, se facilita la construcción y el mantenimiento de estos elementos, buscando una relación directa entre las diferentes células implantadas y la ciudad base en tierra, a la que acompañan y complementan.

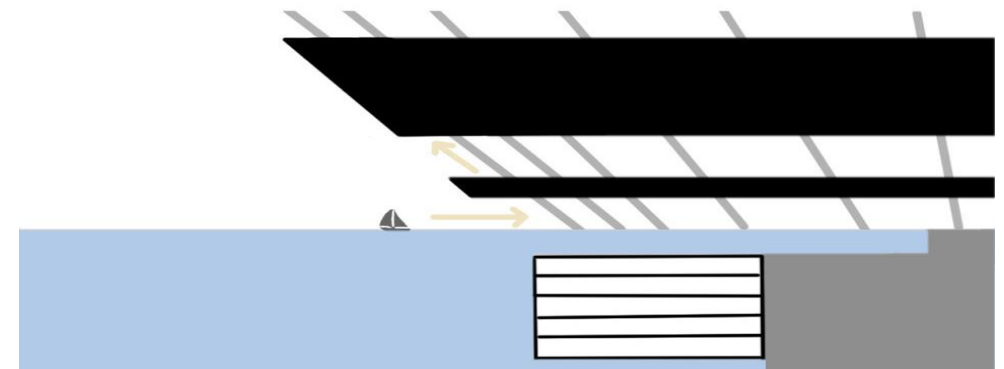


Ilustración 24: Sección vertical de proyecto, conexiones. Elaboración propia.





### 2.6.3. Freedom Ship (Norman Nixon – 1990)

El proyecto "Freedom Ship" o 'Barco de la Libertad' surge a manos del ingeniero norteamericano Norman Nixon durante la década de los '90, con el objetivo de crear una ciudad flotante capaz de desplazarse por el mar. Esta megaestructura constituida por 25 pisos sobre la cubierta principal tiene una capacidad de aproximadamente unas 80.000 personas, 60.000 como habitantes permanentes, incluyendo a la tripulación. Con 1.371m de eslora sobrepasaría al "Knock Nevis"<sup>25</sup> triplicando su tamaño, convirtiéndolo en el crucero proyectado de mayor longitud hasta la fecha. Esta ciudad flotante de uso mixto combina los espacios residenciales y de carácter primario, como escuelas u hospitales, con zonas comerciales, industriales y de ocio, generando una gran infraestructura que otorga la independencia a sus habitantes. En igual medida, se plantean sistemas de producción energética y alimentaria necesarios para que el complejo sea autosuficiente, consolidando la comunidad marítima. Las aspiraciones para el "Freedom Ship" recaían sobre su movilidad sobre el mar, siendo este uno de los mayores retos a los que se enfrenta el proyecto puesto que, debido a su gran tamaño, la energía necesaria para movilizarlo es muy elevada. Asimismo, la estructura debe estar correctamente consolidada para evitar roturas o vuelcos, provocados por el propio movimiento de la embarcación, garantizando la seguridad de los residentes.



Ilustración 25: Último diseño para el proyecto "Freedom Ship"

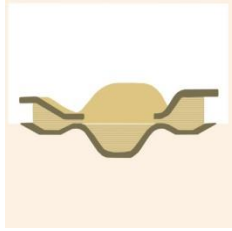
El proyecto inicial presentaba una planificación de travesía a lo largo del mundo, bordeando todos los continentes para tener acceso al mayor número de ciudades portuarias, en las cuales los residentes pueden desembarcar como turistas al mismo tiempo que el barco puede ser visitado por los habitantes locales. Puesto que las dimensiones del barco hacen casi imposible su atraque en ningún puerto, la travesía se plantea de forma constante durante dos años, sin llegar a atracar en las ciudades, utilizando el puerto situado en la popa y el aeropuerto de la cubierta superior como vías de entrada y salida a la ciudad para los habitantes y turistas.

A pesar de no tener un diseño final y no haber empezado su construcción actualmente, este proyecto trata una cuestión de gran relevancia para una ciudad flotante, el movimiento. La mayoría de esquemas para esta tipología de ciudad hasta la época aparecían de forma estática o sin desarrollar en este ámbito, creando una duda respecto a la necesidad del desplazamiento para las mismas. El avance de este concepto está unido a la innovación tecnológica que, con el paso de los años, ha desarrollado sistemas capaces de movilizar grandes estructuras de forma más sencilla y práctica, abriendo la posibilidad de circulación cuando sea requerido y planteando grandes ventajas ante los principales problemas que enfrentan las ciudades flotantes.<sup>26</sup>

<sup>25</sup> "Knock Nevis", de origen japonés, es la mayor embarcación jamás construida con 460m de eslora.

<sup>26</sup> Cuestiones principalmente relacionadas con el entorno natural y la necesidad en algunos casos de evitar ciertas zonas geográficas en momentos específicos.





#### 2.6.4. Lilypad City (Vincent Callebaut - 2008)

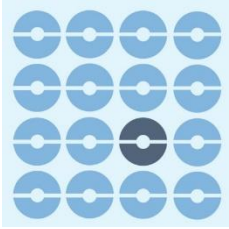
Otro proyecto de gran interés respecto al ámbito de la movilidad es "Lilypad City", la ciudad semi sumergida diseñada por Vincent Callebaut, con una capacidad de aproximadamente 50.000 habitantes. El esquema general presta gran atención a los ideales naturales y el entorno, buscando la mayor integración posible en el mismo, relacionándose directamente con el marco en el que se encuentra.

Uno de los objetivos principales de la ciudad es la cohabitación del humano, el habitante con su entorno, la naturaleza. Para ello el conjunto semiacuático cuenta con numerosos sistemas de provisión de energía, alimentación y agua para su consumo, consolidando una agrupación autosuficiente que, siguiendo las pautas establecidas, pueda desplazarse independientemente. Esta libertad descubre nuevas posibilidades para la ciudad, explorando nuevos sistemas de habitación marítima.<sup>27</sup> Con una visión distópica del futuro, en la que presupone que la subida del nivel del agua para el año 2100 será alarmante, Callebaut presenta una nueva solución para sobrevivir en el que considera el entorno más seguro, el mar. Considerando la autosuficiencia de la ciudad, el objetivo de integración en la naturaleza y ámbito marítimo que les rodea, se plantea que la movilidad de las unidades se produzca siguiendo las Corrientes del Golfo y el Labrador<sup>28</sup>, en el océano Atlántico, produciendo una circulación cíclica constante entre el norte y el sur, siempre cerca de la costa.

A pesar de no especificar detalladamente el proceso acerca del desplazamiento, el planteamiento del mismo supone un avance respecto a conceptualizaciones anteriores, proponiendo la posibilidad de que se pueda realizar la movilidad de una o varias unidades para adaptarse a las necesidades de sus habitantes, examinando nuevas formas de unificación de la estructura construida con el entorno en el que se ubica.

<sup>27</sup> Como explica el propio Callebaut en la descripción del proyecto, junto con la documentación del mismo en la página web de su estudio "Vincent Callebaut Architects" en París. <http://vincent.callebaut.org/>

<sup>28</sup> La Corriente marítima del Golfo comienza sobre la línea del Ecuador y asciende paralelamente a la costa este estadounidense para, finalmente, desviarse en dirección a Islandia. La Corriente del Labrador desciende desde el Mar del Labrador, entre Canadá y Groenlandia, hacia el Atlántico norte, cruzándose con la Corriente del Golfo.



## 2.7. Conjunto e individuo

La relación entre el conjunto y el individuo es uno de los grandes factores relevantes para la proyección de una ciudad. Ante la convergencia de estos ámbitos se debe producir un entendimiento y adaptación mutuos, tratando cada escala en sí misma sin olvidar la coherencia entre ellas. Para cada caso concreto se establece una estrategia determinada, se toman unas decisiones que involucran la escala arquitectónica y urbanística, desarrollando una comunicación entre la sociedad y el propio habitante.

En palabras de Jacob Berend Bakema<sup>29</sup> *“La Arquitectura y el Urbanismo son sencillamente la expresión espacial del comportamiento.”* (2012), donde el cuerpo construido se convierte en la herramienta generadora de una trama principal de sólidos y vacíos ligada a la conducta humana. La integración y coordinación de los elementos se deja guiar por una jerarquía de escalas, utilizando la estructura base para delimitar los diferentes espacios, privativos y colectivos, que conforman el desarrollo de la sociedad.

De la misma forma que se trabaja la escala urbana y el planeamiento para el desarrollo de la ciudad, no se deben olvidar las necesidades del habitante como individuo, centrando estas cuestiones en la escala arquitectónica. La relación entre la trama y las células o edificaciones debe presentar un apoyo conjunto y una unidad, puesto que en cierta medida se delimitan entre sí. La proyección de este ámbito debe centrarse en establecer unas condiciones básicas de confort para el individuo, tanto físicas como psicológicas, que se adapten a la forma de vida de los habitantes. Asimismo, se incentiva la interconectividad con el grupo mediante la aparición de los espacios públicos o comunes, vacíos o construidos, para conseguir la correcta adaptación del residente en la sociedad, compartiendo su experiencia y estilo de vida con diferentes círculos o agrupaciones dentro de la misma.

<sup>29</sup> Arquitecto holandés miembro del grupo de arquitectos 'Team X', de gran influencia durante el siglo XX, especialmente en Europa.  
Cita: (2012) *“La arquitectura y la nueva sociedad”*. Revista *Diagonal*, volumen 31.

En relación con este planteamiento, se analizarán las diferentes estrategias utilizadas en los siguientes proyectos, examinando los sistemas de agregación empleados para cada caso de estudio, mostrando como se produce el entendimiento, desarrollo y adaptación de las diversas escalas, entre ellas y para con el entorno en el que se encuentran.



### 2.7.1. Arctic Town (Ralph Erskine - 1958)

El proyecto de ciudad planteado por Erskine se sitúa en el círculo polar ártico, más concretamente en la zona norte de la bahía Resolute en Nunavut (Canadá), territorio que pertenecía originariamente a los Inuit<sup>30</sup>, denominación utilizada para el conjunto de personas que habitan las regiones árticas de América del Norte. Los Inuit han habitado este espacio aproximadamente durante mil años, desarrollando con el tiempo técnicas de supervivencia ante el consistente y severo clima de la región. Estas agrupaciones, principalmente de carácter migratorio, se reúnen por núcleos familiares.

La ciudad se dibuja sobre la preexistente base fundada en 1947, que consistía en un aeródromo y una estación meteorológica. Ante el incremento de expediciones extremas al Polo Norte, aparece la necesidad de disponer unas instalaciones adecuadas que puedan servir de base central para los equipos científicos internacionales de investigación. Junto con la intención del gobierno canadiense de reasentar a los Inuit para mantener el control del territorio surge el proyecto Arctic Town, como un espacio de convergencia para estas tipologías de habitantes, tan diferentes entre sí, albergando actualmente a una población ligeramente superior a 200 habitantes.

<sup>30</sup> La traducción del término *Inuit* es literalmente "gente", mientras que su singular *Inuk* significa "persona".

En primer lugar, como *Tipología número 1* se encontrarán las personas que llegarán a la ciudad con la intención de habitar las instalaciones durante todo el año, ocupándose del mantenimiento de la mismas y facilitando servicios a los visitantes. Esta agrupación presenta la necesidad básica de una vivienda adecuada y confortable, con las comodidades básicas, al mismo tiempo que necesitan emplazamientos donde instalarse y realizar sus labores. La *Tipología número 2* consistirá en el grupo de visitantes, tanto turísticos como los investigadores con fines científicos. Entre las exigencias de esta tipología se recogen los alojamientos temporales, la providencia de comercios de alimentación y bienes primarios y finalmente lugares de ocio y entretenimiento. En último lugar, la *Tipología número 3* incluye a los Inuit, grupos familiares con necesidades variadas, como centros de educación para los niños y jóvenes o establecimientos para el comercio de materias primas. El estilo de vida de los Inuit hasta la fecha era totalmente sencillo, siendo una agrupación nómada la infraestructura de los asentamientos era escasa y reducida, limitándose a los elementos de absoluta necesidad. Sin embargo, para el planteamiento de esta nueva ciudad se busca mejorar las condiciones de vida de los Inuit e integrarlos en el entorno de una ciudad media sin perder la esencia de sus técnicas de supervivencia y forma de vida actual.

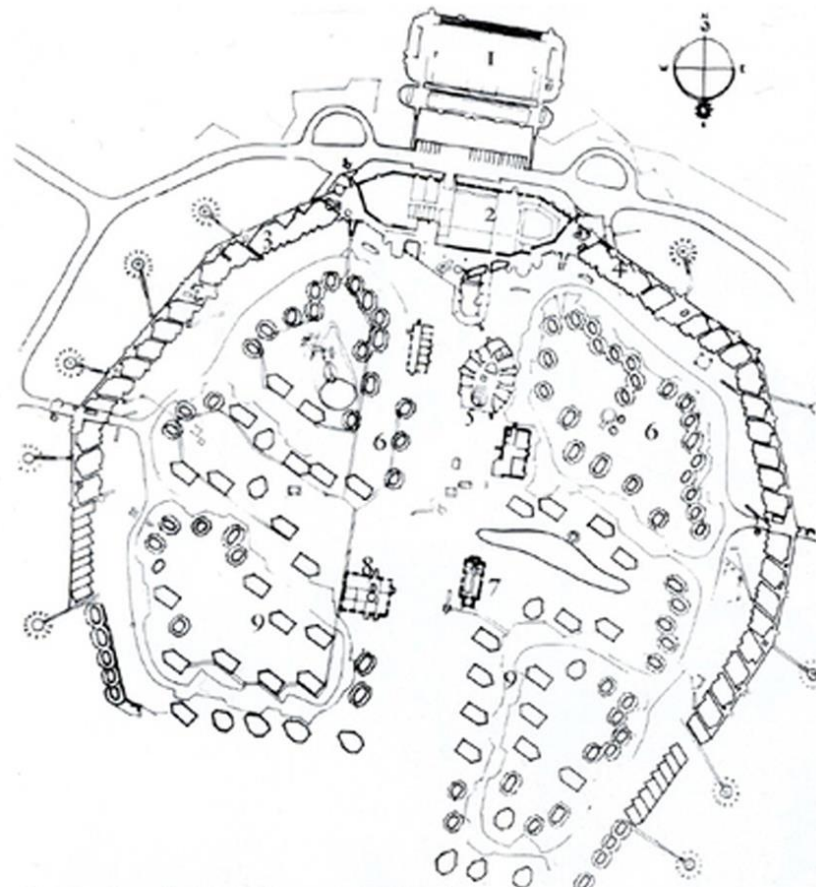
Para protegerse del violento clima de la región, el proyecto se envuelve perimetralmente por una edificación que actúa como pantalla ante los fuertes vientos, salvaguardando las construcciones interiores de menor tamaño y que carecen de la protección adecuada. Como se muestra en la Ilus. 26, este volumen es de uso mixto, albergando diversas instalaciones primarias como el centro de información principal, pequeños hoteles y apartamentos, además de la mayoría de establecimientos comerciales.

La vía principal, en dirección al puerto de la bahía, divide la zona interior en dos espacios en los que se sitúan las pequeñas edificaciones de uso residencial. Entre estas construcciones se encuentran dos tipologías, una de carácter más tradicional y básica en la parte superior y una serie de viviendas más novedosas y con más comodidades situadas principalmente en la entrada y el centro de la ciudad. Las edificaciones de uso público se ubican en el axis central, consiguiendo una mayor accesibilidad y delimitando al mismo.

La relación directa entre los residentes se produce mediante los espacios abiertos comunes hacia los que vuelcan las viviendas unifamiliares (Ilus. 26). Estas medianas áreas de carácter orgánico son enmarcadas por la edificación, creando ámbitos comunitarios alejados del eje central. La separación del bloque perimetral, en donde se encuentran la mayoría de comercios y alojamientos temporales, otorga a los residentes una cierta privacidad frente a los visitantes, suministrando estos espacios propios donde pueden desarrollar sus actividades de ocio.

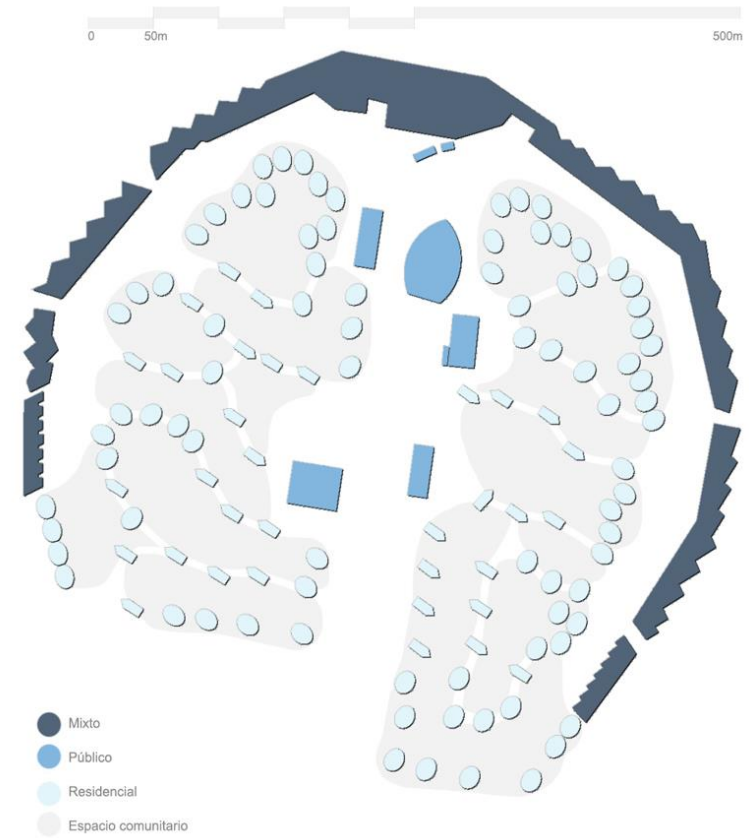
A través de la distribución tipológica de las edificaciones se puede deducir una de las intenciones principales del proyecto mencionadas anteriormente, el asentamiento e integración de los Inuit en la comunidad. La sociedad se desarrolla principalmente en el corazón de la ciudad, unificando a los Inuit con los nuevos residentes, pero sin llegar a mezclarse del todo, entendiendo que como dos tipologías diferentes tienen necesidades variables. La distribución en planta sitúa los espacios dedicados para las tipologías 1 y 3 en el centro de la ciudad mediante edificaciones simples junto con los servicios básicos, buscando esta unificación entre los Inuit y la población residente, liberando la construcción perimetral que se dedicará al alojamiento de las personas englobadas en la segunda tipología. Así pues, aparecen ambientes variados regidos por las diferentes tipologías pero que, en última instancia forman parte de la comunidad, conformando un nuevo modelo de sociedad.

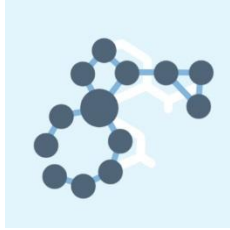




1. Ice-hockey rink; 2. Centre; 3. Hotel; 4. Apartments; 5. School;  
 6. New houses; 7. A moved church; 8. A moved health-care centre;  
 9. Moved, improved houses.

Ilustración 26: Plano "Arctic Town / Resolute Bay" 1958, Ralph Erskine. Esquemas de uso de la edificación y espacios comunes, de elaboración propia.





### 2.7.2. Villages sous la mer (Jacques Rougerie - 1973/75)

El Proyecto "Villages sous la mer" se plantea inicialmente como una base de investigación científica a grandes profundidades, centrando la función hacia el análisis del medio acuático en sí mismo antes de plantear una hipótesis de ciudad submarina. En consecuencia, los esquemas originales presentan un gran desarrollo respecto a las instalaciones científicas y los posibles ejercicios que se pueden realizar en el fondo marino, acompañados de esquemas sencillos de planificación de las unidades o capsulas. Sin embargo, gracias al esquema inicial, se podría plantear un cambio de uso más enfocado hacia el hábitat permanente en el futuro.

El sistema de agregación del proyecto presenta un espacio de mayor tamaño como base central, a partir de la cual se adhieren las cápsulas unitarias. Las unidades individuales se comprenden respecto a este punto medio, conteniendo mayoritariamente instalaciones de servicio, apartando las unidades residenciales a los extremos más alejados. La red de comunicaciones emerge desde la base central hacia las pequeñas cápsulas, conectando con las más cercanas y creando hileras de unidades que se alejan en una distribución más orgánica, formando recorridos diferentes y ámbitos divididos en función del uso de cada espacio (Ilus. 27).

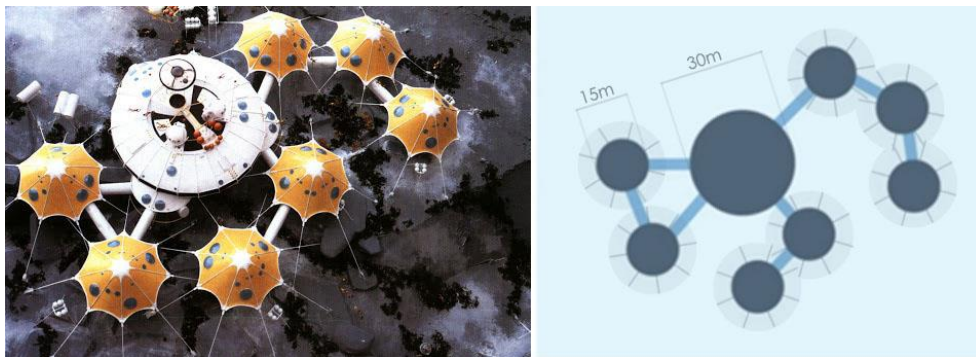


Ilustración 27: Maqueta original para "Villages sous la mer" 1973/75, Jacques Rougerie y simplificación del sistema en planta, de elaboración propia.

Respecto a las cápsulas individuales, cada unidad cuenta con cuatro espacios diferenciados en tres niveles (Ilus. 28). El área número 1 'Sas' o 'Burbuja de aire' contiene el acceso a la unidad desde el mar, una entrada o salida fuera del sistema de comunicación principal. Gracias a este paso libre se puede plantear la aparición de unidades en el proyecto separadas o aisladas del conjunto principal cuando se considere necesario, otorgando mayor independencia a las mismas y proveyendo una vía alternativa de circulación entre las cápsulas. A su vez, la posición del acceso en la parte inferior colabora a nivel técnico, puesto que la distribución de presiones asegura que no haya filtraciones al interior y simplifica el sistema de entrada. El área número 2 o 'Servicios' incluye un espacio dedicado a la monitorización y almacenamiento de material necesario en referencia al acceso, suministrando una barrera de seguridad entre los espacios 1 y 3. A continuación la zona número 3 'Détente' o 'Relajación' presenta lo que podría denominarse la zona de día del habitáculo, un espacio medio de reunión y ocio para los residentes. Finalmente, el área número 4 'Repos' o 'Descanso' comprende la zona de noche, donde los habitantes pueden descansar y tener un espacio más privativo a nivel individual.

El complejo proyectado por Rougerie puede albergar entre 50 y 250 habitantes, dependiendo de la distribución y ampliación de las cápsulas e instalaciones, entendiendo que cada agrupación se desarrolla en torno a un espacio central común base. La asociación de varios complejos puede constituir una ciudad media, buscando el aprovechamiento de los recursos que ofrece el fondo marino para mantener al conjunto de sociedad, remarcando la responsabilidad del individuo de colaborar en la misma para su correcto funcionamiento, desarrollo y sostenibilidad, sin olvidar el propósito original del proyecto que es el estudio y análisis del entorno marino.





Ilustración 28: Esquemas originales de la cápsula tipo "Villages sous la mer", 1973/75 Jacques R.

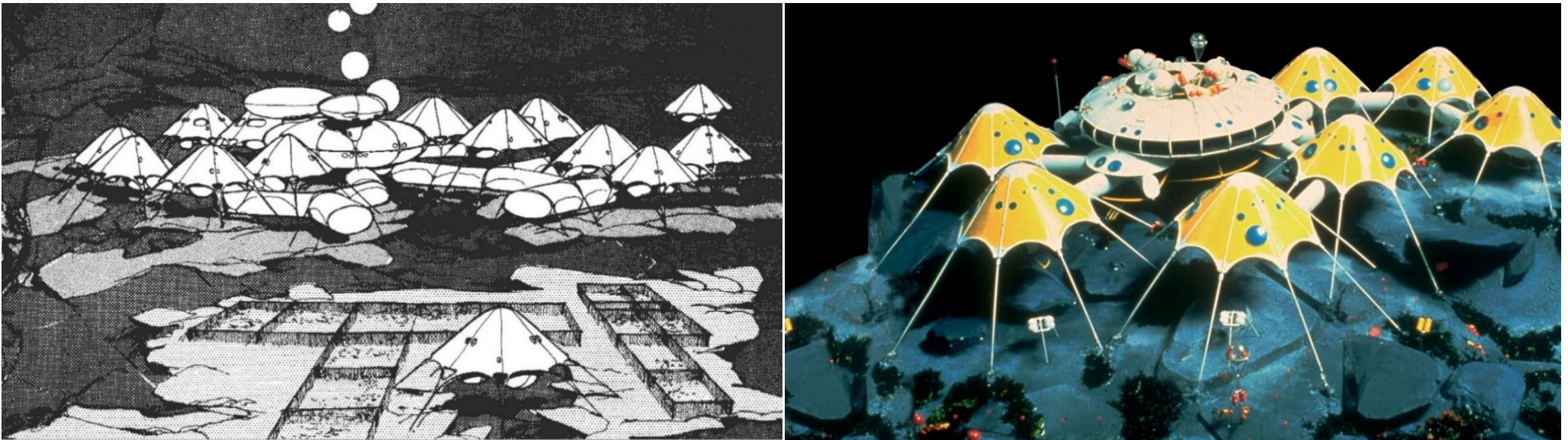
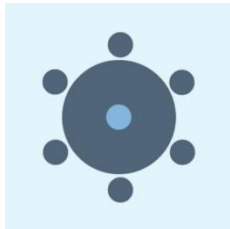


Ilustración 29: Visión en funcionamiento de la comunidad "Villages sous la mer" e imagen de la maqueta original, 1973/75, Jacques R.





### 2.7.3. "The environmental island: Green Float" – Botanical City (Shimizu Corporation - 2010)

Green Float surge de la mano de Shimizu Corporation, una de las constructoras japonesas más relevantes a nivel mundial y que cuenta con otros proyectos de gran envergadura en el ámbito de ciudades marinas, como "Ocean Spiral" en 2014.<sup>31</sup> En esta ocasión, el objetivo principal es fusionar el concepto de ciudad flotante con un ambiente centrado en la biología, dedicando gran parte del espacio construido a la vegetación y aprovechándola como recurso. Proveer al entorno con una gran variedad vegetal puede producir mejoras en distintos aspectos como abastecimiento alimenticio, el uso de ciertas plantas en medicina o con fines científicos y en mayor medida la regeneración del aire en el sector. La posición original del proyecto varía siguiendo siempre la línea del ecuador, teniendo en este recorrido una incidencia del sol remarcable y necesaria para el crecimiento y desarrollo de la vegetación.

La formación del conjunto parte en primer lugar de la creación de la célula (Ilus. 30), una plataforma flotante de 2 Km de diámetro que contiene en el centro una gran torre de 1 Km de altura sobre la superficie del mar. En planta baja la huella edificada ocupa aproximadamente 300m, por lo que el resto de superficie se plantea como espacio agrícola para el abastecimiento de la población y de desarrollo y conservación de vegetación variada. Entorno a la isla principal aparecen pequeños bloques circulares igualmente recargados con vegetación, dedicados en este caso al ocio, como espacio comunitario. Cada célula tiene una capacidad de entre 10.000 y 50.000 habitantes.

Siguiendo el esquema conceptual se forman los módulos, combinando una célula principal con muestras similares en menores dimensiones, formando una agrupación de islas de tamaños variados que plantean una diversidad de espacios adaptándose a las necesidades básicas a una población de

hasta 100.000 personas. Finalmente, la unión de los módulos a través de las plataformas extremas conforma el conjunto completo, pudiendo albergar con hasta diez módulos a una población de un millón de habitantes. Aunque no se produce un enlace directo, la separación entre módulos es relativamente reducida, permitiendo una comunicación sencilla entre islas mediante transporte acuático e independizando la red de circulación marítima entre ellos, creando pasos libres en el interior de la unidad.

Respecto a la propia edificación, aparece una torre en el centro de la célula que albergará la mayoría de espacios habitables del proyecto. Se puede dividir el complejo en tres zonas: base, torre y terminación. La torre recoge la 'Plant Factory'<sup>32</sup>, un espacio dedicado exclusivamente al crecimiento y desarrollo de la vegetación para garantizar el soporte vital y autosuficiencia de la población. Los espacios propiamente habitables se desarrollan principalmente en la sección aérea, donde el tronco finaliza y el edificio se expande circularmente hasta conseguir 1 Km de diámetro. En esta zona de uso mixto se concentran los espacios de trabajo, comerciales, comunitarios y residenciales, además de pequeñas zonas ajardinadas, convirtiéndose en la sección más ocupada del proyecto y con mayor flujo de habitantes. En último lugar, las edificaciones en la base de la torre y los extremos de la plataforma plantean una alternativa ante las residencias aéreas, creando la posibilidad de vivir al nivel del mar junto a las zonas de ocio de bosques y playas, alejándose del concurrente tráfico peatonal existente en la zona superior de la torre. A pesar de las grandes dimensiones de las plataformas, la población se encuentra más concentrada en comparación a otros proyectos, siguiendo el objetivo principal de priorizar la biodiversidad y las zonas verdes, alejando significativamente a la mayoría de residentes del contacto directo con el mar y centrándose principalmente en un estilo de vida más aéreo que marítimo.

<sup>31</sup> Ocean Spiral: Analizado previamente en el apartado 2.4. Forma.

<sup>32</sup> Según el planteamiento original, la finalidad de la 'Plant Factory' es poder contar con un abastecimiento regulado de recursos frescos y saludables mediante una producción

controlada, guiada por las necesidades de la población en cada momento, sin olvidar las mejoras medioambientales que supone contar con una elevada cantidad de zonas verdes.

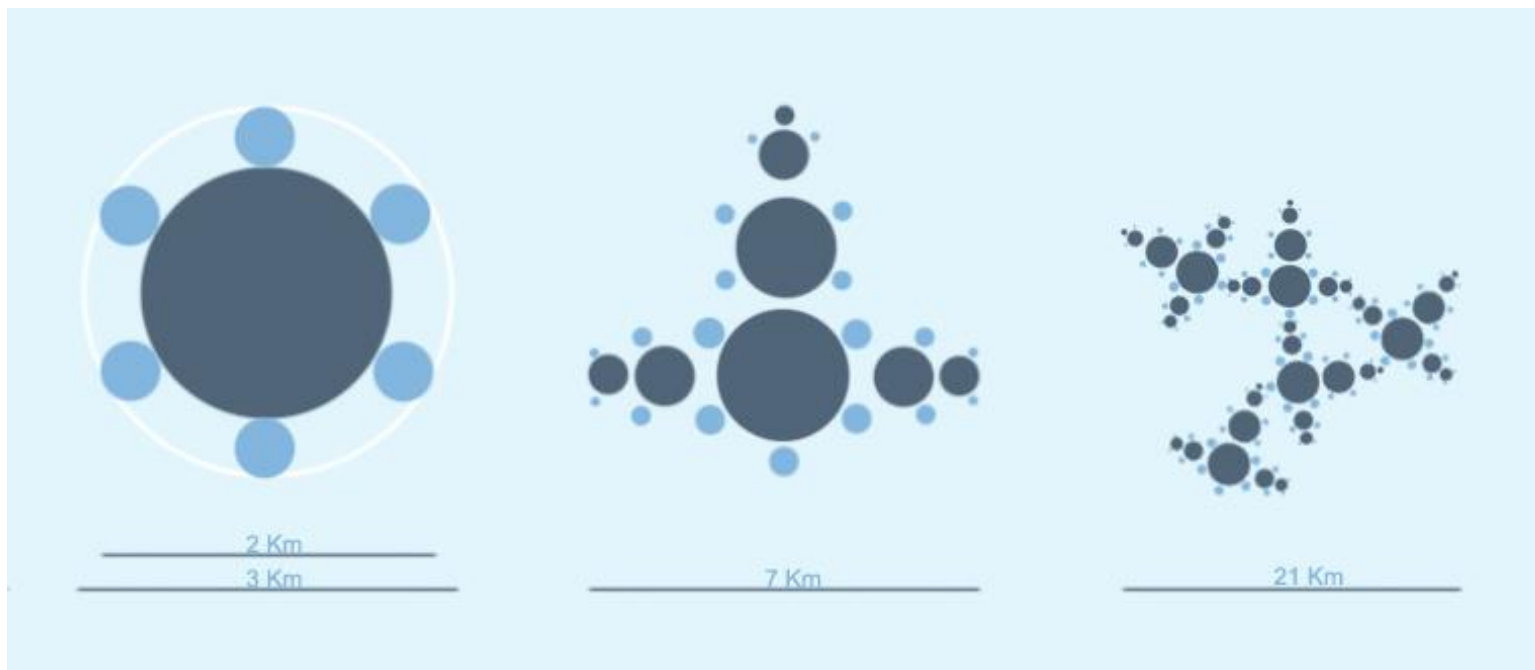


Ilustración 30: Esquema Célula, Módulo y Unidad respectivamente, elaboración propia.<sup>33</sup>

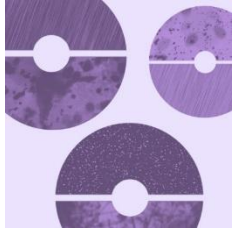


Ilustración 31: Esquemas de uso en la torre central, elaboración propia.<sup>34</sup>

<sup>33</sup> Esquema recuperado del anteproyecto original.

<sup>34</sup> Según el planteamiento original, la finalidad de la 'Plant Factory' es poder contar con un abastecimiento regulado de recursos frescos y saludables mediante una producción

controlada, guiada por las necesidades de la población en cada momento, sin olvidar las mejoras medioambientales que supone contar con una elevada cantidad de zonas verdes.



## 2.8. Construcción

La materialización en un proyecto es un factor de gran relevancia, con el objetivo claro de que la arquitectura sea sólida, firme y apaciguadora, tanto física como psicológicamente. Los diferentes materiales producen sensaciones variadas respecto al ser humano que habita

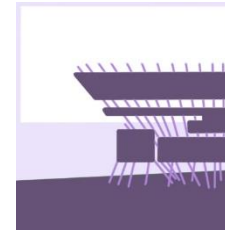
la arquitectura o entra en contacto con ella, la visión o el tacto adquieren un papel principal en la experiencia de cada persona para con el espacio construido. De igual forma la elección de unos materiales u otros repercutirá en aspectos como la resistencia, la iluminación o la acústica del espacio, debiendo seleccionarlos según las necesidades específicas de cada proyecto, buscando la solución más eficiente.

*“Cada material posee su propio lenguaje de formas y nadie puede reclamar por sí mismo las formas de otro material” -Adolf Loos<sup>35</sup>*

El material se convierte en la expresión de la arquitectura, la elección se relaciona con la intención del arquitecto mostrando su visión espacial del proyecto y delimitando la percepción de los espacios vacíos y construidos, dando lugar a una atmósfera específica y determinada. Cada material presenta una historia y técnicas diferenciadas, la variedad de posibilidades que presenta cada uno permite generar experiencias únicas, adaptando los propósitos del proyecto junto con las potenciales limitaciones de su entorno para crear nuevos espacios. En igual medida se debe tener en cuenta la sección técnica, pues el proyecto debe garantizar la seguridad de los habitantes, avalando una resistencia especificada por factores como su uso, localización o proporciones.

Para finalizar, es importante destacar que en las últimas décadas del siglo XX aparece el término 'Arquitectura sostenible'<sup>36</sup>, centrándose en puntos específicos para mejorar o eliminar la huella ambiental provocada por la construcción. Entre ellos podemos encontrar la gestión de recursos mediante la reducción y reutilización de los materiales, la utilización de

materias primas renovables y por último la proyección del diseño para adaptarse y aprovechar las condiciones ambientales al máximo rendimiento. A través del análisis de los casos de estudio se pretende mostrar el avance arquitectónico respecto a este campo y entender las elecciones del arquitecto en cada proyecto.



### 2.8.1. Thalassa (Paul Maymont - 1963)

El proyecto 'Thalassa' se caracteriza por su forma circular, ubicando los espacios construidos en el perímetro por encima del nivel del agua y distribuidos en bloques en los niveles inferiores. La plataforma principal flotante que contiene las instalaciones del espacio vacío

central se construye utilizando hormigón pretensado. Los elementos sumergidos que conforman las zonas de almacenaje y aparcamiento se anclan al fondo marino mediante cables pretensados de acero, afirmando los cinco niveles en su posición fija. Las 27 columnas de hormigón pretensado encierran los núcleos de comunicación vertical, sosteniendo a su vez los anillos superiores (Ilus. 32).

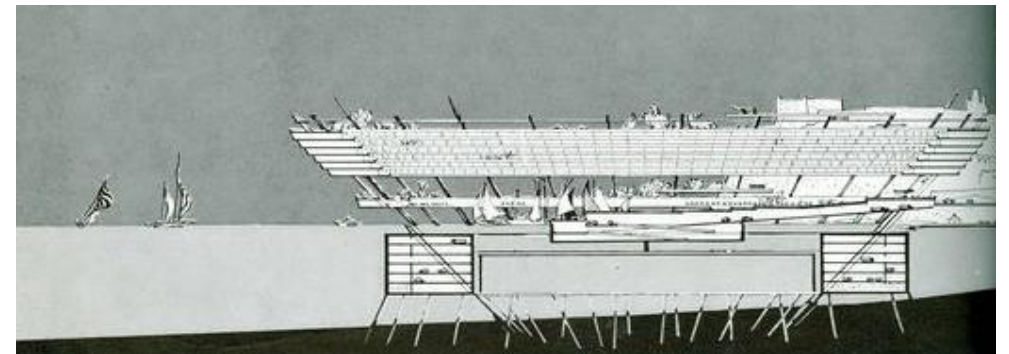


Ilustración 32: Sección vertical del proyecto Thalassa, 1963, Paul Maymont

<sup>35</sup> Adolf Loos (1921) Traducción de Jane O. Newman y John H. Smith (1982). "Spoken into the void: Collected essays 1897-1900", editorial The MIT Press.

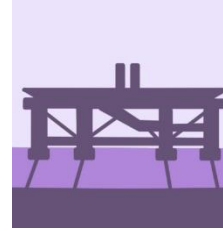
<sup>36</sup> Procedente de la derivación del término 'Desarrollo sostenible', utilizado por primera vez en Noruega (1987) por la Primera Ministra Gro Brundtland para un informe oficial presentado ante las Naciones Unidas.



La elección de un material como el hormigón para la tipología de ciudades marinas aporta ciertas ventajas y desventajas. En primer lugar, la exposición constante a un ambiente agresivo como es el mar puede provocar problemas de durabilidad y fallo de resistencia en el material a largo plazo, sin embargo las innovaciones en el campo de la construcción llevadas a cabo en las últimas décadas han conseguido presentar soluciones químicas que, aplicadas al hormigón, colaboran para mejorar su comportamiento frente a las limitaciones del entorno.

El hormigón pretensado presenta una resistencia superior al hormigón armado tradicional, ya que aparecen esfuerzos de compresión en el interior de las piezas que se nivelan con los esfuerzos de tracción provocados por las cargas de los elementos estructurales. Una mayor resistencia del material implica una fisuración más reducida y, por consecuencia, una mejora respecto a la durabilidad. A nivel económico presenta diversas ventajas, puesto que es un material bastante común y con una gran velocidad de construcción que posibilita la aparición de grandes luces en el proyecto y que, calculado correctamente, puede dar lugar a piezas más esbeltas ahorrando costes innecesarios.

La elección de un material sencillo como el hormigón se produce acorde con el pensamiento del GIAP<sup>37</sup>, del cual Maymont es fundador, que respaldaban el progreso científico y tecnológico como principal herramienta para la mejora de la edificación y la importancia de factores como el tiempo y la velocidad de construcción, buscando soluciones eficaces y rápidas.<sup>38</sup>



## 2.8.2. Aquapolis (Kiyonori Kikutake - 1975)

El proyecto 'Aquapolis' fue desarrollado por Kikutake para la Exposición Oceánica Internacional de Okinawa en 1975, cuya temática se basaba en el lema "El mar y su futuro", dando lugar a diversas construcciones de ámbito acuático. Esta pieza se convirtió en el elemento central de la exposición por tratarse de una construcción innovadora y vanguardista que planteaba la posibilidad del territorio marítimo como nuevo espacio de hábitat humano. Es la primera edificación construida en esta nueva tipología de hábitat marino, enfrentándose a las nuevas condiciones delimitadas por el entorno.

El modelo final se diferencia de los bocetos originales debido a los diversos cambios que se realizaron para resolver las problemáticas técnicas del proyecto, convirtiéndose en un prototipo inicial de cara al desarrollo de proyectos de ciudad flotante con una base mecánica más adecuada, eficaz y realista. A causa de estas mejoras, el coste de construcción se elevó de forma considerable, siendo finalmente acogido por el gobierno japonés y una agrupación de empresas nacionales que vieron en el proyecto la oportunidad de incentivar un desarrollo en ingeniería que podría suponer grandes beneficios para el país en el futuro. 'Aquapolis' se convirtió finalmente en un símbolo de innovación en la época cargado de posibilidades para el futuro progreso del hábitat marino.

El prototipo de 15.000 toneladas y 10.000m<sup>2</sup> se entiende como una estructura semi sumergible, formada por cubiertas octogonales sustentadas por 12 columnas de gran diámetro. Por debajo del nivel del mar, dichas columnas se atan al fondo marino de forma permanente mediante 16 anclajes con cadenas expansibles que permiten el alargamiento o acortamiento para dirigir la estructura, al igual que cuenta con unos tanques de lastre drenables que se utilizan para ajustar la movilidad. En último lugar, el acceso principal se realiza mediante un puente de 250m de longitud que conecta con la orilla y que está preparado para absorber y compensar el desplazamiento producido por el cambio de marea (Ilus. 33).

<sup>37</sup> Grupo Internacional de Arquitectura Prospectiva, fundado en 1965.

<sup>38</sup> De acuerdo con su manifiesto publicado por el grupo en mayo de 1965, en París.

La materialización de este proyecto supone grandes avances para el desarrollo de tipologías de hábitat marino mediante la presentación de soluciones veraces y factibles para la construcción de superficies flotantes, mejorando los conocimientos en ingeniería para un desarrollo más adecuado a nivel técnico en los siguientes proyectos.

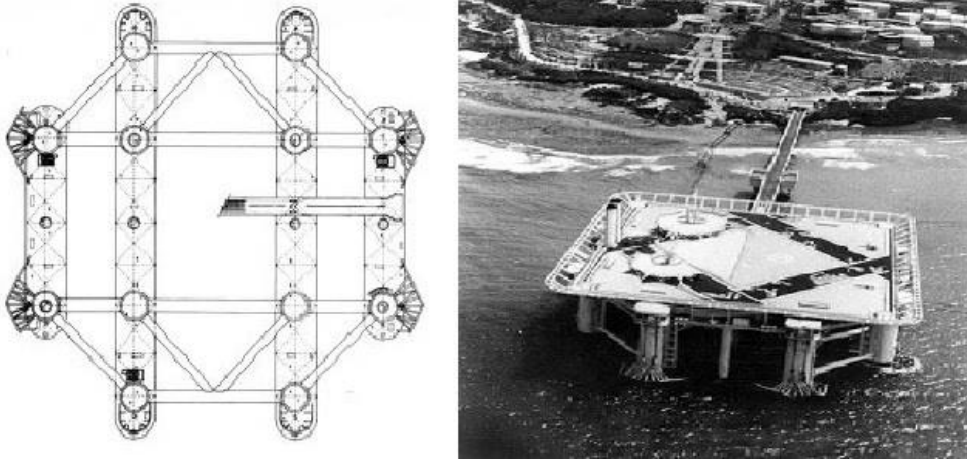


Ilustración 33: Plano de sección horizontal e imagen desde el aire de 'Aquapolis', 1975, K. Kikutake.



### 2.8.3. "The environmental island: Green Float" – Botanical City (Shimizu Corporation - 2010)

El proyecto Green Float presentado por la compañía japonesa Shimizu ofrece diferentes sistemas constructivos de protección frente a los problemas que presenta el entorno hostil en alta mar, buscando soluciones en el ámbito técnico en el que colaboran tanto los materiales escogidos como la propia estructura de la construcción.

En primer lugar, el material principal utilizado para la estructura es una aleación de magnesio, previamente refinada utilizando como materia prima el agua de mar. Puesto que el magnesio se puede encontrar en el agua del océano, los problemas sobre el agotamiento del material no deberían ser cuestión de alarma si se puede refinar. La utilización del magnesio en contraste con otros metales más comunes presenta ventajas relevantes como una mayor ligereza y una resistencia apropiada al entorno marítimo en el que se trabaja<sup>39</sup>. De igual forma es un material que puede ser reciclado, por lo que en un sentido ecológico es una opción viable para la construcción, pudiendo reutilizar las piezas en otras secciones.

Para proteger a los habitantes, se han desarrollado diferentes sistemas de seguridad ante las posibles amenazas planteadas por el entorno inmediato. La edificación principal cuenta con cortafuegos en las plantas superiores, para evitar la propagación del mismo, además de sensores similares a los existentes en los aeropuertos y que reciben datos de previsión ante las fuertes rachas de viento, siendo estas vibraciones absorbidas por el sistema estructural. En el extremo más elevado de la torre se localiza un pararrayos que colabora con el sistema de malla ubicado junto a las paredes laterales de la edificación para evitar impactos directos en la misma. En planta baja se muestra una barrera de protección frente a las olas mediante una membrana elástica de gran resistencia situada en el interior del perímetro a poca profundidad junto con una barrera a modo de rompeolas exterior de entre 20 y 30m de altura para situaciones singulares.

<sup>39</sup> El magnesio tiene una densidad inferior a  $2\text{g/cm}^3$  mientras que otros metales comunes como el aluminio se aproximan a los  $4\text{g/cm}^3$ .

La construcción de la estructura se realiza en dos fases, siendo la primera el montaje de la plataforma flotante que sirve de base y la segunda el conjunto edificatorio. Se conforma la base utilizando una estructura de 'nido de abeja' con elementos hexagonales que se regulan según la combinación de aire y agua en su interior para mantener una flotabilidad específica, formando una estructura resistente y ligera (Ilus. 34).

Finalmente, en la Fase 2 se desarrolla la estructura de la torre principal en altura mediante el sistema Smart Float-Over Deck<sup>40</sup>, según la cual el edificio no se construye hacia arriba, sino que la planta en construcción siempre se mantiene en el nivel cero mientras que los elementos ya montados se sumergen de forma temporal (Ilus. 35). Una vez finalizada la estructura, se eleva con la ayuda de la presión que ejerce el mar y unos anclajes mecánicos. La utilización de este sistema plantea la ventaja de poder trabajar siempre al nivel del mar, sin necesidad de elevar material o personal a plantas superiores, lo que supone una mejora frente a la seguridad y velocidad de construcción.

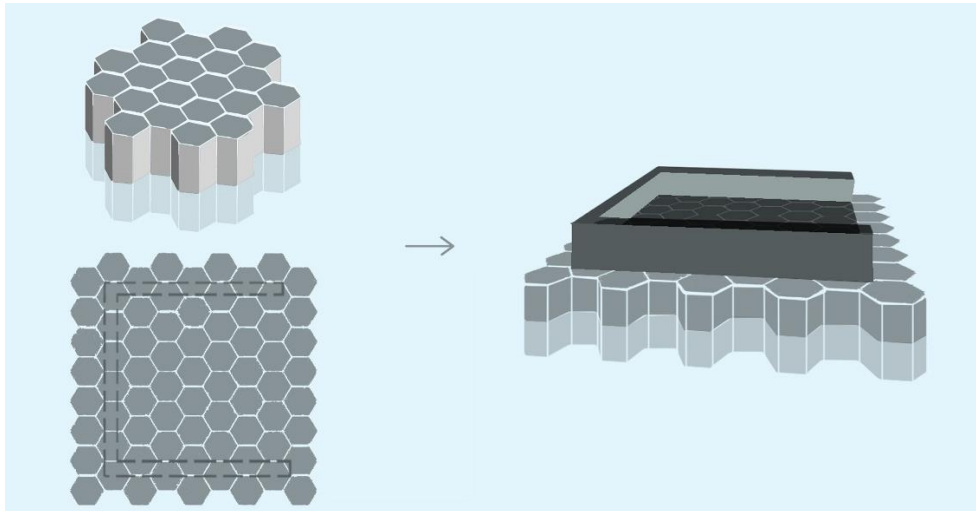


Ilustración 34: Esquema de montaje de la base flotante Fase 1, de elaboración propia.

<sup>40</sup> Una metodología específica para este tipo concreto de construcciones de grandes dimensiones en alta mar desarrollada por la compañía ETPM, especializada en la industria marina y submarina.

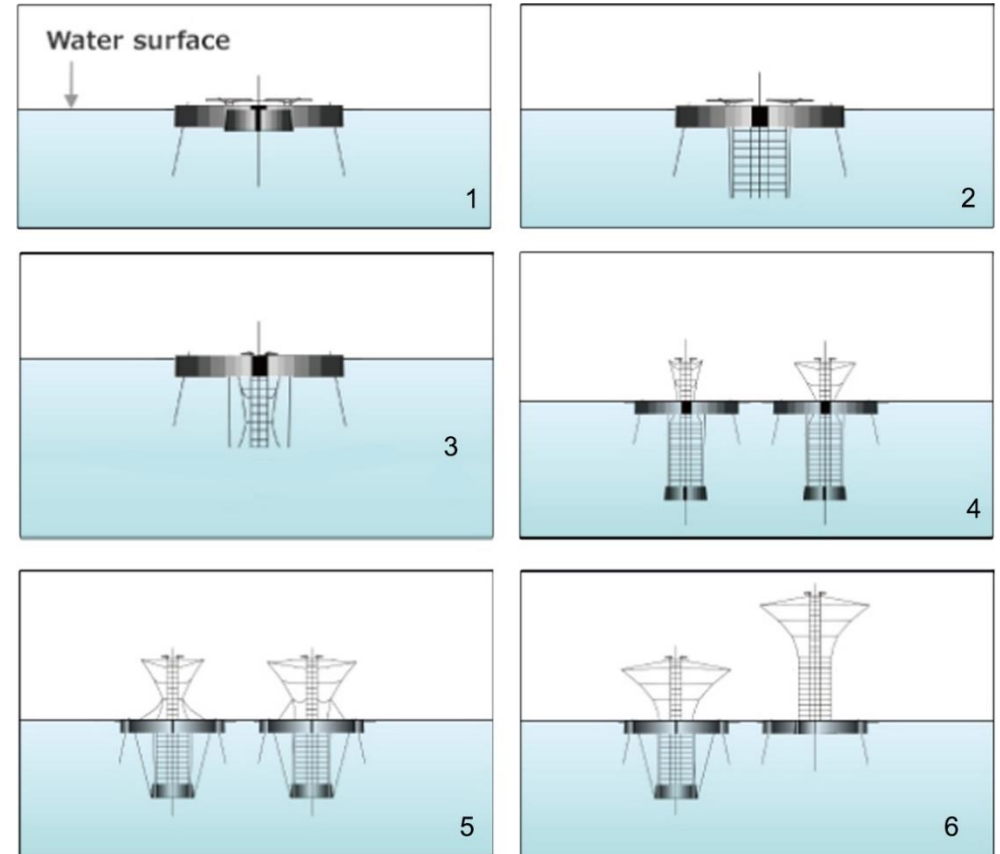


Ilustración 35: Esquemas originales para el proyecto Green Float Botanical City, 2010, Shimizu Corporation.





#### 2.8.4. Ocean Spiral (Shimizu Corporation - 2014)

El proyecto 'Ocean Spiral' surge a manos de Shimizu Corporation, posteriormente al ejemplo anterior 'Green Float', presentando una nueva visión de ciudad marina. Sin embargo, en contraste con el caso previo, en esta ocasión se trata de una ciudad sumergida/sumergible

que desarrolla el eje vertical en profundidad, adentrándose en el fondo marino para estudiar y aprovechar los recursos existentes, utilizando una forma esférica más adecuada para lidiar con las presiones que se producen en la estructura ya que se reparten equilibradamente.

El material principal utilizado es una combinación de hormigón y resinas<sup>41</sup>, que generalmente es bastante similar al hormigón común, presentando diversas mejoras necesarias para esta tipología de proyecto. En primer lugar, la resistencia es superior y se encuentra mejor protegido ante los agentes externos del clima agresivo que supone situarse en mar abierto. Una elevada resistencia supone además una ventaja estética, puesto que los signos visibles de deterioro se reducen en comparación. El inconveniente más destacable de este material es el coste, superior a los hormigones comunes, por lo que se debe decidir detenidamente si es el material adecuado para el proyecto en relación calidad-precio. El objetivo principal del planeamiento constructivo de la esfera principal es automatizar el proceso, utilizando un método de impresión 3D para la armadura con resinas inoxidables. Los paneles acrílicos triangulares permiten una visión de 360° hacia el exterior marino, con una longitud aproximada de 50m de base (Ilus. 36). Al igual que en el caso anterior 'Green Float', se busca mantener la construcción a nivel de cota cero, sumergiendo la estructura conforme va siendo ensamblada, ahorrando costes y aumentando la seguridad en obra (Ilus. 37). Respecto a la seguridad, se trabajan diferentes sistemas de protección del conjunto frente a las inclemencias climáticas del entorno. Algunas de las medidas incluyen amortiguadores de vibraciones en la estructura para protegerla del movimiento marítimo y un rompeolas perimetral situado a un kilómetro del eje central del conjunto. Sin embargo, una de las soluciones más llamativas es el protocolo de emergencia,

mediante el cual se puede sumergir el conjunto para preservarlo ante situaciones extremas como tifones, utilizando un juego de contrapesos dependiente de la cantidad de arena y aire en las esferas inferiores. De igual forma, la ciudad puede salir a flote para ser reparada o llevar a cabo las labores de mantenimiento (Ilus. 38).



Ilustración 36: Visualización del espacio interior esférico principal, 2014, Shimizu Corporation.

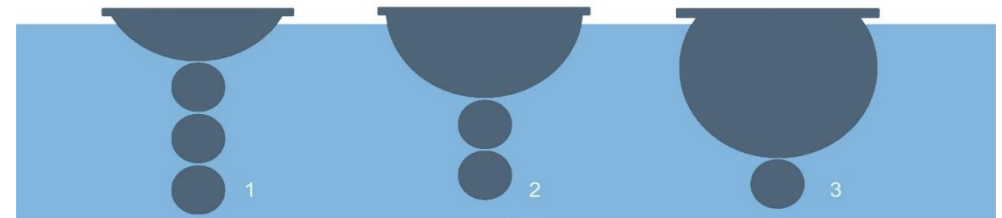


Ilustración 37: Proceso de construcción, esquema simplificado, elaboración propia.

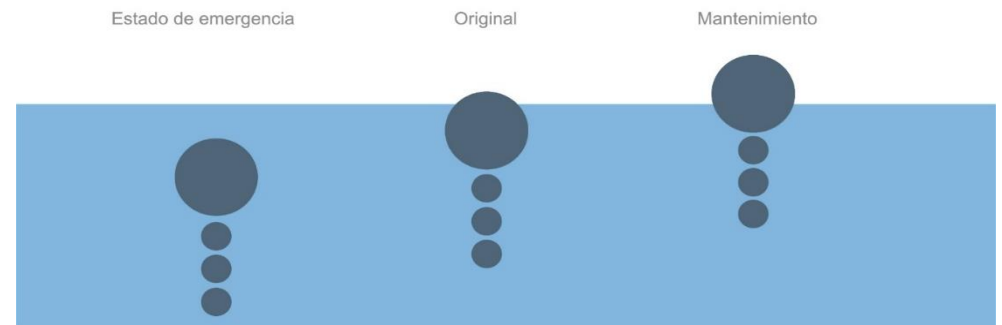
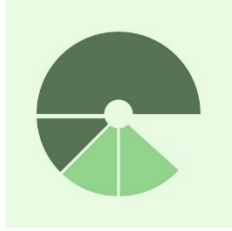


Ilustración 38: Posiciones principales del conjunto, simplificación de elaboración propia.

<sup>41</sup> Material proporcionado por la empresa química Showa Denko KK, de origen japonés.



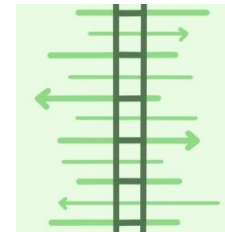
## 2.9. Crecimiento

La arquitectura se construye en un espacio y tiempo determinados, sin embargo, es inevitable planificar el crecimiento de la misma, acorde con el desarrollo de la población que la habita. La variabilidad de las circunstancias impulsa el movimiento de la ciudad,

buscando de cara al futuro la generación de nuevos espacios para el bienestar de la población, ampliándose de forma que garantice la supervivencia de la misma.

En ciudad, el crecimiento es uno de los factores más relevantes a largo plazo, puesto que las necesidades de la población varían y el núcleo urbano debe evolucionar en consecuencia. En el caso de las ciudades marinas, esta ampliación se encuentra limitada respecto a la conexión de las propias células debido al entorno y las dificultades técnicas que supone trabajar en el medio acuático. No obstante, la homogeneidad del ambiente permite una libertad de crecimiento multidireccional, con la oportunidad de establecer patrones y entramados variados sin las limitaciones en el terreno que pueden encontrarse en tierra. El método más utilizado para crear el desarrollo de estas ciudades se basa en tres escalas principales; Célula, Módulo y Agrupación, mediante las cuales se trabaja desde el elemento mínimo hacia la trama urbana, englobando la progresión de espacios que conforman la ciudad y permitiendo la posibilidad de ampliación cuando aparece la necesidad. La formación del tejido urbano debe seguir una función, acomodándose a los residentes y planteando una configuración de la infraestructura de forma lógica y coherente, que continúe más allá del proyecto original. La preocupación principal se centra en la comunicación de los espacios, la forma en la que las nuevas unidades se aproximan al elemento central ya existente, intentando buscar el mayor confort y la sencillez de las redes. Este aspecto dependerá en gran medida del proyecto, puesto que en cada caso se plantean intenciones distintas respecto a la escala de agrupación. Mientras que en algunos casos se relacionan los grupos uniendo todos los elementos, en otros se plantea la ciudad como un cúmulo de módulos independientes unos de otros, con una comunicación entre ellos expresamente marítima.

La ampliación de una ciudad supone un aumento en el consumo energético y de bienes y servicios, por lo que debe preverse una sostenibilidad para la comunidad a largo plazo, con el fin de garantizar la supervivencia. De igual forma, la producción de residuos se eleva considerablemente, haciendo necesario el planteamiento de sistemas de reciclaje y reutilización de recursos para evitar al máximo la huella ecológica que supone el conjunto construido y sus variaciones. Con el avance de las nuevas tecnologías aparecen diferentes metodologías que colaboran con estas cuestiones para garantizar la sostenibilidad del conjunto en su entorno inmediato.



### 2.9.1. Tokyo Bay (Kenzo Tange - 1960)

El proyecto planteado por Tange para la bahía de Tokio se desarrolla a raíz del eje central, siendo el mismo la dirección principal respecto a las vías de comunicación y el contenedor de los servicios principales e infraestructura de la comunidad. Perpendicularmente a este elemento, surgen pequeñas ramificaciones que acogen los espacios residenciales, a través de vías de tránsito más reducidas y privadas.

Para el proyecto, Tange desarrolla el sistema partiendo de los primeros estadios de la vida y la agrupación de las células hacia la formación de los sistemas principales, como la espina dorsal. El planteamiento se crea a partir de un modelo de representación del 'sistema nervioso', conformando la espina central que dirige un flujo de información constante y las derivaciones secundarias que persiguen el crecimiento, dejándose llevar por las necesidades del conjunto. El organismo se transforma mediante una progresión de ampliación lateral, en la cual las ramificaciones se extienden hacia el espacio libre marítimo acogiendo los nuevos espacios residenciales (Ilus. 39). En el caso del espacio público central, las posibles extensiones se producirían en altura para mantener el ámbito delimitado original.

En las ramificaciones laterales, el crecimiento se produce siguiendo solamente la direccionalidad de las mismas, completando las pequeñas agrupaciones de módulos residenciales y dando lugar a espacios con mayor ocupación, conectados en todo momento al eje central. En función de las necesidades de los habitantes, estas calles se masifican y estiran hacia el mar de forma que puedan albergar a la población actual, modificando el área existente sin provocar cambios en la espina central, pero manteniendo la comunicación necesaria de las mismas con la vía principal y la ciudad de Tokio, garantizando una red adecuada, sencilla y fluida (Ilus. 40).

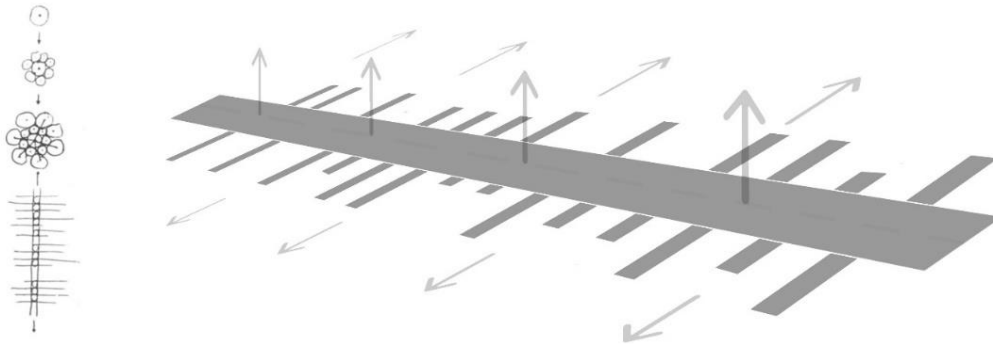


Ilustración 39: Esquema de desarrollo (1960) por Kenzo Tange y direccionalidad de ampliación y crecimiento, elaboración propia.



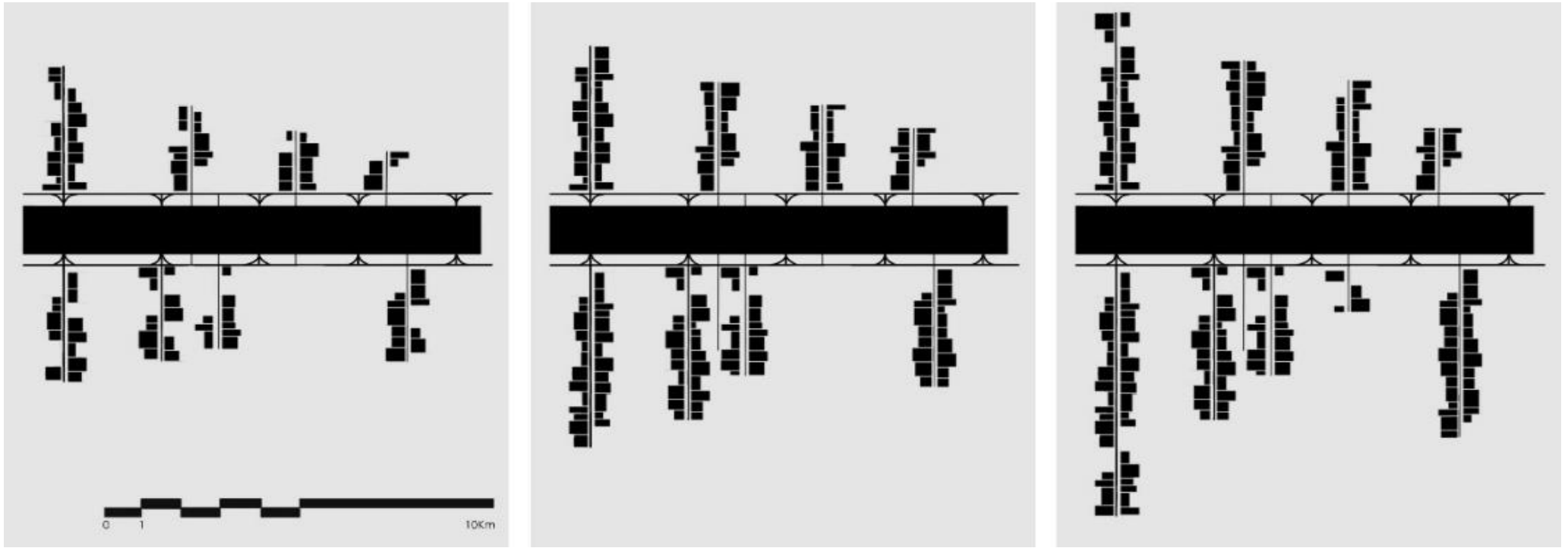
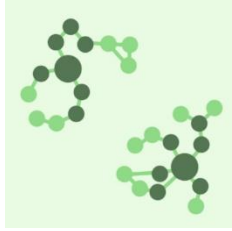


Ilustración 40: Progresión del crecimiento en las ramificaciones, esquema de elaboración propia.



### 2.9.2. Villages sous la mer (Jacques Rougerie - 1973)

En el proyecto 'Villages sous la mer' de Rougerie se plantea un esquema diferente al caso anterior, en el que el módulo central y las cápsulas que contienen las estancias inmediatas se convierten en el origen invariable del conjunto. Este esquema se realiza teniendo en cuenta la reducida cantidad de habitantes en comparación con otros ejemplos, permitiendo crear pequeñas colonias que se agrupan para formar una unidad.

La distribución radial de las cápsulas a raíz del centro de investigación principal le otorga mayor relevancia al mismo dentro del grupo, siendo el nexo de comunicaciones entre las diferentes alas que se desarrollan a su alrededor. Sin embargo, existe la posibilidad de movilizarse en el medio acuático y acceder a cada estancia por el acceso inferior de las mismas, permitiendo una vía de circulación secundaria entre las diferentes ramificaciones sin llegar a atravesar el elemento principal.

Utilizando la instalación básica como asentamiento estable, los nuevos espacios se incorporan uno a uno a su alrededor, conectándose a las ramificaciones para ampliar las diferentes áreas según las necesidades mediante el sistema de recorrido inicial. La cantidad de cápsulas asociadas a cada centro principal es limitada, por lo cual se plantea la creación de diversas agrupaciones independientes que conviven en el mismo entorno y que se complementan. De igual forma, dependiendo de la función del espacio, pueden aparecer capsulas individuales que sirven como centros de control para las zonas de investigación que se sitúan más alejadas. El conjunto de varias agrupaciones y las cápsulas individuales exteriores formaría una unidad apoyada sobre el lecho marino, con la constante capacidad de crecimiento mediante la adición de nuevos grupos (Ilus. 41).

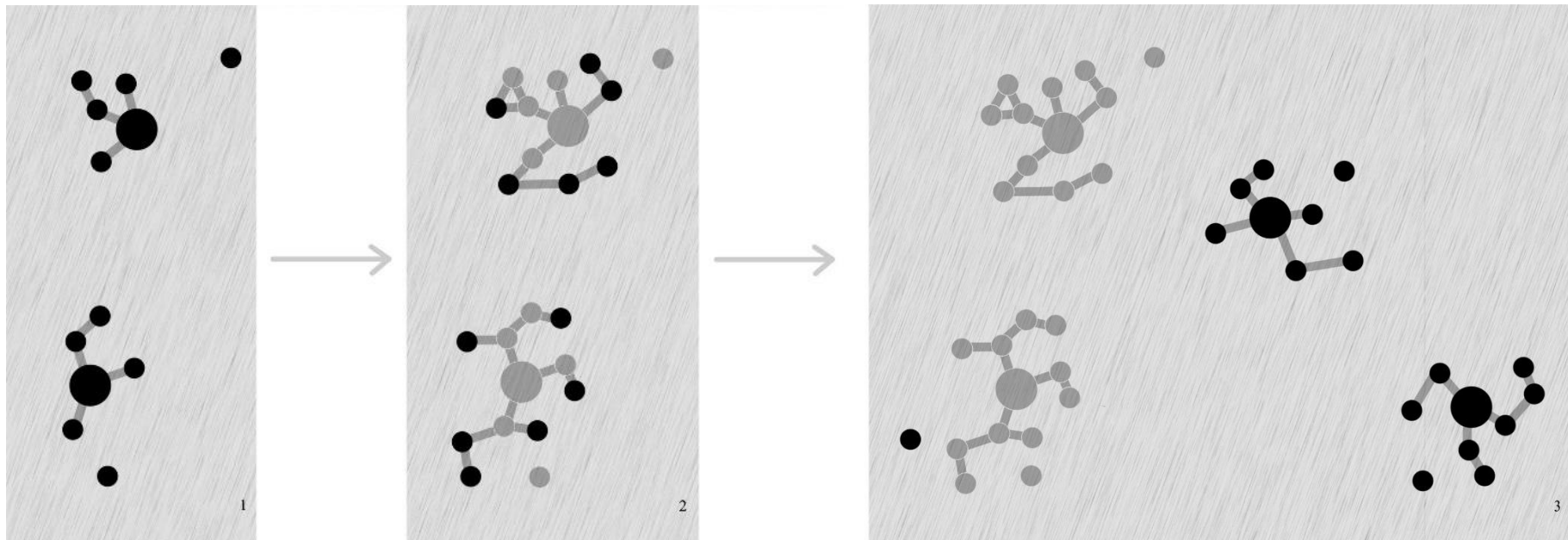
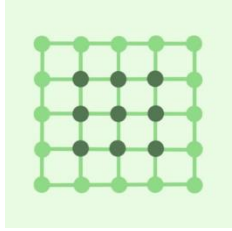


Ilustración 41: Progresión de crecimiento, esquema de elaboración propia.



### 2.9.3. Floating City (Urgenda - 2008)

El Proyecto 'Floating City' desarrollado por la Fundación Urgenda trabaja principalmente con tres modelos urbanísticos diferenciados (Dispersión, Agrupación y Compactación)<sup>42</sup> y que, debido a la variabilidad de los patrones utilizados, el proceso de crecimiento para cada caso evolucionará de forma distinta.

La proyección de diferentes posibilidades de crecimiento y desarrollo muestra la versatilidad del proyecto, planteando ampliaciones que se adaptarán al entorno en el que se ubica y seguirán las necesidades de la población residente.

En el caso A 'Dispersión', el modelo se realiza mediante la aparición de unas células principales de mayor tamaño situadas irregularmente y que reciben apoyo de otras similares de menor medida, conectadas entre sí de forma más lineal y espaciada. El crecimiento en esta primera tipología se desarrolla utilizando unas direcciones marcadas pero libres, permitiendo la expansión del conjunto de forma multidireccional, comenzando con la conexión de las células principales y acompañándolas con elementos de apoyo menores (Ilus. 42 A).

En el caso B 'Agrupación', se conforma de pequeños grupos de células conectadas entre sí, que a su vez se enlazan mediante un recorrido directo de sector en sector. La formación de este conjunto consigue una ordenación más controlada y metódica, dividiendo al grupo en secciones que pueden ser semi independientes, otorgando una mayor libertad en cada zona respecto al conjunto. Las ampliaciones posibles para este entramado comienzan con la aparición de la primera célula, a partir de la cual se desarrollan los espacios en proximidad para formar el sector. La unificación de las diversas secciones establece un conjunto ordenado y moderado en comparación con los otros casos (Ilus. 42 B).

En último lugar, el caso C 'Compactación', se conforma mediante la unión compuesta de diferentes tipologías de célula situadas a una proximidad destacable, masificando el espacio para albergar a una mayor población. En este ejemplo, la direccionalidad desaparece, expandiéndose en todas las direcciones a través de la aparición de elementos cercanos de carácter variado, enlazándose gracias a un sistema de comunicaciones menos específico, que se deja guiar más por las necesidades principales del conjunto, buscando una simplicidad circulatoria en el espacio (Ilus. 42 C).

<sup>42</sup> Planteados anteriormente en el apartado 2.5.4 (Ilus. 21)



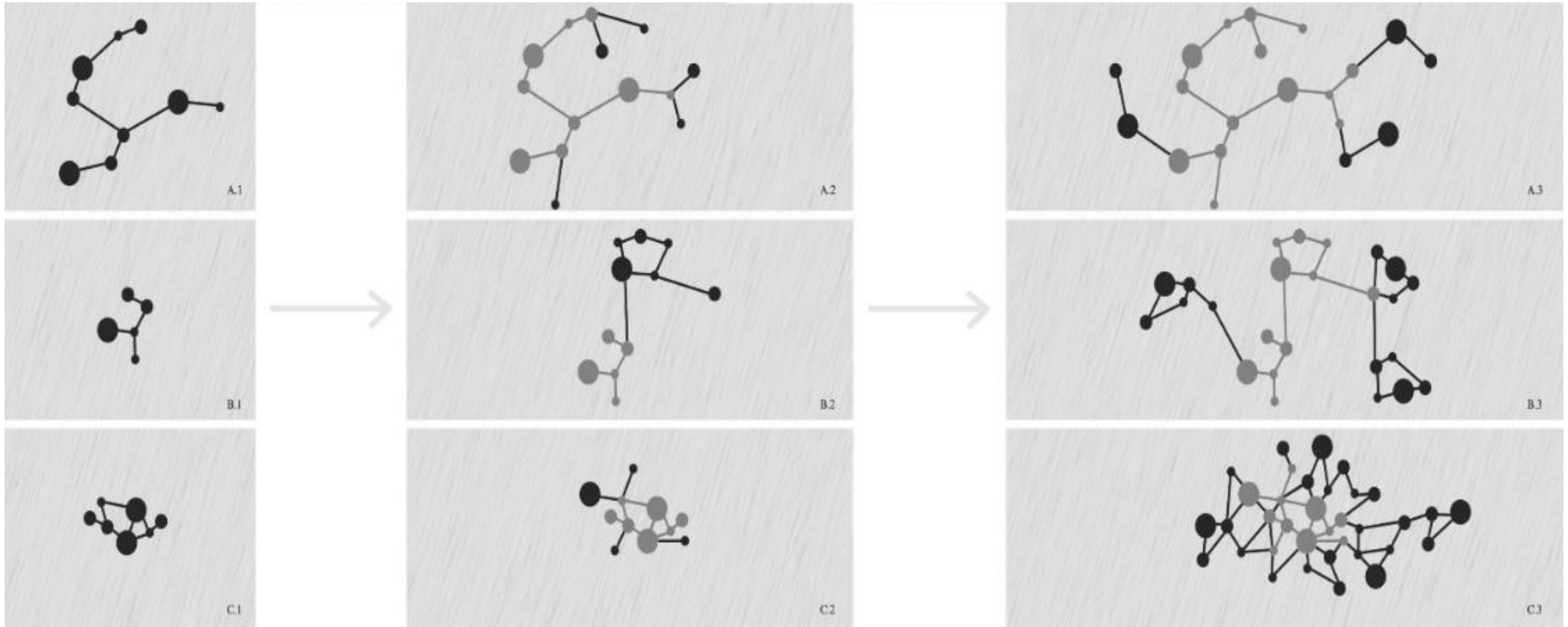
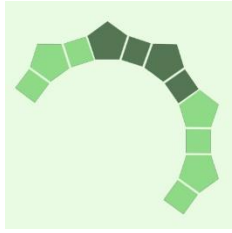


Ilustración 42: Progresión de crecimiento 'Floating City'. Elaboración propia.



#### 2.9.4. The Floating City Project (The Seasteading Institute - 2014)

El proyecto llevado a cabo por 'The Seasteading Institute' se plantea como una de las soluciones más realistas puesto que trabajan en diversas áreas del proyecto, incluyendo estudios de población y análisis de presupuestos, junto con el diseño principal y los detalles constructivos técnicos<sup>43</sup>. En esta propuesta se busca un planeamiento práctico y económico, partiendo de una modulación marcada y definida que confiera la autonomía del conjunto.

El módulo principal se conforma mediante la unión de plataformas cuadradas y pentagonales de aproximadamente 50m de longitud, interconectadas entre ellas y adquiriendo la forma circular. Estos módulos se agrupan alrededor de la plataforma central circular de menor tamaño que se convertirá en el centro radial de la ciudad, acogiendo en ellos la edificación pública y residencial. Respecto al progreso de la ciudad, se presenta en primera instancia un crecimiento escalado y dinámico, con una inspiración de desarrollo orgánico utilizando elementos más artificiales y geométricos.

Las plataformas cuadradas y pentagonales se enlazan formando un círculo principal a raíz del cual se pueden superponer más módulos similares para lograr un entramado ordenado de piezas conectadas. La ampliación se puede producir utilizando el módulo de rueda completo o añadiendo partes o elementos separados, dependiendo de las necesidades de la ciudad o la escasez de espacios (Ilus. 43).

Las plataformas, aunque conectadas, son independientes entre sí, otorgando la posibilidad de separarse del conjunto y modificar su posición siguiendo los requerimientos o necesidades de la población, consiguiendo que el grupo tenga una mayor organicidad y libertad. La intención del proyecto comienza con el desarrollo de un grupo reducido, con la posibilidad de establecerse en cualquier masa de agua además del océano como primera fase experimental, punto de partida para comenzar a construir en mar abierto. El modelo situado en un ambiente marítimo cuenta con una protección ante el entorno conformada por una barrera perimetral que rodea al conjunto.

<sup>43</sup> La información más detallada del proyecto se puede encontrar en el informe de proyecto presentado en 2014 por The Seasteading Institute, con acceso disponible en su página web <https://www.seasteading.org/>

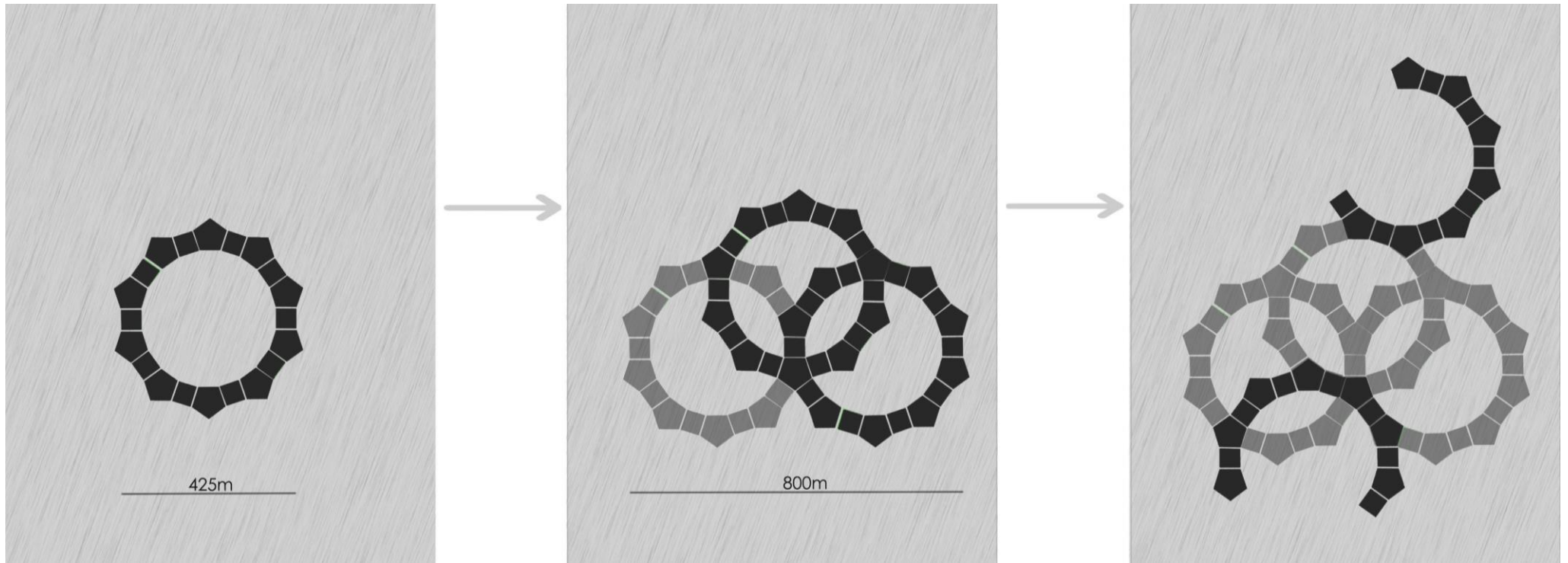


Ilustración 43: Esquema de crecimiento, 'The Floating City Project'. Elaboración propia.





## **2.10. Energía & Sostenibilidad.**

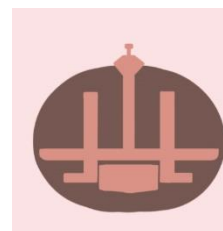
Comenzando con la aparición de los conceptos referentes a 'Construcción ecológica' y 'Desarrollo sostenible' movilizados por la preocupación medioambiental<sup>44</sup> en los años 60 y 70, los proyectos han desarrollado en cierta medida una serie de sistemas y/o metodologías para reducir el impacto ambiental de la construcción y asegurar unos criterios de sostenibilidad básicos. Como es natural, existen propuestas de ciudades flotantes con un mayor estudio en los aspectos referentes a la independencia energética y la conservación y protección del entorno, siendo principalmente los proyectos más modernos. Gracias a los avances tecnológicos sucedidos en las últimas décadas, los sistemas presentados son más eficientes y ecológicos, dando lugar a planteamientos más respetuosos con el entorno y con mayor posibilidad de autosuficiencia.

Teniendo en cuenta las cuestiones climáticas actuales, la construcción de una ciudad marina se ve limitada por su entorno, buscando soluciones que salvaguarden el ambiente inmediato a largo plazo. La colocación de una ciudad de esta tipología plantea diversas cuestiones a tener en cuenta, comenzando con la conservación del fondo marino (en casos de ciudades sumergidas) o de la fauna y flora bajo la superficie (en ciudades flotantes o semi sumergidas). Se debe desarrollar la propuesta reduciendo todo lo posible el impacto ambiental que pueda ocasionar, mediante la ayuda de técnicas y sistemas que capten energías limpias y recojan o reutilicen los residuos ocasionados por la población.

La autosuficiencia es uno de los factores primarios para la tipología de ciudad marina, siendo necesaria debido a su ubicación en un entorno distanciado de las principales centrales energéticas y de difícil acceso. En la actualidad, existe una gran variedad de sistemas de captación energética más ecológicos, como los casos de energía solar, eólica, biomasa o hidráulica. Sin embargo, localizándose en el océano, es posible

utilizar otras fuentes como la energía mareomotriz de las mareas o la geotérmica del subsuelo marino. La producción de residuos se reduce en gran cantidad en comparación a la utilización de fuentes de energía tradicionales, entre las que se englobarían la energía nuclear, hidroeléctrica o procedentes del carbón y el petróleo, siendo estas más contaminantes y complejas de movilizar a una plataforma flotante en mar abierto.

El objetivo principal es lograr la sostenibilidad e independencia energética de la ciudad, persiguiendo la eficiencia de los sistemas y la reducción de residuos e impacto ambiental mediante la colaboración de nuevos procedimientos desarrollados en los últimos años, persiguiendo un espacio saludable y de confort para los residentes e igualmente adaptándose y protegiendo el entorno. Cabe destacar que las normativas energéticas y ambientales se actualizan constantemente, contemplando las necesidades actuales para la habitabilidad y salvaguarda del medio, presentando una guía específica de condiciones y objetivos sostenibles que debe incluir el proyecto.



### 2.10.1. Floating Bioclimatic Ark Project (Remistudio - 2011)

El proyecto 'Bioclimatic Ark' presentado por el estudio ruso *Remistudio* es una de las propuestas más desarrolladas en el ámbito de sostenibilidad energética, presentando soluciones diversas como alternativas a las fuentes de energía tradicionales, con el objetivo de garantizar la independencia de la ciudad.

Gracias a los avances tecnológicos actuales, se desarrollan nuevos sistemas de producción, conversión y reserva de la energía captada y producida utilizando principalmente fuentes renovables. El conjunto se unifica con la

<sup>44</sup> El incremento de contaminación a nivel global induce a replantear los sistemas y materiales utilizados para la construcción y producción de servicios, conduciendo al ser humano hacia una preocupación específica por el medio natural y su protección, dando lugar a diversos

acuerdos como el "Convenio de Oslo" en 1972 para reducir la huella ambiental causada por la población.

intención de formar un suministro energético sin interrupción, mediante la captación y el aprovechamiento de energías alternativas como son la energía solar, eólica, hidráulica, térmica y biogás. La mayoría de los sistemas se concentran en la torre central, situando en la parte inferior los generadores de acumulación de energía para su reserva y en la parte superior los generadores de baterías térmicas, un generador de vapor y un condensador para transformar la energía térmica captada en electricidad utilizable por los residentes. De igual forma, encontramos que en el punto más elevado se disponen las bombas de calor, los generadores eólicos y un generador de tornados para la renovación constante y aclimatación del espacio interior de la célula. Finalmente, las células fotovoltaicas de captación solar se sitúan en la cubierta de película ETFE<sup>45</sup>, recibiendo energía a lo largo de todo día gracias a su forma ovoide.

Por otra parte, los desechos se destinan a un proceso de reciclaje y reutilización, mediante el cual se emplean para alimentar los procesos de producción de energía térmica o como fertilizantes para los espacios de agricultura. Mediante la colaboración de los diferentes sistemas, el proyecto intenta conseguir la autosuficiencia energética, minimizando al mismo tiempo la huella provocada por la propia construcción y sus residentes, salvaguardando dentro de las posibilidades el entorno marítimo inmediato en el que se encuentra. Cabe destacar que el planteamiento constructivo inicial comienza con la torre energética en primer lugar puesto que, una vez edificada, teóricamente debería poder abastecer energéticamente el proceso de construcción del resto del conjunto, remarcando su autosuficiencia en las primeras etapas del proyecto.

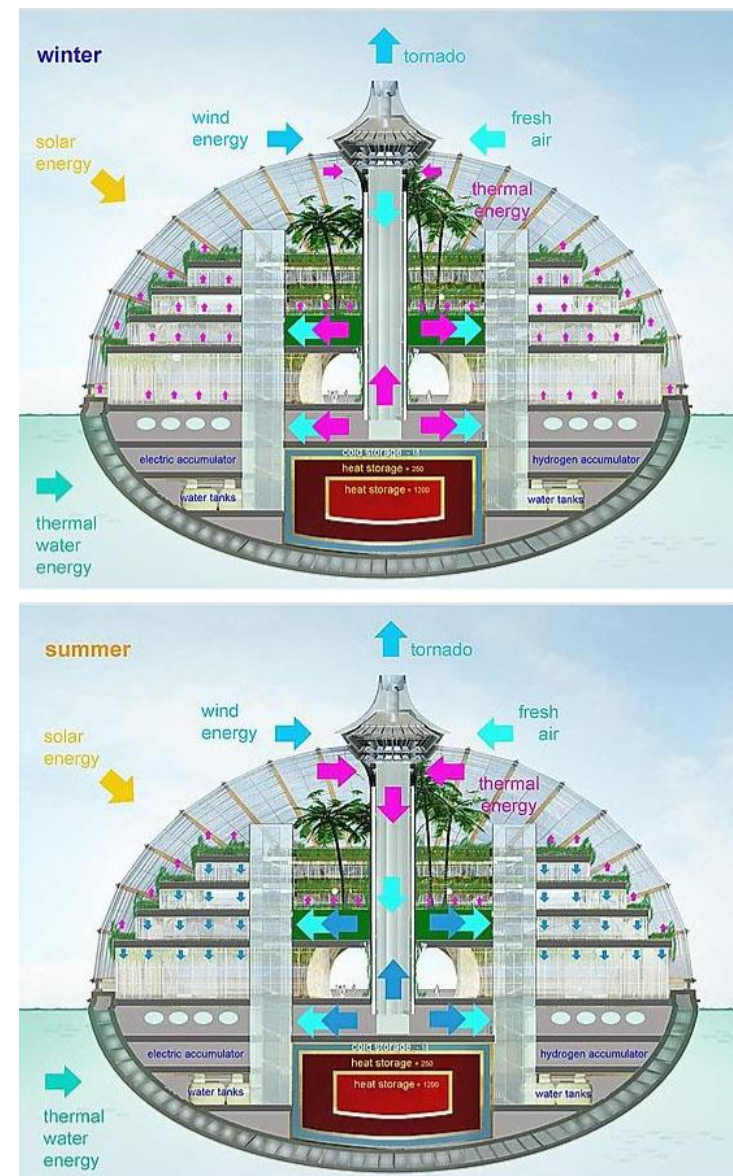


Ilustración 44: Esquemas de funcionamiento de los sistemas energéticos del conjunto, para las estaciones de invierno y verano respectivamente, 2011, Remistudio.

<sup>45</sup> La película ETFE es un polímero plástico resistente, con una gran maleabilidad que le permite adaptarse a la forma del proyecto, con la posibilidad de ser transparente o translúcido y de coste más económico que otros materiales similares.



### 2.10.2. "The environmental island: Green Float" Botanical City (Shimizu Corporation - 2010)

Se podría decir que el proyecto 'Green Float' desarrollado por la corporación Shimizu es otro ejemplo de propuesta sostenible actual, incorporando los nuevos avances tecnológicos para realizar un proyecto autosuficiente y ecológico, garantizando el bienestar y la comodidad de los residentes. La estrategia principal en esta propuesta se centra en perseguir la reducción de CO<sub>2</sub> en el ambiente hacia niveles negativos, asimilándose al comportamiento vegetativo de renovación de su entorno.

Para lograr su objetivo, la ciudad gira en torno a cuatro conceptos básicos que, realizados correctamente y de forma eficiente, podrían reducir la cantidad de dióxido de carbono producido a niveles de hasta -30%. En primer lugar, la compactación del conjunto permite una movilidad más limitada, disminuyendo las emisiones producidas por los medios de transporte tradicionales. A continuación, la posición en altura de las zonas de hábitat principales mejora las condiciones ambientales, puesto que a 1000m sobre el nivel del mar la temperatura se mantiene más estable, a 26°C aproximadamente, aminorando el gasto general de acondicionamiento de los espacios interiores en comparación a las estancias en niveles inferiores o cota cero. Al mismo tiempo, se establecen las fuentes de energía principales para mantener la ciudad, encontrándose entre ellas la energía solar, térmica y mareomotriz, utilizando recursos renovables y naturales para evitar la contaminación asociada a las fuentes de energía convencionales. Finalmente, se estudia la capacidad de absorción de dióxido de carbono del océano, planteándose como posible solución ante el aumento excesivo de emisiones nocivas a la atmósfera debido a la actividad humana.<sup>46</sup>

Contemplándose como una ciudad botánica, el proyecto presta especial atención a los espacios ecológicos, formando una variedad de ecosistemas terrestres y oceánicos que colaboran a crear un ambiente más limpio y saludable. La aparición de un lago interior en las plataformas conectado directamente con el mar, junto con los ecosistemas tropicales que predominan en la base de las plataformas y los jardines en altura distribuidos por la torre conforman los espacios ecológicos principales de carácter público, abiertos a los residentes para su uso y disfrute. Por otra parte, el planeamiento presenta unos espacios vegetativos de carácter más privativo dedicados especialmente a la producción alimentaria, centrándose en el tronco de la torre principal o la "Plant factory" mientras que la industria agrícola y ganadera se ubica mayoritariamente en planta baja ante la necesidad de grandes superficies llanas (Ilus. 45).

Finalmente, se trabaja detalladamente la reutilización de los recursos y/o desperdicios producidos por la ciudad para su aprovechamiento en otras zonas del conjunto, eliminando una parte de los residuos ya ocasionados y contribuyendo al mantenimiento de los diferentes sistemas, incluyendo servicios complementarios de limpieza del entorno oceánico próximo (Ilus. 46).

<sup>46</sup> El proceso de absorción de CO<sub>2</sub> llevado a cabo por los océanos está siendo objeto de estudio, puesto que las elevadas cantidades de contaminación actual están produciendo

una subida de temperatura y acidificación de los mares, pudiendo causar problemas considerables en el ecosistema.



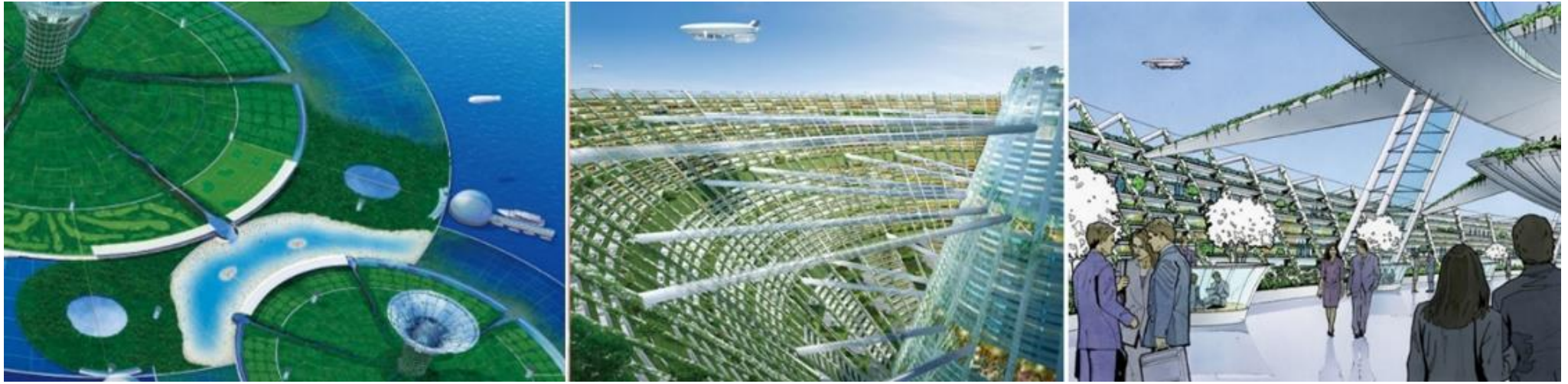


Ilustración 45: Visualización del proyecto Green Float: Botanical City, 2010, Shimizu Corporation.

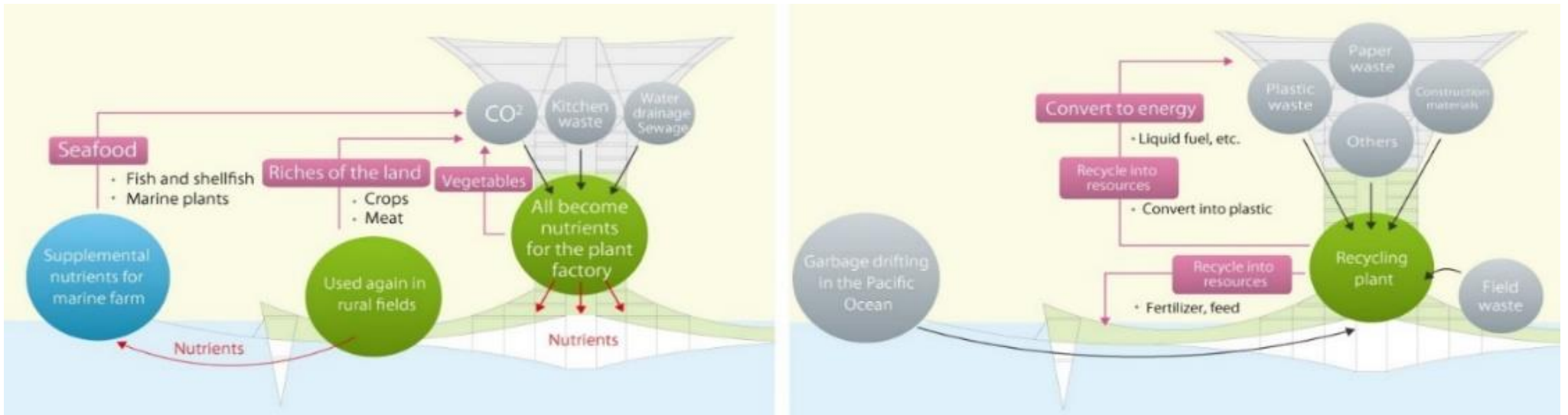


Ilustración 46: Esquemas de aprovechamiento energético y reducción de emisiones, 2010, Shimizu Corporation



## 2.11. Estabilidad y Seguridad: VLFS

El progreso tecnológico de las últimas décadas ha encabezado grandes avances de enorme relevancia para la viabilidad constructiva en el ámbito marítimo, presentando nuevos elementos flotantes que servirán como base para la arquitectura, cumpliendo con los protocolos establecidos de seguridad. Las VLFS (Very Large Floating Structures) nacieron en la década de 1920 cuando Edward Armstrong<sup>47</sup> desarrolla el concepto de bases aéreas en el océano como parada de descanso para vuelos transatlánticos, sin embargo, la conquista de los vuelos a larga distancia opacó sus ideas y el proyecto finalmente perdió el interés general. A raíz de las primeras investigaciones en el ámbito marino, surgen nuevos desarrollos por parte especialmente del ejército estadounidense a lo largo de la Segunda Guerra Mundial, en un intento de obtener bases estratégicas en localizaciones complejas. Es en la década de 1970 cuando se recobra el interés respecto a estos elementos flotantes por parte de la nación japonesa, que desarrolla en primer lugar el Aeropuerto Internacional de Kansai<sup>48</sup> en 1994, unido a la prefectura de Osaka mediante un puente flotante, y finalmente el 'Mega Float' para la bahía de Tokyo en 1995, como comprobación técnica de las mejoras respecto a pistas flotantes.

La utilización de las VLFS supone grandes ventajas en referencia al entorno y al medio ambiente puesto que, gracias a la flotabilidad y a diferencia de las islas artificiales, no interrumpen la actividad de la fauna y la flora de los mares en los que se encuentran. Al no entrar en contacto directo con el fondo marino, a excepción de los puntos de amarre, se evita la alteración de las corrientes naturales y mantiene el paso libre para la fauna, sin modificar el comportamiento de desplazamiento o asentamiento de los mismos. De igual forma, son elementos generalmente rápidos de construir y con la oportunidad de desplazarse según las necesidades o incluso de ampliarse mediante la adición de más módulos. Para evitar el movimiento no regulado de la plataforma se desarrollan diferentes tipologías de amarre,

planteando soluciones cuya utilización vendrá determinada por la agresividad del entorno en cada localización geográfica específica. Aparecen tres sistemas base (Ilus. 47), siendo el primero una sujeción mediante cables o cadenas principalmente utilizado en profundidades medias puesto que, a mayor longitud de amarre, mayor es el movimiento horizontal de la plataforma. Para trabajar en aguas profundas se recurre a la segunda tipología 'Tension Leg', conformada por dos extremidades que atan el elemento al fondo verticalmente, limitando el desplazamiento del mismo en mayor medida. Finalmente, el sistema 'Rubber Fender-Dolphin' plantea dos elementos rígidos de sujeción que absorben gran parte de las tensiones de desplazamiento, convirtiéndose en el sistema más efectivo, sin embargo, al estar sometido a grandes presiones presenta deformaciones relevantes, por lo que no se aconseja en profundidades excesivas.



Ilustración 47: Sistemas de amarre básicos para VLFS. Esquema de elaboración propia.

Respecto al ensamblaje en sí de los módulos que conforman las plataformas, las investigaciones condujeron a la utilización de uniones de formas diversas, evitando las rectangulares, puesto que colaboran mejor con la distribución de esfuerzos en el conjunto y ayudan a reducir la deformación causada en el elemento. Asimismo, se emplean uniones articuladas para una mejor transmisión de esfuerzos en la estructura en vez de nexos rígidos que aumentarían la deformación de los componentes.

<sup>47</sup> Edward Robert Armstrong, ingeniero e inventor de origen canadiense-estadounidense.

<sup>48</sup> Diseñado por el arquitecto Renzo Piano, se sitúa en la bahía de Osaka. En 2018 fue parcialmente inundado por el Tifón Jebi, hasta que finalmente reanudó su actividad a finales del mismo año.

Se pueden destacar dos tipologías específicas de plataformas flotantes, encontrándose entre las más utilizadas en la actualidad las Mega-Float y las MOB (Mobile offshore base). El primer tipo, se utiliza generalmente en zonas costeras con aguas calmadas, con usos dirigidos a instalaciones de logística, portuarias o zonas recreativas. Los módulos que conforman la plataforma se construyen previamente en tierra y pueden alcanzar una longitud de entre 100-300m según los requerimientos del proyecto. Las uniones con tierra se realizan mediante puentes o plataformas flotantes, convirtiéndose el espacio en un anexo que colabora con la ciudad. Frente a esta tipología aparecen las MOB, bases móviles que se sitúan en mar abierto con la posibilidad de desplazarse de su ubicación según las necesidades dictadas por los residentes o el entorno. La base se conforma por grupos de entre 3-5 módulos conectados entre sí, alcanzando estos unas medidas máximas de 500m de longitud y 170m de anchura, llegando a establecer conjuntos de hasta 2Km. En este tipo, el funcionamiento de los sistemas para la autosuficiencia e independencia es un factor vital para la sostenibilidad del mismo, debido a su localización en el océano, alejado de la costa, estableciéndose como el modelo principal para la construcción de ciudades aisladas en el mar. (Ilus. 48)

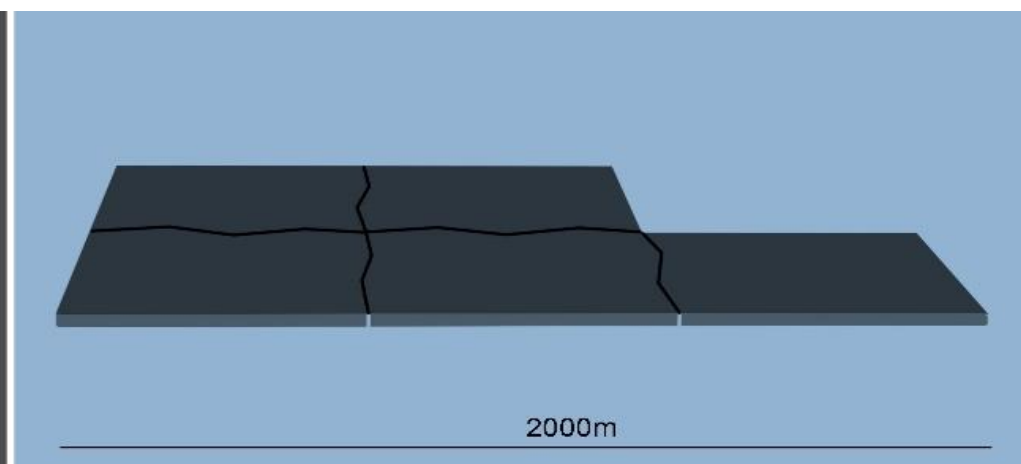
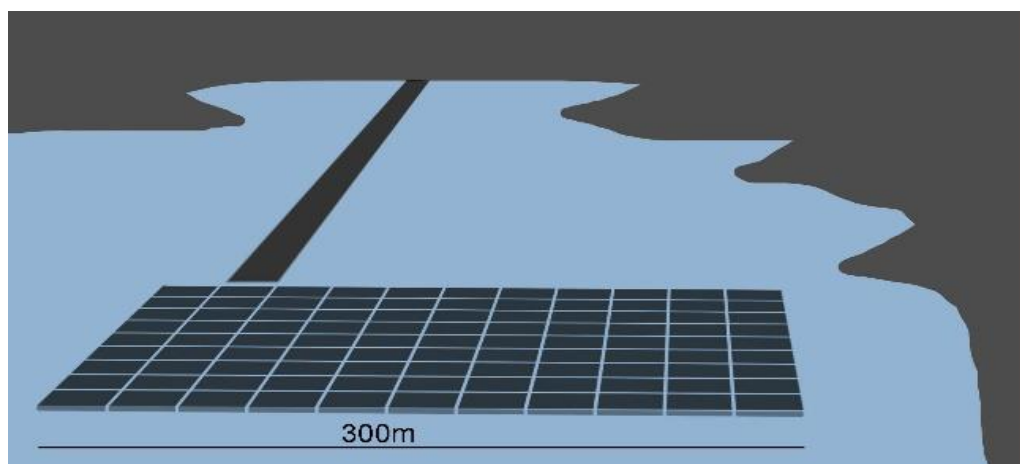


Ilustración 48: Plataformas Mega-Float y MOB respectivamente. Esquema de elaboración propia.

<sup>49</sup> FLIP (Floating Instrument Platform), desarrollada por la Oficina Naval de Investigación (ONR) y dedicada al estudio oceanográfico desde 1962.

<sup>50</sup> La nueva terminal comenzó su construcción en 2014 y se sustenta sobre una plataforma flotante, siendo la primera de su tipología en el país.

### 3. “Marine City” Kiyonori Kikutake

#### 3.1. Introducción

Ante la visión del potencial del espacio marítimo y teniendo en cuenta las limitaciones en tierra y las diferentes amenazas climáticas a las que se enfrenta el ser humano, Kikutake presenta en 1959 su proyecto ‘Marine City’ como una solución innovadora y original, englobando los conceptos de sociedades orgánicas y masificadas que se desarrollan en el Metabolismo. En la actualidad, es uno de los proyectos más remarcables del movimiento, con gran relevancia respecto a la aparición y progreso de esta tipología de ciudades marinas. Kikutake presenta un nueva megaestructura, un prototipo arquitectónico para conformar las ‘nuevas comunidades humanas marítimas’, definiendo el proyecto a través de tres etapas o planteamientos; *Marine City Project 1958*, *Marine City Unabara Project 1960* y *Marine City Project 1963*.

El arquitecto comienza con una división básica entre sus propuestas presentando en primer lugar las ‘Estructuras flotantes’, cuya expresión se desarrolla a través del proyecto ‘Aquapolis’<sup>51</sup>, construido para la Exposición Oceánica Internacional de Okinawa en 1975 bajo el lema “*El mar y su futuro*”. Este primer acercamiento al elemento construido tendrá una gran importancia en sus proyectos marítimos, marcando una guía técnica para la proyección de ciudades acuáticas y afirmando la posibilidad de utilizar el mar como hábitat humano. En segundo lugar, aparecen las ‘Ciudades oceánicas lineares’, que incluirán las propuestas desarrolladas de núcleos urbanos en el entorno marino, centrándose mayoritariamente en el progreso urbanístico.

Entorno al primer grupo de ‘Estructuras flotantes’, Kikutake define en 1959 cinco tipologías base mediante el uso de esquemas de alzados, secciones y plantas que empleará para la proyección de ‘Marine City’ (Ilus. 49). La primera tipología i trabaja con elementos triangulares o hexagonales extruidos colocados horizontalmente, conectados entre sí para conformar la plataforma que servirá de base lineal, sobre la cual se sitúan los espacios habitables. De forma similar, el tipo iv se vale de cilindros hexagonales en posición vertical, dejando ver en la planta la huella de los elementos. El esquema ii presenta una sección circular, tratándose de elementos tubulares colocados sobre el océano horizontalmente, conteniendo en su interior los espacios principales, con la oportunidad de conectar a distancia varios componentes para conformar diferentes tramas urbanas. El tipo iii utiliza cilindros similares al esquema ii, en este caso de forma vertical, planteando un ámbito habitable semi sumergido principalmente, con acceso desde la superficie. En último lugar, la tipología v plantea una configuración de elementos esféricos, similares a las boyas tradicionales, que se encargarán de albergar las construcciones principales formando un área de hábitat semi sumergida, multidireccional y protegida frente al exterior.

A raíz de estos primeros esquemas, Kikutake desarrolla el proyecto Marine City en tres periodos o propuestas, que serán analizadas a través de los conceptos de diseño expuestos en el apartado anterior con el objetivo de mostrar las intenciones del arquitecto frente al proceso de proyección, su funcionalidad, viabilidad e importancia como ejemplo principal de metrópoli marina.

<sup>51</sup> ‘Aquapolis’, proyecto analizado previamente en el apartado 2.8 Materialidad.



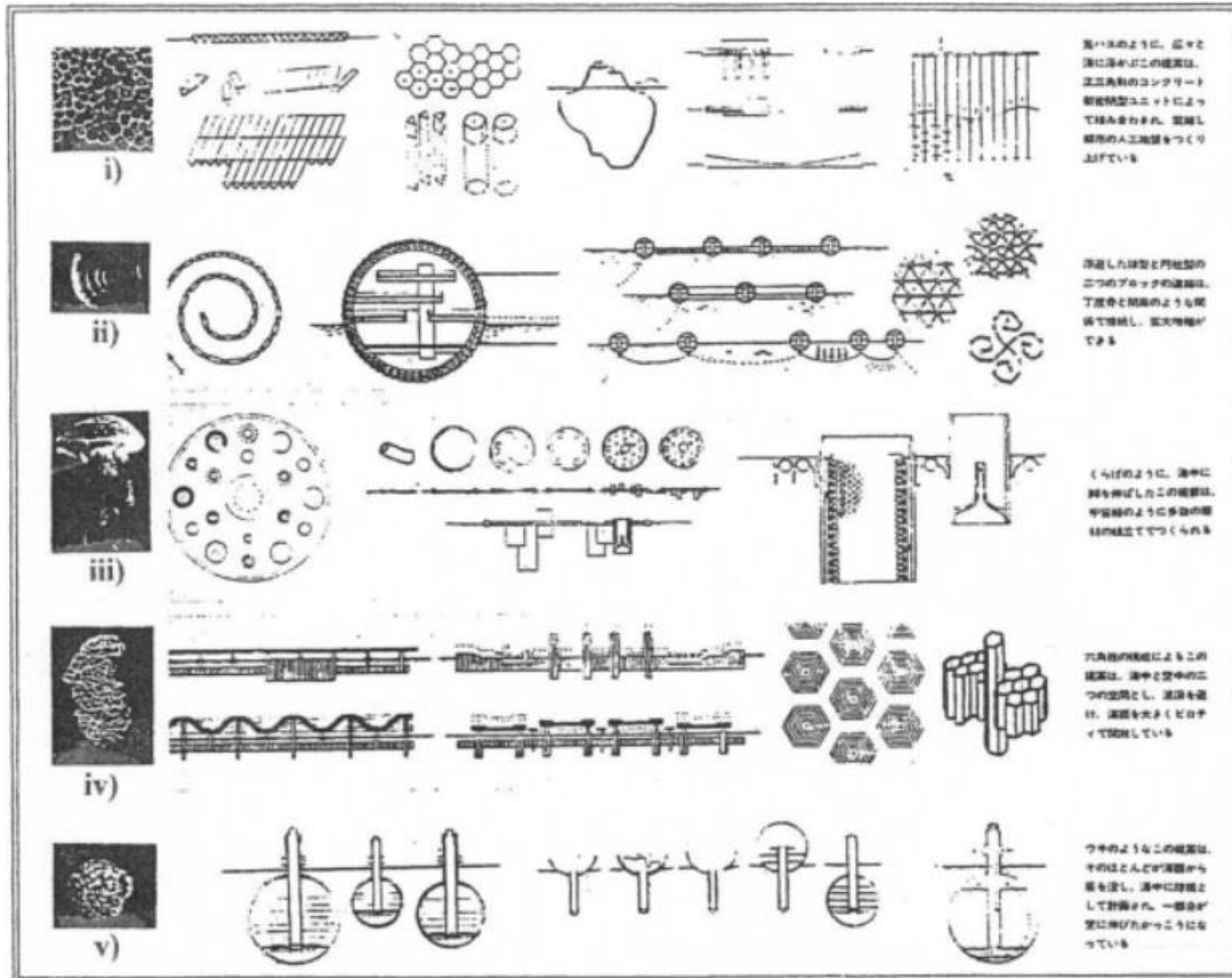


Ilustración 49: Esquemas tipológicos de plataformas flotantes, 1959, Kiyonori Kikutake.

### 3.1. Entorno

El proyecto 'Marine City' se ubica en Japón, país de origen del arquitecto, como respuesta a la necesidad de nuevos espacios urbanos en consecuencia a la destrucción causada por la Guerra del Pacífico<sup>52</sup> y el exponencial aumento de la población en la época. Kikutake presenta su innovadora propuesta como una solución que replantea el océano como nuevo hábitat humano, aprovechando el entorno marino libre de explotación hasta la fecha.

Se puede deducir que al menos la primera propuesta se plantea como ciudad independiente en alta mar, a causa de las dimensiones del proyecto que hacen improbable situarlo cercano a la costa, en el cual las torres residenciales se sumergen 1,5Km bajo el nivel del mar<sup>53</sup>, sin embargo, tanto la segunda como la tercera propuesta son aplicables a la localización original como ampliación de la bahía de Tokio. De igual forma se puede apreciar que uno de los objetivos es la independencia de la ciudad respecto a tierra, conformando un complejo industrializado con fuentes de recursos propios y una producción sostenible junto con espacios de hábitat confortables para los residentes.

La protección frente al entorno se desarrolla a partir de la propuesta del '60, incluyendo una barrera exterior perimetral contra el oleaje que protege al conjunto en los dos últimos casos, mientras que no aparece referencia a este elemento en el planeamiento inicial del '58. Los espacios urbanos comunitarios se plantean generalmente en cota cero en la primera propuesta, abiertos al exterior con un alto grado de exposición a falta de una ordenación a una escala más detallada, sin embargo, tanto en la propuesta del '60 como en la del '63 se plantean espacios urbanos en el interior de las estructuras edificadas, permitiendo una mayor protección de los mismos ante las posibles inclemencias del clima.

Finalmente, los accesos a las instalaciones no se determinan específicamente en ninguno de los proyectos, por lo que se puede suponer que la entrada al complejo se produciría mediante embarcaciones en muelles situados en puntos estratégicos para una mejor comunicación y conexión con otras ciudades. En los casos del '60 y '63, la ubicación de los accesos puede estar localizada próxima a los edificios de control y administración, puesto que debido a su forma irregular estos se localizan en los extremos de las plataformas y son más accesibles. En la propuesta del '58 la torre de control se sitúa en el centro geométrico de la plataforma, haciendo imposible una entrada marítima directa, lo que lleva a suponer que la entrada al conjunto se produciría mediante muelles ubicados a lo largo del perímetro.

---

<sup>52</sup> Finalizada la guerra en 1945 el país se encuentra devastado, con la necesidad de elaborar un nuevo planteamiento urbano para su reconstrucción y el alojamiento de la creciente población, lidiando con la problemática del sistema de propiedad de tierras que limitaba en gran medida las acciones urbanísticas.

<sup>53</sup> La profundidad máxima en el Mar de Japón, situado al oeste de la isla, es de aproximadamente 3.742m mientras que la media se encuentra en 1.752m. Al este de Japón aparece el Océano Pacífico, con una profundidad media de 4.280m.

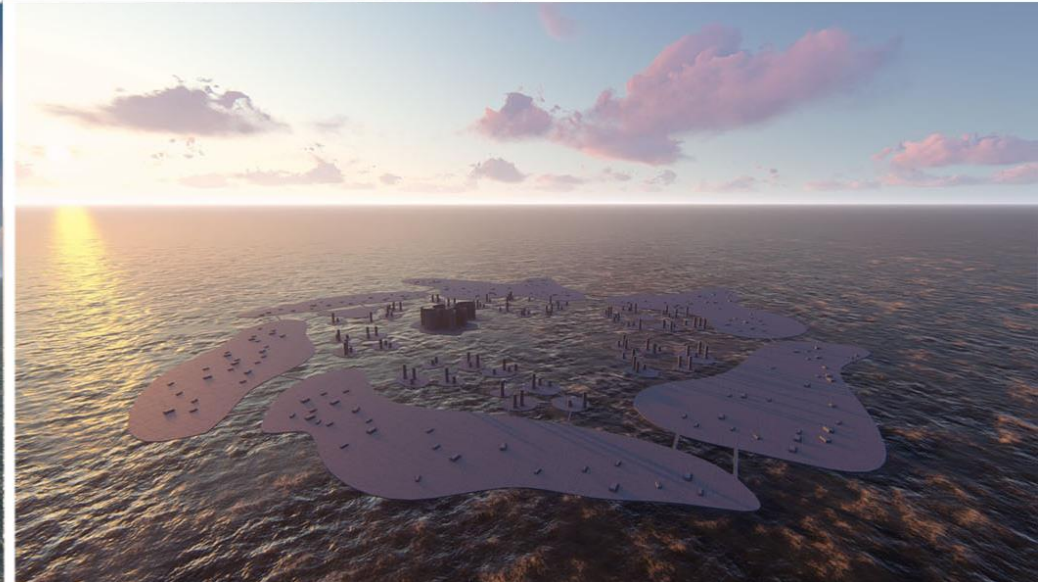


Ilustración 50: Propuestas para Marine City, '58, '60 y '63 respectivamente, Kiyonori Kikutake.  
Imágenes de elaboración propia.

### 3.2. Forma

Respecto a la forma, aparecen grandes diferencias entre las tres propuestas, asociadas a la propia maduración del proyecto junto con el desarrollo de otros factores esenciales como los patrones urbanísticos básicos, las posibilidades de crecimiento del conjunto y la estabilidad y seguridad de la ciudad. Sin embargo, algunos elementos se mantienen estáticos a lo largo de esta progresión, visualizando componentes comunes en las tres fases que contendrán principalmente los espacios de habitabilidad.

Comenzando con la propuesta del '58 (Ilus. 51), la forma base presenta una distribución claramente geométrica, conformada por la plataforma flotante circular en cota cero que comprende el espacio urbano público. En el centro, se sitúa la torre principal de control que se extiende sobre y bajo el nivel del mar, acompañada de seis torres submarinas cilíndricas. En el perímetro, aparece un anillo perimetral a través del cual se puede acceder a las instalaciones ubicadas en doce esferas, también submarinas. Mediante la utilización de estos elementos geométricos se compone una ciudad radial respecto al centro de gestión principal, presentando una marcada simetría que colabora con la seguridad y estabilidad del proyecto en alta mar. Las formas redondeadas contribuyen a una mejora en la distribución de esfuerzos a los que se somete el conjunto, permitiendo un reparto de los mismos más equilibrado a lo largo de la superficie construida y reduciendo la aparición de fisuras en el material en comparación con estructuras más lineales.

La segunda propuesta presentada en 1960 se rige por unos criterios más orgánicos, partiendo de formas irregulares y desenvueltas conformadas por dos anillos perimetrales unidos mediante un punto común, en el que se sitúa el organismo de administración de la unidad. Se mantiene una estructura cilíndrica para los edificios de gestión principal ubicados de forma independiente en el centro del conjunto, mientras que aparecen nuevas

tipologías edificativas triangulares denominadas 'mova-blocks'<sup>54</sup>. En este caso, el anillo exterior protege al interior, donde se ubican los espacios residenciales y los centros de gestión energética, en el corazón de la ciudad. La proyección de esta propuesta está firmemente relacionada con la posibilidad de crecimiento del conjunto, en la que el arquitecto compara a la unidad con una célula y plantea el desarrollo de la misma como un organismo vivo.

Finalmente en la tercera presentación de Marine City en el '63, la forma concluye la progresión organicista que caracteriza al proyecto, planteando una opción de carácter biológico con una oportunidad de desarrollo más viable que en caso anterior. Se conforma por un conjunto de islas de mayor tamaño ubicadas perimetralmente que protegen las pequeñas plataformas interiores, siendo estas últimas el ámbito residencial. La ciudad se divide en sectores definidos que trabajan como barrios independientes y se unen para formar la unidad primaria. El proceso de transformación a través de las proyecciones es claramente orgánico, con el objetivo de asociar la arquitectura al desarrollo de un organismo vivo y en movimiento, adaptable. Asimismo, conforme avanza la progresión, el proceso de crecimiento se vuelve más factible y adaptable a los cambios en la población y sus necesidades básicas.

<sup>54</sup> 'Mova-Blocks' es el término utilizado por Kikutake para definir la nueva tipología de ámbito residencial, con una forma similar a un barco tradicional utilizando el mástil como eje principal

y ubicando las unidades de vivienda en las tres 'velas' que se extienden desde el mismo. El material utilizado para estas edificaciones es hormigón armado.



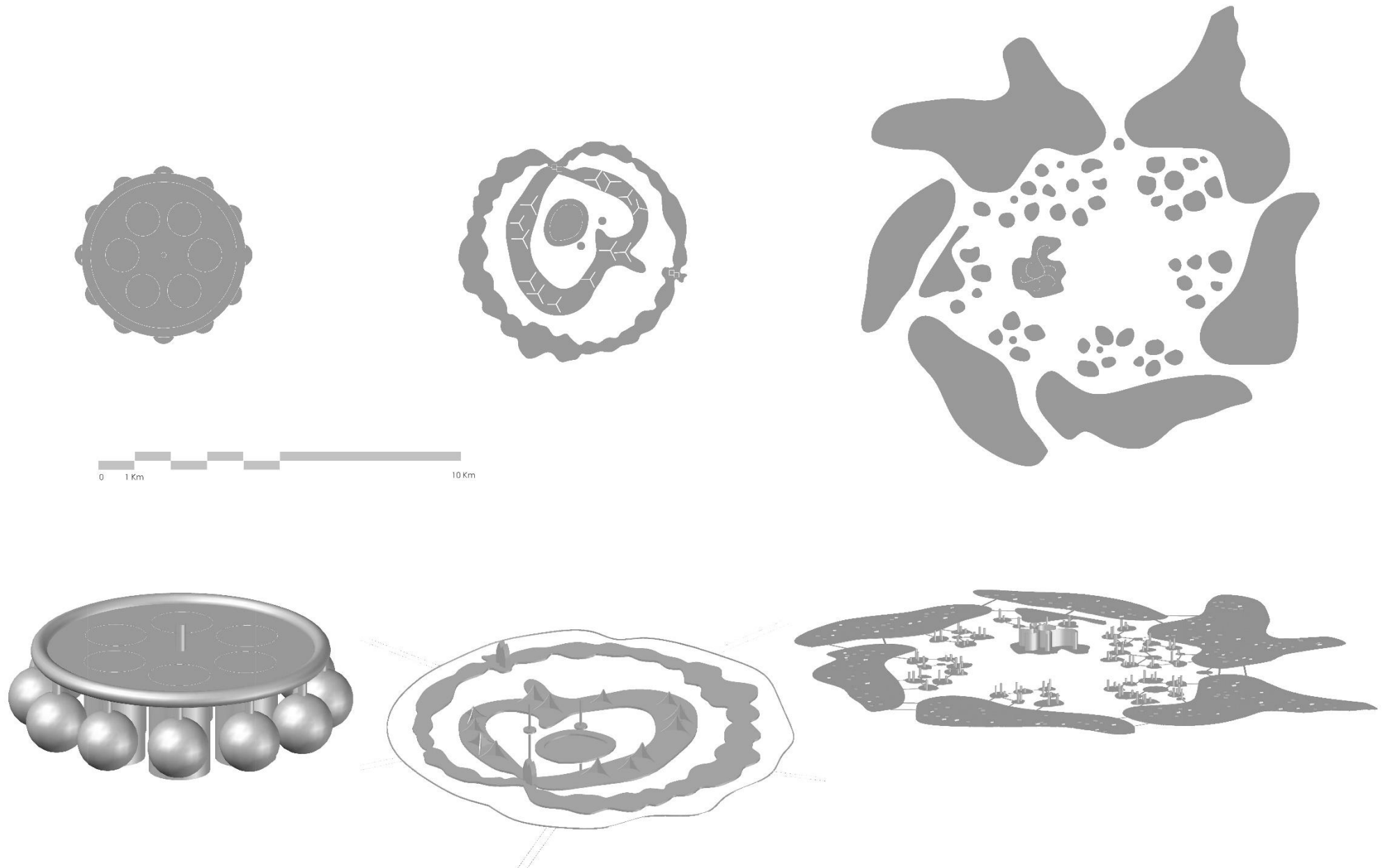


Ilustración 51: Visualización de la forma en planta y volumetría básica de las propuestas del '58, '60 y '63 respectivamente. Esquemas de elaboración propia.

### 3.3. Urbanismo & Patrones

La proyección de las tres propuestas para Marine City presenta la utilización de patrones claros y visibles respecto a la formación de cada conjunto, realizando la progresión analizada en el apartado anterior desde elementos geométricos más puros a formas más orgánicas y diluidas. Aunque las tres fases muestran modelos distintos, se mantienen algunos conceptos base o claves de forma común a partir de los que se desarrolla la ciudad origen. Generalmente, como abstracción colectiva, los tres modelos presentan una organización similar en la que las instalaciones industriales se ubican de forma perimetral al conjunto mientras que el ámbito residencial se encierra en el interior, junto con las estructuras de dirección y gestión de la ciudad que se ubican en el centro de la unidad. Utilizando este planeamiento como base, las propuestas se desarrollan siguiendo la maduración del proyecto, haciendo una distinción remarcable entre los espacios de hábitat, producción y administración.

En la primera propuesta del '58 (Ilus. 52) la planificación inicial se rige por una marcada geometría, situando el ámbito industrial en el perímetro de la ciudad mediante volúmenes esféricos de 650m de diámetro bajo el nivel del mar, a los que se accede mediante un recorrido límite de forma circular que rodea el recinto, creando un corredor de 250m de ancho. La plataforma flotante horizontal circular de 4Km de diámetro contiene los espacios de ocio comunitarios, liberando la superficie gracias a la aparición de torres cilíndricas submarinas de 1,5Km de profundidad unidas a la plataforma que contienen el ámbito residencial. En este primer esquema se plantea la mayoría de espacios como elementos sumergidos, sirviéndose del espacio exterior abierto para su uso público. La organización del espacio comunitario no se define a escala arquitectónica en el proyecto, por lo que se desconoce la visualización del mismo.

La propuesta del '60 presenta grandes diferencias respecto a la anterior, sin embargo, aparece el mismo patrón organizativo zonal que en la primera fase. La ciudad se compone por dos anillos concéntricos deformados que se unen en un punto, el bloque de acceso y administración. El anillo exterior comprende el ámbito industrial mientras que el interior contiene la zona residencial, utilizando el mar como barrera de separación en todo el perímetro a excepción del nexo principal. En esta fase se rompe ligeramente con el esquema original común, localizando las edificaciones de dirección en puntos específicos del anillo exterior e interior y ubicando una zona de producción alimentaria en el centro del conjunto.

En la tercera fase de 1963 el anillo se quiebra y desdibuja, creando una agrupación de islas de gran tamaño que contienen las instalaciones industriales y sirven de base hacia las pequeñas plataformas residenciales que se anexan a ellas por el interior. En este caso, los centros de control se ubican de forma centrada respecto a los elementos cercanos, planteando una serie de estructuras de dirección para cada barrio formado junto con un elemento principal en el centro radial de la ciudad. La ubicación de estas estructuras conforma agrupaciones de barrios independientes unos de otros y que, en su conjunto, forman la unidad o 'ciudad madre'.<sup>55</sup>

A nivel general, la marcada separación entre la zona residencial e industrial libera el espacio de vivienda del tráfico innecesario, creando un entorno de confort más sosegado para los habitantes. De igual forma, la utilización del ámbito industrial como barrera exterior permite una mayor protección de los espacios primarios de hábitat frente a las posibles inclemencias que se puedan ocasionar en el entorno marítimo.

---

<sup>55</sup> Traducción de la denominación del arquitecto para la ciudad base de cara al crecimiento y desarrollo de nuevos conjuntos que surgen a raíz de la misma.

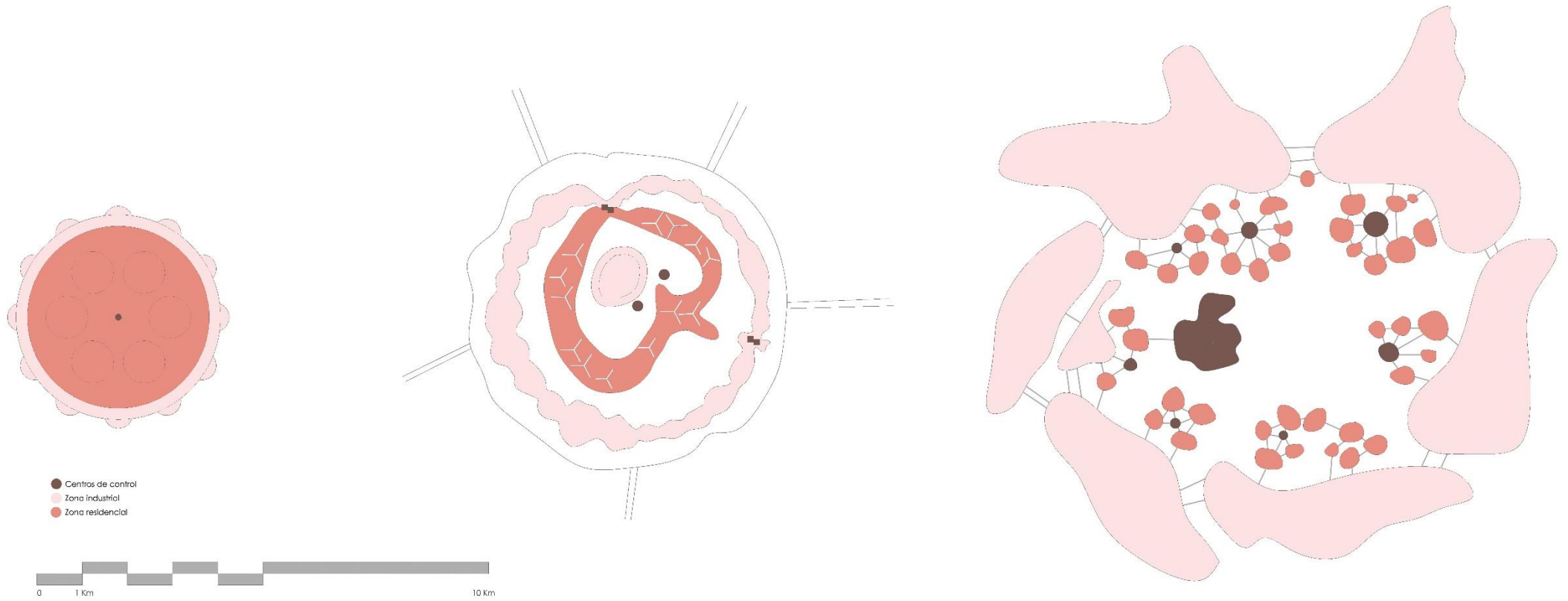


Ilustración 52: Esquemas en planta de zonificación principal. Elaboración propia.

### 3.4. Circulación & Movilidad

En este proyecto la circulación principal se rige por la utilización de las plataformas flotantes, definiendo generalmente recorridos horizontales en cota cero a nivel del mar. En las tres propuestas, el espacio de uso comunitario se produce en las grandes superficies compuestas por las plataformas, conformando amplios espacios públicos exteriores para el desarrollo de la vida de los residentes y sus actividades. Como factor común, las tres fases presentan recorridos verticales en las edificaciones, puesto que en la mayoría de tipologías se trabaja con figuras esbeltas, ya sean las torres cilíndricas o los 'Mova-blocks'.

En el caso de la propuesta del '58, la plataforma circular horizontal define el ámbito público y zonas de ocio. A falta de información a una escala más detallada se presupone que en estos espacios se situarían diferentes servicios y lugares de ocio, además de convertirse en el nexo de unión entre las edificaciones verticales, planteando un amplio entorno abierto al exterior de libre movilidad. Las estructuras cilíndricas interiores y las esferas perimetrales contienen los ámbitos residenciales e industriales respectivamente, generando un recorrido vertical sumergido para acceder a las mismas desde la plataforma (Ilus. 53).

En el segundo caso, la predominancia de superficie horizontal formada por las plataformas sobre el número y tamaño de las edificaciones presenta un esquema similar, en el que la circulación principal se produce en la planta base a nivel del mar uniendo las diferentes zonas en las que se divide el proyecto. En el anillo exterior las edificaciones consisten en estructuras rectangulares de poca altura por lo que el desarrollo se produce como una extensión horizontal, a excepción de los bloques administrativos, ubicados en el nexo entre zonas y su opuesto. De forma contraria, aunque en el anillo interior predomina el terreno en cota cero, aparecen grandes edificaciones en altura, las torres cilíndricas de control y los 'Mova-blocks', que presentan un acceso de recorridos verticales en el primer caso y horizontales y verticales para el segundo.

En el interior de los 'Mova-blocks' aparecen una serie de corredores horizontales en cada piso que surgen del mástil hacia las 'velas', para poder acceder a cada una de las unidades.

La última propuesta del '63 la conectividad de los diferentes espacios se dificulta debido a la cantidad de plataformas en las que se deshace el proyecto, sin embargo, Kikutake soluciona las conexiones mediante la utilización de puentes flotantes que las conectan en diferentes puntos para garantizar la fluidez en la circulación. En este caso, el nexo principal se produce a través del anillo exterior conformado por las islas industriales, conectándose en círculo, en torno a las cuales aparecen puentes en dirección a las plataformas residenciales. Puesto que la división del ámbito residencial se realiza mediante barrios independientes<sup>56</sup>, las conexiones se producen por agrupaciones, liberando el espacio central y creando grupos de hábitat asociados a cada isla exterior. En el espacio central se sitúa el bloque principal de dirección y gestión, anexionado a uno de los bloques residenciales planteando un acceso más restringido.

<sup>56</sup> Kikutake define las agrupaciones de plataformas residenciales mediante puentes como 'Community Blocks'



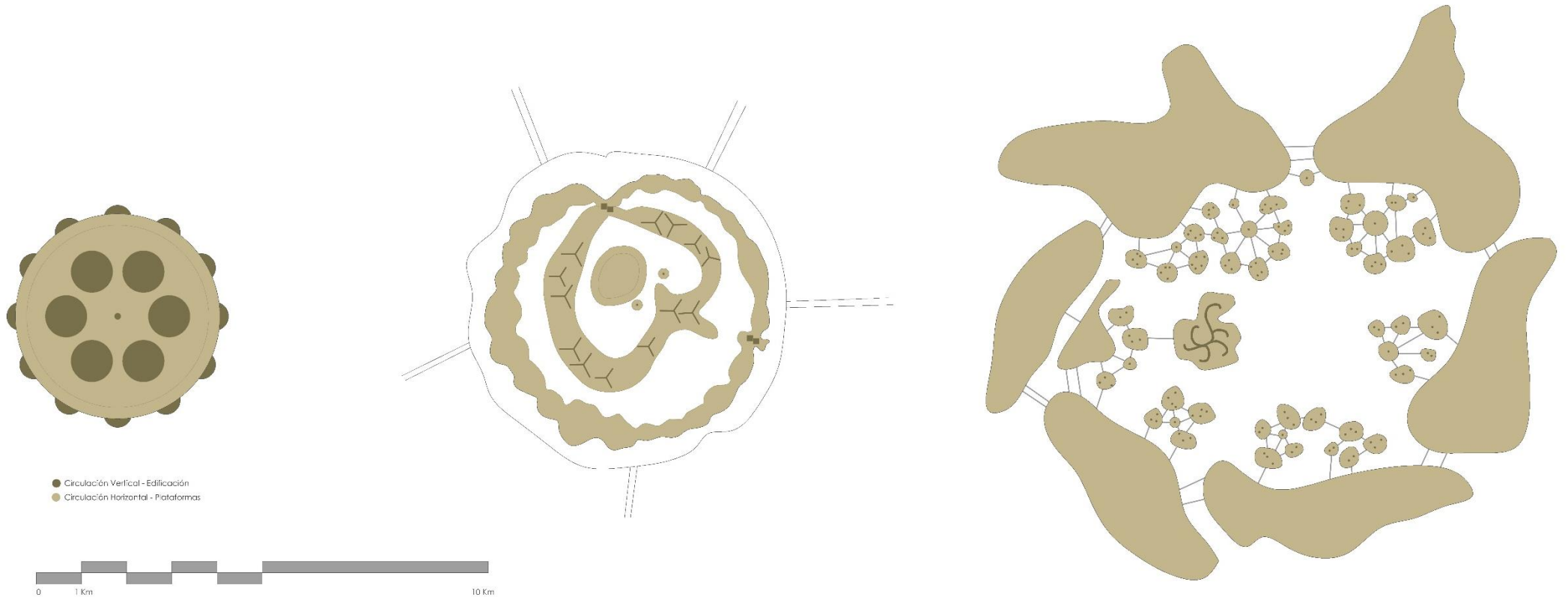


Ilustración 53: Esquema de circulación horizontal y vertical. Elaboración propia.

### 3.5. Conjunto e individuo

Para el proyecto Marine City, el arquitecto trabaja principalmente siguiendo el diseño urbanístico, definiendo la ciudad mediante complejos o agrupaciones hasta llegar a las edificaciones estructuradas. El desarrollo en las propuestas plantea la organización zonal básica de la metrópoli junto con las tipologías edificatorias que contiene, generando un esquema amplio para la creación del conjunto, diferenciando entre los espacios residenciales e industriales. De esta forma, en cada fase se desenvuelve el planteamiento utilizando diferentes recursos con el objetivo común de crear espacios de confort, eficientes y sostenibles para los habitantes (Ilus. 54).

En primera instancia, para la propuesta del '58 expone los bloques residenciales como torres cilíndricas sumergidas tipo iii (Ilus. 49), que trabajan como boyas verticales con el fin de mejorar la estabilidad del conjunto. Estos elementos capaces de albergar hasta 50.000 personas, proyectan las unidades de vivienda en el muro interior, retirando el nexo de comunicación vertical hacia los extremos y liberando el espacio central, el cual alberga espacios públicos al servicio de la población<sup>57</sup>. En el espacio superior a las torres residenciales se ubica la plataforma flotante horizontal circular, albergando la mayor parte de las zonas urbanas en un entorno abierto al exterior y a nivel del mar. Perimetralmente aparecen las instalaciones esféricas industriales de tipo v, que colaboran con la estabilidad de la ciudad y se conectan mediante un corredor circular externo en el borde. La plataforma se convierte en la conexión principal entre zonas, creando el espacio libre urbano. Respecto a la segunda propuesta se produce un cambio significativo con la primera fase, creando una nueva tipología denominada 'Mova-Block'<sup>58</sup> (Ilus. 55) que pasará a ser la estructura principal de carácter residencial. Se plantean como 'barcos' de hormigón, sirviéndose del 'mástil' como núcleo de circulación vertical, del cual surgen tres corredores en voladizo para dar acceso a las viviendas ubicadas a ambos lados de los mismos. El ámbito inferior de los bloques se considera

espacio urbano, bajo el nivel del mar, en conjunto con las plataformas en las que se encuentran los propios bloques. La separación de zonificación residencial e industrial se remarca de forma más severa que en la propuesta anterior, utilizando el mar como barrera de separación entre espacios con el fin de limitar el contacto a un único punto específico, en el cual se encuentra el bloque principal de administración. La última propuesta del '63 se asemeja en cierta medida a la primera, volviendo a unas formas más sencillas de bloques cilíndricos para las estructuras habitables. Esta tipología consiste en dos muros concéntricos que encierran la comunicación vertical en el centro, repartiendo las viviendas hacia el exterior del elemento, aunque a diferencia de la propuesta del '58 no especifica si el espacio interior es de carácter urbano o privativo<sup>59</sup>. En este caso las plataformas pierden continuidad, apareciendo pequeñas 'islas' que contienen estas tipologías, formando un 'Community Block'<sup>60</sup> gracias a la agrupación de los elementos, utilizando puentes entre los mismos. De igual forma se conecta cada bloque comunitario con la plataforma industrial más cercana, de gran tamaño, consiguiendo que cada barrio comprenda espacios dentro de las diferentes zonas del conjunto, en adición con la plataforma de control que se adjunta a cada comunidad. Esta organización permite una mayor independencia de los bloques entre ellos, planteando el complejo como la unificación de varios grupos dirigidos bajo un centro de gestión principal que se ubica en el espacio central.

Generalmente en las tres fases se propone una diferenciación clara y marcada por zonas, liberando la zona residencial del exceso de flujo para conseguir mayor confort en el espacio urbano, velando por la comodidad de los residentes y utilizando tipologías constructivas de alta masificación propias del metabolismo.

<sup>57</sup> Un ejemplo útil constructivamente para entender la propuesta es el proyecto "Tower-shpaed Community Project" (1958) del mismo arquitecto, en el cual desarrolla en detalle diferentes esquemas para las torres residenciales, utilizando un método similar pero inverso en el cual la comunicación se sitúa en el centro mientras que las unidades de viviendas se extienden al exterior.

<sup>58</sup> Denominación utilizada por Kikutake en el proyecto original de 1960.

<sup>59</sup> En este caso, la organización de las torres es similar al proyecto "Tower-shpaed Community Project" (1958) de Kikutake, contrariamente al primer planteamiento del '58.

<sup>60</sup> Denominación utilizada por Kikutake en el proyecto original de 1960.

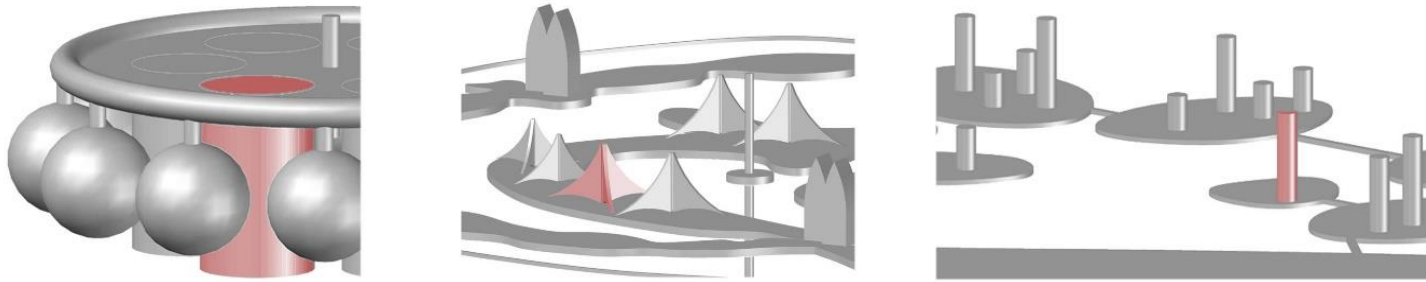


Ilustración 54: Principales edificaciones en cada propuesta, '58, '60 y '63 respectivamente.  
Elaboración propia.

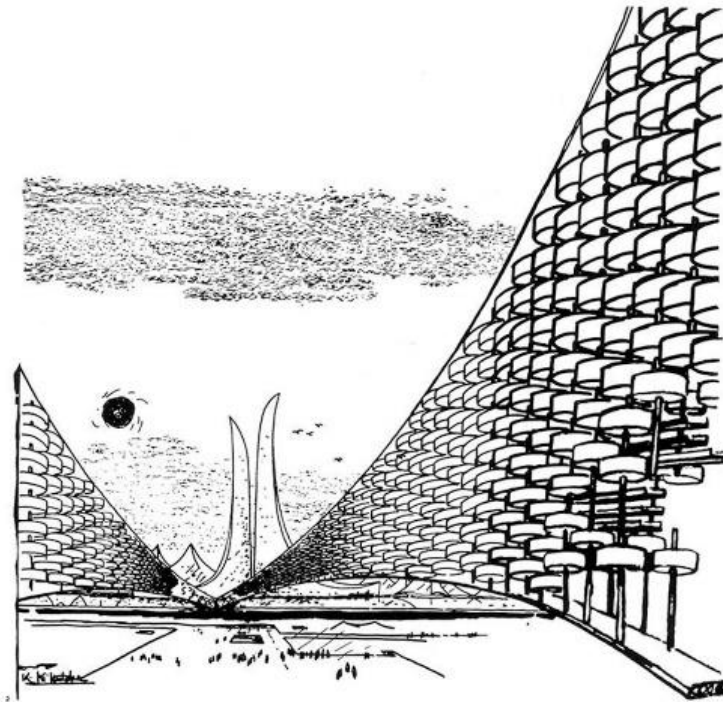
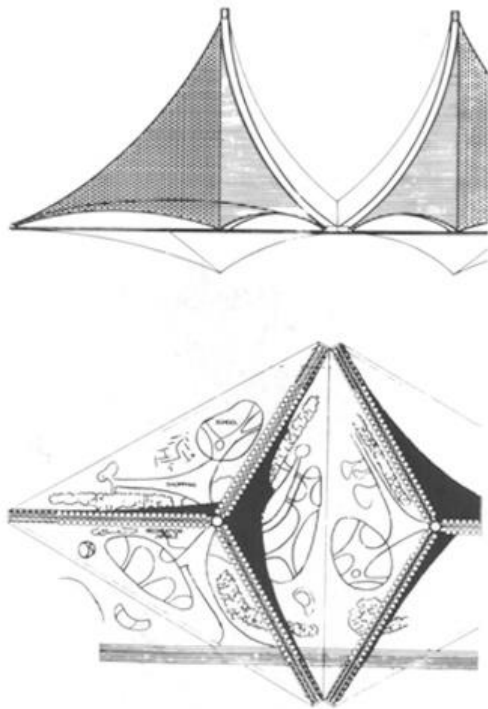


Ilustración 55: Esquemas originales de proyección de los 'Mova-Blocks', 1960, Kiyonori Kikutake.

### 3.6. Materialidad

A pesar de la carencia de detalles constructivos específicos en el proyecto básico, se puede deducir que el material principal para la construcción de Marine City sería hormigón armado, siendo un material utilizable en ambientes marinos, con una elevada resistencia estructural y gran facilidad para adaptarse a las formas utilizadas para la proyección de las propuestas. El hormigón es uno de los materiales más recurrentes en el Metabolismo, empleado para muchos otros proyectos de la misma corriente y reforzado posteriormente por la construcción de 'Aquapolis' por Kikutake para la Exposición Oceánica Internacional de Okinawa en 1975, convirtiéndose este proyecto en un modelo de referencia para la construcción de edificaciones en el mar.

### 3.7. Crecimiento

Uno de los factores más relevantes respecto a la sostenibilidad son los sistemas de desarrollo, la forma en la que la ciudad se adapta a las necesidades de sus habitantes manteniendo una estabilidad clara y definida. La progresión proyectual de las propuestas muestra un especial interés en el crecimiento de la metrópoli, elaborando esquemas que exponen el desarrollo conceptual de las fases para la creación de nuevas agrupaciones partiendo de una unidad básica original. Cada propuesta presenta su propio guion de desarrollo, exhibiendo las posibilidades de cada una para el futuro del proyecto, de forma orgánica y fluida.

La primera fase del '58 es la única de las tres que no contiene esquemas de desarrollo específicos, conformando la ciudad base de forma sólida sin llegar a detallar el avance de la misma, cuya acentuada geometría supone unas posibilidades de ampliación especialmente diferenciadas a las de las demás fases. Para este caso específico se puede suponer que el crecimiento de la ciudad plantea la aparición directa de más unidades básicas, utilizando una trama predefinida para su localización en el océano. A causa de la simetría del proyecto es factible deducir que el crecimiento del mismo se produce siguiendo una trama geométrica predeterminada, sin embargo, existe la posibilidad de que el patrón urbano utilizado no siga las mismas normas que la ciudad, creando agrupaciones más dispares y disueltas. (Ilus. 56)

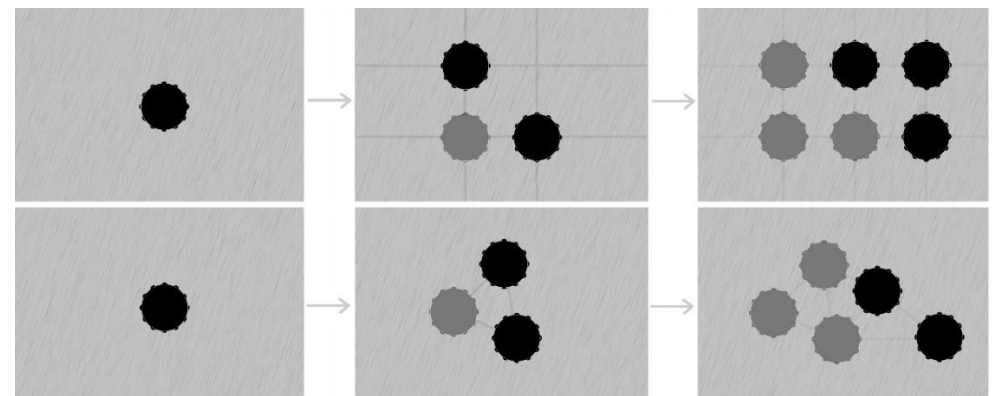


Ilustración 56: Posibilidades de crecimiento para la propuesta Marine City 1958, esquemas de elaboración propia.



Es en la propuesta de 1960 'Marine City Unabara Porject' donde aparecen los primeros esquemas respecto al desarrollo del proyecto se enfoca a la ciudad como un organismo vivo en proceso de expansión. Mediante los bocetos originales de Kikutake se observan tres posibilidades básicas de desarrollo para el crecimiento de la ciudad y la aparición de nuevas células habitables (Ilus. 57).

El primer caso a, comienza con la duplicación del centro administrativo que originariamente se situaba en el punto de conexión de los anillos, creando un nuevo centro en la localización opuesta del anillo interior residencial. Este punto se extiende hasta encontrarse con la zona perimetral industrial, estirando el anillo interior y, seguidamente, se crea un nuevo órgano directivo central en el interior de la célula. Finalmente, los centros administrativos se aproximan entre sí, separando los núcleos de gestión hacia los laterales para formar dos nuevas células iguales a la célula madre. El caso b plantea la creación de un nuevo anillo residencial interior con su centro de administración propio, que se va expandiendo en el interior de la célula hasta limitar con el anillo exterior. Una vez se produce el contacto, se desarrolla el núcleo y se moviliza hacia extremos opuestos, forzando la expansión del anillo perimetral hasta que finalmente cede y se produce la división. En última instancia, el caso c se desarrolla de forma similar al anterior, pero en el exterior de la célula. Comienza con la aparición de un anillo exterior en crecimiento en el punto de conexión principal administrativo, desarrollando su propio anillo interior y posteriormente el núcleo central. Una vez se ha conformado la segunda célula se separan, estableciendo dos células base preparadas para repetir el proceso y multiplicarse.

Respecto a la propuesta de 1963, Kikutake presenta un sistema de crecimiento orgánico similar al de la propuesta anterior pero mejor adaptado a la arquitectura construida y con mayores posibilidades de viabilidad a nivel técnico. La progresión se desarrolla en tres fases, denominadas 'ciudad madre', 'alargamiento' y 'separación' (Ilus. 58). En este caso, utiliza un módulo base al que denomina 'ciudad madre', el cual coincide con las plataformas (i-vi) del esquema original y a partir del cual se desarrolla el crecimiento mediante pequeños avances hasta lograr la formación de una nueva ciudad. La formación de este módulo comienza

con las islas (i y ii) y sus respectivos bloques comunitarios residenciales, construyendo seguidamente las plataformas (iii-vi) enfrentadas, creando un espacio vacío en el centro y ubicando las zonas de producción en sentido perimetral para proteger el espacio residencial interior. Como se ha analizado anteriormente, la ciudad se constituye de 'Community-Blocks', conformados por una isla principal de carácter industrial de cara al exterior y una agrupación de pequeñas plataformas de carácter residencial que incluyen un centro administrativo y de gestión. La unión de los Community-Blocks más el núcleo de dirección principal en el vacío central del conjunto crean la ciudad madre. Partiendo de este módulo base principal surgen nuevos bloques comunitarios, acogidos entre las islas industriales gracias a la configuración cóncava de las mismas, tanto hacia el interior como al exterior del conjunto. Se produce entonces el 'alargamiento' de la ciudad con la aparición de los nuevos bloques (vii y viii), que con el paso del tiempo y conforme a su crecimiento terminarán por alejarse de la 'ciudad madre' para crear una nueva ciudad independiente (ix) y continuar su crecimiento individual.

Aunque el arquitecto no especifica a nivel técnico como se podrían producir estos casos de desarrollo, se puede deducir que el sistema de crecimiento más factible es la tipología c, puesto que es la que menos modifica la célula base, siendo estos cambios una problemática técnica relevante, y se centra en la ampliación a raíz de la misma por adición.

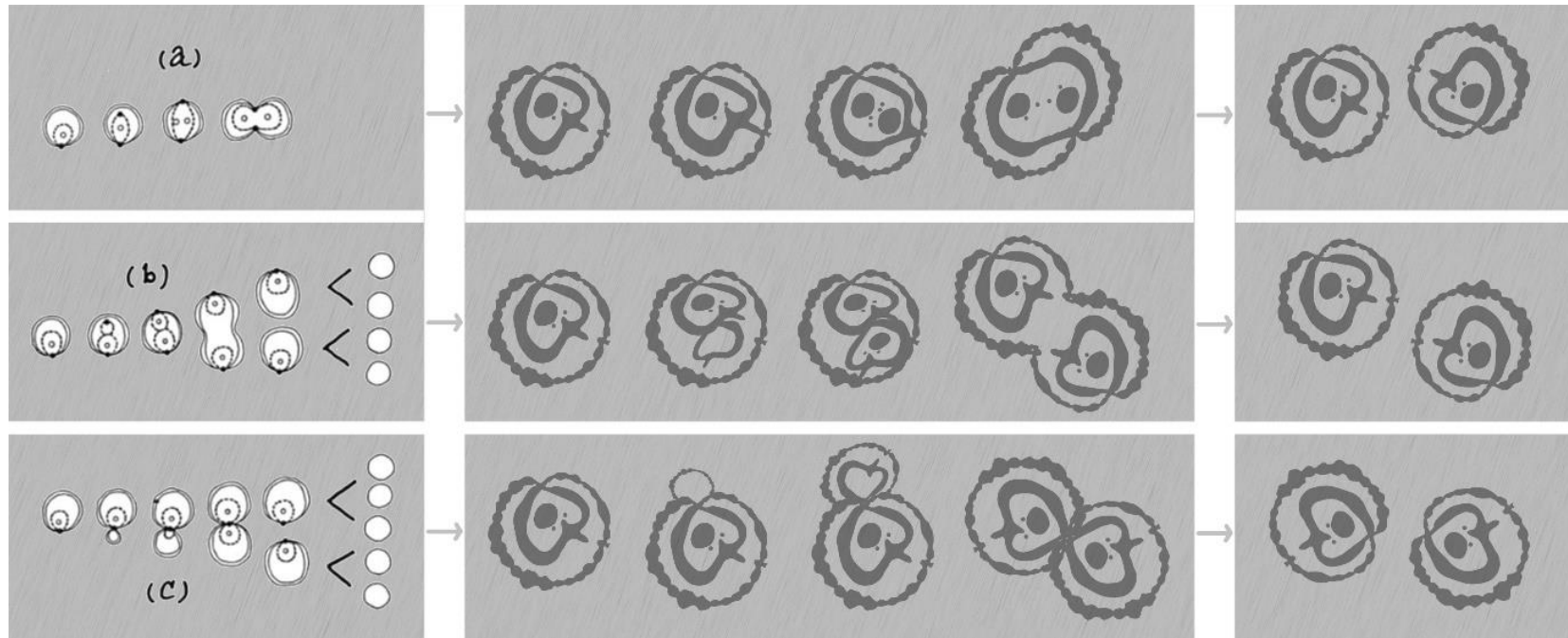


Ilustración 57: Planteamientos de crecimiento orgánico a, b y c para la propuesta de 1960 (Kiyonori Kikutake) y visualización de la ciudad en desarrollo, esquemas de elaboración propia.

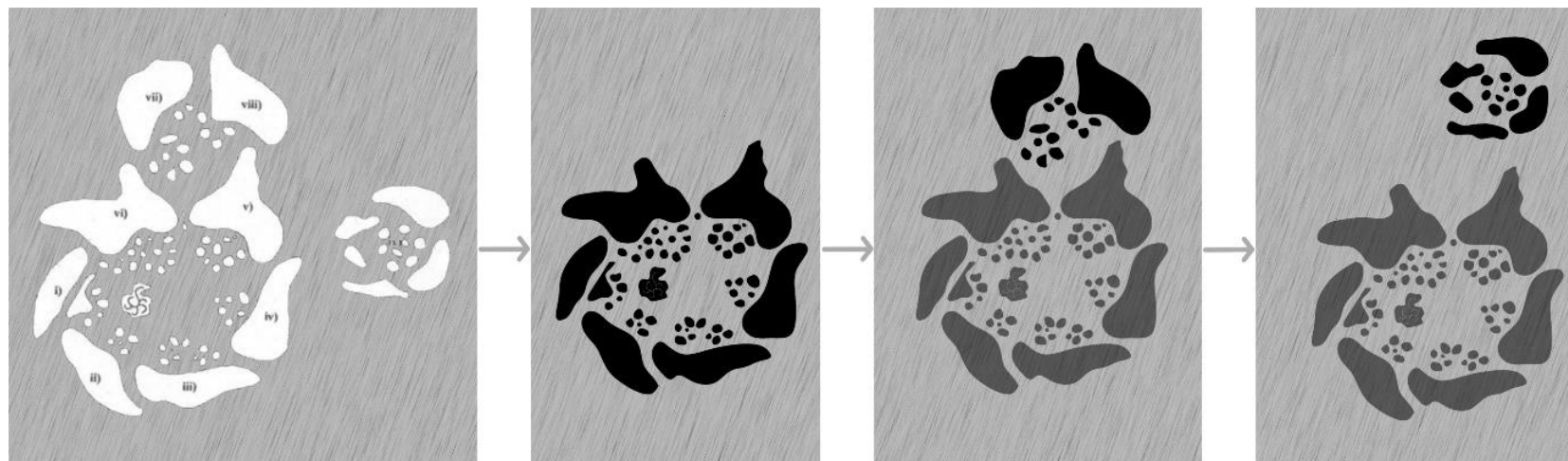


Ilustración 58: Esquema de crecimiento de la propuesta Marine City 1963 (Kiyonori Kikutake) y proceso de desarrollo, elaboración propia.

### 3.8. Energía & Sostenibilidad.

El proyecto Marine City se plantea con un claro objetivo de independencia, apareciendo diferentes mejoras en la progresión de las tres fases para lograr una mayor autosuficiencia de la ciudad y un planeamiento desarrollado para la viabilidad de su futuro. Con el avance del proyecto se aprecia especial interés hacia la producción, tanto energética como alimenticia, y que se ve claramente plasmado en los planos originales de zonificación (Ilus. 59).

En la primera propuesta, la producción se desarrolla en el ámbito perimetral, desplazando la actividad industrial a los volúmenes esféricos sumergidos para liberar el espacio horizontal central, de uso comunitario público. En el centro de esta plataforma se ubica la torre principal de dirección, encargada de gestionar los servicios administrativos y energéticos de la ciudad. Aunque el proyecto no cuenta con documentación específica sobre el funcionamiento de estos espacios o el proceso en sí mismo de producción, la manifestación de zonas dedicadas a este ámbito denota la intención del arquitecto de defender la ciudad ante las necesidades de los habitantes. Conforme avanza el proyecto, el interés se incrementa y se desarrollan nuevos elementos en este aspecto que colaboran a crear un hábitat más sostenible.

La propuesta del '63, de carácter más orgánico, presenta una nueva distribución siguiendo el modelo base, a raíz del cual la zona industrial permanece en el perímetro, pero adquiere mayor superficie y se separa del ámbito residencial buscando un mayor confort para los habitantes. En este caso, los centros de gestión de producción y administración se dividen, manteniendo una ubicación central para los primeros y desplazando los últimos hacia el anillo exterior. De igual forma, destaca la aparición del elemento central similar a una laguna, dedicado específicamente al cultivo y obtención de alimentos marinos. Se remarca la intención del arquitecto respecto a la necesidad de producción referente a la ciudad, delimitando espacios más amplios para la misma junto con elementos más definidos. Sin embargo, la puntualización de los sistemas utilizados en este ámbito sigue siendo escasa.

Finalmente, la última propuesta para Marine City 1963, presenta una organización más detallada y centralizada ubicando un centro de dirección principal al que se dirigen los centros secundarios de cada Community-Block, permitiendo a cada agrupación gestionar su productividad. En esta fase, cada bloque se enlaza a una isla perimetral industrial, otorgando a cada comunidad un espacio propio de producción, con mayor amplitud que en el esquema anterior y mayores posibilidades. Asimismo, el desarrollo de crecimiento de esta propuesta de ciudad es el más viable de los tres casos, con la intención de crear una expansión factible y sostenible de cara al futuro.

Generalmente, el proyecto muestra un gran interés por la independencia y autosuficiencia de la ciudad marina, desarrollando mejoras a través de las propuestas hasta alcanzar el objetivo de sostenibilidad. A pesar de no trabajar en un ámbito más próximo, se aprecia claramente la intención a través de la ordenación urbana, generando grandes superficies destinadas a la producción de bienes y servicios necesarios para la comunidad y organizando la sociedad en pequeñas agrupaciones cómodamente gestionables, similares a la distribución por distritos que se encuentran en diversas ciudades en tierra.

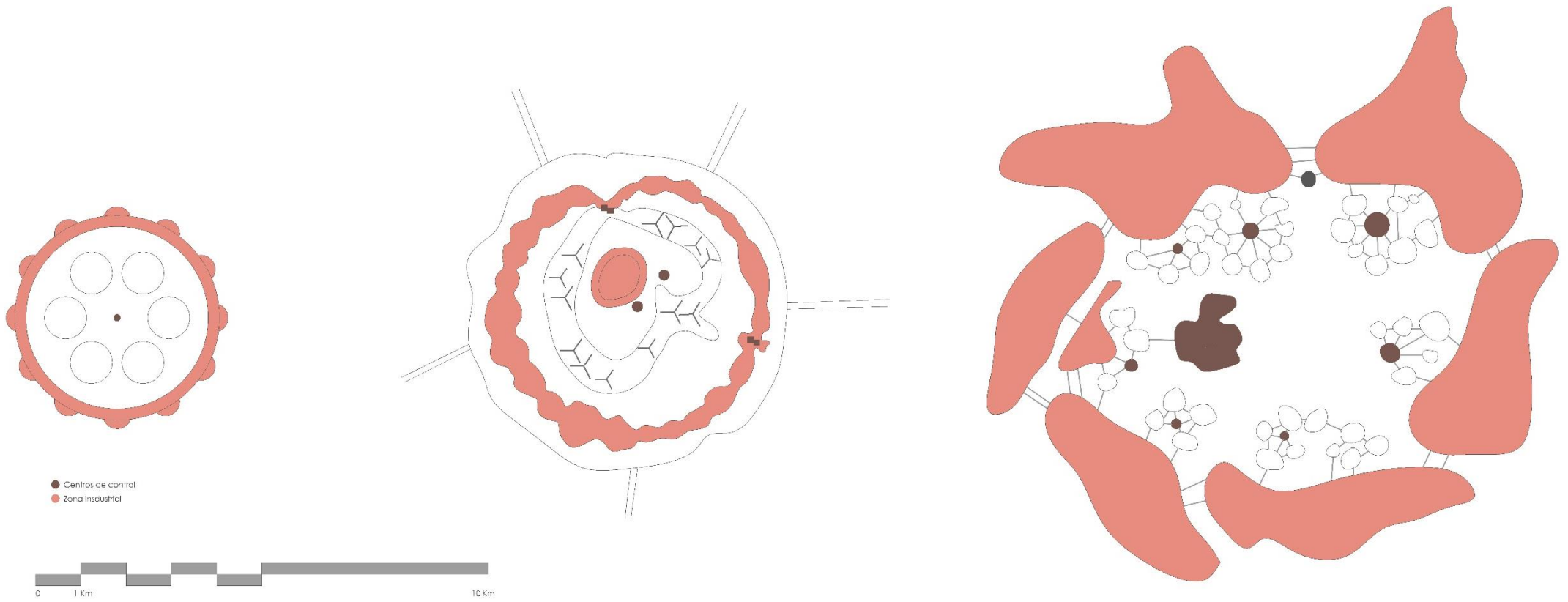


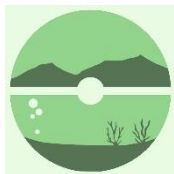
Ilustración 59: Comparación en planta de las propuestas respecto a la superficie dedicada a la producción. Elaboración propia.



## 4. Tres corolarios

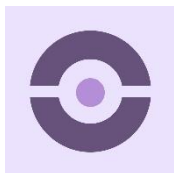
### “El mar y su futuro”

Mediante este análisis se vislumbra el progreso de la metrópoli marina a lo largo del tiempo, el desarrollo que han supuesto para esta tipología específica los grandes avances tecnológicos de la última era. El agua se convierte en una nueva herramienta de proyección sobre la que habitar, al mismo tiempo que se busca la preservación del entorno en el que se ubica.



#### Entorno

Las diferentes propuestas presentan una adaptación eficiente a su entorno inmediato, por medio de nuevos espacios de hábitat protegidos frente a las principales problemáticas del agresivo clima marítimo. Se plantea un aprovechamiento del medio en beneficio propio, ya sea mediante la utilización de campos de cultivo subacuáticos (*Villages sous la mer*) o adaptaciones del diseño arquitectónico para reducir el consumo y mejorar la habitabilidad de los espacios (*Arctic Town* y *Makoko School*).



#### Forma

Generalmente, los proyectos presentan una serie de formas variadas de carácter organicista, siendo una de las configuraciones más adecuadas a nivel estructural para proporcionar un reparto más equilibrado ante los esfuerzos de compresión y tracción a los que se ve sometido el elemento. Algunas propuestas se plantean como la agrupación de elementos, en colaboración con el posible futuro crecimiento de la agrupación, mientras que otros se elaboran de forma única y compacta, centrándose principalmente en la masificación de la ciudad en un único componente. Aparecen diferentes proyectos estimulados por modelos orgánicos con la intención de convertirse en un reflejo construido de la naturaleza, (*Villages sous la mer* y *Lilypad City*), frente a otras propuestas dinámicas más centradas en la función estructural (*Thalassa* y *Bioclimatic Ark*).



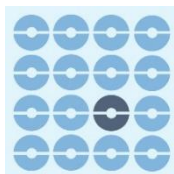
#### Urbanismo & Patrones

Respecto al planteamiento urbanístico, se refleja una pérdida de la dimensión horizontal con el paso del tiempo, se encuentran grandes extensiones en los primeros proyectos que se convierten en ciudades masificadas y compactas en el presente. La mayoría de propuestas presentadas en las décadas de 1950 a 1970 desarrollan una serie de espacios comunitarios en superficie de gran amplitud, planteando en ellos todo tipo de zonas públicas centradas en la interacción de los habitantes, (*Tokyo Bay* y *Thalassa*). Los proyectos de final del siglo XX y principios del XXI comprimen estos espacios en busca de una mayor eficiencia, con la intención de crear un elemento de mayor densidad para reducir en gran medida las circulaciones internas del mismo y enfocarse principalmente en la red de conexiones exterior entre módulos y de acceso, (*Floating City*). Se produce una pérdida generalizada en los nuevos proyectos referente al interés por una arquitectura detallada que se centra en el comportamiento masificado de la ciudad y su desarrollo tecnológico.



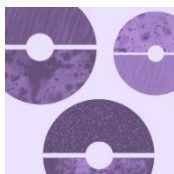
#### Circulación & Movilidad

Debido a la masificación de la ciudad a lo largo del tiempo, se reduce la conectividad horizontal de los espacios interiores en gran medida, se generan una serie de nuevos espacios en los que predomina el movimiento vertical. En las primeras propuestas se aprecia la intención de crear una red de comunicación eficaz entre el elemento principal y la ciudad en tierra utilizada como nexo (*Tokyo Bay* y *Thalassa*), sin embargo, los proyectos más actuales se centran en la creación de ciudades independientes, eliminando esta guía principal con el objetivo de ampliar las posibilidades de localización de las nuevas ciudades marinas (*Lilypad City* y *Freedom Ship*). Asimismo, gracias a los avances tecnológicos acaecidos en las últimas décadas, aparece el concepto de 'ciudad móvil', y se plantea una nueva posibilidad de desplazamiento horizontal del elemento sobre el agua.



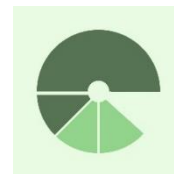
### Conjunto e Individuo

La relación entre el propio conjunto y el individuo que lo habita varía notablemente con el paso del tiempo. Los proyectos anteriores a 1980 comprenden generalmente esquemas más detallados en las distintas escalas, otorgando una mayor relevancia a este ámbito. Sin embargo, las propuestas posteriores trabajan predominantemente con una escala urbanística que no alcanza un nivel de detalle personal. Se podría decir que esta pérdida se debe en parte a la masificación de la célula, puesto que los proyectos más modernos trabajan mayoritariamente con elementos únicos y compactados, con el objetivo de reducir el espacio construido a favor de la eficiencia del mismo. El avance de las nuevas tecnologías ha permitido disminuir en gran medida la necesidad de ocupar grandes ámbitos dedicados particularmente a la producción energética y alimentaria requerida por la ciudad, dando lugar a propuestas de elementos masificados, macizos e independientes de otros módulos (*Green Float*). No obstante, la determinación de las diversas zonas en escalas diferenciadas es necesaria para la adecuada realización del proyecto, puesto que presenta el espacio de hábitat existente y efectivo en detalle (*Arctic Town* y *Villages sous la mer*).



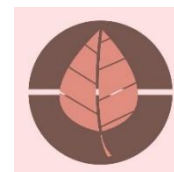
### Construcción

El avance tecnológico en el último siglo se ha producido de forma exponencial aportando novedades en diferentes áreas, incluidas las construcciones de ámbito marítimo. La aparición de nuevos materiales y técnicas constructivas, junto con herramientas y medios más eficaces, plantean nuevas posibilidades referentes a la edificación marina. Desde las primeras demostraciones de megaestructura acuática construida (*Aquapolis*), se han realizado diversas investigaciones que permiten respaldar a nivel técnico-constructivo los proyectos planteados actualmente de forma más eficaz (*Ocean Spiral* y *Green Float*).



### Crecimiento

Dividiendo las propuestas en dos tipologías básicas 'elementos únicos' y 'agrupaciones', se comprende mejor el proceso de crecimiento que se desarrolla en cada una siendo el segundo grupo el de mayor interés, puesto que el primero se plantea mediante repetición del modelo base. Independientemente del año en el que fueron proyectadas, las propuestas analizadas presentan esquemas de progresión adecuados tanto a las posibles futuras necesidades de los habitantes como a la tecnología existente en la actualidad, dando lugar a proyectos de ciudades marinas concretos y teóricamente sostenibles. Se aprecian diferentes modelos de crecimiento orgánico (*Villages sous la mer*) y geométrico (*Tokyo Bay* y *Seasteed*), válidos y eficaces para el desarrollo gradual de la metrópoli en grandes espacios de mar abierto. La evolución de este ámbito es esencial, puesto que la ciudad se encuentra en constante progreso y necesita un sistema de agregación factible y sencillo para continuar su desarrollo y satisfacer las necesidades requeridas por los residentes.



### Energía & Sostenibilidad

En cuanto al área energética, se han producido grandes avances en las últimas décadas que hacen posible la creación, abastecimiento y mantenimiento de la ciudad por sí misma. Debido a su localización en mar abierto, la capacidad del conjunto para ser autosuficiente es un elemento de vital importancia para garantizar la supervivencia de los habitantes. Mediante la utilización de combinaciones de fuentes de energía sostenibles como la energía solar, eólica, mareomotriz o térmica, se plantea un nuevo modelo de ciudad ecológica que colabora con el medio ambiente para reducir los efectos del cambio climático. En el ámbito científico se han desarrollado nuevas técnicas de producción alimentaria y conservación del medio natural de gran utilidad para esta tipología, puesto que reducen la cantidad de residuos producidos y mejoran el aprovechamiento del entorno inmediato al mismo tiempo que contribuye a la limpieza del mismo (*Bioclimatic Ark* y *Green Float*).

### Marine City como ciudad posible.

El desarrollo producido a través de las diferentes fases de Marine City muestra la adecuación del proyecto a las circunstancias y sus necesidades futuras, dando lugar a un planteamiento conciso y con grandes posibilidades en 1963. Tanto la aparición de una barrera de protección específica frente al entorno, como la transformación de formas geométricas a una configuración de carácter organicista denotan el progreso del proyecto hacia un sistema más sostenible, centrándose en la analogía comparativa de la ciudad como ser vivo en constante crecimiento. El centro urbano se expande, en base al crecimiento de la población, dando lugar a un módulo que nace de la célula madre. Con el tiempo, esta agrupación continúa su propio desarrollo hasta separarse de la original para formar una nueva ciudad similar.

A pesar de no contar con esquemas detallados a una escala más próxima, se realiza la zonificación base acorde a las necesidades de la ciudad, creando espacios generalizados que cubren los ámbitos fundamentales. Se desdibuja la circulación y se genera una red de conexión elemental centrada en los ejes principales, verticalidad para las edificaciones y horizontalidad para los espacios exteriores y comunitarios. No se comprende el conjunto sin el habitante, conceptualizado en la propuesta del '63 mediante la individualización de los espacios, la separación de las zonas industrializadas de ámbito público como pantalla de protección ante el océano y las zonas residenciales protegidas en el interior de la célula madre. Asimismo, se presentan los respectivos organismos de administración y gestión como núcleo de la ciudad, sirviendo como infraestructura principal para la autosuficiencia y sostenibilidad del conjunto. **Aunque el proceso técnico de construcción no se define en detalle, la tecnología actual y los nuevos materiales permiten la composición de los elementos necesarios para crear la ciudad y convertirla en una realidad.**

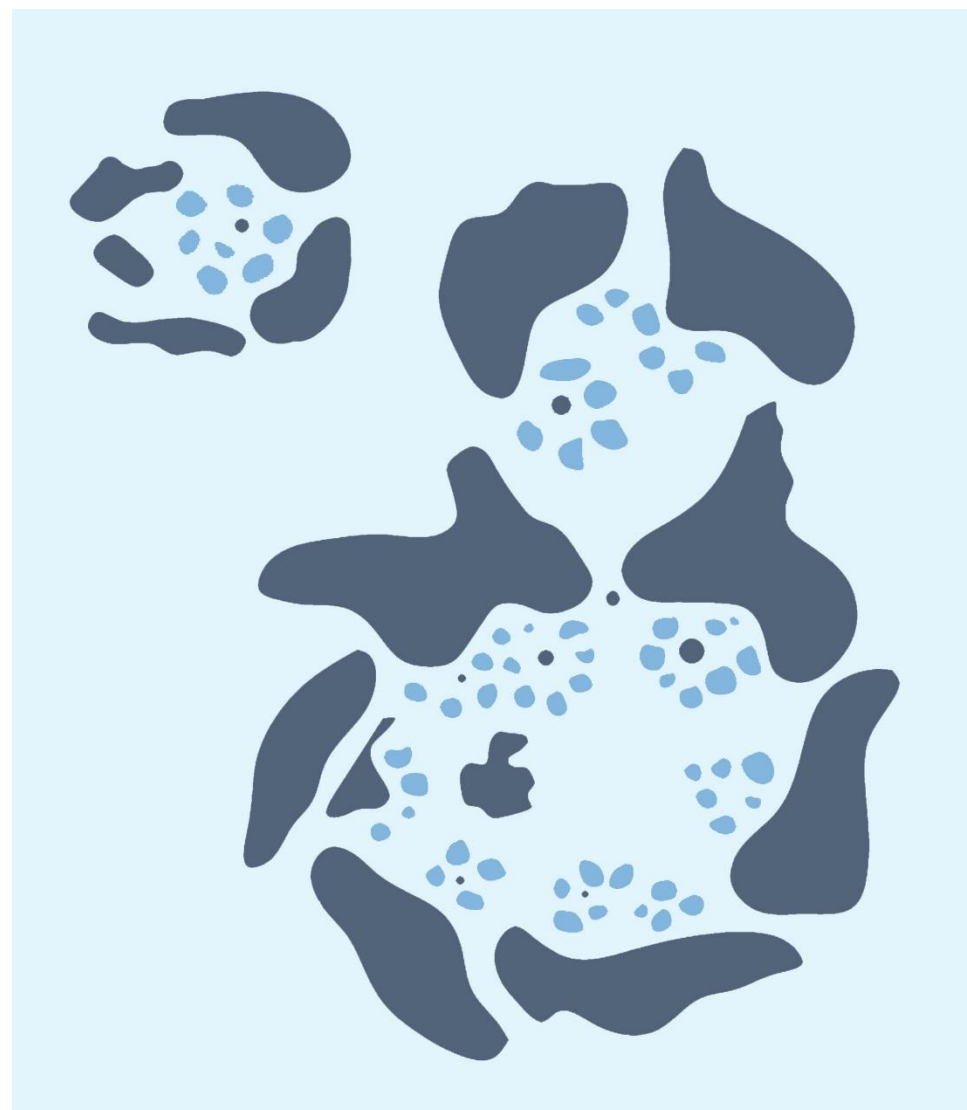


Ilustración 60: Esquema simplificado de la propuesta Marine City 1963

## Potencial de la ciudad marina en la actualidad.

*“He visto que la arquitectura flotante pasa de ser una arquitectura extraña a una propuesta real. Hace cien años la invención del ascensor nos permitió construir verticalmente; ahora necesitamos entender el agua como una dimensión adicional para las ciudades”. -Koen Olthuis (2019)<sup>61</sup>*

El propósito de aprovechar los océanos como hábitat humano se ha visto reforzada desde la aparición de los primeros desarrollos en ingeniería acerca de la construcción de superficies en el mar en la década de 1920. En la actualidad, el exponencial crecimiento de la población y la consecuente ampliación de las infraestructuras en las ciudades, junto con la necesidad de mantener el requerido espacio verde para las mismas, conlleva la búsqueda de nuevas estrategias de desarrollo que colaboren con las nociones de sostenibilidad de los habitantes, ya sea mediante sistemas de apoyo o la creación de nuevos núcleos urbanos. Las principales limitaciones padecidas en el último siglo en este ámbito constructivo se han centrado especialmente en la carencia de tecnología para proyectar un entorno sostenible y autosuficiente marítimo, sin embargo, en los últimos años se han desarrollado diversos procedimientos y técnicas a través de los cuales se puede llevar a cabo esta realidad.

A pesar de que el espacio marítimo supone un 71% de la superficie del planeta, su aprovechamiento actual como hábitat es reducido, encontrando ejemplos de construcciones más limitadas como las islas artificiales Pam<sup>62</sup> en Dubai, diversas plataformas de investigación oceanográfica o de uso militar y hoteles como el Poseidon Undersea Resort<sup>63</sup>, que no llegan a alcanzar una escala urbana. Recientemente se ha desarrollado un interés específico sobre la materialización de ciudades flotantes, debido en gran parte a los avances tecnológicos y la posibilidad de crear un núcleo urbano independiente y autosuficiente, utilizando fuentes de energía sostenibles que salvaguardan el entorno en el que se encuentran.

Asimismo, los proyectos más recientes engloban espacios dedicados específicamente para el cultivo de alimentos terrestres u oceánicos junto con la inclusión de zonas de bosque para fomentar la biodiversidad, empleando sistemas de reciclaje que reutilizan los residuos originados para alimentar la producción en otros ámbitos. Respecto al consumo energético de la ciudad, se plantea el aprovechamiento de fuentes renovables como la energía solar, eólica, mareomotriz y térmica, utilizando sistemas combinados para garantizar el flujo de energía necesario para la subsistencia de la ciudad.

La construcción de ciudades marinas presenta diversas ventajas para el medio ambiente, ofreciendo soluciones que emplean un consumo íntegro de energías renovables, incluyendo sistemas de reciclaje y limpieza del entorno próximo, colaborando con los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por las Naciones Unidas para garantizar un estado sustentable de bienestar junto con la protección y salvaguarda del medio ambiente. Otra de las ventajas destacables de esta tipología es la movilidad, se aprovecha la oportunidad de ubicar la ciudad en localizaciones de apoyo o estratégicas, con la posibilidad de desplazarse a voluntad según las necesidades de la población o las inclemencias climáticas. La proyección de ciudades marinas es, al fin y al cabo, una solución viable actualmente a las principales cuestiones, la cual plantea nuevos espacios de hábitat para el ser humano que se adaptan a las necesidades de los residentes y al entorno, con el objetivo de desarrollar el potencial sin explotar de la superficie marítima.

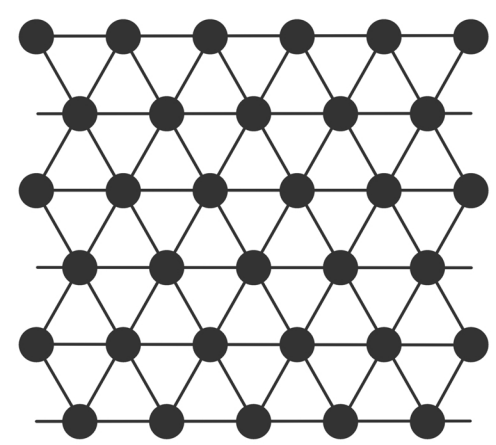
<sup>61</sup> Koen Olthuis es un arquitecto holandés, fundador de Waterstudio.NL especializado en la proyección y construcción de estructuras flotantes para contrarrestar los efectos del cambio climático a nivel marítimo.

<sup>62</sup> Conjunto de islas artificiales sobre el que se planea una infraestructura comercial y residencial, situado en la costa de Dubai, Emiratos Árabes Unidos.

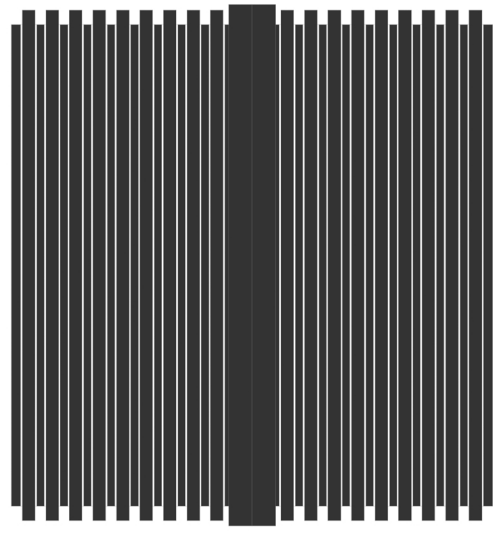
<sup>63</sup> Hotel submarino situado en la Isla Katafinga, Fiji.



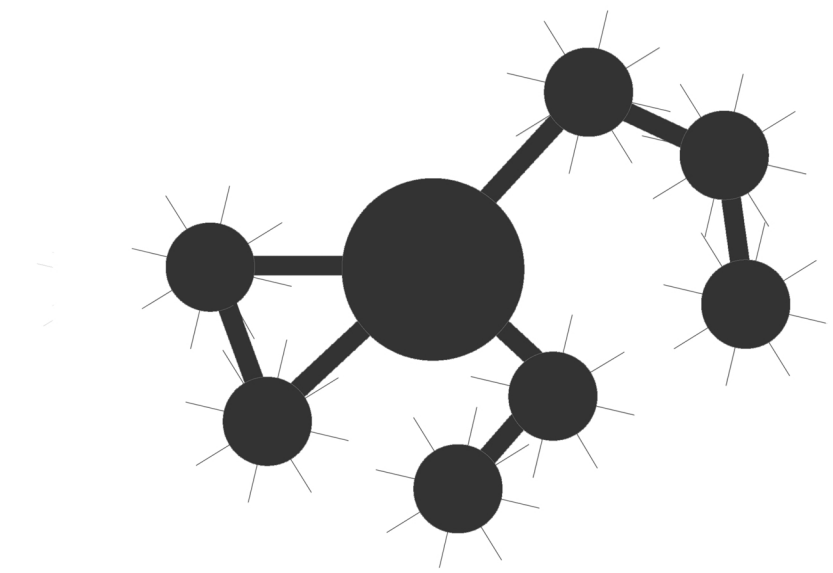
Underwater City  
(1964)  
Sin escala



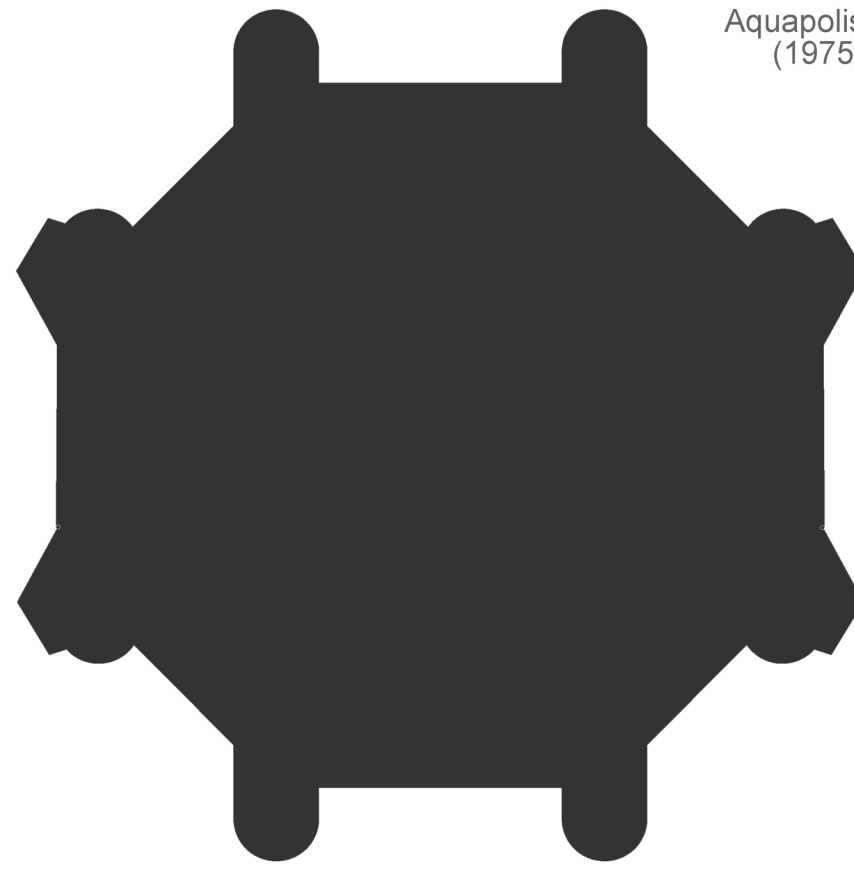
Makoko Floating School  
(2013)



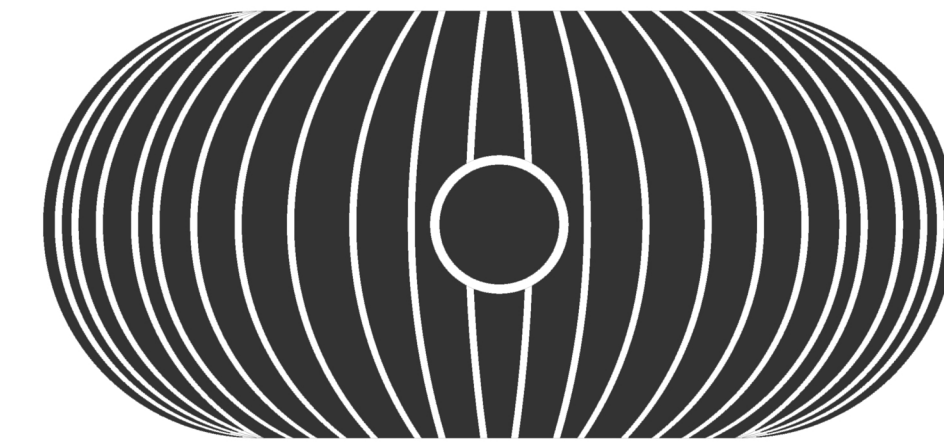
Villages sous la mer  
(1973)



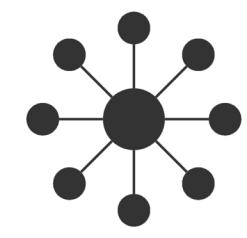
Aquapolis  
(1975)



Bioclimatic Ark-Hotel  
(2010)



Sub Biosphere 2  
(2010)



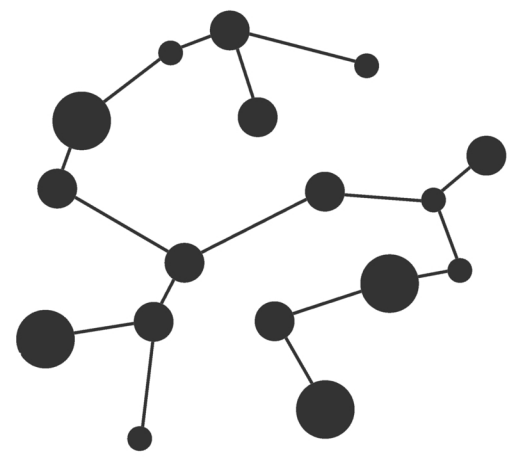
Arctic Town  
(1958)



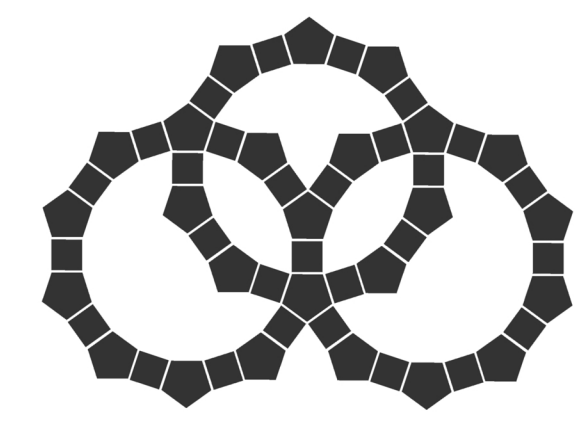
Thalassa  
(1963)



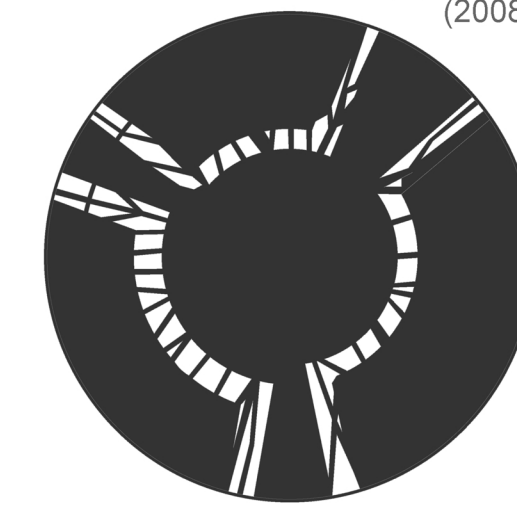
Floating City  
(2008)



Seasteed  
(2013)



Lylipad City  
(2008)



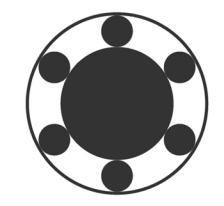
Freedom Ship  
(1990)



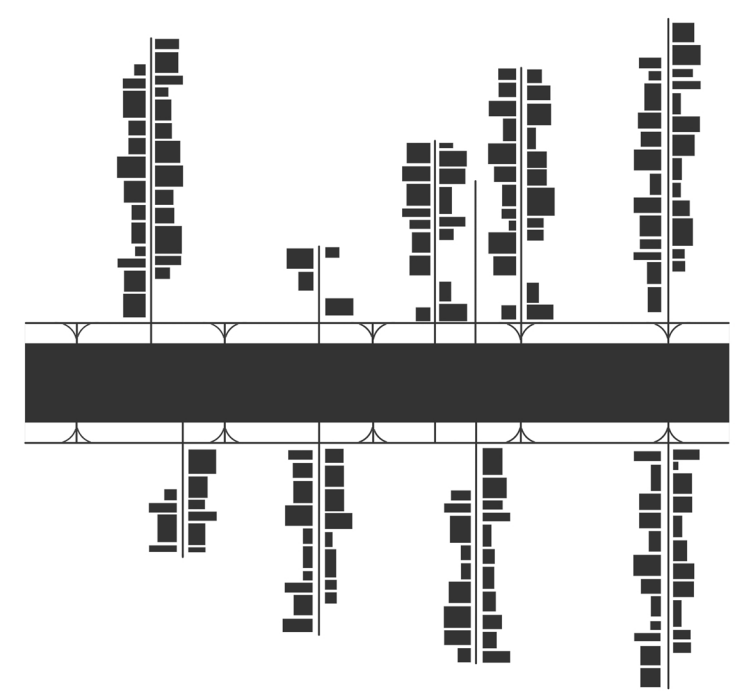
Ocean Spiral  
(2014)



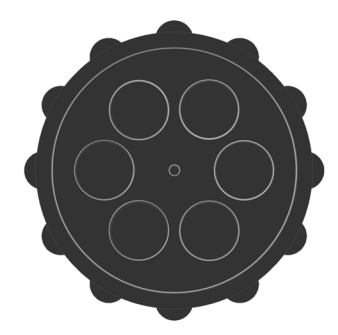
Green Float  
(2010)



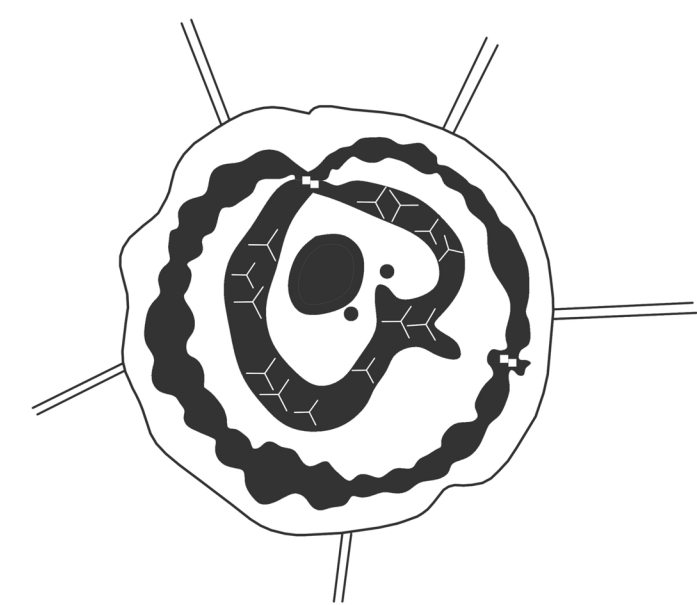
Tokyo Bay  
(1960)



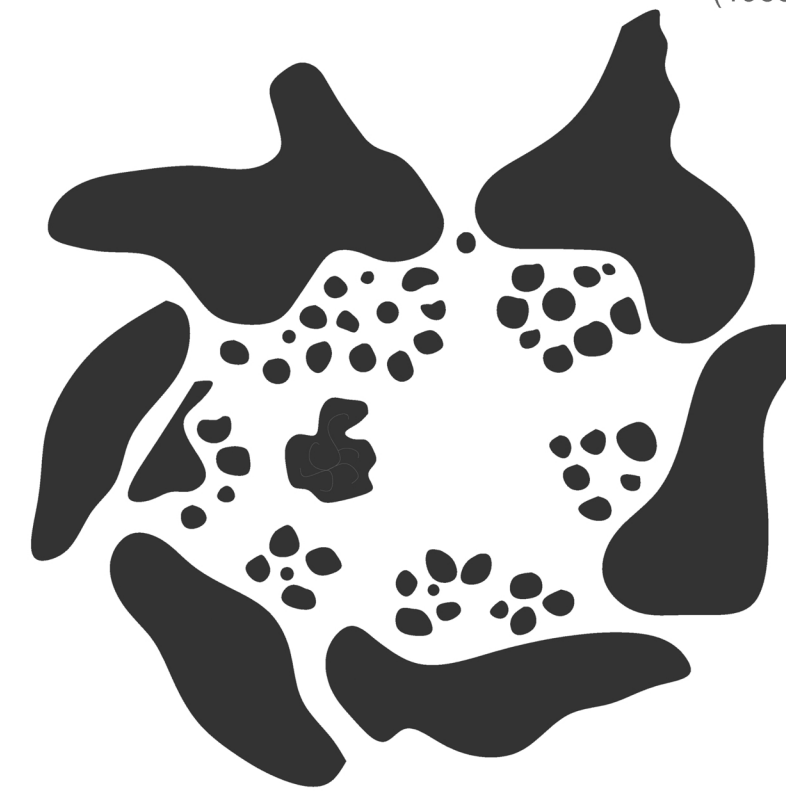
Marine City Project  
(1958)



Marine City Unabara Project  
(1960)



Marine City Project  
(1963)



Localización específica

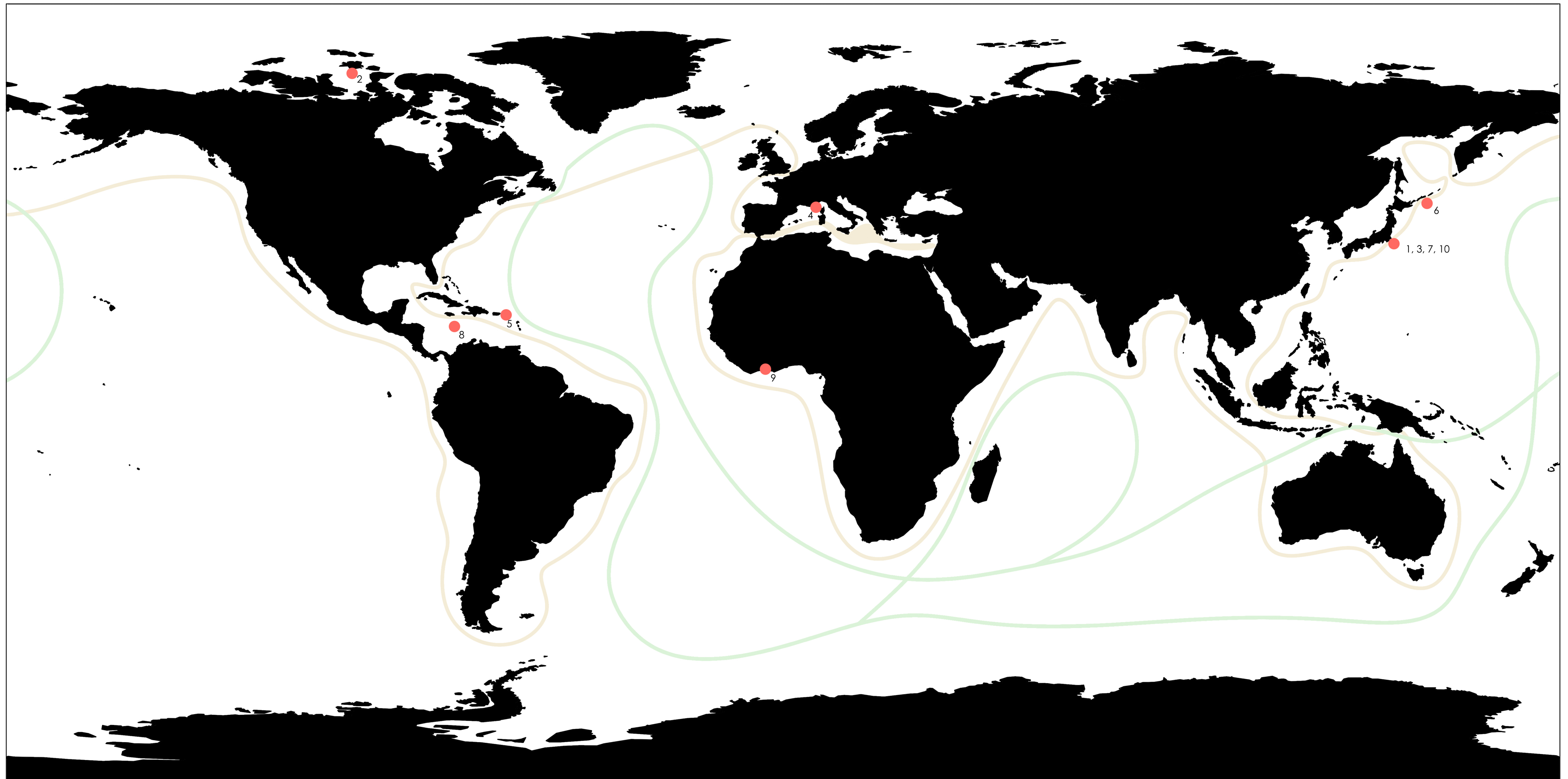
1. Marine City ('58, '60 y '63)\_Tokio, Japón.
2. Arctic Town (1958)\_Bahía Resolute, Canadá.
3. Tokyo Bay (1960)\_Tokio, Japón.
4. Thalassa (1963)\_Mónaco, Francia.
5. Villages sous la mer (1973)\_Islas Vírgenes, Estados Unidos.
6. Aquapolis (1975)\_Okinawa, Japón.
7. Green Float (2010)\_Japón.
8. Seasteed (2013)\_Mar Caribe.
9. Makoko School (2013)\_Lagos, Nigeria.
10. Ocean Spiral (2014)\_Japón.

Sin localización

- Underwater City (1964)\_Sin localización.  
 Floating City (2008)\_Sin localización.  
 Bioclimatick Ark (2010)\_Sin localización.  
 Sub-Biosphere 2 (2010)\_Sin localización.

En movimiento

- Freedom Ship (1990) ●  
 Lylipad City (2008) ●



## 5. Bibliografía

1. Agence Jacques Rougerie, *Villages sous la mer* (s.f.) Recuperado de <http://rougerie.com/fre/project/27>
2. Agudo-Martínez, M.J. (2015). La casa como cápsula: Planteamientos conceptuales del grupo Archigram. Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Sevilla España.
3. Andrianov A. (2005). Hydroelastic analysis of very large floating structures. Dnipropetrovsk National University. Dnipropetrovsk, Ukraine.
4. Bernis I Catalayud, J. (2010). Patrones de urbanización y vulnerabilidad. Revista Catalana de Seguretat Pública. (Noviembre 2010) pp.115-126.
5. Blaxell V. (2010). Preparing Okinawa for Reversion to Japan: The Okinawa International Ocean Exposition of 1975, the US Military and the Construction State. *The Asia-Pacific Journal* 29-2-10, July 19, 2010.
6. Cemaliye E., Alpar Atun R. (2019). The self-organizing city and the architecture of Metabolism: An architectural critique on urban growth and reorganization. Department of Architecture, Eastern Mediterranean University. Famagusta, Turkey.
7. Chang-Ho Moon, (2019). A study on the sustainable features of realized and planned floating buildings. Department of Architecture and Building Engineering of Kunsan National University. Kunsan, Republic of Korea.
8. Cowley R. (2016). Eco-cities: Technological Showcases or Public Spaces?. University of Westminster. London, United Kingdom.
9. ECT Team Purdue (2007) Smart Leg: Float-over-Deck Installation. ECT Fact Sheets. (136).
10. Erkens, G., Bucx, T., Dam, R., de Lange, G., and Lambert, J. (2015) Sinking coastal cities. *Proc. IAHS*. (372) pp.189-198
11. Freedom Cruise Line International, *City at the sea* (s.f.) Recuperado de <http://freedomship.com/>
12. Furlong K., Kooy M. (2017). Worlding water supply: Thinking beyond network in Jakarta. *International Journal of urban and regional research* (41/6) pp.888-903.
13. Gaspar-Tebar D., Sagrera-Moreno J.L. (1997). Durabilidad del hormigón frente al agua de mar. *Informes de la Construcción* (30/291). pp.49-74.
14. Hajra B. (2014). A review of some recent studies on buoyancy driven flows in urban environment. Department of mechanical engineering, University of Hong Kong. Hong Kong, China.
15. Hidden Architecture, *Arctic Town* (11 Noviembre 2015) Recuperado de <http://hiddenarchitecture.net/arctic-town/>
16. Jacques Rougerie Database, *Thalassa* (s.f.) Recuperado de <http://www.jacquesrougeriedatabase.com/Projects/project/4/0>
17. Koolhaas R., Ulrich Obrist H. (2011) *Project Japan: Metabolism Talks*. Koln, Germany. Taschen
18. Lamas-Pardo M., Iglesias G., Carral L. (2015). A review of Very Large Floating Structures (VLFS) for coastal and offshore uses. *Ocean engineering* (109) pp.677-690.
19. Müller A. et al (2010). *Arctic Perspective: Cahier No. 1: Architecture*. Ostfildern, Germany. HATJE CANZ.
20. NLÉ, *MFS I - Makoko Floating School* (2012) Recuperado de <http://www.nleworks.com/case/makoko-floating-school/>
21. Nyilas A. (2016). On the formal characteristics of Kiyonori Kikutake's 'MarineCity' projects published at the turn of the 50's and 60's. Department of Human Environmental Design, Sugiyama Jogakuen University. Nagoya, Japan.
22. Ogochukwu Okeke F., Chukwumeka Chukwuali B. and Enechojo Idoko A. (2019). Environmentally-responsive design; A study of Makoko floating school building. *International Journal of Development and Sustainability* (8/8) pp.476-487.
23. P.J. Yang, P. (2015). Design for urban metabolism: From 1950s-1970s Japanese metabolism to the post-oil city design theory. GCP Workshop at Toyota High-level Symposium on Sustainable Cities. Aichi, Japan.
24. Pernice R. (2009). Considerations on the theme of marine architectures in the early projects of Masato Otaka, Kiyonori Kikutake and Noiaki Kisho Kurokawa. *International Conference on East Asian Architectural Culture*. Taunan, Taiwan.
25. Phil Pauley Innovation Consultant, *Sub-Biosphere 2* (s.f.) Recuperado de <https://www.philpauley.com/>
26. Power, K., Wirfs-Brock, R. (2018). Understanding architecture decisions in context. *European Conference on Software Architectures*. Madrid, Spain.
27. Reham M. M. Mohie El-Din (2015). Futuristic Cities "Aqua Cities". *International Conference on IT, Architecture and Mechanical Engineering (ICITAME'2015)*. Dubai, United Arab Emirates.

28. Remistudio, *Edificio Bioclimático Autónomo 'Kovcheg'* (s.f.) Recuperado de <https://www.remistudio.ru/-----wa0hr>
29. Rossi, S., Barile F., Caso A. (2016) Dominance weighted social choice functions for group recommendations. *Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal*. (4/1) Napoli, Italy.
30. Rougerie J., Vignes E. (1978). *Habiter la mer*. Paris, France. Editions maritimes & d'outre mer.
31. Sadler S. (2005). *Architecture without architecture*. Cambridge, United States. The MIT Press
32. Sadler S., (2011). Chalk John Warren 1927-1987, *Oxford Dictionary of National Biography*. Oxford University Press (October 2011)
33. Schalk M. (2014). The architecture of Metabolism. Inventing a culture of resilience. *Arts* (3) pp.279-297.
34. Schnädelbach, H. (2018). Adaptative Architecture, a conceptual framework. *MediaCity Interaction of Architecture, Media and Social Phenomena*. pp.523-555.
35. Semir de la Sotilla, A. (2007). Consideraciones de diseño del hormigón en estructuras offshore. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Barcelona. Barcelona, España.
36. Shimizu Corporation, *Ocean Spiral deep sea future city concept* ((s.f.) Recuperado de <https://www.shimz.co.jp/en/topics/dream/content01/>
37. Shimizu Corporation, *The environmental island Green Float* ((s.f.) Recuperado de <https://www.shimz.co.jp/en/topics/dream/content03/>
38. Taira Alonso, J. (2017). [re]Japón. La concepción del espacio turístico: del territorio a la arquitectura, en *Mirai. Estudios Japoneses* 1(2017) pp.279-290.
39. The Seasteading Institute, *Reimagining civilization with floating cities* (s.f.) <https://www.seasteading.org/>
40. Urgenda organisation. *The Floating City*. (October 2008) <https://www.urgenda.nl/>
41. Vidal Tomás, J. (2011). Mat-City. Plan de Kenzo Tange para un mundo flotante. *DPA: Documents de Projectes d' Arquitectura* (27/28) pp.100-107.
42. Vincent Callebaut Architectures, *Lilypad* (s.f.) Recuperado de [http://vincent.callebaut.org/object/080523\\_lilypad/lilypad/projects](http://vincent.callebaut.org/object/080523_lilypad/lilypad/projects)
43. Wang C.M., Tay Z.Y. (2011). *Very Large Floating Structures: Applications, Research and Development*. The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. Hong Kong, China.
44. Widodo A. (2017). Analyzing Indonesia's NCICD Project to stop the capital city sinking. School of social and political sciences, University of Glasgow. Glasgow, Scotland.
45. Yaneba A. (2005). Scaling Up and Down: Extraction trials in architectural design. *Social Studies of Science* (35/6) pp.867-894.
46. Z. Abidin H., Andreas H., Gumilar I., Fukuda Y., E. Pohan Y., Deguchi T. (2011). Land subsidence of Jakarta (Indonesia) and its relation with urban development. *Natural Hazards* (59)