

TUVALU PROJECT

T

S C F

V

N I A R I O

R O O K

P

2018 FALL  
WINTER

R



Tuvalu Project  
Scenario Book

투발루 프로젝트  
시나리오 북

## Preface

### Prism: Co-scenarios - request of participation

The <Scenario Book> consists of two parts: 'Expanding Archive' and 'Alternative Tuvalu scenario'. The 'Expanding Archive' categorizes the issues that need to be addressed for Tuvalu's sustainability and accumulates applicable technologies and practices. 'Alternative Tuvalu scenario' coordinate the individual alternatives gathered in the 'expanding archive' and apply it to the whole Tuvalu as one integrated system. As the archive expands, the options of the scenario increase as well, and each scenario is represented by a diagram or an architectural drawing.

The Scenario Book politely requests the readers' participation because of the complexity inherent in climate change and sustainability issues of Tuvalu. Facing a huge and complicated system requires a process of simplifying and dealing with the details, then zooming out the scale again to construct the relationship between the issues. We believe that this process is not feasible with a small number of individuals and is only possible through the spectrum of knowledge and opinions of many people.

Readers can participate in the project by submitting the following content in a free format and amount to [join@tvpr.tv](mailto:join@tvpr.tv).

1. All Categories in 'Expanding Archive' \*
2. Opinions or alternatives to 'Alternative Tuvalu scenario'
3. Any other content that can be shared through TVPR regarding climate change, sustainability, and Tuvalu

\* Categories of <Increasing Archives> may increase according to the suggestions of the participants.

All the content sent by readers is included in the next edition of the book, which will be updated semi-annually, and the TVPR website will be updated accordingly. All submissions will be credited to the submitter and will not be limited by source. If the reader wishes to add content from other websites to a particular category of <Increasing Archives>, the submitter and source credits will be listed together.

Hyun Seok Kang

프리즘: 공동의 시나리오 - 참여의 요청

<Scenario Book>은 ‘확장하는 아카이브’와 ‘대안적 투발루 시나리오’의 두 파트로 구성된다. ‘확장하는 아카이브’는 투발루의 지속가능성을 위해 해결되어야 할 이슈들이 카테고리화 되어 이에 적용 가능한 기술이나 사례들을 축적한다. ‘대안적 투발루 시나리오’는 ‘확장하는 아카이브’에 모인 개별적 대안들을 조율하여 하나의 통합적인 시스템으로 묶어 전체 투발루에 적용한다. 아카이브가 확장함에 따라 시나리오의 옵션도 함께 늘어나며, 각 시나리오는 다이어그램이나 건축적 드로잉으로 표현된다.

<Scenario Book>이 독자들의 참여를 정중히 요청하는 이유는 기후변화나 투발루의 지속가능성 문제가 필연적으로 내포하고 있는 복잡성 때문이다. 거대하고 복잡한 체계를 마주하기 위해서는 세부 사항들을 단순화하고 확대하여 다룬 후, 다시 스케일을 넓혀 각 사항 간의 관계를 구성하는 프로세스가 요구된다. 우리는 이러한 프로세스가 소수의 개인들이 아닌 다수의 지식과 의견의 스펙트럼을 통해서만 가능하다고 믿고 있다.

독자들은 다음과 같은 내용을 자유로운 형식과 분량으로 join@tvpr.tv에 제출함으로써 프로젝트에 참여할 수 있다.

1. ‘확장하는 아카이브’의 모든 카테고리\*
2. ‘대안적 투발루 시나리오’에 대한 의견 혹은 대안
3. 그 밖에 기후변화, 지속가능성, 투발루에 관련하여 TVPR을 통해 공유할 수 있는 모든 내용

\*<증가하는 아카이브>의 카테고리는 참여자의 제안에 따라 늘어날 수 있다.

독자들이 보내온 모든 내용은 반기별로 증편되는 다음 버전의 책자에 수록되며, 이에 따라 TVPR 웹사이트도 함께 업데이트된다. 모든 제출 내용물에는 제출자의 크레딧이 명기되며, 출처의 제약을 받지 않는다. 만약, 독자가 타 웹사이트에 게재된 내용을 <증가하는 아카이브>의 특정 카테고리에 추가하기를 원하여 제출한다면, 제출자와 출처의 크레딧이 함께 명기된다.

강현석

*The 'Expanding Archive' divides the issues that Tuvalu has to consider into sustainability into nine categories and archives applicable technologies and cases for each. The materials accumulated in this sector will be the resources that make up the new scenarios. As of July 2018, there are only one-dimensional materials available in this archive for anyone to find on the internet, but we hope that the contents of each category will continue to evolve according to the knowledge, interests, search ability, and creativity of participants. The contents of the nine categories are as follows, and this is also likely to be evolved.*

‘확장하는 아카이브’는 투발루가 지속 가능하기 위하여 고려해야 할 이슈들을 9개의 카테고리로 나누고, 각각의 사항에 대해 적용 가능한 기술과 사례들을 축적한다. 이 섹터에서 모아진 자료들은 새로운 시나리오들을 구성하는 리소스가 된다. 2018년 7월 현재, 이 아카이브 안에는 누구나 인터넷에서 찾을 수 있는 일차원적인 자료들만 존재하지만, 참여자 개인들의 지식과 관심사, 검색 능력, 창의력에 따라 계속해서 각 항목의 내용이 진화되기를 기대한다. 9개의 카테고리 내용은 다음과 같으며 이 항목 역시 변화될 가능성을 가지고 있다.

- A. Securing Territory
- B. Food from Land
- C. Food from Sea
- D. Livestock Farming
- E. Water Production
- F. Energy Production
- G. Transportation
- H. Waste Management
- I. New Sources of Revenue

- A. 영토의 유지
- B. 대지로부터의 식량
- C. 바다로부터의 식량
- D. 목축
- E. 물 생산
- F. 에너지 생산
- G. 교통
- H. 쓰레기 관리
- I. 새로운 수입원

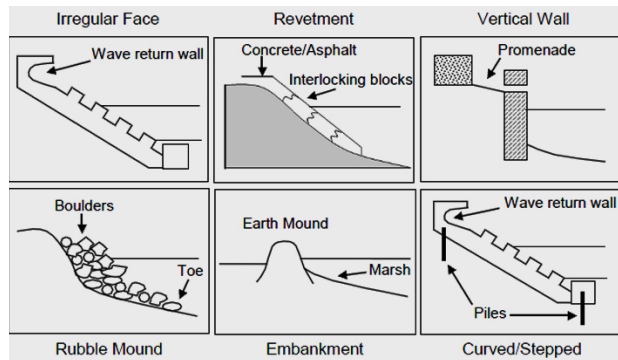
# A.

# SECURING TERRITORY

This category consists of methodologies for Tuvalu to secure its territory against sea level rising. Starting from a typical way of blocking the waters with a series of high walls, this is open to all 'imaginatively practical' methods to keep Tuvalu's territory still existing on the map even in case sea level reaches on a threatening level. If possible, options are also going to be contained on how to obtain materials for certain methodologies.

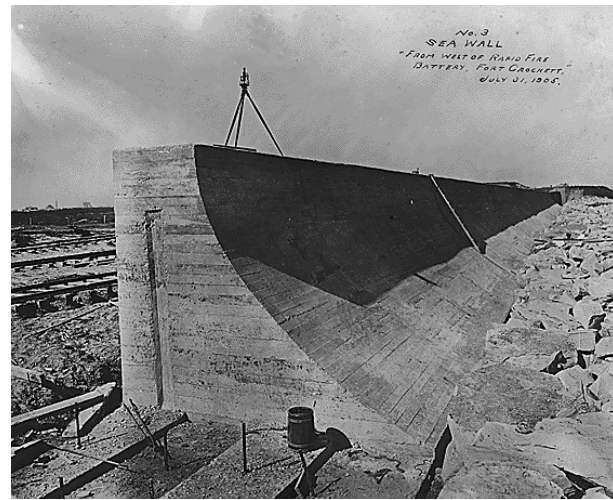
본 카테고리는 해수면 상승에 대하여 투발루의 영토를 지킬 수 있는 방법론들로 구성된다. 이것은 일련의 높은 벽들로 물을 막는 전형적인 방법부터 시작하여, 해수면이 위협 수준에 도달하는 경우에도 투발루의 영토가 지도상에 여전히 존재할 수 있도록 할 수 있는 '상상적으로 실현 가능한' 모든 방법에 열려 있다. 가능할 경우, 특정한 방법론을 위한 재료들을 어떻게 확보 할 것인가에 대한 옵션들도 포함된다.

## A-1 SEAWALL



Provided they are appropriately designed to withstand the various forces, seawalls will provide protection against water levels up to the seawall design height. Therefore, in the past the design height of many seawalls was based on the highest known flood level. Seawalls also have a much lower space requirement than other coastal defences such

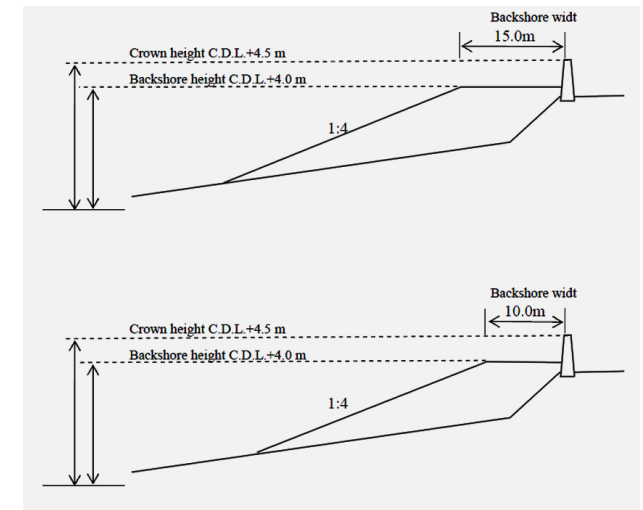
파도의 다양한 하중들에도 버틸 수 있도록 잘 고안된 방조제는 구조물의 높이까지 해수가 넘어오지 않도록 기능할 수 있다. 따라서 지금까지의 방조제들은 지역에서 가장 높았던 수위에 맞춰서 그 높이가 결정되었다. 방조제들은 또한 독과 같은 다른 해안 방어 방법들과 비교해서 상대적으로 적은 공간을 필요로 하는 장점이 있다. 기후변화와 관련해서는 바다의 수위가 높아짐에



as dikes. When considering adaptation to climate change, another advantage of seawalls is that it is possible to progressively upgrade these structures by increasing the structure height in response to SLR (Sea Level Rising).<sup>[1]</sup> However, issues of maintenance and ruining the landscape of the sea are disadvantages.

따라 방조제의 높이를 추가로 더 확장시킬 수 있는 것 또한 장점이다.<sup>[1]</sup> 그러나, 유지관리의 문제와 해안변 풍경의 아름다움과 접근성을 떨어트린다는 단점을 가지고 있다.

## A-2 BEACH NOURISHMENT



While seawall is constructing structure, beach nourishment is forming a new topography by artificial addition of sediments to a beach area. There is little influence on the surrounding coast. Also, There is no hindrance to future regeneration of beaches with a supply of earth and sand. However, Auxiliary facilities are needed in order to maintain the design section due to littoral movement of earth and sand. Also, where to get the materials is main issue.<sup>[1]</sup>

방조제는 구조물을 건설하여 해수면 상승으로 인한 침수를 막는 반면에, 해변조성은 침전물을 해변에 인위적으로 더해 새로운 지형을 형성하는 방법이다. 해변조성은 주변 해안에 거의 영향을 미치지 않으며, 흙과 모래의 공급에 따른 미래의 해안재생에도 방해가 되지 않는다는 장점을 가지고 있다. 그러나, 시간이 지나면서 파도 및 태풍에 의해 모래와 흙이 이동할 수 있고, 이러한 지형의 변형을 방지하기 위한 대책 및 부대 시설들이 필요하다. 또한, 광범위한 지형을 형성할 건설 재료들을 어디서 공급받을 것인가도 중요한 이슈이다.<sup>[1]</sup>

[IMG-A-1-1] Variation in design type of seawalls  
"Technologies for Climate Change Adaptation", UNEP Riso Centre

[IMG-A-1-2] Seawall, Galveston district, Texas, United States  
Unknown

[IMG-A-2-1] Standard section of Beach Nourishment  
"The study for assessment of ecosystem, coastal erosion and protection / rehabilitation", Japan International Cooperation Agency

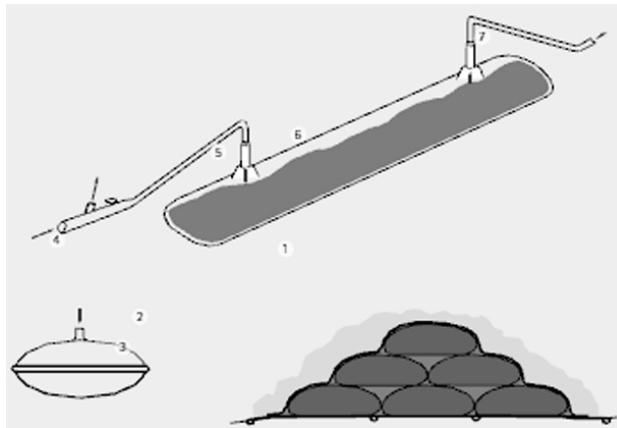
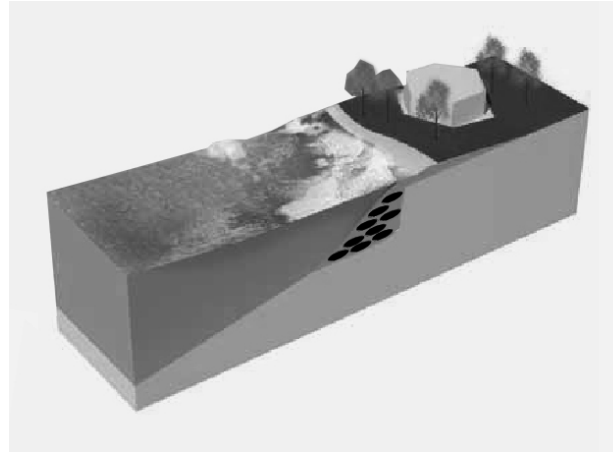
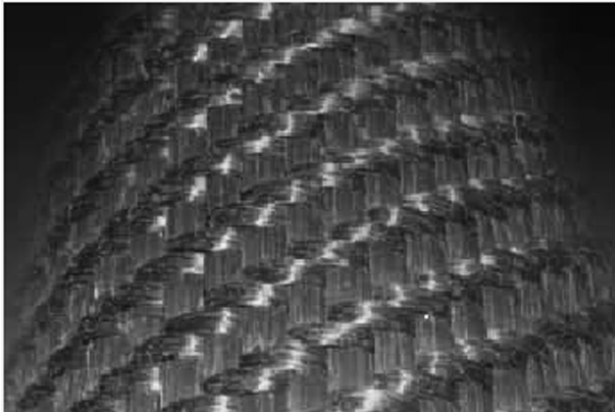
[1]  
Technologies for Climate Change Adaptation,  
UNEP Riso Centre

[1]  
"The study for assessment of ecosystem,  
coastal erosion and protection / rehabilitation",  
Japan International Cooperation Agency



## A-3 BEACH NOURISHMENT BY GEOTEXTILE CONSTRUCTION

Added at 2016-05-19



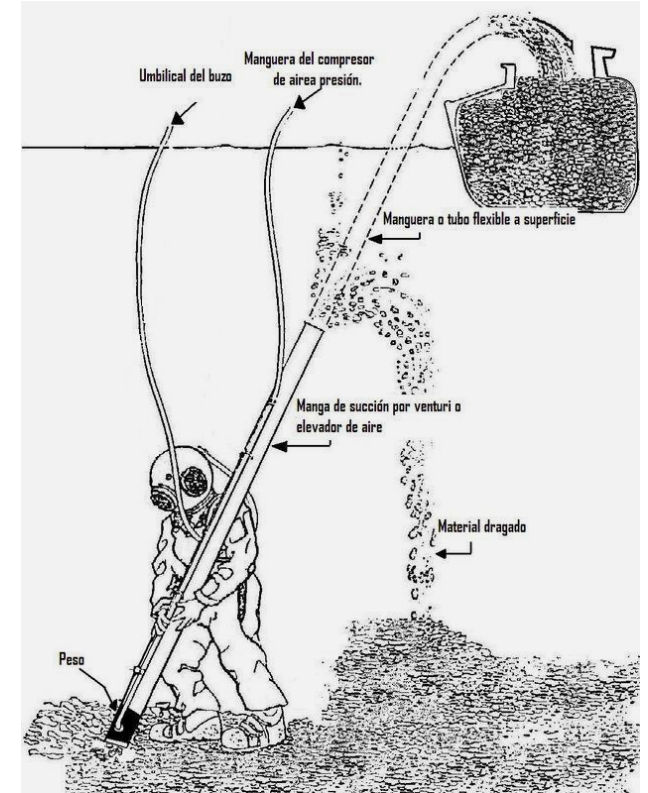
This construction method utilizes geotextile fabric containers (such as Geotubes<sup>®</sup> manufactured by the Tencate corporation) which are filled with sediment and stacked to create new landforms. The weave of the geotextile cloth retains fine matter and the resultant shapes are massive and stable. This construction strategy has a great economy of means: a small quantity of fabric is needed to create substantial results. Also, the work is performed from the water, with little disruption to human activity. <sup>[1]</sup>

[IMG-A-3-1] Geotextile Construction  
'On the Water: Palisade Bay', Catherine Seavitt, Adam Yarinsky et al., Guy Nordenson, Texts by Barry Bergdoll, Michael Oppenheimer

[IMG-A-3-2] Geotextile Construction  
'On the Water: Palisade Bay', Catherine Seavitt, Adam Yarinsky et al., Guy Nordenson, Texts by Barry Bergdoll, Michael Oppenheimer

[1]  
'On the Water: Palisade Bay', Catherine Seavitt, Adam Yarinsky et al., Guy Nordenson, Texts by Barry Bergdoll, Michael Oppenheimer

## A-4 AIRLIFT DREDGE



이 시공방법은 지오텍스타일(토목섬유) 컨테이너에 모래, 자갈과 같은 골재들을 넣고 쌓음으로써 새로운 지형을 형성하는 방법이다. 직조된 지오텍스타일 천은 미세한 물질들까지도 흘러나가지 않도록 유지하며, 이렇게 형성된 형태는 거대하고 안정적이다. 이 방법은 매우 경제적이다. 안정적인 지형을 형성하는데 있어서 적은 양의 직물만 필요하며, 물속에서도 작업이 가능해서, 해안변의 다른 활동들에 방해를 주지 않는다.<sup>[1]</sup>

[IMG-A-4-1] Airlift Dredge  
From Wikipedia, Unknown

## A-5 FORAM SAND PROJECT

Added at 2016-05-21

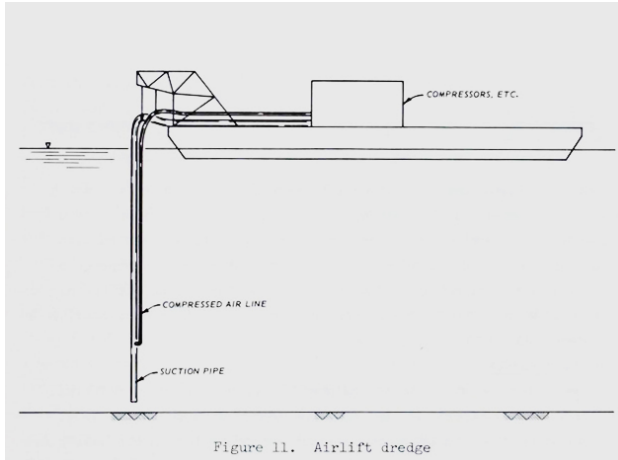


Figure 11. Airlift dredge

Airlift dredging is one of the methods to get materials for the beach nourishment from the seabed. Its principle is simple. Air injected into a submerged suction pipe causes the fluid density inside the pipe to be less than that outside; therefore, water flows into and up the pipe, carrying solid material with it. The injected air provides all the energy required to raise solid to the surface.<sup>[1]</sup>

‘Airlift dredging’은 해빈조성을 위한 모래, 자갈과 같은 재료들을 해저로부터 구할 수 있는 방법들 중 하나로서, 그 원리는 간단하다. 바다 밑으로 내려진 흡입관에 공기를 주입하여 관 안의 유체밀도가 바깥보다 적어지면, 그 안으로 물이 들어오면서 모래, 자갈과 같은 고체물질들을 함께 수반하는 원리이다. 주입된 공기가 해저의 고체 물질들을 수면 밖으로 끌어 올리는데 필요한 모든 에너지를 공급하는 셈이다.<sup>[1]</sup>

[IMG-A-4-2] Airlift Dredge  
*‘Beach Nourishment Technics’, Thomas W. Richardson*

[1]  
*‘Beach Nourishment Technics’, Thomas W. Richardson*



[IMG-A-5-1] Star Sand: Foraminifera  
*SATREPS, Japan Science and Technology Agency*

TUVALU PROJECT

Added at 2016-05-21



Star sand is a type of protozoa called foraminifera that develops a star-shaped calcareous shell. When it dies, the shell becomes sand. Surprisingly, two-thirds of the land of Tuvalu is actually made up of these foraminifera sand. And so, the aim of this project is to cultivate foraminifera in order to increase sand production, thereby restoring the islands’ natural abilities to deal with the rising sea level.<sup>[1]</sup> This Project is being supported by SATREPS, Japan Science and Technology Agency and the University of Tokyo.

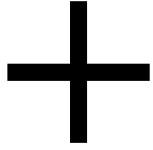
원생동물에 속하는 ‘Star sand’는 ‘foraminifera’로 불리우며, 별 모양의 석회질 껍데기를 형성하는데, Star sand가 죽으면서 이 껍데기는 모래가 된다. 놀랍게도 현재 투발루의 2/3의 영토는 모두 이 별 모양의 모래로 이루어져 있다. 따라서, 이 프로젝트는 ‘foraminifera’를 대량으로 길러내어 모래의 생산량을 늘림으로써, 해수면 상승에 대응해 섬 자체가 자연적 능력을 회복할 수 있도록 하는 것에 목표를 두고 있다.<sup>[1]</sup> 이 프로젝트는 일본의 SATREPS와 Japan Science and Technology Agency, 그리고 동경대에 의해서 투발루에서 진행 중이다.

[IMG-A-5-2] Culturing foraminifera at Funafuti site  
*‘The Coastal Ecosystem in Tuvalu and Geo-ecological Management against Sea-Level Rise’, Hajime KAYANNE, Takashi HOSONO, Akihiro KAWADA in Foram Sand Project*

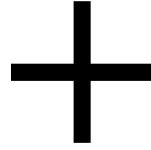
[1]  
*SATREPS, Japan Science and Technology Agency*

Scenario Book

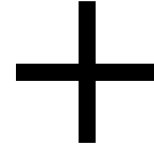
**TO BE ADDED**



**TO BE ADDED**



**TO BE ADDED**



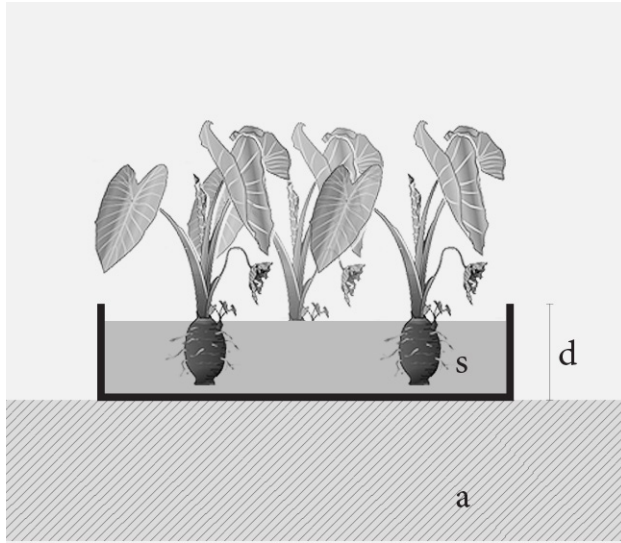
# B.

# FOOD FROM LAND

Category B addresses the question of how Tuvalu can produce sufficient quantities and a wide variety of food again for its population in salinated soils due to recent flooding and intrusion of sea water. This is an issue of food security that is directly linked to Tuvalu's sustainability. In addition to this, this category is also going to cover ways in which Tuvalu can maximize food production overcoming the limit of small-scale arable land.

카테고리 B는 투발루가 최근 바닷물의 홍수와 침범으로 인해 염화된 토양에서, 자국민을 위한 충분한 양과 다양한 종류의 식량을 다시 생산할 방법들에 대한 질문을 다룬다. 이것은 투발루의 지속 가능성과 직결되는 식량 안보에 관한 이슈이다. 여기에 더해, 본 카테고리에서는 투발루가 소규모 경작지의 규모적 한계를 극복하고 식량 생산을 극대화할 방안들도 함께 다루게 될 것이다.

## B-1 RAISED BED FARMING



Raised bed farming is a form of farming in which the soil is formed in beds, which can be of any length or shape. The soil is raised above the existing land and it is enclosed by a frame generally made of wood, rock, or concrete blocks, and may be enriched with compost.<sup>[1]</sup> Because of its formation, raised bed farming can be an alternative way of cultivating foods on Tuvalu's land that is suffered from increased soil

'Raised bed farming'은 토양을 존재하는 대지 위로 올려 만든 단에서 농사를 짓는 형식으로서, 길이나 모양이 자유롭다. 단의 토양은 보통 나무, 돌, 콘크리트 블록들로 만들어진 프레임에 의해 유지되며 퇴비를 통해 그 질이 향상되기도 한다.<sup>[1]</sup> 이러한 형식 때문에 'raised bed farming'은 토양내 염류가 증가하고 있는 투발루의 오염된 토지 위에서 경작을 위한 대안 중 하나로 고려될 수 있다. 실제로, 태평양환경사업사무국

[IMG-B-1-1] Diagram of Raised Bed Farming  
A: existing land S: fertile soil D: depth can be varied according to different vegetables.



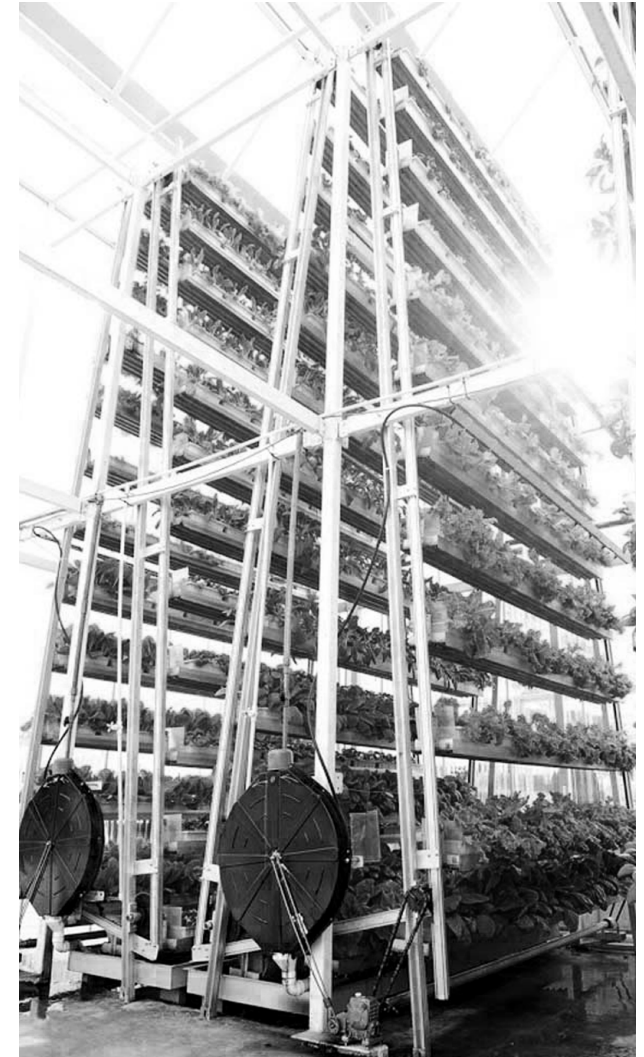
salinity. With a same reason, The Secretariat of the Pacific Regional Environment Programme (SPREP) recommended the use of raised beds to protect crops against saltwater intrusion in several countries such as Solomon Islands.<sup>[2]</sup>

[IMG-B-1-2] Raised bed farming in Western Australia  
Department of Agriculture and Food, Western Australia

[1]  
Wikipedia  
[2]  
SPREP: <https://www.sprep.org/pacc/solomonislands>

## B-2 VERTICAL FARMING

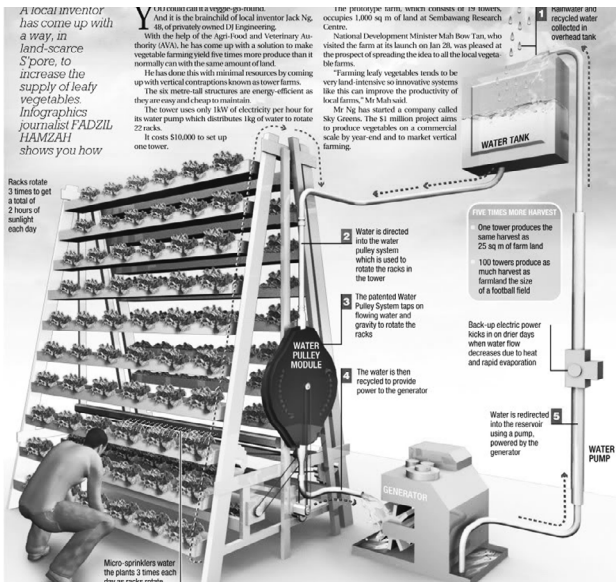
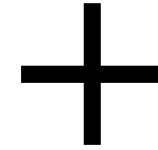
Added at 2016-06-01



(SPREP)은 바닷물의 토양 내 침투로부터 농작물들을 보호하기 위해 'Rasied bed farming'을 도입할 것을 솔로몬제도와 같은 나라들에게 추천해 왔다.<sup>[2]</sup>

[IMG-B-2-1] Vertical Farming System, called "A-Go-Gro" technology  
MNDSingapore

Added at 2016-06-22



Vertical farming is a system to maximize the use of land for food production. Even though generally devised for the high-densed urban area like Singapore to overcome land scarcity, it can also be applied on Tuvalu with its less dependence on the size of the site and its soil quality. Panasonic Factory Solutions Asia Pacific opened Singapore's first licensed indoor vegetable farm in 2014. Now its annual

‘Vertical farming(수직 농업)’은 식량 생산을 위해 대지의 이용을 극대화하고자 하는 시스템이다. 일반적으로 싱가포르와 같이 밀도가 높은 도시 지역에서 농사를 위한 땅의 부족을 극복하기 위해 고안되었지만, 이 시스템은 투발루에도 적용될 수 있다. 대지의 크기와 토양의 질에 대해 의존성이 낮은 성격 때문이다. 2014년 Panasonic Factory Solutions Asia Pacific은 싱가포르의 첫번째 공식적인 실내 농장을 열었다.

production capacity is from 3.6 tonnes to 81 tonnes and it is on target to contribute 5% to Singapore's local production by 2016.<sup>[1]</sup> (Total population of Singapore is 5,500,000 in 2015 while Tuvalu's is 10,000)

현재 이 농장은 매년 3.6톤에서 81톤의 식량을 생산할 수 있으며 2016년까지 전체 싱가포르 국내 생산량의 5%에 도달하는데 목표를 두고 있다.<sup>[1]</sup> (참고로 2015년 싱가포르의 인구는 5,500,000명이고 투발루의 인구는 약 10,000명이다.)

[IMG-B-2-2] Vertical Farming System  
The New Paper, Singapore, 2011, Feb, 15

[1]  
Panasonic News Room Global, 2015, 11, 18

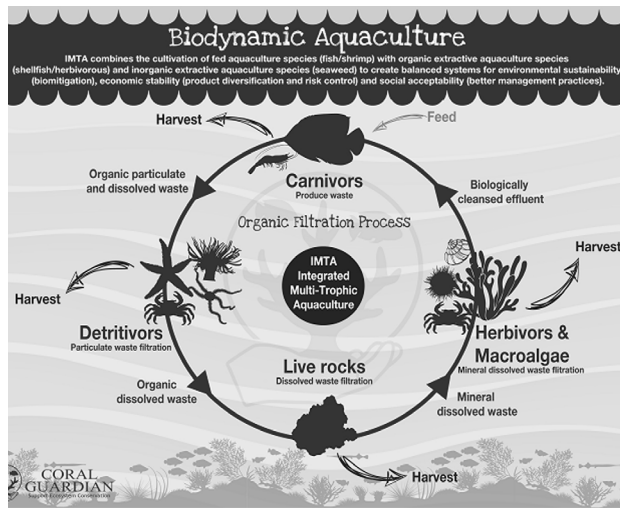
# C.

# FOOD FROM SEA

Tuvalu, which consists of nine islands, has a small area of 26km<sup>2</sup>, but also has EEZ of 900,000km<sup>2</sup>, about 34,600 times its size. Category C explores the possibilities for the sea as another arable area of Tuvalu. Can wider seas of Tuvalu become an active production platform to create food and various revenue resources, while developing the tourism industry as it keeps the natural environment uncontaminated?

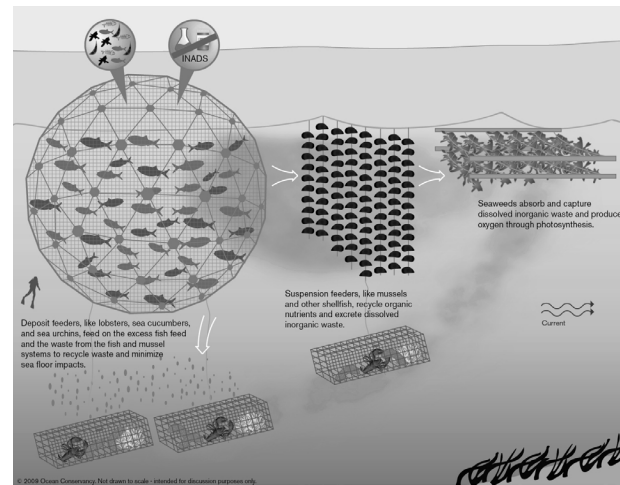
9개의 섬으로 구성된 투발루는 26km<sup>2</sup>의 작은 면적이지만, 이의 약 34,600배 크기인 900,000km<sup>2</sup>의 배타적 경제 수역을 가지고 있다. 카테고리 C는 투발루의 또 다른 경작지로서 바다의 가능성을 모색한다. 투발루의 넓은 바다는 천연의 환경을 오염되지 않도록 유지하여 관광 산업을 발전시키는 동시에, 식량과 다양한 수입원을 창출하는 적극적인 생산 플랫폼이 될 수 있을까?

## C-1 IMTA



To minimize the negative impacts of nutrient pollution from open-ocean fish farming, Integrated Multi-Trophic Aquaculture (commonly referred to as 'IMTA') is a system in which seaweeds (kelps and other algae), suspension feeders (mussels, clams, and oysters), and deposit feeders (lobsters, sea cucumbers, and sea urchins) are cultured in the proximity of fish cages to recycle the waste byproducts

'IMTA'(다영양 입체 양식)는 어류 양식시 어류가 이용한 사료와 이를 먹고 배출한 배설물로부터 발생하는 오염을 최소화 하기 위한 시스템이다. 이 시스템은 가두리 양식장에 근접하여 해조류(다시마 와 말), 현탁물-섭식자(홍합, 조개, 굴) 그리고 퇴적물-섭식자(바닷가재, 해삼, 성게)를 함께 양식함으로써 각각에서 생겨나는 부산물들을 먹이사슬을 이용해 재순환시키는 방식이다. 예를 들어, 어류와 조개류에서 분해된 용존 유기-



of each segment. The dissolved nutrients from the fish and shellfish are used by the seaweeds, while the particulate wastes serve as food for the shellfish and other invertebrates.<sup>[1]</sup>

물들은 해조류에 의해 소비되고 배설물과 유기물 찌꺼기 등은 조개류와 다른 무척추동물들을 위한 식량으로 사용된다.<sup>[1]</sup>

## C-2 Experimental Farm

Added at 2016-07-21



[IMG-C-1-1] Illustration of 'Biodynamic Aquaculture System' Coral Guardian

[IMG-C-1-2] Illustration of 'Environmentally Responsible Aquaculture System' Ocean Conservancy, 2008

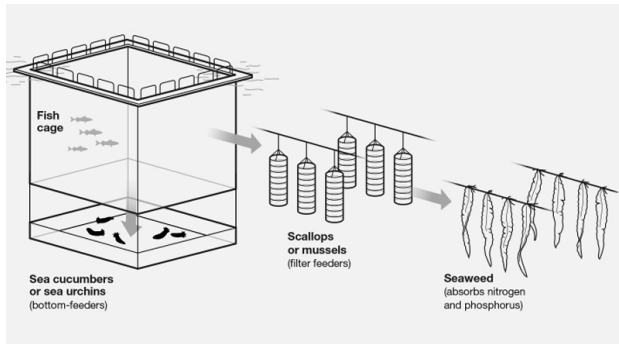
[IMG-C-2-1] Experimental farm off Canada's Vancouver Island 'How to farm a better fish', National Geographic Magazine

[1] Ocean Conservancy



## C-3 OPEN OCEAN AQUACULTURE OFF PANAMA

Added at 2016-07-24



An experimental farm off Canada's Vancouver Island is a case of Integrated Aquaculture - More food, less pollution: Waste produced by caged fish seeps into surrounding water to nourish other farmed products. Nature's own water filters, giant Japanese scallops thrive on fish waste. The farm also uses sea cucumbers and kelp to consume excretions from nearby pens of native sablefish. [1]

[IMG-C-2-2] Experimental farm off Canada's Vancouver Island 'How to farm a better fish', National Geographic Magazine

[1] 'How to farm a better fish', National Geographic Magazine

캐나다 밴쿠버 섬 근처에 위치한 실험적 양식장은 더 많은 식량을 생산하면서 오염을 최소화시키는 다양양 입체 양식의 한 예이다. 어장의 어류들에 의해 생산된 부산물들은 근처의 물로 스며들어 다른 양식종들의 영양분으로 소비된다. 큰가리비는 어류들의 부산물을 식량으로 삼으면서 자연적으로 물을 정화시킨다. 이 양식장은 또한 근처의 은대구 우리로부터 나오는 배설물들을 소비하기 위해 해삼과 다시마를 함께 경작한다. [1]

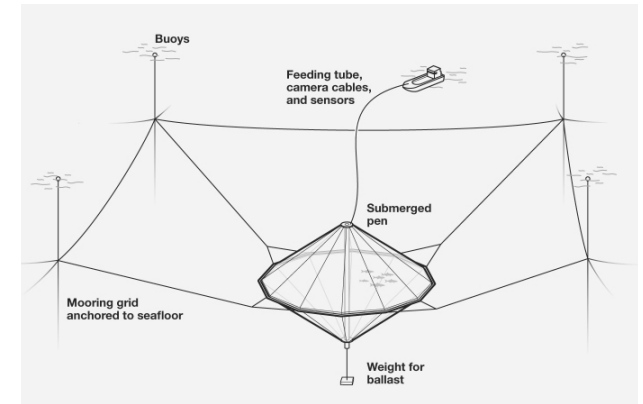


In this open-ocean aquaculture system off Panama, waves and currents disperse waste from fish pens moored at sea, a way to avoid the pollution and disease often rife in coastal farms. Raising fish has one big advantage over land animals: You have to feed them a lot less. Fish need fewer calories, because they're cold-blooded and because, living in a buoyant environment, they don't fight gravity as much. It

[IMG-C-3-1] Diamond-shaped fish cages at Open Blue, the world's largest open-ocean fish farm, off the Caribbean coast of Panama 'How to farm a better fish', National Geographic Magazine

파나마 근처 해역에 위치한 이 외해양식장에서는 파도와 해류가 바다에 정박된 어장에서 발생하는 부산물들을 분산시킨다. 이것은 양식장에서 만연한 환경 오염과 질병들을 막기 위한 방법이다. 어류를 기르는 것은 육지 동물을 키우는 것보다 한가지 큰 장점이 있는데 그것은 먹이를 훨씬 적게 소비한다는 것이다. 어류는 냉혈 동물이기 때문에 적은 칼로리를 필요로 하고, 부력의 환경에서 생활하기 때문에 중력과 싸울 필요가 없기

Added at 2016-08-13



takes roughly a pound of feed to produce a pound of farmed fish; it takes almost two pounds of feed to produce a pound of chicken, about three for a pound of pork, and about seven for a pound of beef. [1]

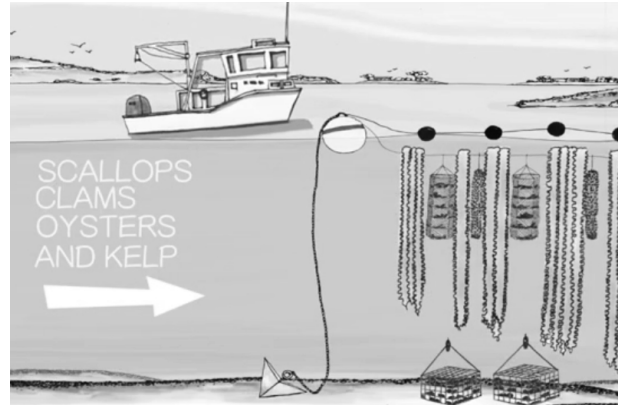
[IMG-C-3-2] Open Ocean Aquaculture, off Panama 'How to farm a better fish', National Geographic Magazine

[1] 'How to farm a better fish', National Geographic Magazine

때문이다. 대략 1 파운드의 양식 어류를 생산하는데에는 1파운드의 먹이가 소비된다. 1파운드의 치킨을 위해서는 2파운드의 먹이가, 1파운드의 돼지를 위해서는 3파운드의 먹이가, 그리고 1파운드의 소를 위해서는 약 7파운드의 먹이가 필요하다. [1]

## C-4 GREEN WAVE 3-D OCEAN FARMING

Added at 2016-08-13



Nonprofit, Green Wave has won the 2015 Fuller Challenge, one of the most important prizes in sustainability with its 3D ocean farming model, designed to address overfishing, mitigate climate change, restore marine ecosystems and provide jobs for fishermen. Bren Smith, executive director of Green Wave, based in New Haven, Connecticut, has now perfected a vertical ocean farming system that only grows restorative crops, such as seaweed and shellfish, to produce food, fertilizer, animal feed,

2015년, 비영리기관인 Green Wave는 어류 남획 문제와 기후 변화를 완화시키며, 해양 생태계를 회복하고 어부들에게 일자리를 제공할 수 있는 통합적인 시스템인 3D ocean farming 모델을 통해 지속가능성에 있어서 세계에서 가장 권위 있는 Fuller Challenge를 수상하였다. Green Wave의 executive director인 Bren Smith는 코네티컷 뉴헤이븐을 기반으로 오직 해초류와 조개류와 같은 회복적인 작물들만을 키워서 식량과 비료, 동물 먹이, 화장품과 바이오 연료 등을 생산할 수 있는 수직적 해양 경작 시스템을 완벽하게 구축하였다. 각 종들은 특정한 환경

cosmetics and biofuel. Each species is carefully selected to address a certain environmental challenge, such as fixing excess nitrogen, in the case of oysters, or seaweed that soaks up carbon dioxide. Requiring zero input, such as fertilizer, these farms are designed to have a negative carbon footprint. Each of Smith's model farms includes hurricane-proof anchors on the edges. Within its boundaries, seaweed, mussels and scallops hang from floating ropes. Oysters grow in cages below the ropes, and cages of clams hang beneath them.

문제들을 다루기 위해 신중하게 선택 되는데, 예를 들어 굴은 과잉 질소-문제를 해소하고, 해초는 이산화탄소를 흡수한다. 비료 등이 필요없는 'zero input'으로써 이 양식 시스템은 오히려 탄소량을 줄이기 위해 고안되었다. Smith의 양식 모델들은 허리케인으로부터 보호해 주는 닻들에 의해 둘러싸여 있고, 그 안에는 해초류와 홍합류, 가리비 류들이 떠 있는 로프들에 매달려서 키워진다. 굴들은 로프 아래의 우리에서 길러지고 그 아래에는 조개 우리까지 위치한다. Green Wave 양식 시스템은 또한 소금도 생산한다. Smith에 따르면 켈프는 육지 식물보다 5배

GreenWave farms also harvest salt. Kelp soaks up five times as much carbon as land-based plants while oysters filter 50 gallons of water a day, pulling out nitrogen, according to Smith. He also said GreenWave is capable of producing 30 times more biofuel than soybeans and five times more biofuel than corn – without polluting the food chain.<sup>[1]</sup>

많은 탄소를 흡수하고 굴들은 하루에 50갤런의 물에서 질소를 정화시킨다. 또한 Green Wave 시스템은 콩보다 30배, 옥수수보다 5배 많은 바이오 연료를 먹이 사슬을 오염시키지 않고 생산할 수 있다.<sup>[1]</sup>

[IMG-C-4-1] Green Wave, 3-D Ocean Farming  
The Guardian, 'GreenWave ocean farming model scoops \$100,000 sustainability prize', Oct,

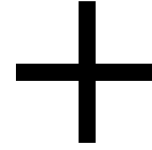
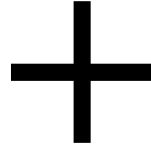
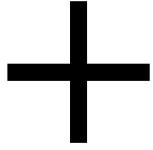
[IMG-C-4-2] Green Wave, 3-D Ocean Farming  
Green Wave website, <http://greenwave.org/>

[1]  
The Guardian, 'GreenWave ocean farming model scoops \$100,000 sustainability prize', Oct, 2015

**TO BE ADDED**

**TO BE ADDED**

**TO BE ADDED**



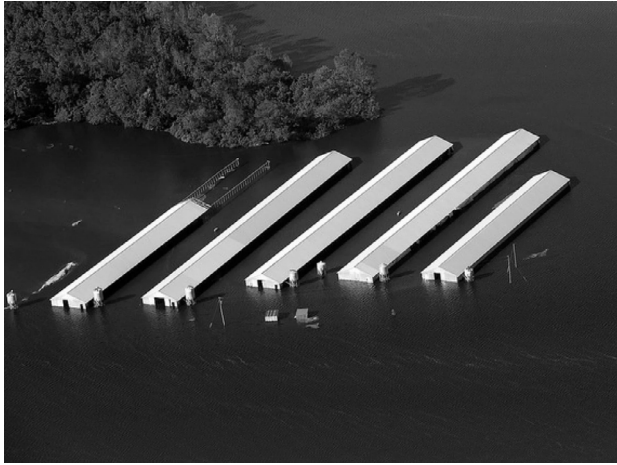
# D.

# LIVESTOCK FARMING

Pig raising is an important part of Tuvaluan culture as a food source, but sewage from untreated management pollutes groundwater and coral ecosystems. Can a system of integrated management of livestock farming protect the environment, secure food, and produce yet another third resource? Can livestock farming not be separated from the entire production mechanism of Tuvalu but interact and function with other parts?

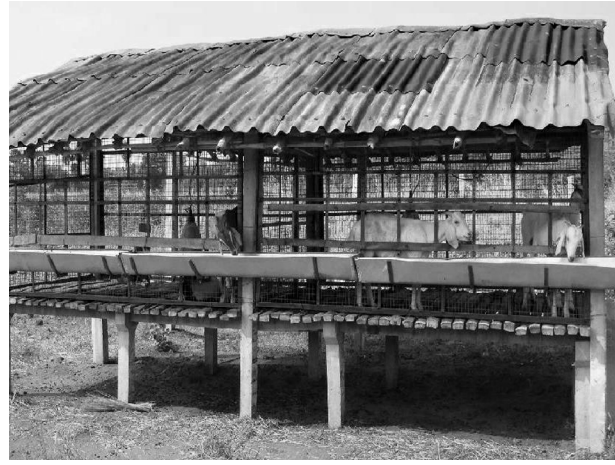
돼지 사육은 식량 공급원으로서 투발루 문화의 중요한 부분이지만, 비체계적인 관리로 인해 발생한 하수들이 지하수와 산호 생태계를 오염시키고 있다. 가축들을 통합적으로 관리하는 시스템을 통해 환경을 보호하고, 식량을 확보하면서 동시에 제3의 자원을 생산해 낼 수는 없을까? 투발루의 전체 생산 메커니즘에서 가축 사육이 분리되지 않고 다른 부분들과 상호작용하며 기능할 수는 없을까?

## D-1 ELEVATED PLATFORM



After Hurricane Matthew in 2016, at least tens of thousands of chickens, hogs and other livestock were feared dead in floodwaters in eastern North Carolina. It also could contaminate waters and pose a potential public health threat.<sup>[1]</sup> Livestock farming structures can be differently designed responding to its located environment. In india, for example, the most practical goat houses are raised because of high temperature,

2016년 허리케인 메튜가 일으킨 홍수로 미국 North Carolina의 동부 지역에서는 닭과 돼지를 비롯한 수만 마리의 가축들이 죽은 것으로 추정되었으며 이로 인한 수질 오염과 공공보건의 문제가 함께 대두되었다.<sup>[1]</sup> 가축을 위한 구조물들은 그것이 위치한 환경적 요소들을 고려하여 다르게 디자인될 수 있다. 예를 들어, 인도에서의 가장 실용적인 염소 우리는 땅으로부터 들어 올려진 구조를 가지고 있으며 이는 높은



heavy rainfall and susceptibility of goats to parasitism.<sup>[2]</sup>

온도와 많은 강우량 그리고 기생충으로부터 염소를 보호해주기 때문이다.<sup>[2]</sup>

[IMG-D-1-1] A flooded poultry operation in Duplin, North Carolina, United States  
*The Washington Post, 'Flooded North Carolina farms are likely littered with drowned livestock', October, 2016*

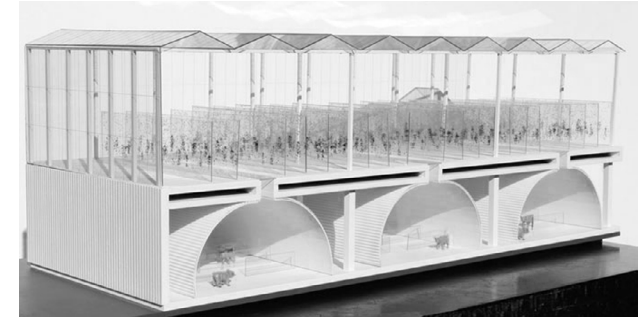
[IMG-D-1-2] Elevated Platform for Goat House, India  
*TNAU Agritech Portal, 2009-15*

[1]  
*The Washington Post, October, 2016*

[2]  
*TNAU Agritech Portal, 2009-15*

## D-2 PIG CITY (2011)

Added at 2016-10-10



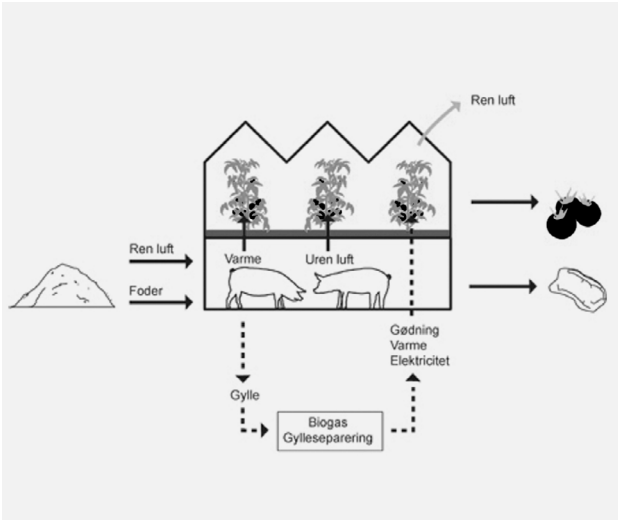
Pig City, designed by Danish architect, Nee Rentz-Petersen, demonstrates the potential for synergy between pig farming and tomato growing in a set-up that significantly reduces CO<sup>2</sup> emissions, odour problems and the emission of nutrients into surface and groundwater. The CO<sup>2</sup> from the pigs helps the tomatoes grow, and the warmth from the pigsty heats up the garden. Pig City can even generate its own electricity

덴마크 건축가 Nee Rentz-Petersen가 디자인한 Pig City는 CO<sup>2</sup> 배출과 냄새, 그리고 토양과 지하수의 영양분 침투로 인한 오염 등의 문제를 줄일 수 있는 시스템 안에서 돼지 사육과 토마토 경작 사이에 시너지를 낼 수 있는 방안을 제안한다. 돼지들로부터 배출된 CO<sup>2</sup>와 온기는 토마토가 잘 자랄 수 있는 환경을 만들어 주고, 배설물은 유기적 비료로 쓰임과 동시에 바이오 연료로서 전기를 생산해 낸다. 이러한 방식으로 이

[IMG-D-2-1] Pig City, Nee Rentz-Petersen  
*ScienceNordic, 'The future of farming: pig cities', December, 2011*

## D-3 PIG CITY (2001)

Added at 2016-10-15



Added at 2016-10-15

by means of a biofuel system which runs on organic fertilisers. In this way, the system brings full circle with the CO<sub>2</sub>, energy and nutrient balance. The Danish government and parliament have also shown interest in the new concept for combined tomato and pig production.<sup>[1]</sup>

시스템은 이산화탄소와 에너지, 영양소 간에 완벽한 순환을 만들어 낸다. 덴마크 정부와 의회는 이러한 토마토 경작과 돼지 사육이 조합된 새로운 컨셉에 대해 관심을 보여왔다.<sup>[1]</sup>

“In 2000, pork was the most consumed form of meat globally, at 80 billion kg per year. Recent crises such as Swine Fever and Foot and Mouth disease are raising serious questions about pork production and consumption. As a result, two opposing reactions can be imagined. Either we change our consumption pattern and become instant vegetarians or we change the production methods and demand organic farming.

“2000년 돼지고기는 세계에서 가장 많이 소비되는 육류로서 한 해 동안 800억 킬로그램이 소비되었다. 최근의 돼지 콜레라와 구제역과 같은 위기들은 돼지고기의 생산과 소비에 대한 심각한 의문들을 야기시키기 시작하였다. 결과적으로 두개의 상반된 반응들을 상상할 수 있다. 우리가 소비패턴을 바꾸어 즉각적으로 채식주의자가 되거나, 혹은 돼지고기의 생산 방식을 바꾸고 유기적인 사육시스템의 도래를

But is there space?”

- From a project description, MVRDV <sup>[1]</sup>

재촉하는 것이다. 그러나 이를 위한 충분한 공간이 있는가?”

- MVRDV의 프로젝트 개요로부터 발췌 <sup>[1]</sup>

[IMG-D-2-2] Pig City, Nee Rentz-Petersen  
World Ostrich Association Newsletter No. 85

[IMG-D-3-1] Pig City, MVRDV  
www.mvdrv.nl

[IMG-D-3-1] Pig City, MVRDV  
www.mvdrv.nl

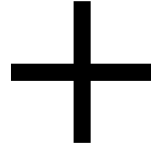
[1] ScienceNordic, 'The future of farming: pig cities', December, 2011

[1] www.mvdrv.nl

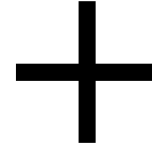
**TO BE ADDED**



**TO BE ADDED**



**TO BE ADDED**



# E.

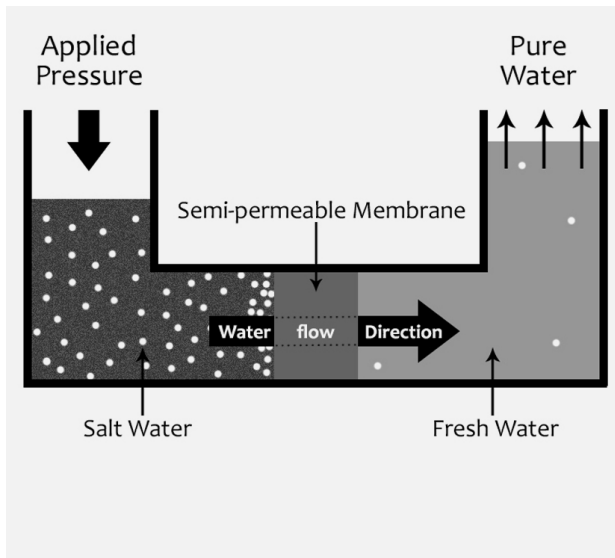
# WATER PRODUCTION

This category seeks solutions to water shortages that Tuvalu must solve for its residents' daily lives and agriculture's vitalization. If rainfall is irregular and drought becomes longer and frequent due to climate change, the alternative water resource will be seawater. According to the International Desalination Association, in June 2015, 18,426 desalination plants operated worldwide, providing water for 300 million people. Can we imagine desalination infrastructure system, that meets the sustainability of Tuvalu in terms of energy and environment?

이 카테고리는 주민들의 일상생활과 농업의 활성화를 위해서 투발루가 반드시 해결해야 할 물 부족 문제에 대한 해결책을 모색한다. 기후변화로 인해 강우량이 불규칙해지고 가뭄이 더 길고 빈번하게 발생하는 상황이라면 남아있는 대안적인 물 공급원은 해수일 것이다. 국제담수화협회(IDA)에 따르면, 2015년 6월 시점으로 전 세계 18,426곳의 해수 담수화 플랜트가 3억 명의 인구를 위한 물을 공급하고 있다. 에너지와 환경적인 측면에서 투발루의 지속가능성과 부합하는 해수 담수화 인프라 시스템을 상상해 볼 수 있을까?



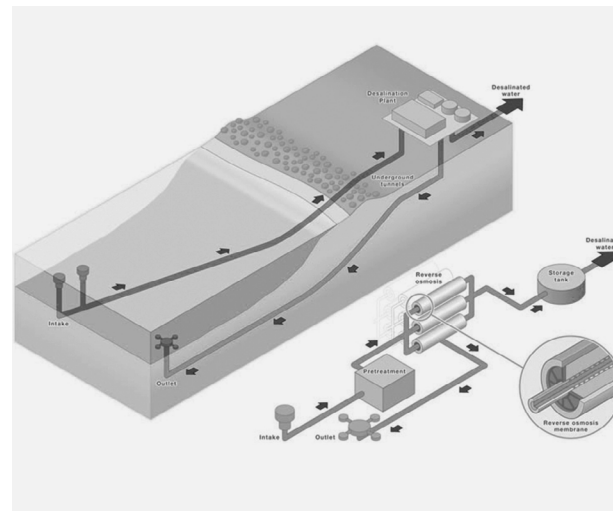
## E-1 Reverse Osmosis Desalination



Reverse osmosis desalination system involves forcing the water through a membrane with microscopic pores that are large enough to allow water molecules to pass through, but are too small for salt particles. Reverse osmosis plant system typically requires considerably less energy than thermal distillation, and is rapidly becoming the desalination and water purification technology of choice, overtaking thermal processes

역삼투 해수 담수화 시스템에서는 바닷물을 미세 기공이 있는 막으로 통과하도록 압력을 가하는 것이 주요 공정이다. 이 막의 기공은 물분자는 통과할 수 있지만 소금 입자가 통과하기에는 작아서 해수로부터 소금을 분리할 수 있다. 역삼투 해수 담수화 시스템은 제열증류 방식보다 매우 적은 양의 에너지를 요구하므로 담수화 및 물정화 시스템 시장에서 열방식보다 더

[IMG-E-1-1] Concept of Reverse Osmosis  
Love to Know, Brian Barth, 'How Desalination Plants Work'



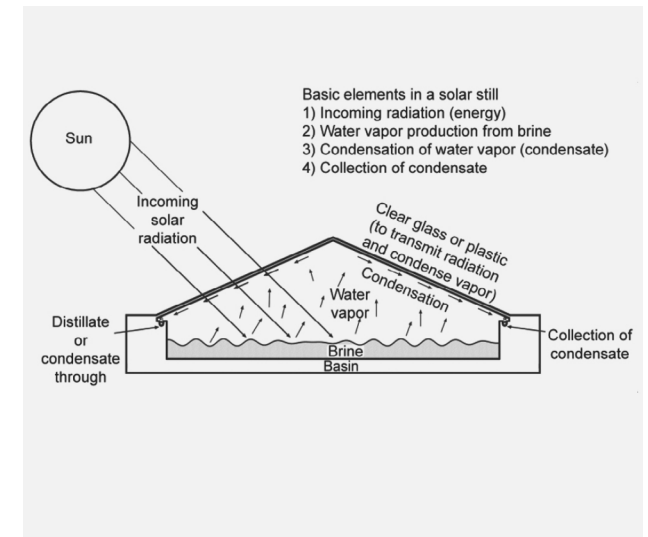
in market share. (Ghermandi, 2009) But even so, the process remains energy intensive, due to the high pressures that are required to force the water through the filter membrane.<sup>[1]</sup>

많이 채택되고 있다. 하지만 이러한 장점에도 불구하고, 해수를 필터막을 통해 통과시키기 위한 고압력에 소비되는 에너지는 여전히 매우 높은 수준이다.<sup>[1]</sup>

[IMG-E-1-2] Overview of reverse osmosis desalination concept  
www.robertjgraham.com, 'Reverse Osmosis and Processes To Remove Salt And Other Minerals From Water'

[1]  
SOPAC Technical Report 437, 'Desalination in Pacific Island Countries'

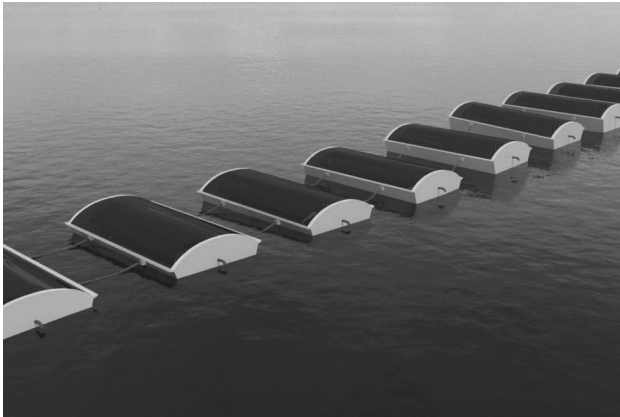
## E-2 SOLAR DISTILLATION



[IMG-E-2-1] Solar Distillation Process  
Mechell & Lesikar, 2010

## E-3 SALT FROM DESALINATION

Added at 2016-10-29



Solar desalination is generally used for small-scale operations. Its basic principle is that the sun provides energy to evaporate freshwater from saline water. In solar distillation, the water vapour formed from the evaporation process condenses on a clear glass or plastic covering and is collected as freshwater in a condensate trough. The covering is used to both transmit radiant energy and allow water vapour to condense on its interior surface. The salt and un-evaporated water left behind in the still basin form the brine solution that must be discarded appropriately. [1]

[IMG-E-2-2] Solar-Powered Desalination in Hormozgan, Iran  
*Financial Tribune, 2014-12-25*

[1]  
[www.sswm.info](http://www.sswm.info), Sustainable Sanitation and Water Management



Production and disposal of reject brine are an integral part of an overall desalination process. Brine is denser than seawater and therefore sinks to the ocean bottom. Therefore, it can damage the ecosystem when it is returned to the ocean continuously, even though typical ocean conditions allow for its rapid dilution. An alternative approach is to further process the reject brine to extract all the salts. This has the advantage

[IMG-E-3-1] Saltygloo - a Pavilion made of 3d-printed salt, Emerging Objects  
*Dezeen Magazine, 2013-12-12*

Added at 2016-10-30



농도가 높은 폐기 소금물의 발생과 처리는 모든 해수 담수화 공정에 있어서 필수적인 부분이다. 폐기 소금물은 바닷물보다 밀도가 높아 해양의 바닥에 가라 앉는다. 일반적인 대양의 상황에서는 이 소금물이 빠르게 희석되나 계속해서 대양에 폐기될 경우 생태계에 손상을 입힐 수도 있다. 대안적인 방법으로는 폐기 소금물에서 모든 소금을 추출해내는 과정을 거치는 것이다. 이는 환경친화적인 동시에 다양한 종류의 소금들을

of being environmentally friendly and producing various types of salts as commercial products. In 'Feasibility of salt production Corn inland RO desalination plant reject brine: a case study', (2002), authors analyzed that commercial products of an approximate market value of USD 895,000 can be produced annually from the reject brine of PDO (Petroleum Development Oman) desalination plants. [1]

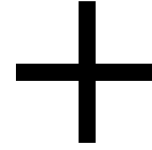
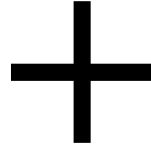
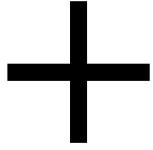
[IMG-E-3-2] Salt stacks at a desalination plant in Trapani, Sicily, Italy  
*'Hold the salt: Engineers develop revolutionary new desalination membrane', Science Daily*

[1]  
*Feasibility of salt production Corn inland RO desalination plant reject brine: a case study, 2002*  
Mushtaque Ahmed, Al-O Arakelb, David Hoey, Muralee R. Thumarukudy and 3 more authors

**TO BE ADDED**

**TO BE ADDED**

**TO BE ADDED**



# F.

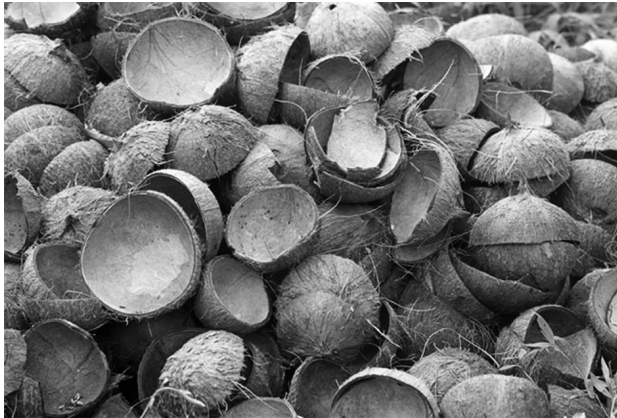
# ENERGY PRODUCTION

Tuvalu's annual energy consumption is about 3,300toe (as of 2006), and it will increase as new industries and infrastructures are formed. If Tuvalu becomes the first country that runs everything on 100% renewable energy among island countries in South Pacific, it will have a symbolically strong appeal for urging the international community to act on climate change while ensuring the country's independent sustainability. What are possible ways to produce energy using not only natural environment given to Tuvalu, but also byproducts from its social and cultural lifestyle? Can the way of producing and consuming energy itself form a unique identity of Tuvalu?

투발루의 연간 에너지 소비량은 약 3,300toe이고 (2006년 기준), 새로운 산업과 인프라가 형성되면 그 양은 더 증가할 것이다. 투발루가 남태평양의 섬나라 중 첫 번째로 모든 것이 100% 재생 에너지로 운용되는 국가가 된다면, 국가의 자립적인 지속가능성을 확고히 함과 동시에, 기후변화에 대한 국제사회의 행동을 촉구하는데 있어서 상징적으로 강한 호소력을 가질 수 있을 것이다. 투발루에 주어진 자연 환경과 문화/사회적 삶의 방식에서 생겨난 부산물들을 이용하여 에너지를 생산해내는 방법들에는 어떠한 것들이 있을까? 에너지를 생산하고 소비하는 방식 자체가 투발루만의 독특한 정체성(identity)을 형성해줄 수 있을까?

## F-1 BIOMASS FROM COCONUT

Added at 2016-11-05



SGFE(Sustainable Green Fuel Enterprise in Cambodia) buys coconut shells, which would otherwise go to waste, and converts them into high-quality char-briquettes that are sold as a direct replacement to conventional charcoal, for cooking in homes and restaurants. Because coconut char makes higher quality briquettes, SGFE has also started to sell coconut shells to some electricity generators, and buy back their waste

캄보디아의 SGFE는 버려지는 코코넛 껍질을 사서 가정이나 식당에서 요리하는 데에 쓰일 수 있는 숯을 생산한다. 코코넛으로 만들어진 숯은 매우 좋은 질의 연탄을 만들어내기 때문에 SGFE는 코코넛 껍질을 몇몇 전력 발전소들에게 판 후 폐기되는 숯을 되사기도 한다.<sup>[1]</sup> 락샤드위프 제도도 역시 코코넛을 주민들을 위한 전력을 생산하는데에 쓰이는 원료로 전환하고 있다. 이는 세계적으로 한 정부가 코코넛을 주요 전력원으로

coconut char.<sup>[1]</sup> The Lakshadweep Islands are also switching to coconuts as a fuel to power electrical generators to supply the needs of their residents. This may mark the first time ever that a government has chosen coconuts as a staple power source.<sup>[2]</sup> Theoretical availability of coconuts for biomass energy production in Tuvalu are 7,469,739 nuts per year.<sup>[3]</sup>

채택한 첫번째 사례가 될 것이다.<sup>[2]</sup> 한편 한 해 투발루에서 바이오매스로 쓰일 수 있는 코코넛 생산량은 이론적으로 약 7,469,739개로 알려져 있다.<sup>[3]</sup>

[IMG-F-1-1] Crushing the coconut shells to make sustainable charcoal. "Sustainable Green Fuel Enterprise, Cambodia", [www.ashden.org](http://www.ashden.org)

[IMG-F-1-2] Bagging the freshly made briquettes. "Sustainable Green Fuel Enterprise, Cambodia", [www.ashden.org](http://www.ashden.org)

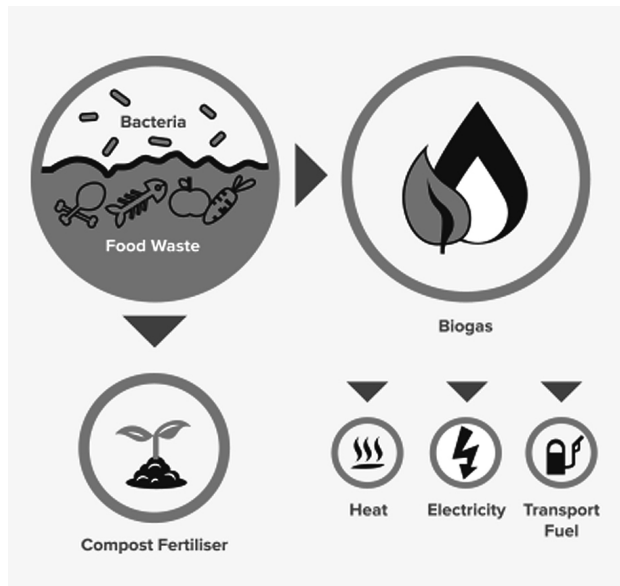
[1] "Sustainable Green Fuel Enterprise, Cambodia", [www.ashden.org](http://www.ashden.org)

[2] "Coconuts for electricity?", [www.itechpost.com](http://www.itechpost.com), June, 2013

[3] Tuvalu Renewable Energy Study, The French Ministry for Foreign Affairs, 2006

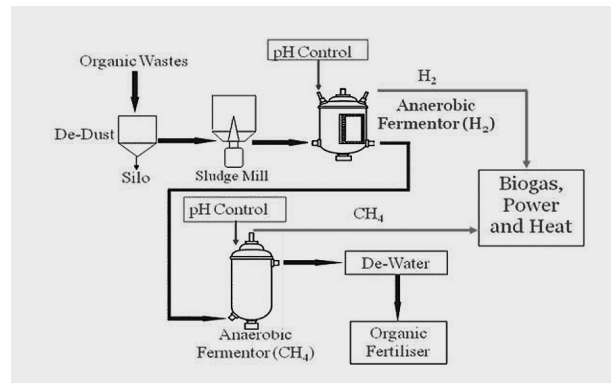
## F-2 ANAEROBIC DIGESTION: BIOGAS

Added at 2016-11-19



Anaerobic Digestion is a natural decomposition process. Through this process, biomass is converted into a variety of resources such as organic fertiliser and biogas under oxygen free conditions. In anaerobic digestion process, microscopic bugs are used to breakdown the waste food into sugars, fatty acids and amino acids. Other strains of bacteria then change these substances into carbon dioxide and methane.

‘혐기성 소화’는 자연적 분해 처리 과정이다. 이 프로세스를 통해 바이오매스는 산소가 없는 상황에서 유기비료 및 바이오가스과 같은 자원으로 전환된다. ‘혐기성 소화’는 미생물들이 음식쓰레기를 당분, 지방산, 아미노산으로 분해한 후, 다른 종의 세균들이 이 물질들을 이산화탄소와 메탄으로 변환하는 과정을 거친다. 이후 메탄은 수집되어 바이오가스 연료로 사용되거나 전력을 생산하는데 쓰여진다.<sup>[1]</sup> ‘혐기성 소화’는 투발루의 유기폐기물-



The methane is then captured and used as Biogas or a fuel to power generators which feed electricity back into the National Grid.<sup>[1]</sup> Anaerobic digestion can be applied for organic wastes in Tuvalu and its biodegradable wastes (kitchen / garden wastes) are 52% of total amounts of national solid wastes.

들에 적용될 수 있으며 투발루 전체 쓰레기의 양 중에서 생분해성 쓰레기는 (부엌이나 정원에서 나오는) 약 52%를 차지하고 있다.

## F-3 BIOGAS FROM PIG MANURE (Including Human Manure)



Pigs and men’s manure can be turned into clean methane gas . The manure and other biological waste are put into the mixing chamber. Then, water is added (just like a toilet) and

이 시스템에서 돼지와 사람의 배설물은 깨끗한 메탄 가스를 생산한다. 설치된 믹싱 챔버의 배설물과 다른 유기성 폐기물들을 화장실과 같이 물을 내려주어 소화조의 바닥에 가라-

[IMG-F-2-1] Anaerobic Digestion Process, OLLECO , United Kingdom [www.olleco.co.uk](http://www.olleco.co.uk)

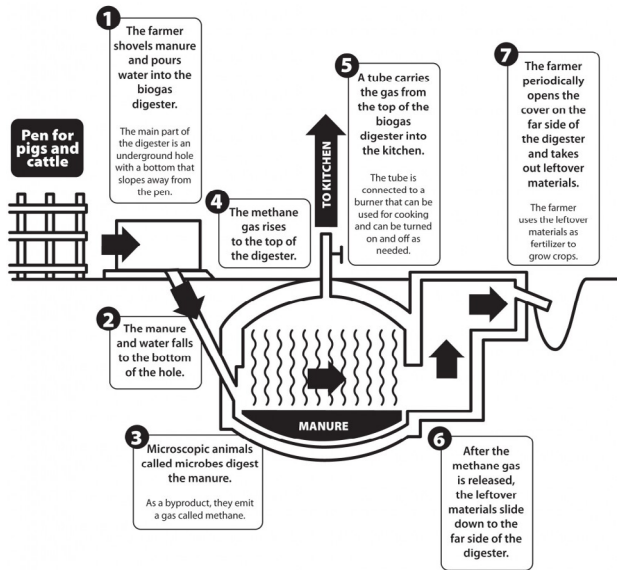
[IMG-F-2-2] Anaerobic Digestion Process, Tritec ROC Inc., Canada [www.tritecroc.com](http://www.tritecroc.com)

[IMG-F-3-1] Using biogas from pig manure at the kitchen, Khorat, Thailand Biogas research by Prof.Sangraee, Suranaree University, Thailand <https://mattinthaailand.wordpress.com/2010/02/17/sustainable-development-thailand>

[1] *Anaerobic Digestion Process, OLLECO, United Kingdom, www.olleco.co.uk*

# F-4 OMEGA PROJECT 2009-2012

Added at 2017-07-17



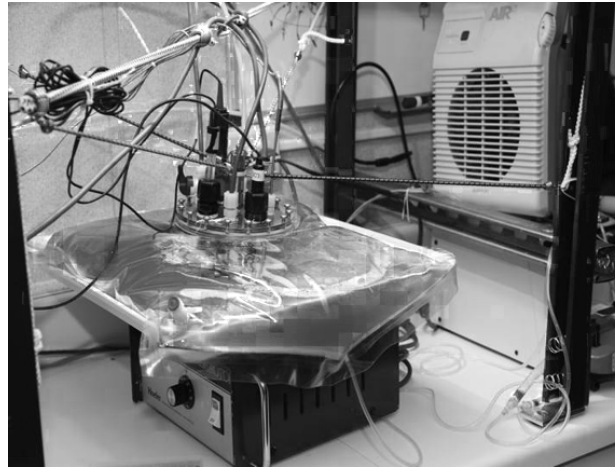
flushes them down into the digesting tank. The slurry in the tank is digested by microbes that produce methane gas. This gas is piped into the kitchen or other appliances. The sludge that is left is routinely removed to provide compost for plants.<sup>[1]</sup> Currently, total annual production of pig manure is 3,600 ton and total annual theoretical production of energy from it is 771 toe. For reference, domestic kerosene use in Tuvalu was estimated at 263 toe annually and 170 toe of energy was consumed for air transportation.<sup>[2]</sup>

[IMG-F-3-2] Biogas Generator System from Pig Manure  
Heifer International

[1] "Resilient Entrepreneurs Abroad: Building Biogas Systems in Kenya", Waldenlabs, 2012

앞게 하면 탱크 안의 슬러리가 미생물들에 의해 소화되면서 메탄 가스를 생산하는 방식이다. 이 가스는 파이프를 통해 부엌과 다른 기기들에 공급되며, 남겨진 찌꺼기들은 주기적으로 분리되어 식물들을 위한 비료로 쓰이게 된다.<sup>[1]</sup> 현재 투발루에서 매년 생산되는 돼지의 배설물은 3,600톤이며 이는 이론적으로 771toe의 에너지를 생산할 수 있다. 참고로 매년 투발루의 가정에서 쓰이는 케로젠은 263toe이며 항공 수단에는 170toe가 소비된다.<sup>[2]</sup>

[2] Tuvalu Renewable Energy Study, The French Ministry for Foreign Affairs, 2006

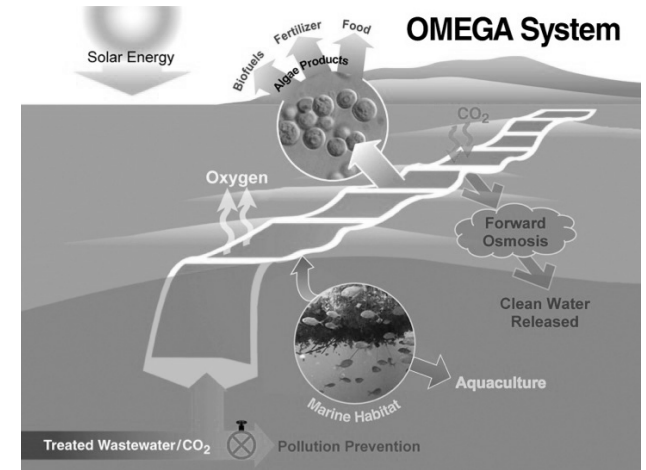


Offshore Membrane Enclosures for Growing Algae (OMEGA) is an innovative method to grow algae, clean wastewater, capture carbon dioxide and to ultimately produce biofuel without competing with agriculture for water, fertilizer or land. NASA's OMEGA system consists of large flexible plastic tubes, called photobioreactors. Floating in seawater, the photobioreactors contain freshwater algae growing in wastewater. These algae are among the fastest growing plants on Earth. The algae use energy from the sun, carbon dioxide and

[IMG-F-4-1] Laboratory monitoring system for algae growing on wastewater  
"NASA's OMEGA Scientist Dr. Jonathan Trent", Algae Industry Magazine

OMEGA (Offshore Membrane Enclosures for Growing Algae) 프로젝트는 조류를 길러내고 폐수를 정화하며 이산화탄소를 줄임으로써 궁극적으로 물, 비료 또는 토지를 필요로 하는 농업과 경쟁하지 않고, 바이오 연료를 생산할 수 있는 혁신적인 방법이다. NASA의 OMEGA 시스템은 photobioreactors(광생물 반응기)라고 불리는 크고 유연한 플라스틱 튜브들로 구성되어 있다. 바다 위에 부유한 상태로 광생물 반응기들은 폐수에서 자라는 담수 조류들을 담고 있다. 광생물 반응기 안의 조류들은 태양 에너지와 이산화탄소 및 폐수의 영양분을 사용하여 바이오

Added at 2017-09-26



nutrients from the wastewater to produce biomass that can be converted into biofuels as well as other useful products such as fertilizer and animal food. The algae clean the wastewater by removing nutrients that otherwise would contribute to marine deadzone formation. The OMEGA system is being investigated by NASA as an alternative way to produce aviation fuels. Potential implications of replacing fossil fuels include reducing the release of green house gases, decreasing ocean acidification, and enhancing national security.<sup>[1]</sup>

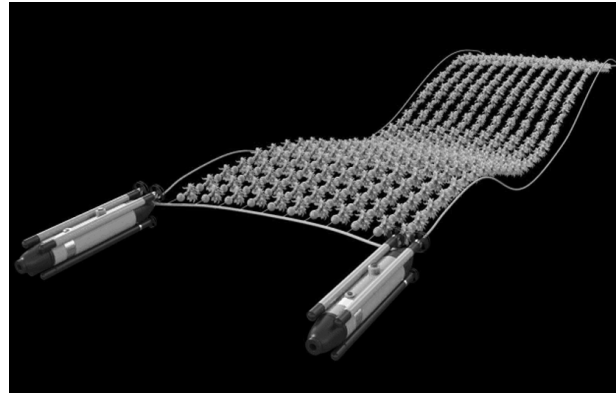
[IMG-F-4-2] Diagram of OMEGA System  
"OMEGA Project 2009-2012", www.nasa.gov

[1] "OMEGA Project 2009-2012", www.nasa.gov

연료 뿐만 아니라 비료나 동물의 사료와 같은 다른 유용한 제품으로 전환될 수 있는 바이오매스를 생산한다. 조류들은 해양의 데드 존(dead zone)을 형성하는데 기여할 수 있는 영양소를 제거하여 폐수를 정화시킨다. OMEGA 시스템은 NASA에 의해 항공 연료를 생산하는 대안적인 방법으로서 연구되고 있다. 화석 연료 대체의 잠재적인 영향은 온실가스 방출 감소, 해양 산성화 감소 및 국가 안보 향상을 포함한다.<sup>[1]</sup>

## F-5 ROBOTIC KELP FARMS

Added at 2017-09-27



## F-6 SOLAR PHOTOVOLTAIC



In California, working with the University of Southern California, Wrigley Institute for Environmental Studies and with funding from the U.S. Department of Energy, Advanced Research Projects Agency, Marine BioEnergy sees a future where up to 10% of U.S. transportation fuel is coming from kelp grown in the ocean using drones and other high-tech tools. In their system, drones could end up making

캘리포니아의 스타트업 기업, Marine BioEnergy는 University of Southern California와 Wrigley Institute for Environmental Studies와 함께 미국 에너지부와 미국고등연구계획국의 펀딩을 받아, 미국 전체 교통수단 연료의 10%를 드론과 다른 첨단 기술들을 활용하여 길러낸 켈프(해초의 일종)를 통해 생산해 내는 것을 목표로 하고 있다. 그들의 시스템에서, 드론들은 낮에는 켈프들을 수면 위 쪽으로 이동시켜

all the difference as they allow the kelp rows to navigate from the top sunlight filled ocean water during the day to the deep-down depths where needed nutrients are found at night. The startup is also working with Pacific Northwest National Laboratory, which has developed a process to convert kelp to biocrude.<sup>[1]</sup>

태양 에너지를 받게 하고, 밤에는 해저로 깊숙히 끌고 들어가 필요한 영양분을 섭취할 수 있도록 한다. 이 스타트업 기업은 현재 퍼시픽 노스웨스트 국립연구소와 협력으로 켈프를 바이오디젤 연료로 변환시키는 과정도 함께 발전시키고 있다.<sup>[1]</sup>

Tuvalu has a long history of photovoltaic use for decentralized electricity production. The first program was developed in the early 1980's and it has become the most important renewable energy industry of Tuvalu. Currently, in January 2014, Tuvalu signed an agreement with MASDAR, a UAE Government company, which will provided US\$3 million in aid to help Tuvalu solarize the outer islands, so as to reduce reliance on fossil fuel for electricity generation. In 2014, New Zealand and the European Union agreed to provide finance to the Gov-

투발루는 분산적 전기 생산을 위한 태양광 발전의 오랜 역사를 가지고 있다. 첫번째 프로그램은 1980년대 초에 시작되었으며 현재 태양광 발전은 투발루의 가장 중요한 재생 에너지 산업이 되었다. 최근 2014년 1월, 투발루는 전기 생산을 위한 화석 연료의 사용을 줄이기 위해 UAE 정부기관인 MASDAR로부터 300만 US달러를 원조받아 수도인 푸나푸티 이외의 외부 섬들을 태양발전화하기 위한 계약을 체결하였다. 또한 2014년 뉴질랜드와 유럽 연합(EU)은 투발루의 외부 섬들에 배터리 기반 태양광 발전 시스템을 설치하기 위해 재정 지원을 하기로 합의하였다.

[IMG-F-5-1] "Kelp Elevator" moving by drones, Marine BioEnergy "Could These Robotic Kelp Farms Give Us An Abundant Source of Carbon-Neutral Fuel?". [www.fastcompany.com](http://www.fastcompany.com), 2017

[IMG-F-5-2] Concept Image of "Kelp Elevator", Marine BioEnergy "Could These Robotic Kelp Farms Give Us An Abundant Source of Carbon-Neutral Fuel?". [www.fastcompany.com](http://www.fastcompany.com), 2017

[IMG-F-6-1] Solar hybrid mini-grids on Tuvalu's outer island Renewable Energy in Small Island Grid: Case study-Tuvalu, Julia McDonald, IT POWER Renewable Energy Consulting, 2016

[1] "Marine BioEnergy" going to great lengths to kelp the environment", *BiofuelsDigest*, 2017





ernment of Tuvalu to install battery-backed solar photovoltaic (PV) systems on the outer islands. From January to March 2015 Powersmart, a New Zealand company, implemented German solar power technology to build the new Vaitupu powerhouse with the next solar-hybrid system being built on Nanumaga in September. The 2015 installation program continued with Nanumea in October and Niutao in November.<sup>[1]</sup> (It is not clear how much these installations contribute on Tuvalu's dreaming future as 100% renewable energy

[IMG-F-6-2] Solar Panels on the roof of a stadium in Funafuti  
"Tiny Tuvalu aims to be climate neutral by 2020". NBC News, 2009

[1]  
Wikipedia

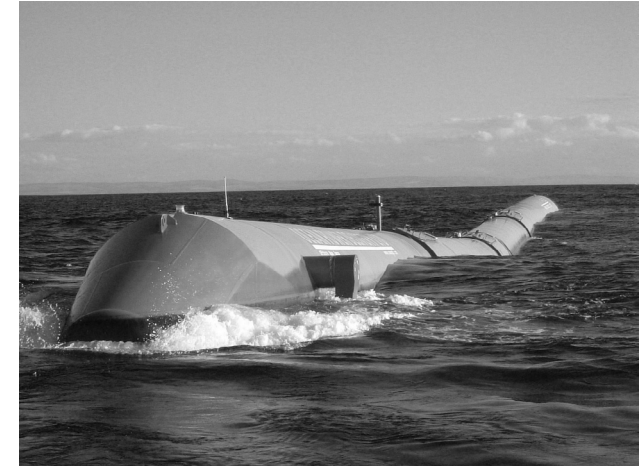
2015년 1월부터 3월까지 뉴질랜드 회사인 Powersmart는 독일 태양광 발전 기술을 구현하여 Vaitupu에 태양광 발전소를 건설하였고, 9월에는 Nanumaga에 태양 하이브리드 시스템을 설치하였다. 2015년 10월에는 Nanumea에, 11월에는 Niutao에 태양광 발전시설이 설치되었다.<sup>[1]</sup> (이러한 시설들이 투발루가 지향하는 100% 재생에너지 사용 국가로서의 미래에 얼마만큼 기여하고 있는지는 명확하지 않다.) 투발루는 2017년에 태양 에너지 생산량을 늘리고자 하는 국제 협회인 International Solar Alliance에 공식적으로 가입하였다.<sup>[2]</sup> 그러나 그동안 축적되어온

country.) In 2017, Tuvalu has formally joined the International Solar Alliance, an association of countries that seek to ramp up production of solar energy.<sup>[2]</sup> However, lessons and challenges regarding solar energy production system in Tuvalu have to be analyzed and its suitability and sustainability should be verified.

[2]  
"Fiji, Niger, Tuvalu join International Solar Alliance", *ETEnergyworld*, September, 2017

Added at 2017-09-27

## F-7 PELAMIS WAVE ENERGY CONVERTER



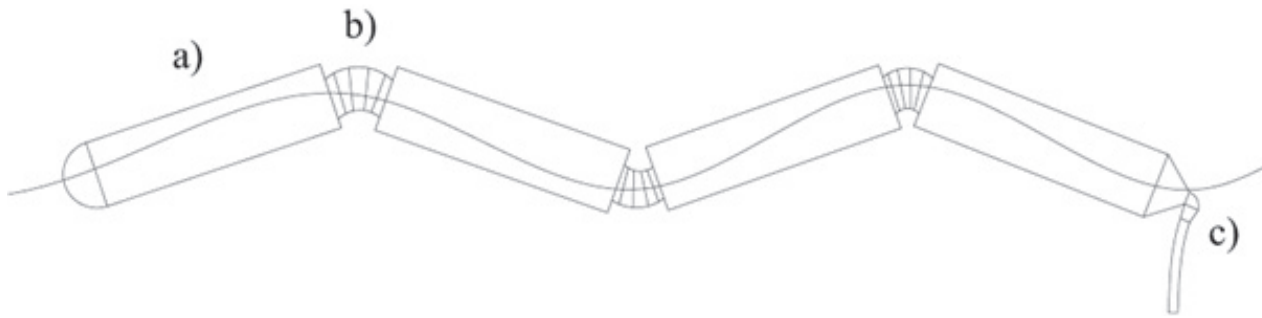
투발루의 태양 에너지 생산 시스템에 관한 교훈과 과제들은 분석되어야 하고, 이 시스템의 적합성과 지속 가능성도 함께 검증되어야 할 것이다.

The Pelamis absorbs the energy of ocean waves and converts it into clean, green electricity. The Pelamis is an offshore wave energy converter that uses the motion of waves to generate electricity. The machine operates in water depths greater than 50m and is typically installed 2-10km from the coast. The machine is rated at 750kW with a target capacity factor of 25-40 per cent, depending on the

[IMG-F-7-1] Pelamis Wave Energy Converter at Sea  
[www.pelamiswave.com](http://www.pelamiswave.com)

Pelamis는 파도의 에너지를 흡수하여 깨끗하고 자연친화적인 전기로 변환한다. Pelamis는 전기를 생성하기 위해 파도의 움직임들을 이용하는 근해 파력 에너지 변환기이다. 이 장치는 50m 이상의 수심을 가진 곳에서 작동하며 일반적으로 해안에서 2-10km 떨어진 거리에 설치된다. Pelamis는 선택된 프로젝트 현장의 조건에 따라 25-40%의 목표 용량 계수로 750kW의 전력을 생산한다. 평균적으로 한대의 기계가 약 500

Added at 2017-09-28



conditions at the chosen project site. On average one machine will provide sufficient power to meet the annual electricity demand of approximately 500 homes.<sup>[1]</sup> The Pelamis became the first offshore wave machine to generate electricity into the grid, when it was first connected to the UK grid in 2004. Pelamis Wave Power then went on to build and test five additional Pelamis machines: three first-generation P1 machines,

가구의 연간 전력 수요를 충족시킬 수 있는 충분한 전력을 공급한다.<sup>[1]</sup> 이 기계 장치는 2004년 최초로 영국의 전력망과 연결됨으로써 세계 최초로 전력망에 전기를 공급에 성공한 근해 파동 장치가 되었다. 그 이후 Pelamis Wave Power 회사는 5대의 Pelamis를 추가로 생산하고 테스트하였다. 이 중 1세대형 모델인 ‘Pelamis P1’ 3대는 2009년 포루투갈의 연안에서 테스트되었고, 2세대형 모델 ‘Pelamis P2’ 2대는

which were tested in a farm off the coast of Portugal in 2009, and two second-generation machines, the Pelamis P2, were tested off Orkney between 2010 and 2014. Unfortunately, the company went into administration in November 2014, with the intellectual property transferred to the Scottish Government body Wave Energy Scotland.<sup>[2]</sup>

2010년부터 2014년까지 Orkney 연안에서 테스트를 마쳤다. 불행하게도 Pelamis Wave Power 회사는 2014년 11월 파산하였고, 현재 모든 지적 재산권은 스코틀랜드 정부 기관인 Wave Energy Scotland로 옮겨졌다.<sup>[2]</sup>

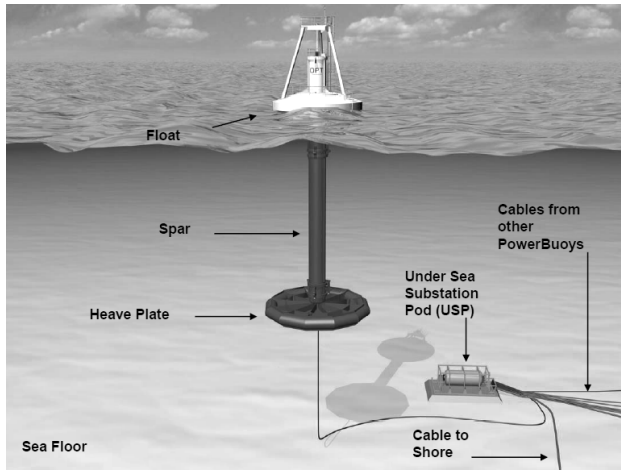


[IMG-F-7-2] Wave Energy Converters: Attenuator - a) single tube section, b) hinged joint, c) cable output  
ENERGY INDUSTRY CHALLENGES, Blazej Olek

[IMG-F-8-1] About 3.4m of the 12.8m long PB3 PowerBuoy  
"Ocean Power Technologies Deploys Commercial PowerBuoy with Energy Storage",  
Powermagazine, Sept, 2016

[1] [www.pelamiswave.com](http://www.pelamiswave.com) : Website of Pelamis Wave Power

[2] Wikipedia



PowerBuoy is a power station for generating electrical energy from wave power. It is a point absorber or buoy, currently in-use or in-planning at 9 locations around the world, but primarily within Australia and the United States. The PowerBuoy generates power using a hydroelectric turbine. PowerBuoys can be connected to the electrical grid by power transmission cables or can operate autonomously in

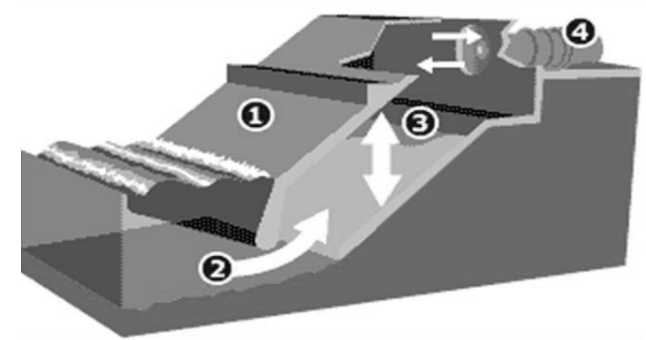
파력으로부터 전기 에너지를 생산한다. 포인트 흡수체, 또는 부유체인 이 장치는 현재 전 세계 9곳에 설치 중이거나 계획 중이지만 주로 호주와 미국에 위치한다. PowerBuoy는 수력 터빈을 사용하여 에너지를 생산하며, 전력 전달 케이블을 통해 메인 전력망에 연결되거나, 심해 환경에서 자율적으로 운용될 수 있다. PowerBuoy는 뉴저지에 위치한 Ocean Power

a deep water environment. PowerBuoys are manufactured by Ocean Power Technologies (OPT) in Pennington, New Jersey. The rising and falling of the waves offshore causes the buoy to move freely up and down. The resultant mechanical stroking drives an electrical generator. The generated wave power is transmitted ashore via an underwater power cable.<sup>[1]</sup>

[1] Wikipedia

Added at 2017-09-28

## F-9 ISLAY LIMPET



Technologies에 의해 개발 및 제조되었으며, 근해의 파도가 오르락 내리락함에 따라 부표도 자유롭게 움직이면서 이를 통해 발생하는 기계적인 타격들이 전기 발전기를 구동시키는 원리로 작동한다. 생성된 전력은 수중 전력 케이블을 통해 육상으로 전송된다.<sup>[1]</sup>

Islay LIMPET was created by Scottish wave energy company, Wavegen and operated from 2000 until 2013 on an exposed cliff edge in the Orkney Islands off northern Scotland, UK. Having a generating capacity of 250-500kW that can power 300 homes in Islay, it was the first commercial scale wave energy device in the world connected to the grid. Islay LIMPET uses the “Oscillating Water Column Technology.” This relies on the

Islay LIMPET은 스코틀랜드 파력 에너지 회사인 Wavegen에 의해 개발되었고 2000년부터 2013년까지 영국 스코틀랜드 북부 Orkney 섬의 해안 절벽에서 가동되었다. Islay 지역 300가구에 전력을 공급할 수 있는 250-500kW의 발전 용량을 보유한 LIMPET은 세계 최초로 전력망에 연결되어 상용화된 파력 에너지 장치였다. LIMPET은 발전기에 동력을 공급하는 터빈으로 공기를 압축 및 흡입시키는 파도의 움직임에 의해

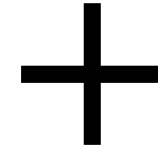
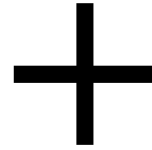
[IMG-F-8-2] Individual PowerBuoy and undersea substation  
Ocean Power Technologies

[IMG-F-9-1] ISLAY LIMPET  
1) Wave capture chamber set into rock face  
2) Tidal power forces water into chamber  
3) Air alternately compressed and decompressed by “oscillating water column”  
4) Rushes of air drive the Wells Turbine, creating power  
“How it works: Wave Power Station”, BBC NEWS, November, 2000

TO BE ADDED

TO BE ADDED

Added at 2017-09-29



motion of waves compressing and sucking air through a turbine which powers a generator.  
 [1] Wavegen was sold to German company, Voith in 2005. However, citing a poor return on investment, Voith decided to close down Wavegen choosing to concentrate on tidal power projects in 2013.[2]

작동된다.[1] 2005년 Wavegen은 독일 회사인 Voith에 매각되었다. 그러나 Voith는 열악한 투자 수익을 이유로 2013년 Wavegen을 닫고, 조력 발전 프로젝트들에 집중할 것을 결정하였다.[2]

[IMG-F-9-2] ISLAY LIMPET  
 ISLAY LIMPET POWER PLANT, The Queen's University of Belfast, 2002

[1] *The Renewable Future for the UK*, Nicolas Thomas, 2005

[2] *"Not just Riding the Waves, These Competitors Seek to Harness Their Energy"*, InsideClimateNews, March, 2016

# G.

# TRANSPOR- TATION

The amount of fuel consumed by two vessels connecting all nine islands in Tuvalu accounts for 36% of the country's total energy consumption. The means of transportation and the sustainable supply of energy that facilitate close exchanges between remote islands are important elements that bind future Tuvalu into a powerful production cluster. Can we imagine the self-sufficient power of the entire Tuvalu body's arterial vessels and capillary motorcycles to work vigorously?

투발루 전체 9개 섬을 연결하는 두 척의 선박들이 소비하는 연료량은 국가 전체 에너지 소비량의 36%나 차지하고 있다. 멀리 떨어진 섬 간의 긴밀한 교류를 촉진하는 교통수단과 그 에너지의 지속가능한 공급원은 미래의 투발루를 강력한 하나의 생산 집합체로 묶어주는 중요한 요소이다. 전체 투발루 신체 동맥의 선박과 모세혈관의 오토바이가 활발하게 작동할 수 있는 자급자족적인 동력을 상상할 수 있을까?

## G-1 BIOFUEL-POWERED VESSEL



From 2015, ‘Sustainable Marine Biofuel Initiative’ that consists of three project partners, Boskalis(NL), GoodFuels(NL) and Wärtsilä(FI), has been implementing a two-year marine biofuel testing and pilot program. During these two years, a number of biofuels are tested in Wärtsilä’s lab and engine-testing facility, and on board Boskalis vessels. The aim of the program is to overcome technical barriers that may exist for marine biofuels, explore

Boskalis (네덜란드)와 GoodFuels (네덜란드), 그리고 Wärtsilä(핀란드), 이렇게 세 기업으로 구성된 ‘Sustainable Marine Biofuel Initiative’는 2015년부터 2년 간의 일정으로 해양 바이오 연료 테스트 및 시범 프로그램을 시행하고 있다. 이 2년 동안 Wärtsilä의 실험실과 엔진 테스트 시설 그리고 Boskalis의 선박들에서 다수의 바이오 연료들이 테스트된다. 이 프로그램의 목적은 해양 바이오 연료에 존재할 수 있는 기술적인 장벽들을 극복하고 새로운 바이오 연료의 기회들을 모색하며, 동시에 시장에 바이오 연료가 선박의 동력



new biofuel opportunities and create trust in the market that biofuels are suitable for shipping.<sup>[1]</sup> On September in 2017, energy providers BHP and GoodFuels signed a Letter of Intent (LOI) to collaborate on a biofuels pilot project in Singapore at the biofuel roundtable organized by the Maritime and Port Authority of Singapore (MPA). Slated for operation next year, the project is part of a greater discussion on the use of biofuels as a sustainable alternative fuel for the future of shipping.<sup>[2]</sup>

에너지원으로 적합하다는 신뢰를 창출하는 것이다.<sup>[1]</sup> 2017년 9월, 에너지 회사인 BHP와 GoodFuels는 싱가포르 해양 항만청 (MPA)이 주최한 바이오 연료 라운드테이블에서 싱가포르의 바이오 연료 시범사업의 협력을 위한 의향서(LOI)에 서명하였다. 2018년부터 시행될 이 사업은 미래의 해양 운송을 위한 지속 가능한 대체 연료로서 바이오 연료의 사용에 관한 더 큰 논의의 일부분이 될 것이다.<sup>[2]</sup>

[IMG-G-1-1] The biofuel test engine in the Wärtsilä laboratory in Vaasa “Will biofuels become a significant alternative fuel for shipping?”. 2016, Seatrade Maritime News

[IMG-G-1-2] Sustainable Marine Biofuel Initiative PPMC, Paris Process on Mobility and Climate

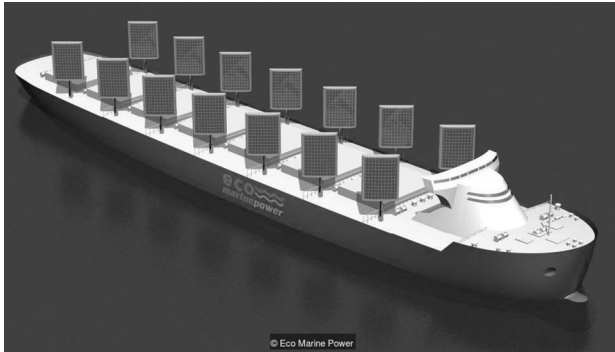
[1] “BHP, Goodfuels to test biofuel for marine vessels”, American Shipper, Sep, 2017

[2] PPMC, Paris Process on Mobility and Climate

## G-2 SOLAR-POWERED VESSEL



[IMG-G-2-1] Installation of Marine Solar Power Eco Marine Power



Japan-based Eco Marine Power (EMP) plans to set sail in 2018 with its Aquarius Marine Renewable Energy (MRE) solution. It's the world's first combination of a rigid sail and solar power system for ships using EMP's patented technologies, including EnergySail. After finding strategic partners with the necessary skills for such a complex, multi-year development project, EMP will integrate its Aquarius Marine Renewable Energy system into a vessel owned by Hisafuku Kisen K.K. of Onomichi, Japan. At the heart of the system

일본의 Eco Marine Power (EMP)는 Aquaris Marine Renewable Energy (MRE) 기술의 판매를 2018년부터 시작하는 계획을 가지고 있다. 이것은 EnergySail과 같은 EMP의 특허 기술을 사용하여 세계 최초로 강성 돛과 태양 에너지를 조합한 선박의 사례이다. 이와 같이 복잡한 다년간의 개발 프로젝트에 필요한 기술을 갖춘 전략적인 파트너를 찾은 후에 EMP는 Aquaris Marine Renewable Energy System을 일본 오노미치의 Hisafuku Kisen K.K가 소유하고 있는 선박에 적용시킬 계획이다. 이 시스템의 핵심에는 여러가지 신 재생 에너지 기술을 통합

is the EnergySail, a rigid sail that can incorporate a number of renewable energy technologies and be installed on a wide variety of ships, including tankers and cruise liners.<sup>[1]</sup> In 2017, another company, Swire Shipping announced that it had trialled a prototype cargo ship on one of its routes around the Micronesian islands. Aiming to link islands in the South Pacific, the 250 deadweight tonne prototype vessel measures 35m in length and is equipped with a 1 megawatt hour battery powered by solar panels. Cargo capacity is around 70 metric tonnes of cargo or up to 20 persons.<sup>[2]</sup>

[1] "The Aquarius: Powering Ships with Renewable Energy", *NauticExpo e-magazine*, Sep. 2017

할 수 있고, 탱커와 크루즈 라이너를 포함한 다양한 선박에 설치할 수 있는 강성 돛인 EnergySail이 있다.<sup>[1]</sup> 한편, 다른 회사인 Swire Shipping은 2017년에 Micronesian 섬들 주변의 한 노선에서 프로토타입 화물선을 시험 운행했다고 발표했다. 남태평양의 섬들을 연결하는 것을 목표로하는 이 250 중량톤의 선박은 길이가 35m이며 태양 전지판으로 구동되는 1메가와트의 배터리가 장착되어 있다. 가벼운 화물의 용량은 약 70 메트릭 톤 혹은 승객 최대 20명을 태울 수 있다.<sup>[2]</sup>

[2] *Ship & Bunker, News and Intelligence for the Marine Fuels Industry*, Sep. 2017

## G-3 ALGAE POWERED MOTORCYCLE

Added at 2017-09-30



A designer and a biofuels scientist from the Netherlands have teamed up to build a motorcycle powered by algae. Peter Mooij researches biofuel production with microalgae. The scientist, who completed his PHD in biotechnology at Delft University of Technology in 2016, has developed a method to grow algae for oil production in salt water. Inspired by this, Mooij's friend Ritsert Mans decided to build a

네덜란드의 디자이너와 바이오 연료 과학자는 조류로 동력을 공급하는 오토바이를 개발하기 위해 팀을 구성했다. Peter Mooij는 미세 조류로부터 바이오 연료를 생산하는 것을 연구한다. 2016년 델프트 공대에서 생물공학 박사 학위를 취득한 그는 오일을 생산하기 위해 해수에서 조류를 재배하는 방법을 개발하였다. 이를 바탕으로 Mooij의 친구인 Ritsert Mans는 바이오 연료로 구동되는 오토바이를 만들기로 결심했다.

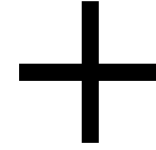
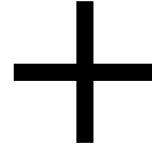
[IMG-G-2-2] Aquarius Eco Ship by Eco Marine Power "The ships that could change the seas forever", *BBC*, Sep. 2017

[IMG-G-3-1] Wooden Motorcycle that Runs On Algae Oil "Dutch designer creates a wooden motorcycle powered by algae", *Inhabitat*, Aug. 2017

TO BE ADDED

TO BE ADDED

Added at 2017-09-30



motorcycle powered by the bio-fuel. Mans built the frames and springs of the bike from wood, used cork for the dampeners, and hemp for reinforcement. Mans and Mooij's algae powered motorcycle has had its first test successfully on a beach in the Netherlands in 2017.<sup>[1]</sup>

Mans는 오토바이의 프레임과 스프링을 위해 나무를, 댐퍼를 위해 코르크를 그리고 보강을 위해 대마를 사용하였다. 2017년 네덜란드의 해변에서 그들의 조류 오일로 구동되는 오토바이는 성공적으로 첫번째 테스트를 마쳤다.<sup>[1]</sup>

[IMG-G-3-2] Algae Oil using for Motorcycle  
"Dutch designer creates a wooden motorcycle powered by algae", *Inhabitat*, Aug. 2017

[1]  
"Motorcycle powred by algae oil passes first test", *BIOFUELS INTERNATIONAL*, May, 2017



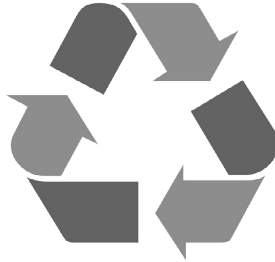
# H.

# WASTE MANAGEMENT

What can be a waste management method suitable for Tuvalu's location and environment? Tuvalu's small population and traditional community-based political systems provide the possibility to quickly and flexibly test new alternatives of waste management system. In this process, can we also explore the possibility that Tuvalu's unique industry will come into being?

투발루의 위치와 환경에 적합한 획기적인 쓰레기 관리 방법은 무엇일까? 투발루의 적은 인구수와 전통적 커뮤니티에 기반을 둔 정치시스템은 새로운 쓰레기 관리 시스템에 대한 대안들을 신속하고 융통성있게 테스트할 수 있는 가능성을 제공한다. 또한 이 과정 속에서 투발루만의 독특한 산업이 발생할 수 있는 가능성도 함께 모색해 볼 수 있지 않을까?

## H-1 SUPERSOL



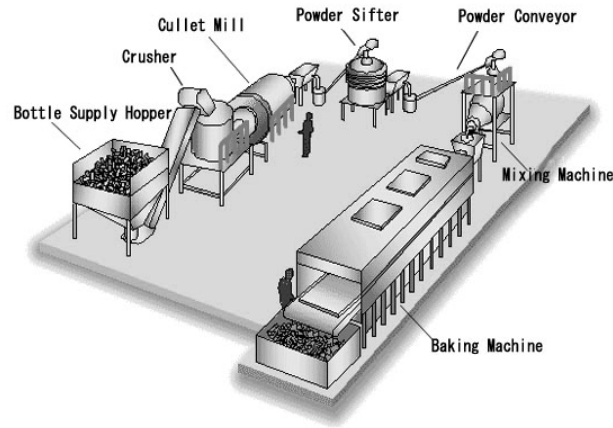
Glass to Supersol recycling, a new revolutionary technology from Japan, is the favorable method for recycling because it surpasses the former glass to glass recycling. Supersol is a porous, rock-like material manufactured from waste glass

유리를 재활용하여 Supersol을 생산해내는 일본의 새로운 혁명적인 기술은 기존의 유리에서 유리를 재생산하는 방식을 능가한다는 점에서 선호된다. Supersol은 폐유리로부터 만들어진, 유리와는 유사성이 없는, 다공질의 암석과 같은

without any of its resemblance. This material is lightweight yet rigid and is highly adaptable to its various intended uses. Supersol is eco-friendly because its contents are similar to natural soil; and because of its inorganic property, these rocks do not ignite nor attract pests. This “miracle rock” has proved significant in the following applications: civil engineering, architecture, agriculture, aqua-farming, landscaping, home gardening, rain water preservation & filtering, insulation and soil-improvement.<sup>[1]</sup>

물질이다. 이 소재는 가볍고 단단하며 다양한 용도에 맞게 적용될 수 있다. 또한 Supersol은 천연 토양과 유사한 구성물을 가지고 있다는 점과, 그 무기적 특성 때문에 해충을 발화시키거나 유인하지 않는다는 점에서 환경친화적이다. 이 ‘기적의 암석’은 토목, 건축, 농업, 수중 경작, 조경, 가정원에, 빗물 보존 및 여과, 단열, 그리고 토양 개량과 같은 응용 분야에서 중요한 역할을 할 수 있는 것으로 증명되었다.<sup>[1]</sup>

Added at 2017-10-01



## H-2 RECYCLING PLASTIC TO 3D PRINTING FILAMENT



Social enterprise Prontoprint founded in 2012 in Pune, India partnered with SWaCH, a Pune-based cooperative wholly owned by waste pickers. Together they have set up a low-cost plastic filament production facility at a local rubbish dump in Pune operated by SWaCH waste pickers to convert plastic waste into 3D printing filament (the ink for 3D printers) to eventually be sold to Indian or international 3D printing

인도 Pune에 2012년 설립된 사회적 기업 Prontoprint는 Pune 기반의 쓰레기 수거 노동자들이 소유하고 있는 협동 조합 SWaCH와 파트너십을 맺었다. 그들은 Pune 지역 쓰레기장에 플라스틱 폐기물을 3D 프린터용 필라멘트 (3D프린터의 잉크)로 변환하는 생산 공장을 세웠고, 여기서 생산된 필라멘트들은 인도 또는 국제 3D 프린팅 회사들에 판매된다. 이 생산 공장은 SWaCH의 쓰레기 수거 노동자들에 의해서

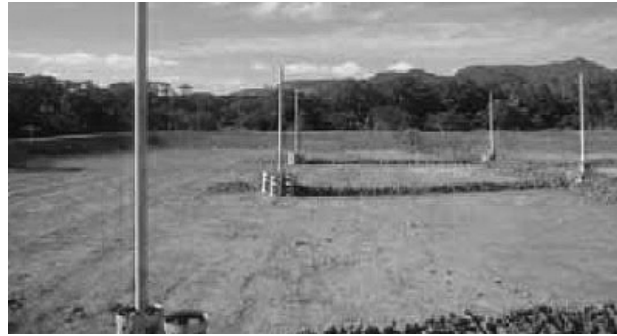
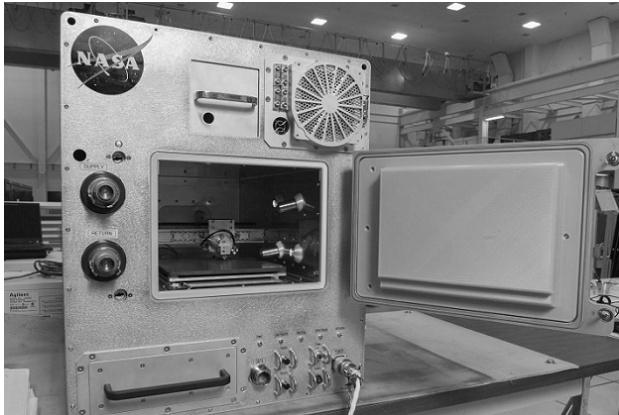
[IMG-H-1-1] Supersol from Glass Powder Mixture Waste Expo, Las Vegas Convention Center, June, 2016

[IMG-H-2-1] A worker washes shredded plastic waste for recycling at Prontoprint “Could 3D printing help tackle poverty and plastic waste?”, Guardian sustainable business, Nov, 2016

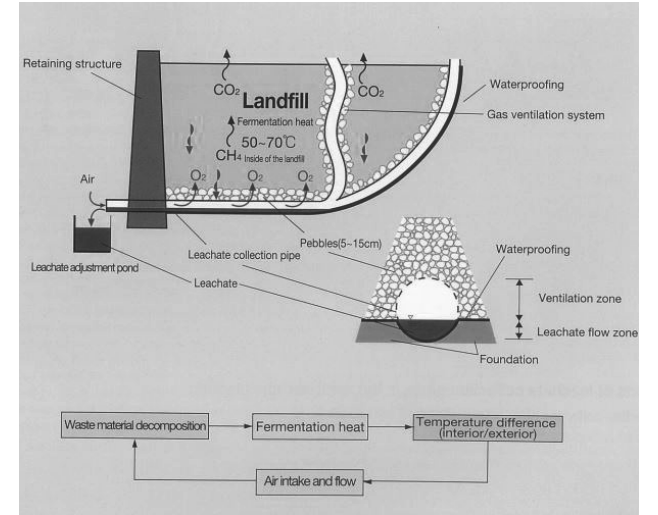
[1] [www.trims.co.jp](http://www.trims.co.jp)

# H-3 SEMI-AEROBIC LANDFILL

Added at 2017-10-02



Added at 2017-10-06



companies.<sup>[1]</sup> In 2015, NASA awarded Washington-based technology firm Tethers Unlimited, Inc. (TUI) a Small Business Innovation Research (SBIR) grant to continue developing its Positrusion Recycler, which recycles plastic waste into 3D printable filament, for use aboard the International Space Station (ISS).<sup>[2]</sup>

운영된다.<sup>[1]</sup> 2015년 NASA는 워싱턴 기술 회사인 TUI에 국제 우주 정거장에서 쓰일 수 있는 Positrusion Recycler(플라스틱 폐기물을 3D 프린터용 필라멘트로 재활용하는 장치)의 개발을 계속할 수 있도록 SBIR 지원금을 수여하였다.<sup>[2]</sup>

The “Fukuoka Method” is a sanitary landfill system that was developed by Fukuoka University and Fukuoka City. It is characterized by its low-cost and simple landfill improvement technology with which leachate collecting pipes, gas venting pipes, etc. can be installed, using materials and techniques available in developing countries, with the purpose of expanding an aerobic area inside the landfill

“Fukuoka Method”는 후쿠오카 시와 후쿠오카 대학이 개발한 위생적인 쓰레기 매립 시스템이다. 이 시스템의 특징은 고품 폐기물 매립지 내부의 호기성 영역을 확장하기 위해 개발 도상국 내의 가용한 재료와 기술을 이용하여 침출수 포집관, 가스 배출관 등을 설치함으로써 적은 비용으로 간편하게 쓰레기 매립지를 개선할 수 있는 기술이라는 점이다. 이 방법은 최종 폐기물 처분 지점 주변의 환경에

layer of solid waste. Not only can this method reduce the impact on an environment around a final disposal site, while accelerating the breakdown of landfilled solid waste, stabilizing the landfill site earlier and removing leachate more quickly, but it can also contribute to preventing global warming through the reduction of methane gas emissions from the landfill site.<sup>[1]</sup>

미치는 영향을 줄이는 동시에, 매립된 고품 폐기물의 분해를 가속화하고, 침출수를 더 빨리 제거하고, 매립지를 더 일찍 안정화할 수 있을 뿐만 아니라 매립지에서 배출되는 메탄 가스를 줄임으로써 지구 온난화 방지에 기여할 수 있다.<sup>[1]</sup>

[IMG-H-2-2] The Refabricator being tested before its space debut, NASA “The Refabricator Will Be Recycling Plastic and 3D Printing Onboard the ISS Next Year” 3D PRINT.com, Sep, 2017

[IMG-H-3-1] Fukuoka Method employed at a disposal site in Labasa, Fiji “Creating a Sound Material-cycle Society in Small Islands”, JICA-Japan International Cooperation Agency, June, 2015

[IMG-H-3-2] Semi-aerobic Landfill Mechanism “The Fukuoka Method(semi-aerobic landfill) attracts the attention of the world.” komusuri.files.wordpress.com/2015/08/fukuokawastemanagementmethod.pdf

[1] Guardian sustainable business, Nov, 2016

[2] 3D PRINT.com, Sep, 2017

# I.

# NEW SOURCES OF REVENUE

Some of the systems introduced in the preceding categories already include products that can be sources of revenue. In addition, what can be the new industry that can be tried to increase Tuvalu's national income? Can the limitation of Tuvalu as of the 21st century and the practice of experimental alternatives to overcome it become a trigger for the imagination of new industries? If the extent to which these industries are consumed is international, Tuvalu's issues would be promoted and its message would have influence internationally.

앞의 카테고리들에서 소개된 몇 가지 시스템들은 이미 수입원이 될 수 있는 생산물들을 포함한다. 이에 더해서 투발루의 국가 수입을 늘리기 위해 시도할 수 있는 새로운 산업은 무엇이 될 수 있을까? 21세기 현재 투발루의 한계와 이를 극복하기 위한 실험적 대안들의 실천 자체가 새로운 산업의 상상을 위한 도화선이 될 수 있을까? 이들 산업을 소비하는 대상의 범위가 국제적이라면, 투발루가 가지고 있는 이슈가 홍보되고 그 메시지가 영향력을 갖는 효과도 함께 기대할 수 있지 않을까?

# I-1 TOURISM INDUSTRY BOUND WITH SUSTAINABILITY AND TEST-BED

Added at 2018-07-31



Tuvalu has clear limits to take the tourism industry model of neighboring Fiji-like countries. Any plans to expand the tourism sector of Tuvalu have to be done in the context of the problems faced by the country and its struggles.<sup>[1]</sup> Experiencing the adaptation of the physical environment, the alternative lifestyle for sustainability and new technologies that are applied to support it will be Tuvalu's unique tourism

투발루는 이웃한 피지와 같은 나라들의 관광 산업 모델을 그대로 취하기에는 분명한 한계를 가지고 있다. 투발루의 관광 산업은 투발루가 직면하고 있는 문제들과 그에 대응하여 고군분투하는 맥락 속에서 그 확장이 모색되어야 한다.<sup>[1]</sup> 지속가능성을 위한 물리적 환경의 적응과 대안적인 삶의 방식, 그리고 이를 뒷받침하기 위해 적용된 새로운 기술들을 경험하는 것은 투발루만의 차별화된 관광 자원이 될 것이다. 투발루의 상징-

resources. In addition to the symbolic meaning of Tuvalu, if this tourism industry develops in this form, it will increase the number of international companies that will test and promote their new technology having Tuvalu as a testbed.

적인 의미와 덧붙여져, 이러한 형식의 관광산업이 발전하게 되면 투발루를 테스트베드로 삼아 개발 중인 신기술을 실험하고 홍보하고자 하는 기업들도 국제적으로 늘어날 것이다.

[IMG-I-1-1] Adapting to Climate Change, Beach Nourishment in Funafuti Site "Tourists could help Tuvalu", Radio New Zealand, Sep, 2017

[IMG-I-1-2] Nature and Experiential Technology "Over Atolls of Tuvalu", www.CalypseAviation.com

[1] Pauft Afelee, the Tourism Officer in Tuvalu, Interview on RNZ, Sep, 2017

# I-2 'TV' TV

Followers	YouTube	facebook	Instagram
100k - 500k	\$12,500	\$6,250	\$5,000
500k - 1m	\$25,000	\$12,500	\$10,000
1m - 3m	\$125,000	\$62,500	\$50,000
3m - 7m	\$187,500	\$93,750	\$75,000
over 7m	\$300,000	\$187,500	\$150,000

	snapchat	Vine	twitter
100k - 500k	\$5,000	\$3,750	\$2,000
500k - 1m	\$10,000	\$7,500	\$4,000
1m - 3m	\$50,000	\$37,500	\$20,000
3m - 7m	\$75,000	\$56,250	\$30,000
over 7m	\$150,000	\$112,500	\$60,000

'TV TV' (Tuvalu TV) can be considered as an online business in line with Tuvalu's offline tourism industry. 'TV TV' continuously broadcast all the environments and changes of Tuvalu in real time at various points like the format of 'Slow TV' of Norway. (For example, along both sides of the Funafuti runway, along the lagoon and ocean on the sea, along the line connecting the nine islands from the sky, etc.) This channel

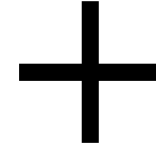
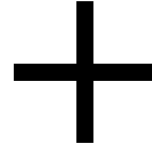
투발루의 오프라인 관광산업과 대체점을 이루는 온라인 사업으로서 'TV TV' (Tuvalu TV)를 생각해 볼 수 있다. 'TV TV'는 노르웨이의 'Slow TV'의 형식처럼 투발루의 모든 환경과 변화들을 다양한 시점에서 실시간으로 계속해서 송출한다. (예를 들면, 푸나푸티 활주로의 양 측면을 따라, 바다 위에서 석호와 대양을 따라, 하늘 위에서 아홉개의 섬들을 잇는 선을 따라 등.) 이 채널은 기후 변화와 지속가능성의 이슈들이

[IMG-I-2-1] Average earnings for influencer posts on selected social-media platforms "Celebrities' endorsement earnings on social media", The Economist, Oct, 2016

TO BE ADDED

TO BE ADDED

Added at 2018-08-08



can be a new source of income for the country by consumers who want to utilize Tuvalu, where climate change and sustainability issues are actually working, as a living educational tool, as well as consumers who have a curiosity but not afford to visit and who want to support Tuvalu by simply following the channel.

실제로 작동하고 있는 투발루를 살아있는 교재로 활용하려는 교육 분야의 수요자들과 호기심은 있으나 방문이 여의치 않은 수요자들, 그리고 단순한 팔로우를 통해 투발루를 지원하고자 하는 수요자들을 통해 국가의 새로운 수입자원이 될 수 있다.

[IMG-1-2-2] Still from "Hurtigruten Minute by Minute," a Norwegian Slow TV show that lasted 134 hours, 42 minutes and 45 seconds. 3.2 million tuned in.  
 "A five-day boat ride. Twelve hours of knitting. Are Americans ready for Norway's Slow TV?".  
 The Washington Post, March, 2015

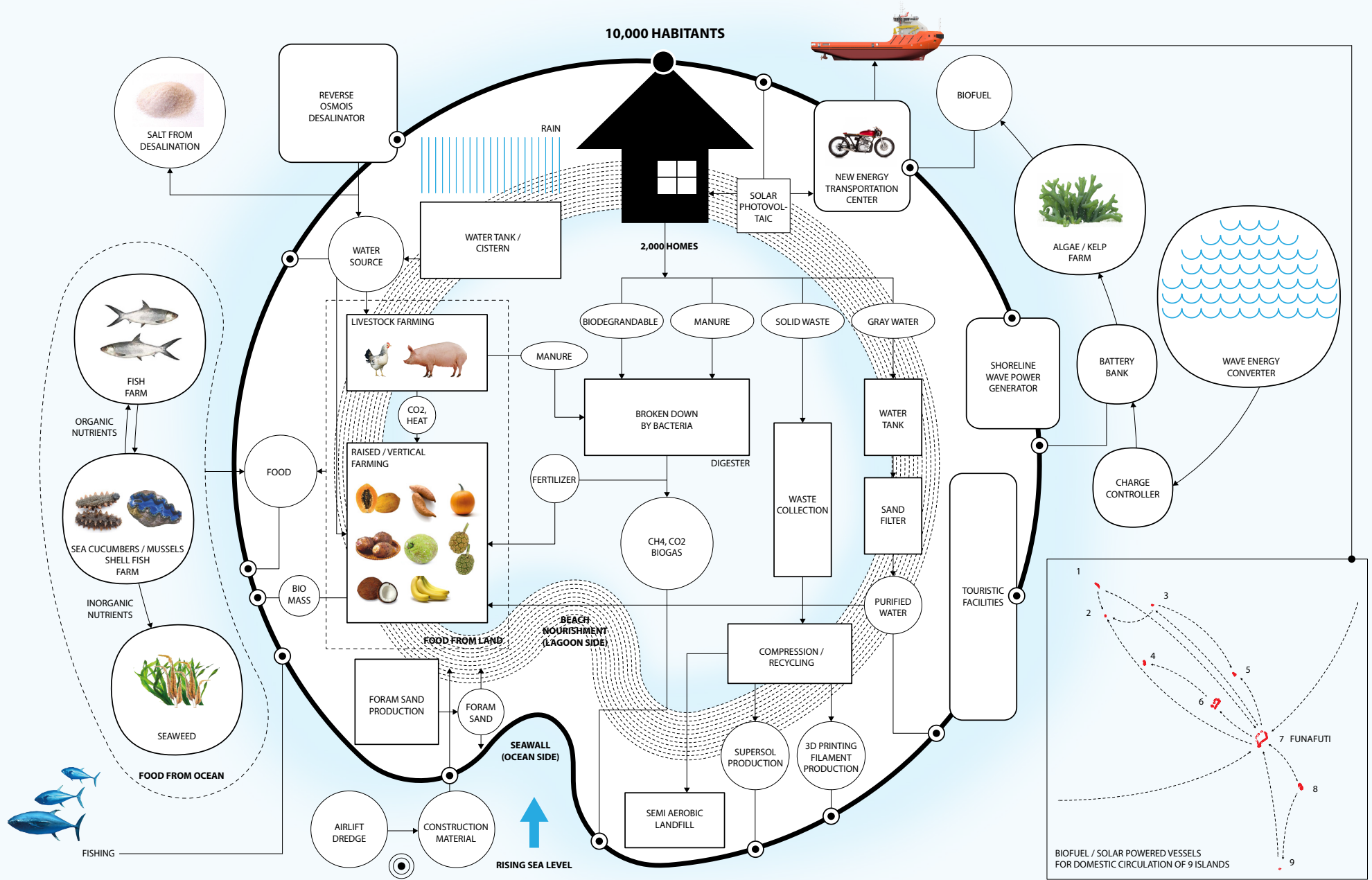
# Alternative Tuvalu scenario

## : Scenarios for being broken

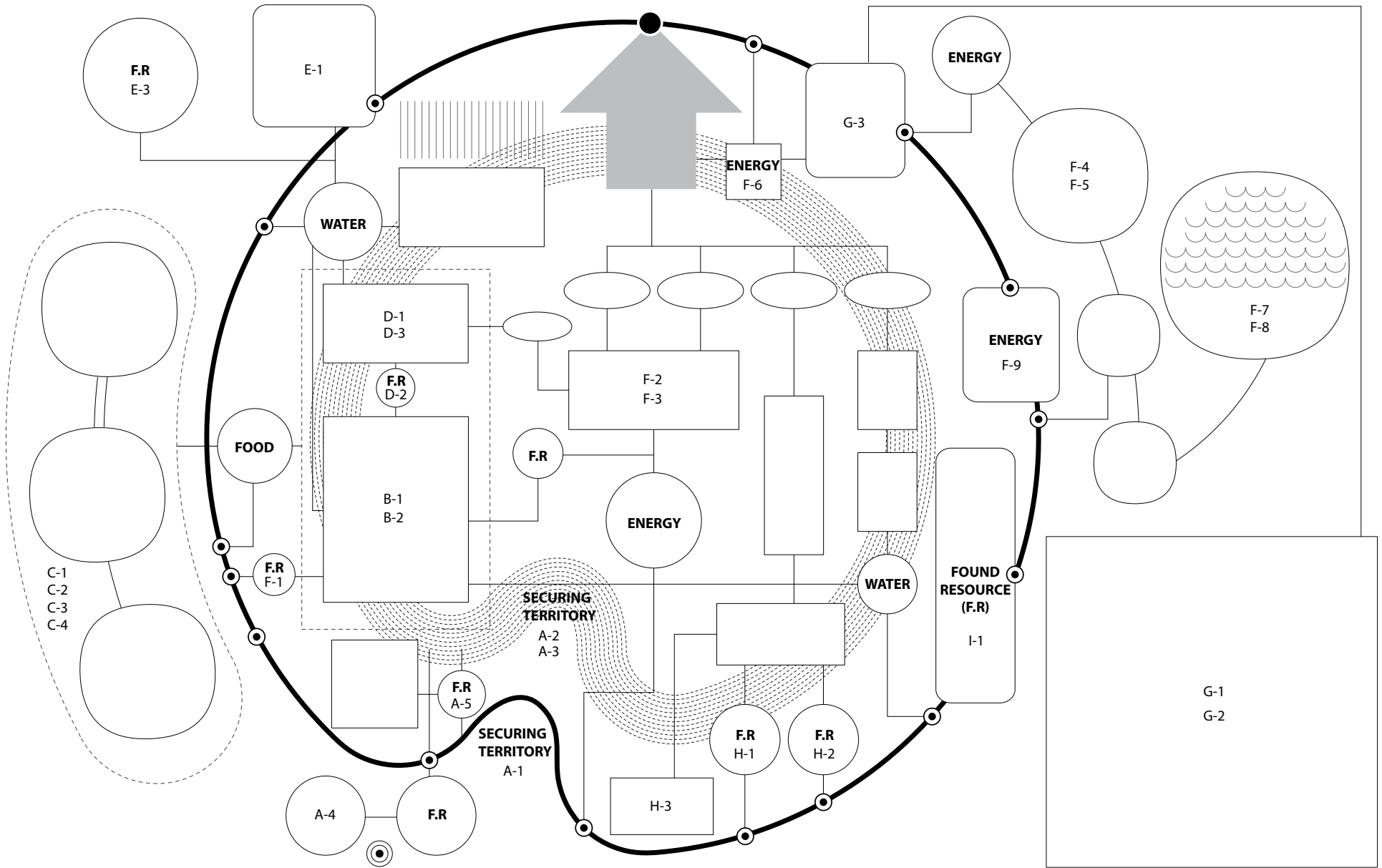
‘Alternative Tuvalu scenario’ is a series of scenarios in which all resources are converged from ‘Expanding Archives’. Each of these scenarios provides an opportunity to look at the alternative possibilities of Tuvalu from an integrated perspective. At the same time, each scenario aims to work as a catalyst for raising discussion for other versions of the scenario by breaking through critical thoughts and opinions. To fulfill this role, ‘Alternative Tuvalu # 1’, which is the starting point of all scenarios, was composed as simply and incompletely as possible. ‘Alternative Tuvalu # 1’ presupposes the assumption that sea levels will continue to rise, and that Tuvalu’s current territory continues to be used. But we hope each scenario will be open to these assumptions. For example, ways to slow down global warming, or to give up current territory and find a third land, could be discussed together.

대안적 투발루 시나리오  
: 깨어지기 위한 시나리오

‘대안적 투발루 시나리오’는 모든 리소스가 ‘확장하는 아카이브’로부터 수렴되어 나타난 일련의 시나리오들이다. 각 시나리오들은 투발루의 대안적 가능성들을 통합적 시각에서 짚어볼 수 있는 계기를 제공함과 동시에, 비판적 사고와 의견을 통해 깨어짐으로써 다른 버전의 시나리오를 향한 논의를 불러 일으키는 촉매제로서 역할을 목표로 한다. 이러한 역할에 충실하기 위하여 모든 시나리오의 시작점인 ‘대안적 투발루 #1’은 단순하고 불완전한 모습으로 구성되었다. ‘대안적 투발루 #1’은 해수면이 계속해서 상승할 것이라는 가정과 투발루의 현재 영토를 계속해서 사용하는 것을 전제로 하고 있다. 하지만 우리는 각 시나리오들이 이러한 가정과 전제에 대해 열려 있기를 희망한다. 예를 들어, 지구 온난화를 더디게 할 수 있는 방안들이나 현재의 영토를 포기하고 제 3의 땅을 찾는 방안들도 함께 논의될 수 있을 것이다.







*Added at 2017-09-29*

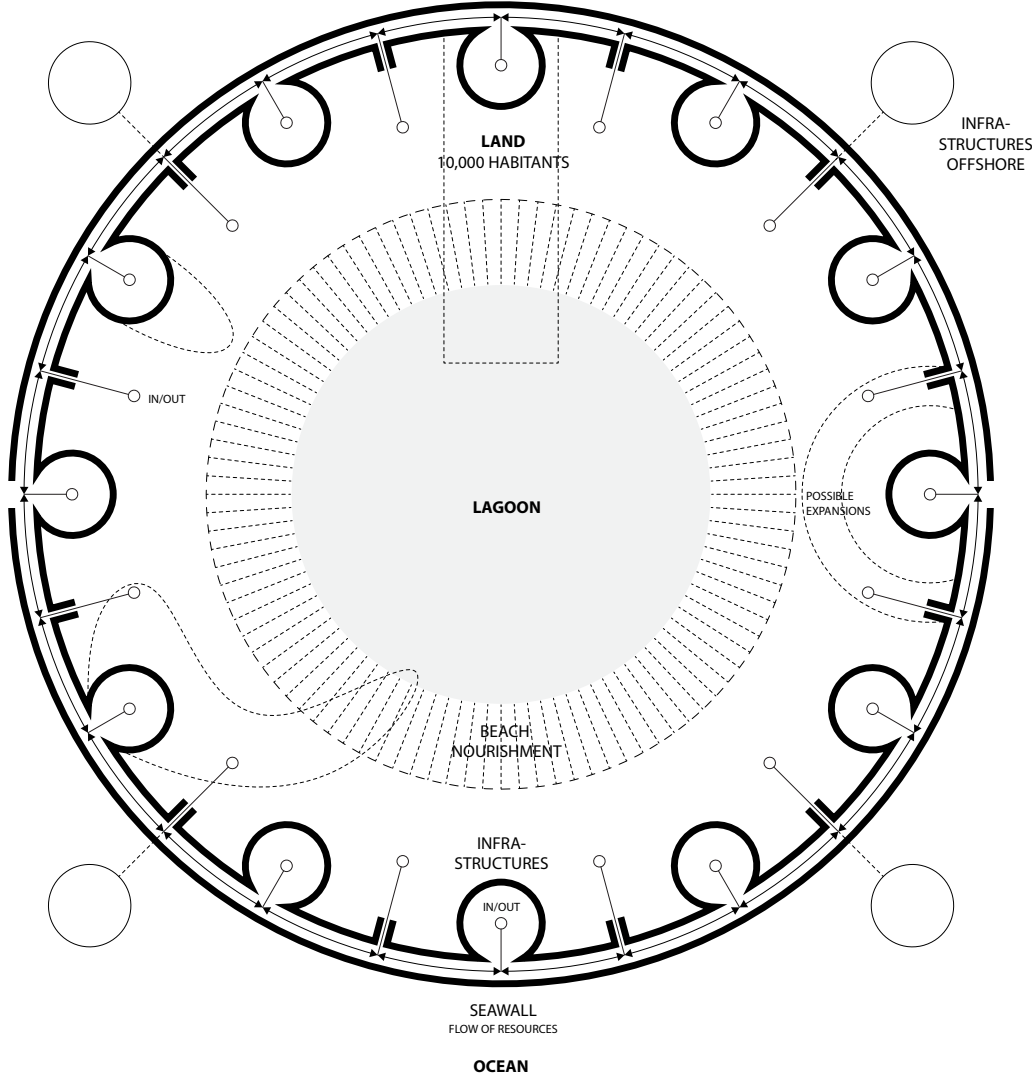
‘Alternative Tuvalu #1’ is the first scenario that lists the direct and searchable solutions based on the fatal crises (climate change, domestic crises) facing Tuvalu, described in the second half of ‘FACT BOOK’. In principle, each element ‘seats’, ‘functions’ and ‘produces’ in the environment of Tuvalu and promotes the functions of other elements or protects them from potential crises on its own or through its products. This scenario, which represents Tuvalu as a living complex, will continue to have different versions as the ‘Expanding Archive’ grows.

‘대안적 투발루 #1’은 ‘FACT BOOK’의 후반부에 기술된 투발루가 직면한 치명적인 위기들(기후변화, 내부적 위기들)을 바탕으로 이에 대한 직접적이고 검색 가능한 해결책들을 나열하고, 이들 간의 관계를 구성한 첫 번째 시나리오다. 원칙적으로 각 요소는 투발루의 환경 속에 ‘안착’하여 ‘기능’하고 ‘생산’하며, 스스로 혹은 그 생산물을 통해 다른 요소들의 기능을 촉진하거나 잠재적인 위기들로부터 보호한다. 살아있는 복합체로서의 투발루를 나타내는 이 시나리오는 ‘확장하는 아카이브’가 늘어남에 따라 계속해서 다른 버전들을 가지게 될 계획이다.

*Added at 2018-07-29*

The scenario includes technologies that can secure Tuvalu's territories in the face of rising sea levels, and ways to produce water, food, and energy to sustain an independent life even in Tuvalu's harsh conditions today. 'Found Resource' is an element that has the potential as a new source of income by being discovered and utilized among Tuvalu's environment and lifestyle. The index marks indicate which elements of the 'Expanding Archive' have become the resource to complete the scenario.

시나리오는 해수면 상승의 위기에서도 투발루의 영토를 유지할 수 있는 기술들과, 현재 투발루의 열악한 상황에서도 자립적이고 지속적인 삶을 유지하기 위한 물, 식량, 에너지 등의 요소들을 생산할 수 있는 방식들을 포함하고 있다. 'Found Resource'는 투발루의 환경과 생활 방식 중 잠재성을 발견하고 활용하여 새로운 수입원이 될 가능성을 가진 요소들이다. 색인 부호들은 '확장하는 아카이브'의 어떤 요소들이 시나리오를 완성하는 리소스가 되었는지를 나타낸다.





*Added at 2018-08-03*

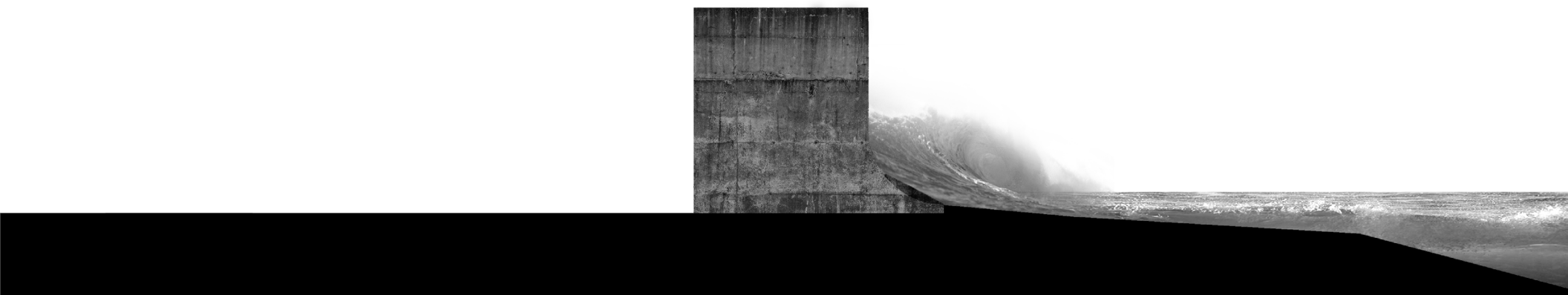
‘Alternative Tuvalu #1’ requires many infrastructures, among which the seawall plays a pivotal role in the overall scenario, constructed on all sides of the island facing oceans. All infrastructures are integrated into one body through seawalls. Seawalls have a fluid character to absorb, store and distribute produced energy and other resources through each infrastructure and community like arteries and veins, while firmly protecting territories and infrastructures from sea level rise. This concept can maximize the interactions between elements, organizing the operation of infrastructure and resources systematically in narrow territories.

‘대안적 투발루 #1’은 많은 기반시설의 구축을 필요로 하며, 이 가운데 방조제는 섬의 대양에 면한 모든 변을 아우르며 전체 시나리오에서 중추적인 역할을 한다. 모든 기반시설은 방조제를 통해 하나의 신체로 통합된다. 방조제는 단단하게 해수면 상승으로부터 영토와 기반시설들을 보호함과 동시에, 동맥과 정맥처럼 각 기반시설과 커뮤니티에서 생산된 에너지와 그 밖의 자원들을 흡수하고, 저장하여, 분배하는 유동적인 특성을 가진다. 이 개념은 좁은 영토에서 기반시설과 자원의 운용을 체계화시키면서, 각 요소 간의 상호작용을 극대화할 수 있다.

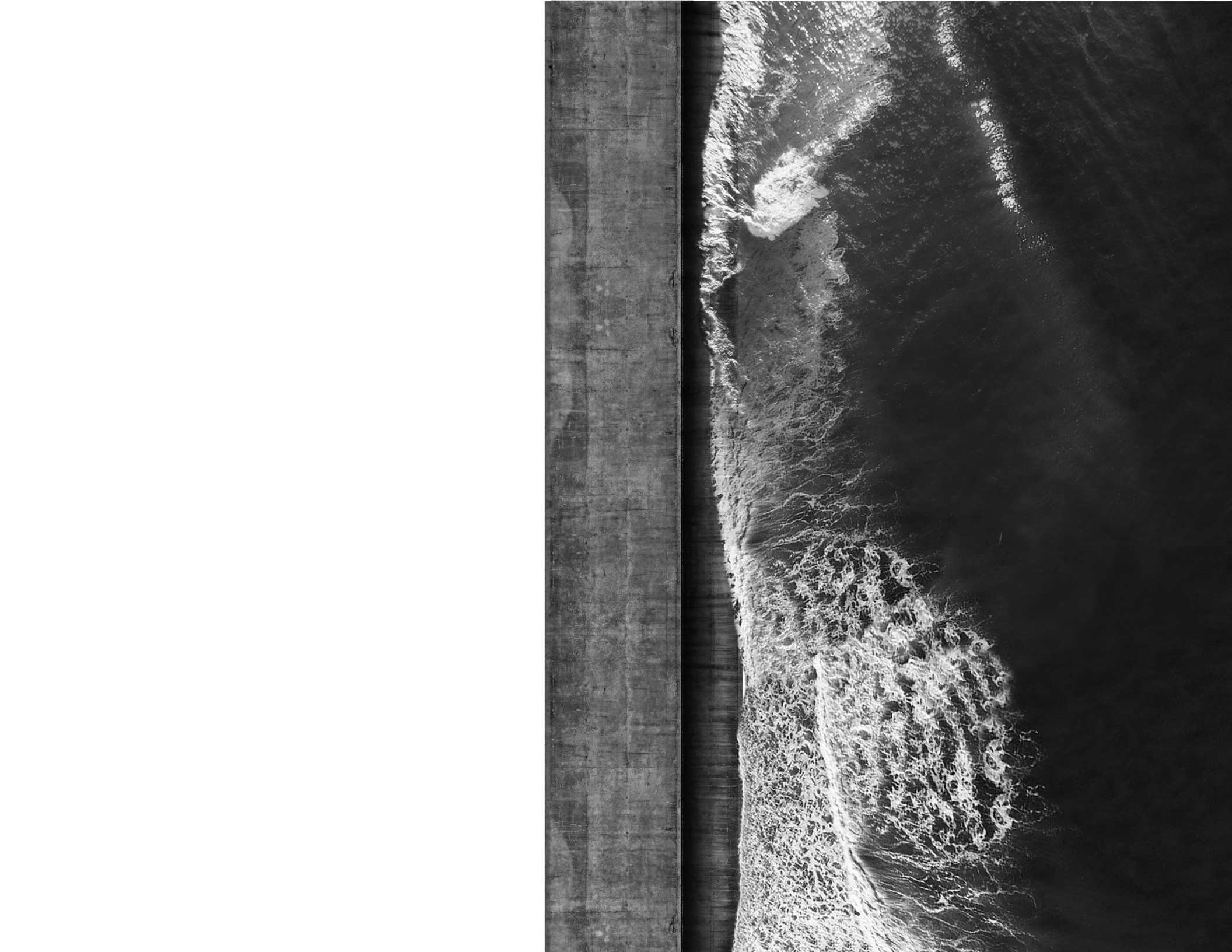
Added at 2018-08-08

The concept of ‘integrated infrastructure’ applies to Funafuti Island as a diagram above. In response to the rise in sea level, beach nourishment is formed in the lagoon side where the waves are weak, and seawalls are built on the ocean side where the waves are strong. Infrastructures are located towards the ocean centered on the airfield, while community is located on the lagoon side so that the relationship between the lagoon and the daily life of community can be maintained. This layout centering on the airfield has the continuity with the current context of Funafuti and offers an island a gradually changing density consisting of <Lagoon-Nourished Beach-Community-’Air-field’-Infrastructure-seawall-Ocean> in the horizontal direction.

‘통합된 기반시설’의 개념은 다음과 같이 푸나푸티 섬에 적용된다. 해수면 상승에 대응하여 파력이 약한 석호 방면에는 해변이 조성되고, 파력이 강한 대양 방면에는 방조제가 구축된다. 활주로를 중심으로 대양 쪽으로는 기반시설들이, 석호 쪽으로는 커뮤니티가 위치하면서 석호와 커뮤니티 라이프스타일의 관계를 지속시킨다. 이렇게 활주로를 중심으로 한 배치는 푸나푸티의 현재 맥락과 연속성을 가지면서, 섬에 가로축 방향으로 <석호-해빈-커뮤니티-’활주로’-기반시설-방조제-대양>으로 구성된 점진적으로 변화하는 밀도의 특성을 부여한다.







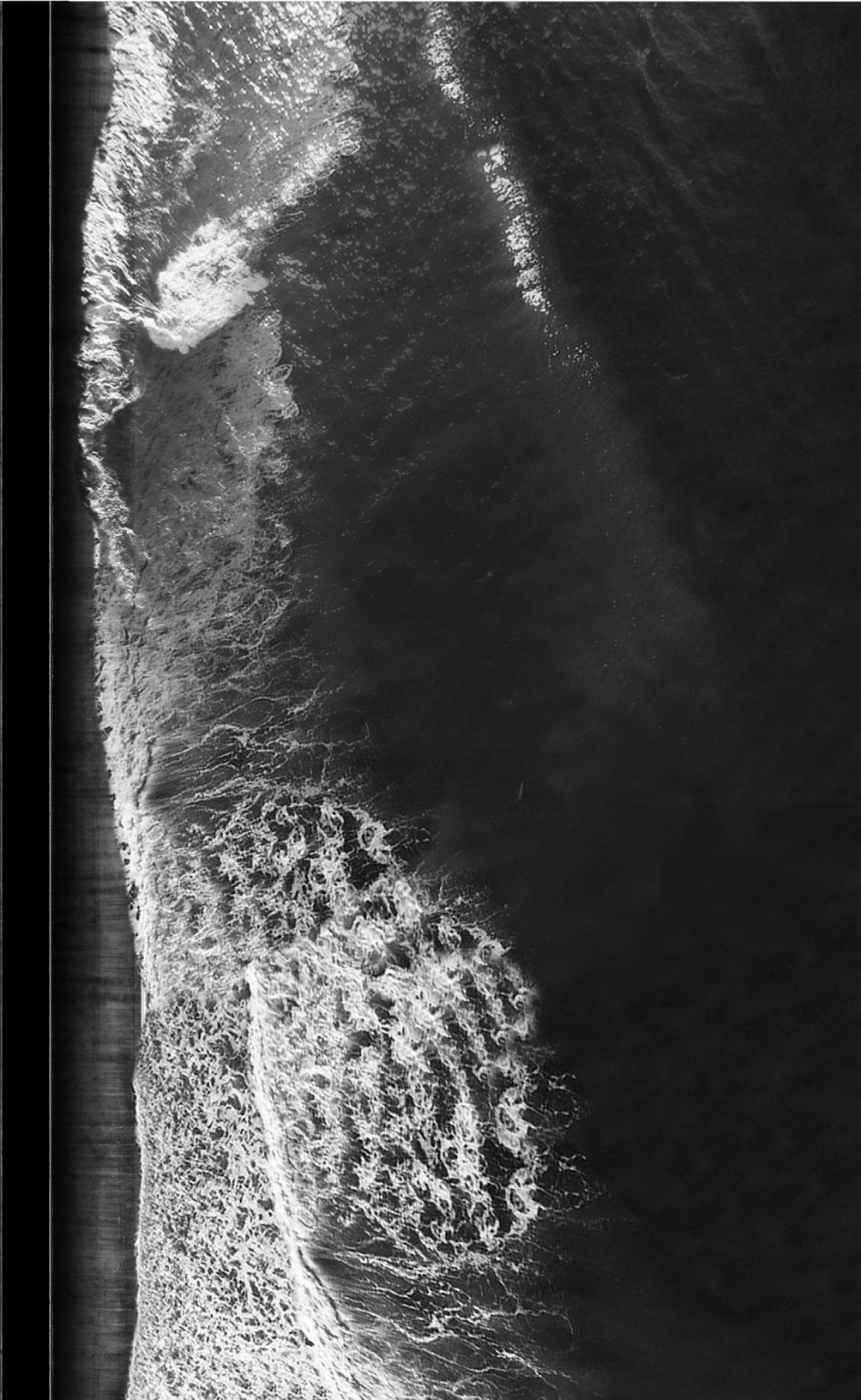
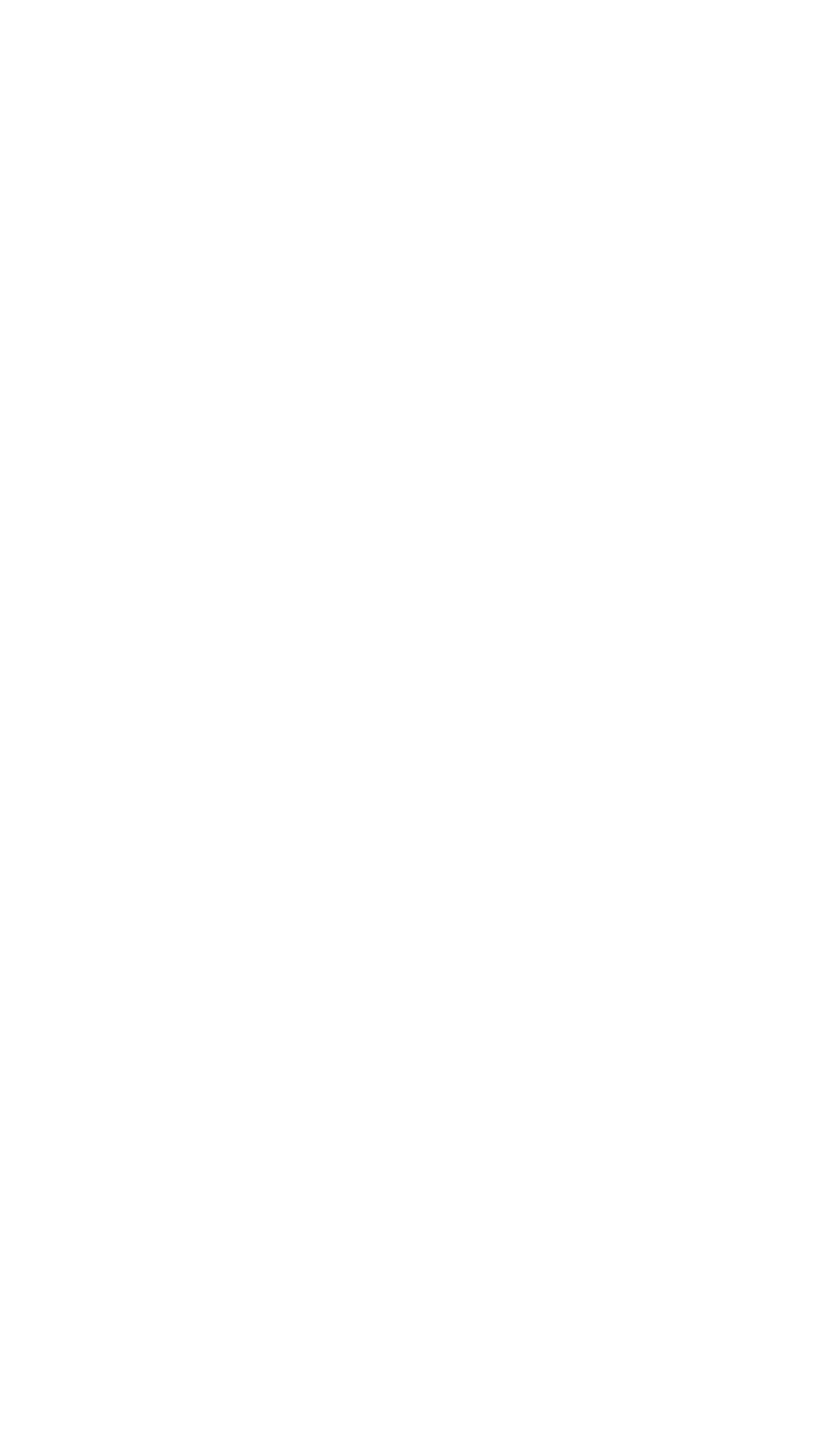
## SEAWALL: OCEAN SIDE

*Added at 2018-08-15*

Of the two crises in ‘Fact Book’, the problem of securing territory from sea-level rise due to ‘climate change’ takes precedence over ‘domestic crisis’. If the territory does not exist, the state can not exist either. In the first scenario, the seawall responds to this and settles in beautiful but fragile environment of a coral island, Tuvalu, with exaggerated, farfetched, violent but at the same time insecure appearance. This seawall, which is about 12 km long, directly and fully reveals the fears of nature through its section and plan, waiting for other alternatives to sea level rise that will be included in the ‘Expanding Archive’ and constitute the next scenario.

‘Fact Book’의 두 가지 위기 중에서 ‘기후변화’로 인한 해수면 상승으로부터 영토를 유지하는 문제는 ‘내부적 위기들’보다 우선시된다. 영토가 존재하지 않으면 국가도 존재할 수 없기 때문이다. 이에 대응하는 첫 번째 시나리오의 방조제는 산호로 이루어진 투발루의 아름답지만 연약한 환경에 다소 과장되고 억지스러우며, 폭력적인 동시에 불안한 모습으로 자리 잡는다. 약 12km의 길이를 가진 방조제는 그 단면과 평면을 통해 자연에 대한 두려움을 직접적이고 적나라하게 드러내면서 ‘확장하는 아카이브’에 수록되어 다음 시나리오를 구성할 해수면 상승에 대한 다른 대안을 기다린다.





## SEA WALL: DOCKING

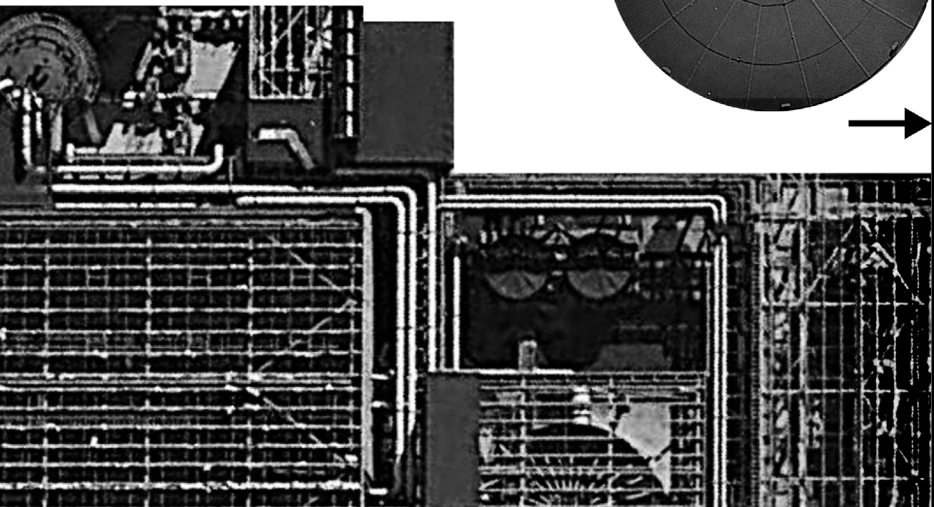
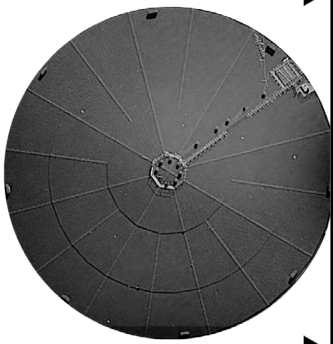
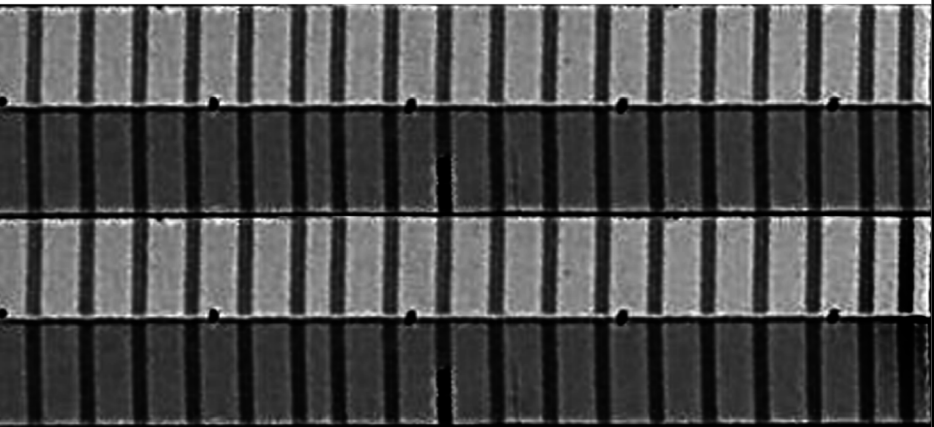
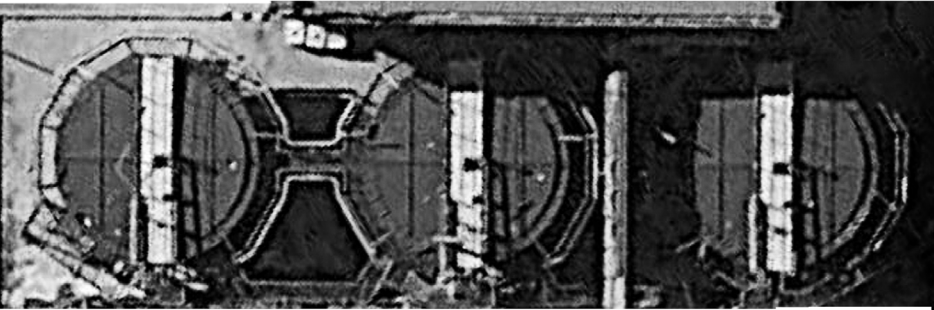
*Added at 2018-08-17*

The seawall is a fixed and rigid structure that will remain on once it is built. The enormous scale of the sea wall, which will exist with a continuously linear form along the oceans, will continue to have influence over all parts of the island. In addition, construction of infrastructures for new resources, food and industry, and anticipated population movements demand changes in the island's overall layout and network system. In this context, the seawall is given the role of controlling the connection of all facilities and the flow of power resources, products, and by-products like as lines of connection and flow in the scenario diagram. All elements of the island are docked to the seawall to form the entire flow chart.

방조제는 한 번 구축되고 나면 계속해서 남아 있게 될 고정되고 단단한 구조물이다. 대양 변을 따라 끊임없이 선적으로 존재하게 될 거대한 규모의 방조제는 섬의 모든 부분에 계속해서 영향력을 가지게 될 것이다. 또한, 새로운 자원과 식량, 산업을 위한 기반 시설들의 구축과 예상되는 인구 이동 현상 등은 섬의 전반적인 배치와 네트워크 시스템에 변화를 요구한다. 이러한 맥락에서 방조제는 시나리오 다이어그램의 연결선과 흐름선과 같이 모든 시설 간의 연결과 동력 자원, 생산물, 부산물들의 흐름을 관장하는 역할을 부여받게 된다. 섬의 모든 요소는 방조제에 도킹(docking) 됨으로써 전체의 흐름도를 형성한다.





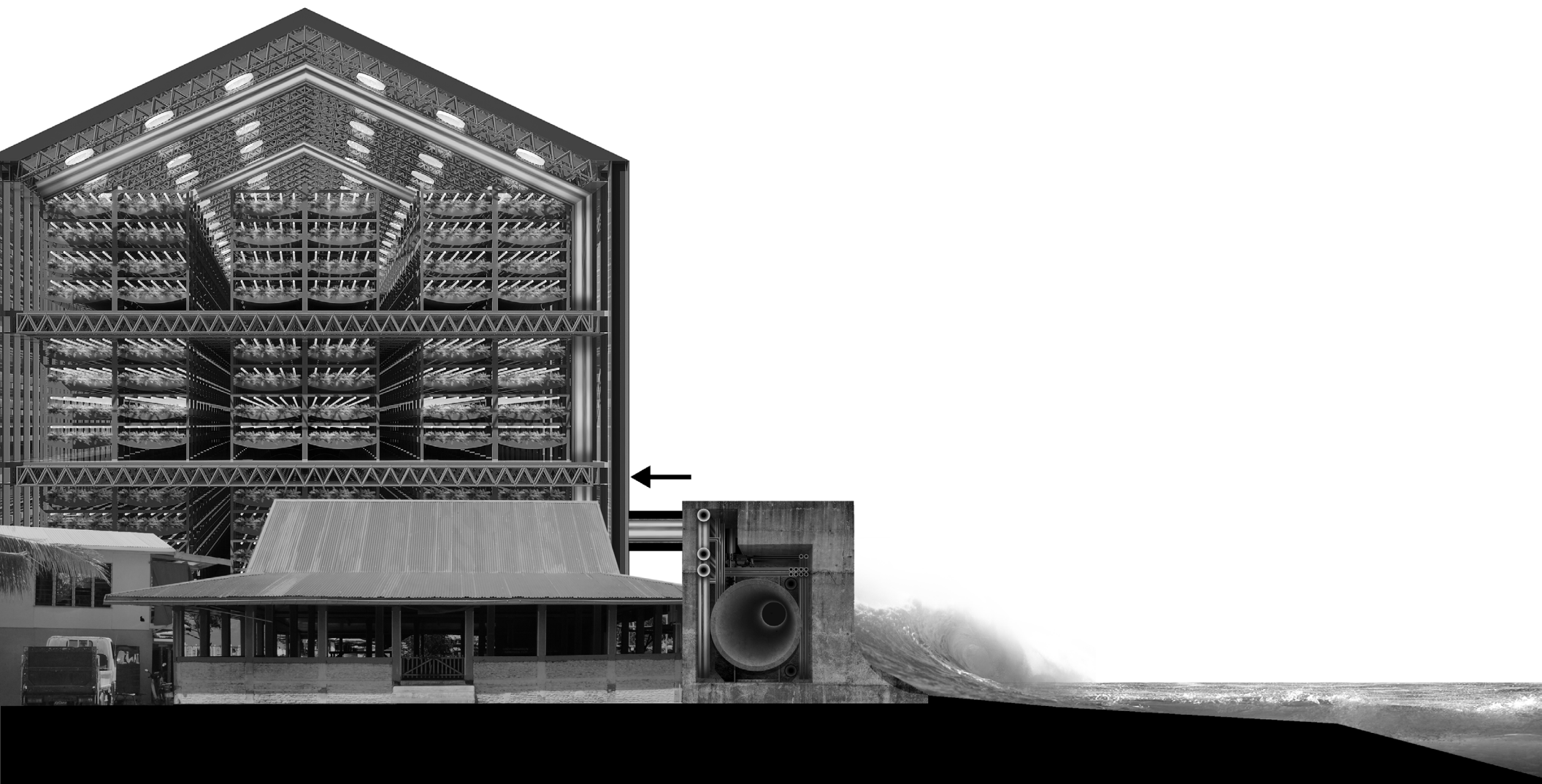


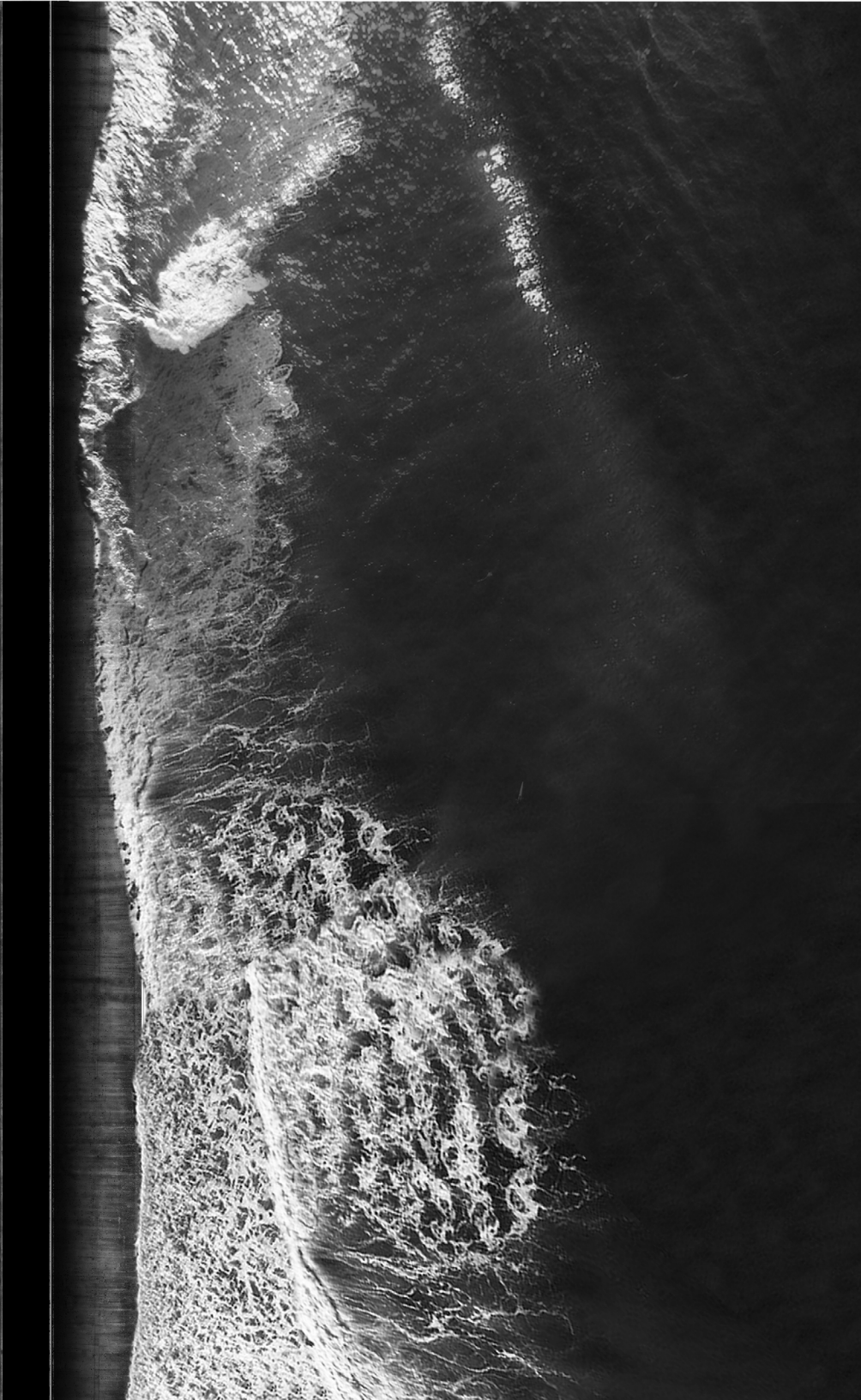
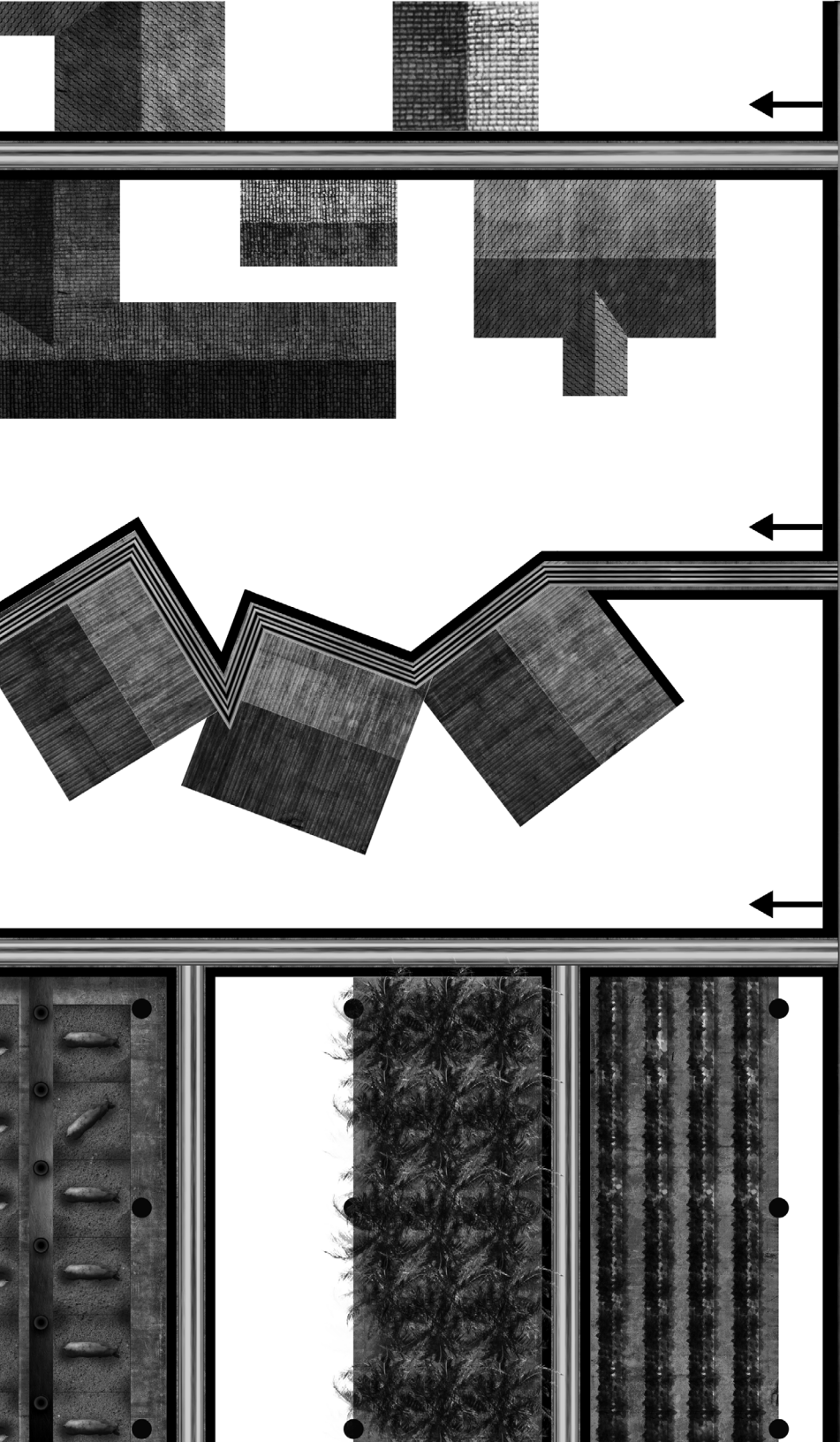
## **INTEGRATED INFRASTRUCTURE: IN**

*Added at 2018-08-18*

The infrastructure for the scenario is docked on the seawall to store its products and by-products in and distribute them to other facilities and communities. For example, water produced in a seawater desalination plant is stored in a seawall and then transported to a vertical farming facility. The list of major infrastructure required in the scenario is as follows: Seawater Desalinator/ Live Stock Farming/ Raised-bed & Vertical Farming/ Ocean Farming/ Foram Sand Farming/ Waste Management/ Digester for Producing Biogas/ Solar Photovoltaic/ New Energy Transportation/ Wave Power/ Touristic Facility/ Watertank & Cistern/ Kalp & Algae Farming

시나리오를 위한 기반시설들은 방조제에 도킹되어 생산물 및 부산물들을 방조제 안에 저장하여 다른 시설과 커뮤니티로 분배한다. 예를 들어 해수 담수화 시설에서 생산된 수자원이 방조제 내부에 저장되었다가 수직 농업 시설로 운반되어 이용된다. 시나리오에서 요구되는 주요 기반시설들의 목록은 다음과 같다. 해수 담수화 시설/ 가축 농업 시설/ 수직 농업 시설/ 입체 양식 시설/ foram sand 생산 시설/ 쓰레기 처리 시설/ 바이오가스 생산 시설/ 태양광 발전 시설/ 새 동력 교통 시설/ 파력 에너지 시설/ 관광 시설/ 빗물 저장 시설/ 해조류 에너지 생산 시설





## INTEGRATED INFRASTRUCTURE: OUT

*Added at 2018-08-19*

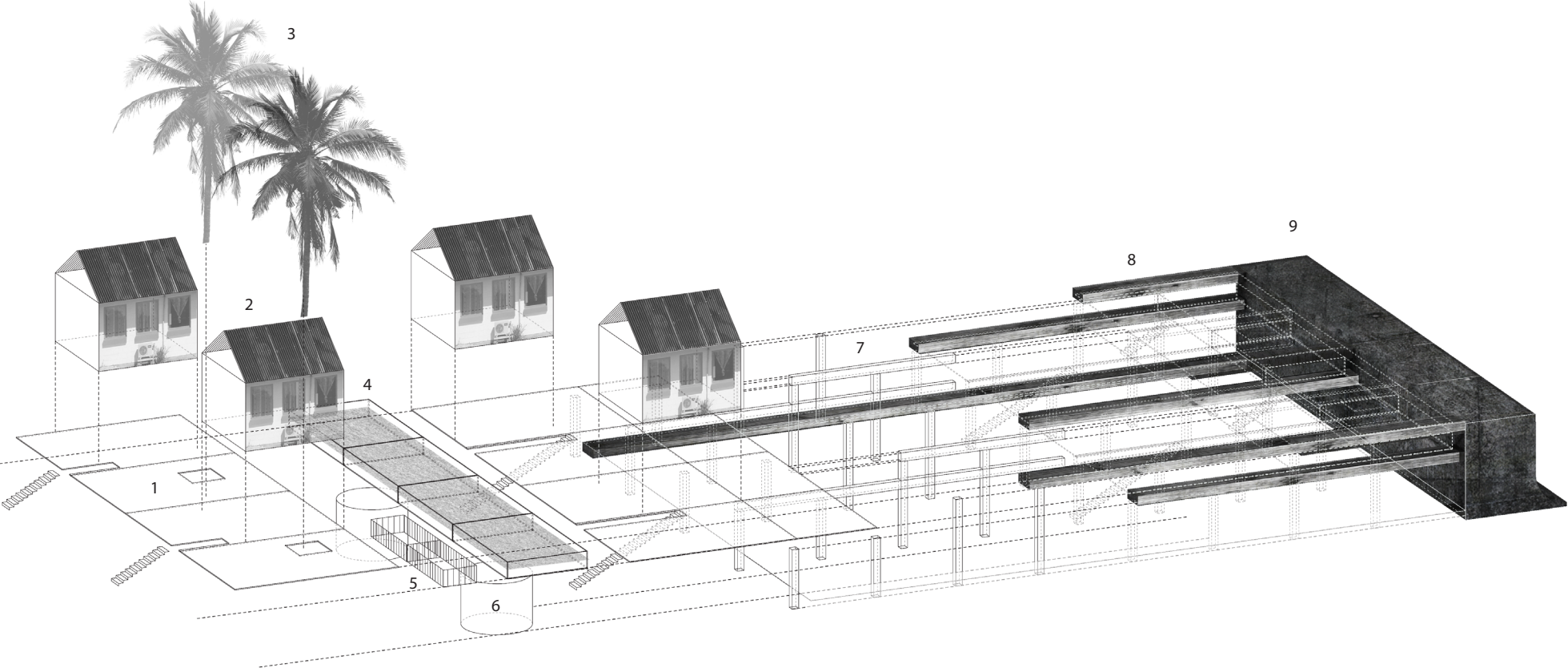
The energy and resources are transferred from the seawall as a trunk to all parts of the island, including residential and public facilities, through structures that extend like branches. In order to correspond to the unique configuration and topography of the island, where the runway is located in the center, these branches have three types as shown in the plan view of the previous page.

- 1) Types where various facilities are docked on a straight branch.
- 2) Types for achieving a nonlinear arrangement, where other facilities are engaged in the facility closest to the branch to keep the flow of resources.
- 3) Types with twigs in different directions combined.

에너지 및 자원들은 몸통으로서의 방조제로부터 가지와 같이 뻗어져 나온 구조들을 통해 주거지와 공공시설을 포함한 섬의 모든 부분에 전달된다. 이 가지들은 활주로가 중심부에 있는 섬의 특이한 구성과 지형에 대응하기 위해 앞 페이지의 평면 개념도와 같은 세 가지 타입을 가진다.

- 1) 직선형의 가지에 여러 시설이 도킹 되어 있는 타입
- 2) 비선형의 배치를 이루기 위해 가지에 가장 가까이 도킹 되어 있는 시설물에 다른 시설물들이 맞물리면서 자원의 흐름을 이어가는 타입
- 3) 가지에 다른 방향의 잔가지가 결합한 타입

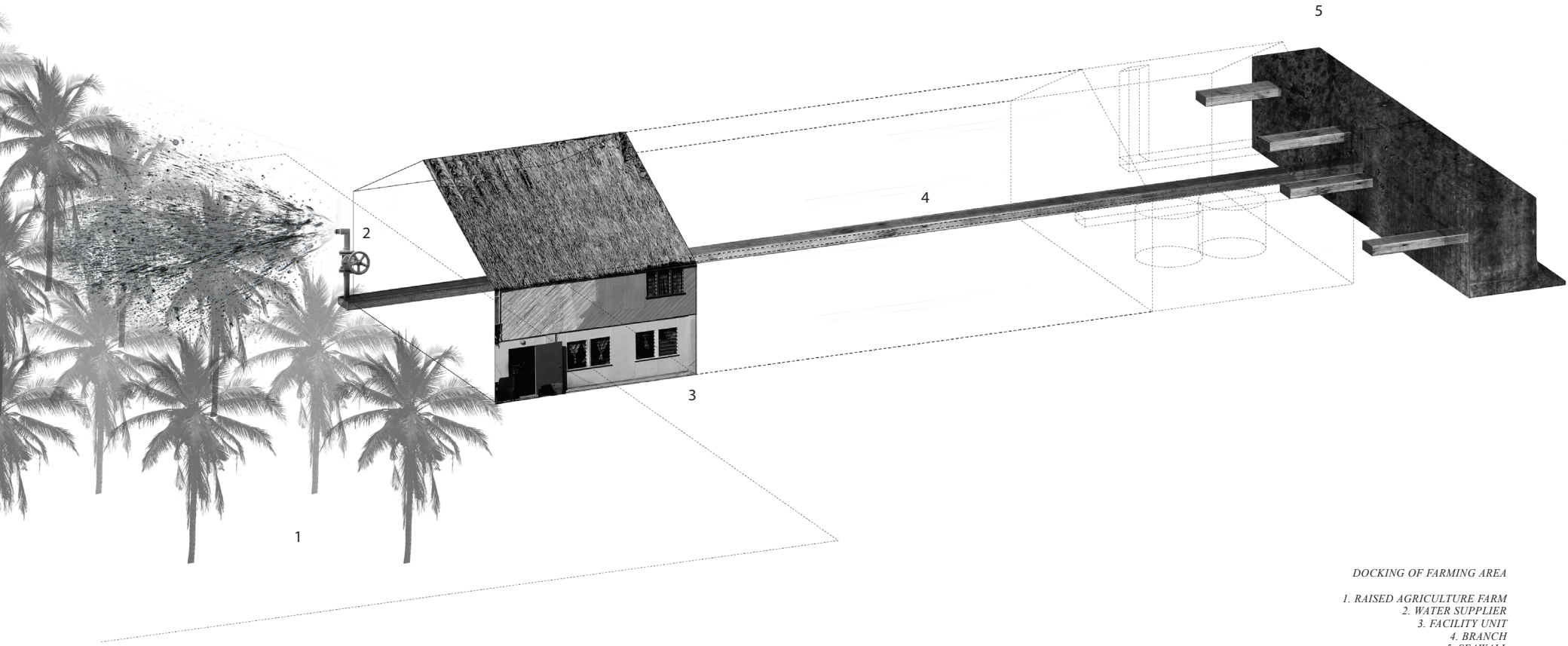
# BRANCHES OF THE SEAWALL



*DOCKING OF RESIDENTIAL CLUSTER*

- 1. RAISED PLATFORM
- 2. RESIDENTIAL UNIT
- 3. PLANTS
- 4. RAISED SOIL BED
- 5. PIG / CHIKEN SHELTER
- 6. BIO GAS / WATER TANK
- 7. STRUCTURE
- 8. BRANCH
- 9. SEAWALL





DOCKING OF FARMING AREA

- 1. RAISED AGRICULTURE FARM
- 2. WATER SUPPLIER
- 3. FACILITY UNIT
- 4. BRANCH
- 5. SEAWALL

## **BRANCHES OF THE SEAWALL**

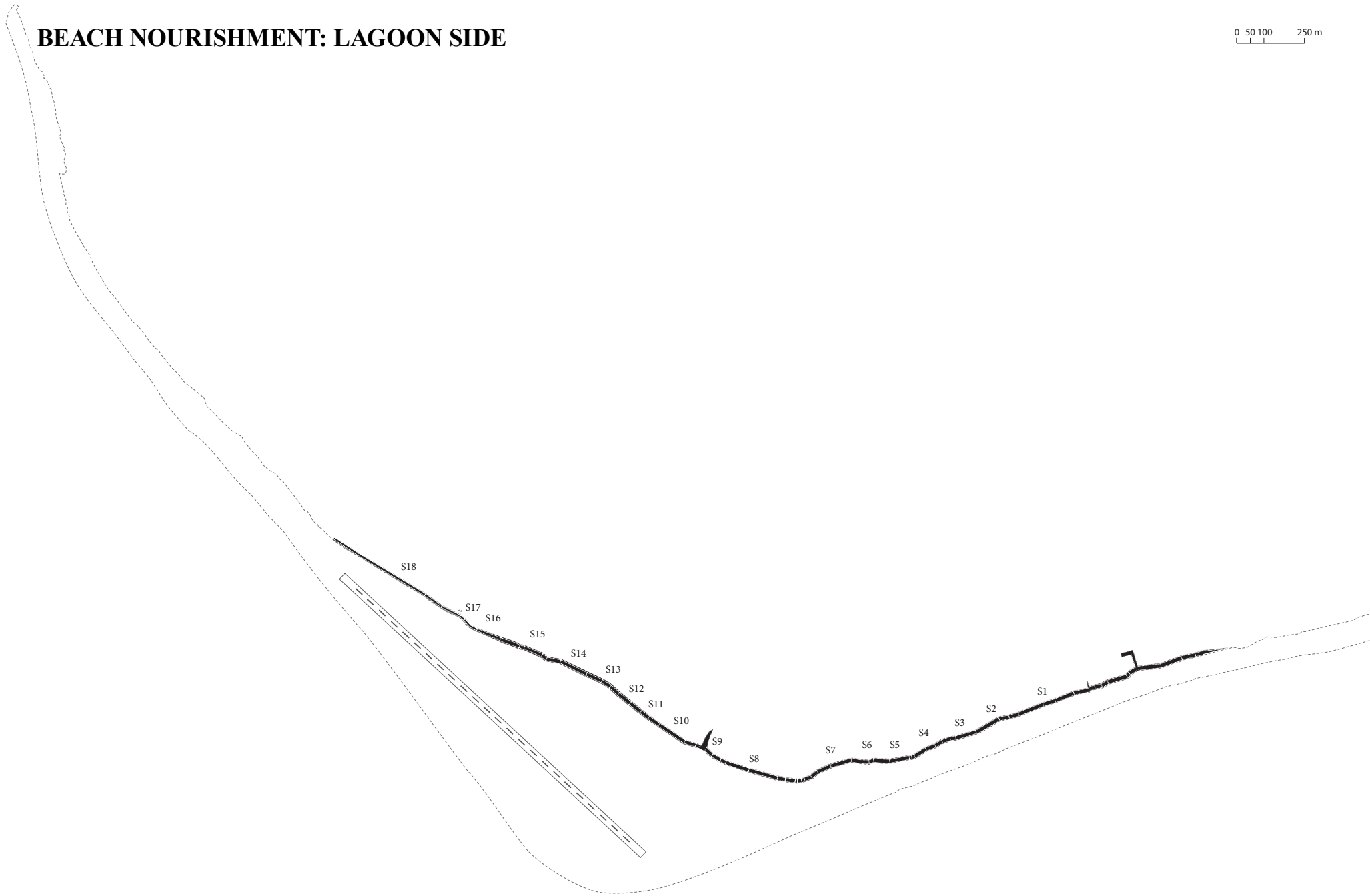
*Added at 2018-08-21*

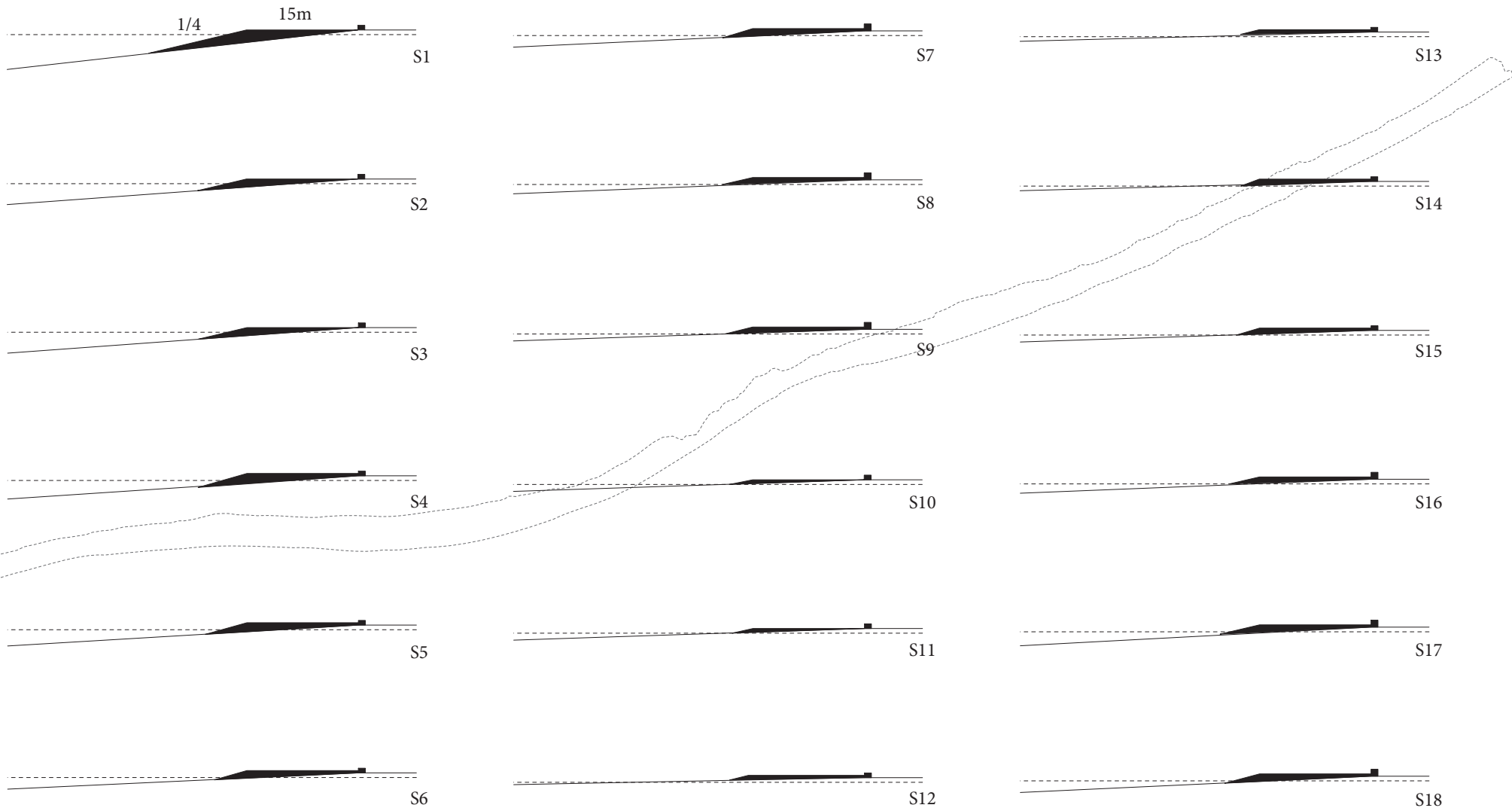
The branches of the seawall carrying electricity, water, gas, biodiesel, etc. are located above ground level, not in the ground, to protect these resources from seawater flooding and to prevent damage to fragile ground. This gives them the flexibility to expand and change easily, while at the same time allowing to secure more land for agriculture. In the case of extending away from the seawall, it is lifted up to a height that does not interfere with the passage of people and vehicles.

전기, 물, 가스, 바이오디젤 등을 운반하는 방조제의  
가치들은 이 자원들을 범람하는 바닷물로부터  
보호하고, 연약한 지반의 훼손을 방지하기 위하여  
지중이 아닌 지상의 레벨에 위치한다. 이들은 이를  
통해 확장과 변경이 쉬운 유연성을 가지게 되고,  
동시에 농업을 위한 대지들을 더 많이 확보할 수  
있도록 한다. 방조제로부터 멀리 뺏어져 나가는  
경우에는 사람과 차량의 통행을 방해하지 않는 높이  
만큼 들어 올려져 설치된다.

# BEACH NOURISHMENT: LAGOON SIDE

0 50 100 250 m





## **BEACH NOURISHMENT: LAGOON SIDE**

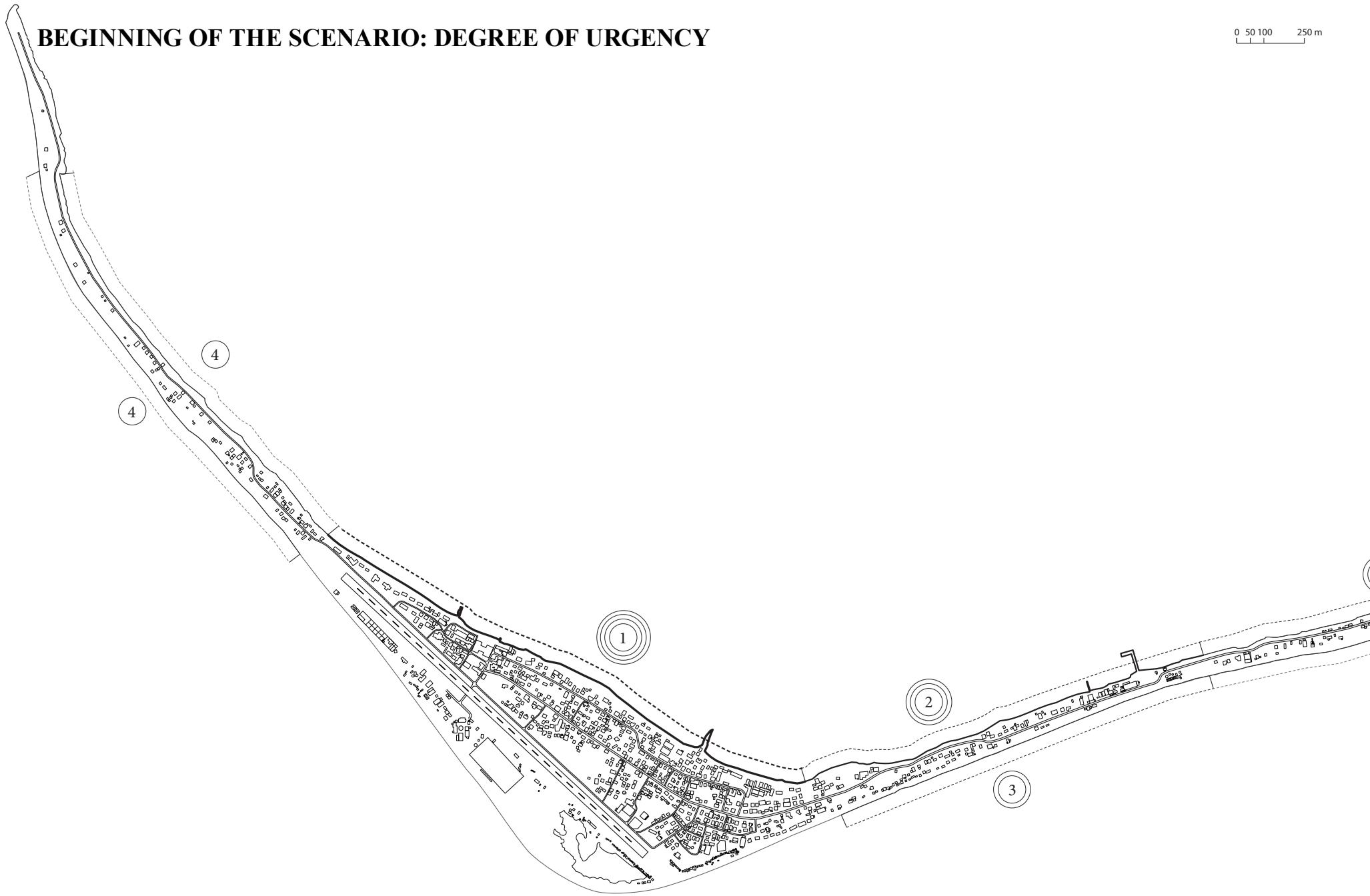
*Added at 2018-08-23*

In response to the rising sea level, beach nourishment is undertaken on the lagoon side. Unlike the ocean-side seawall, which plays a role in the production and distribution of resources and energy, lagoon-side beach nourishment focuses on the production of new land that can be utilized for tourism or residence by using geotextile, sand and gravel.

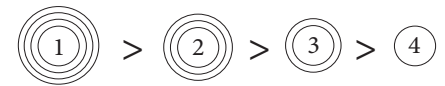
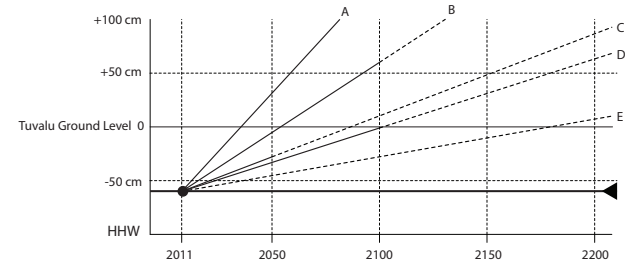
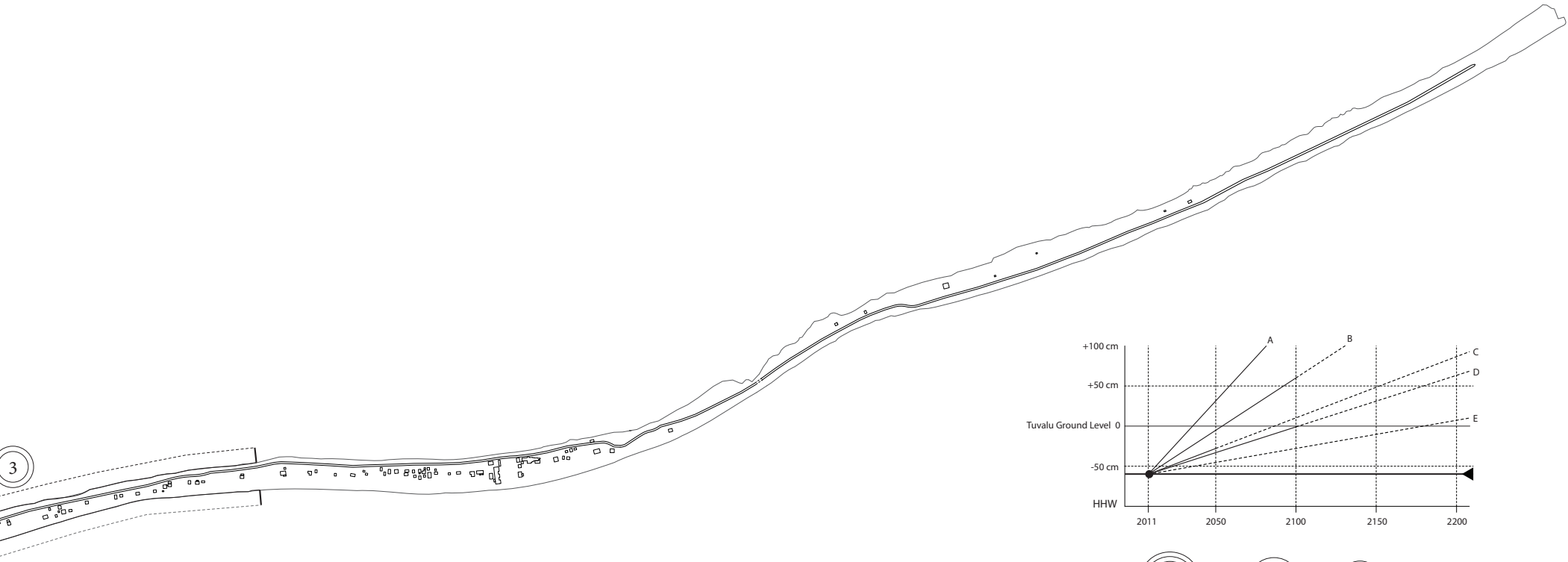
해수면 상승에 대응하여 석호 변에는 해빈이 조성된다. 자원 및 에너지의 생산과 분배의 역할을 하는 대양 변의 방조제와 달리, 석호 변의 해빈 조성은 지오텍스타일과 모래, 자갈을 이용하여 관광이나 주거를 위해 활용할 수 있는 새로운 대지를 생산하는 데 초점을 둔다.

# BEGINNING OF THE SCENARIO: DEGREE OF URGENCY

0 50 100 250 m







- A. US National Research Council (2010)
- B. The Third National Climate Assessment (2014)
- C. Rignot and others (2011)
- D. IPCC / SRES (Special Report on Emissions Scenarios) (2007)
- E. The Centre National d'Etudes Spatiales/Collecte Localisation Satellites (CNES/CLS, 2011)

## **BEGINNING OF THE SCENARIO: DEGREE OF URGENCY**

*Added at 2018-08-25*

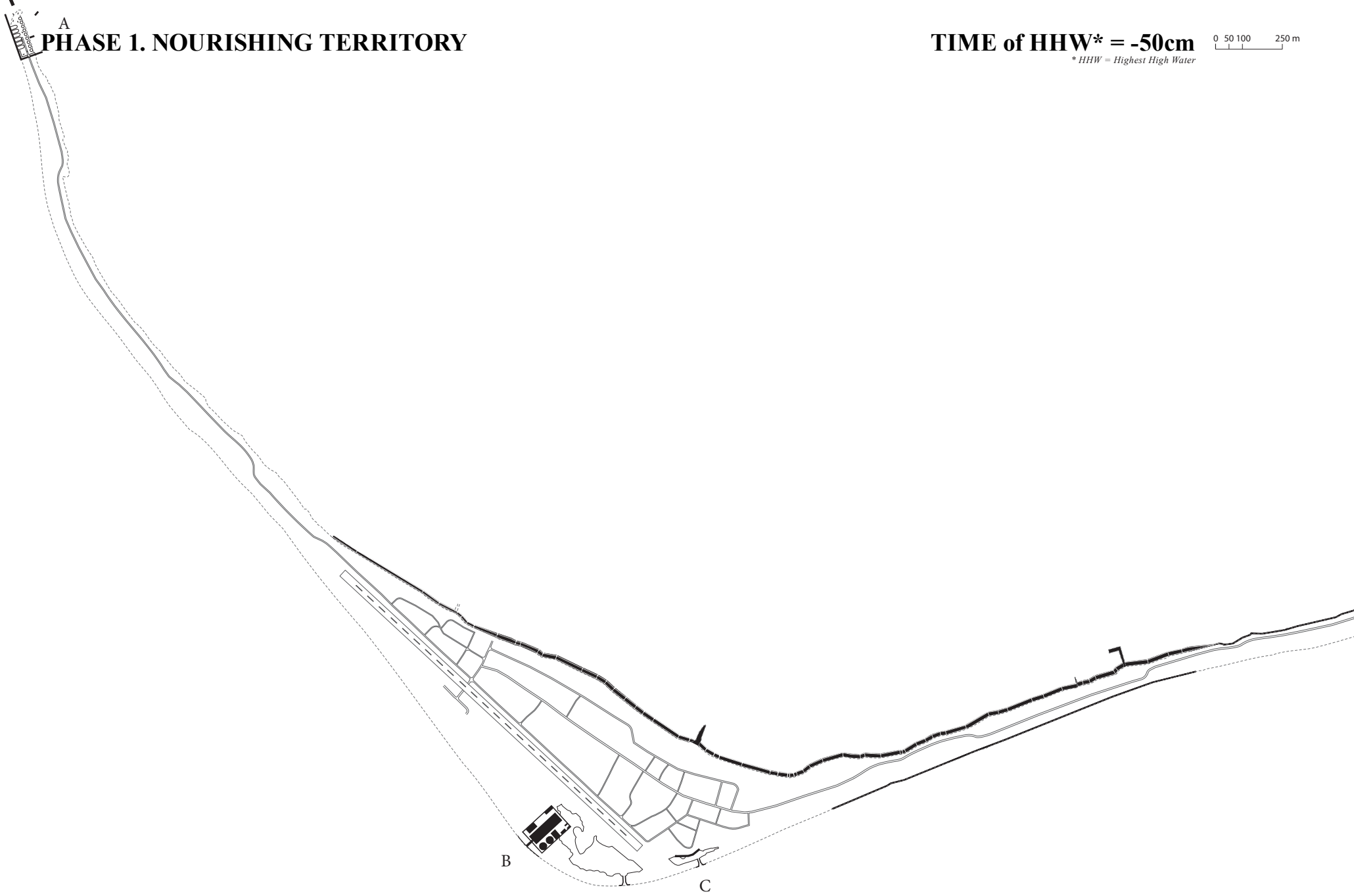
The report<sup>[1]</sup> of the ‘Japan International Cooperation Agency’ described the degree of urgency regarding each boundary of the Fongafale Island according to the level of damage, wave run-up height, and the state of the hinterland. This indicates that the higher the degree of urgency, the more action should be taken first. The most urgent ‘1’ zone is located in the center of the island and has important public facilities such as government offices and schools. Next, ‘2’ zone is the area where the most important transportation infrastructure, Funafuti Port, is located and connects it to the center of the island.

<sup>[1]</sup>  
*The Study for Assessment of Ecosystem, Coastal Erosion and Protection/Rehabilitation of Damaged Area in Tuvalu, 2011*

‘Japan International Cooperation Agency’의 리포트<sup>[1]</sup>는 손상 정도와 파도의 높이 그리고 배후지의 상태에 따라 풍가팔레 섬의 각 바운더리에 관한 위급함의 정도를 기술했다. 이는 위급함의 정도가 높을 수록 우선적으로 조치가 취해져야 함을 나타낸다. 가장 위급한 ‘1’구역은 섬의 중심에 위치하며 정부 청사들과 학교들과 같은 중요한 공공 시설들이 위치해 있다. 다음으로 위급한 ‘2’ 구역은 가장 중요한 교통 기반시설인 푸나푸티 항구가 위치해 있고 이를 섬의 중심부와 연결하는 지역이다.

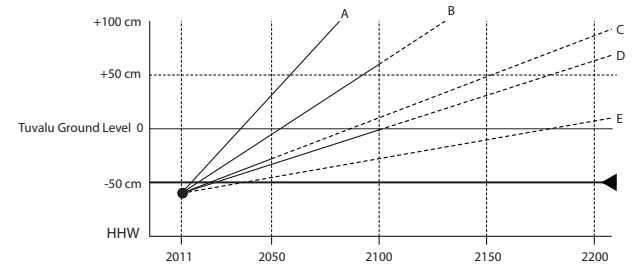
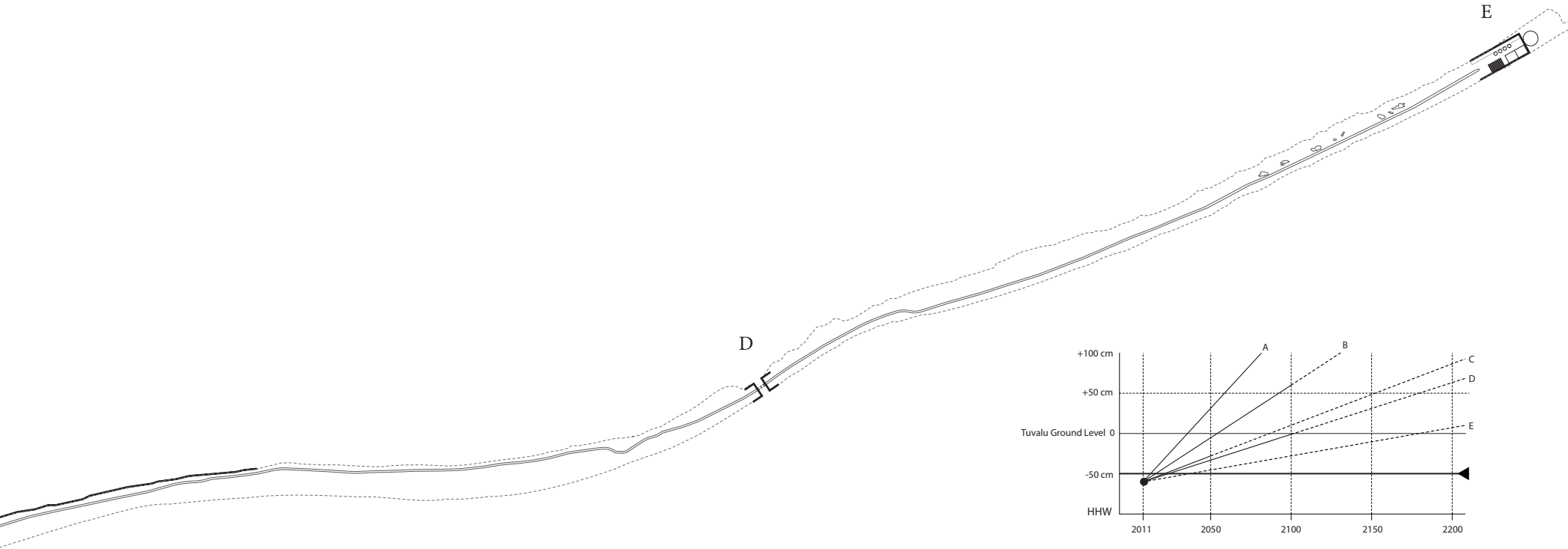
**PHASE 1. NOURISHING TERRITORY**

**TIME of HHW\* = -50cm**  
\* HHW = Highest High Water





# 단계 1. 영토의 향상



- Raising of the storm ridges
- Gravel/Sand Beach Nourishment

- A. CONSTRUCTION MATERIAL COLLECTING
- B. SEAWATER DESALINATOR
- C. FORAM SAND FARMING
- D. OPENING CAUSEWAY
- E. WASTE MANAGEMENT SITE

## PHASE 1. NOURISHING TERRITORY

*Added at 2018-08-27*

The scenario starts with protecting and improving the territory that is the foundation of whole narratives. In the most urgent and important areas of the lagoon-side, beach nourishment is carried out, and in some of the remaining vulnerable areas, the current storm ridges are repaired and elevated further. Although it is still uncertain whether the sea level will increase threateningly in the future, this partial improvement can reduce the damage caused by cyclone and king tide that Tuvalu is currently experiencing. It also has the advantage of expanding the beach and the available territory. The operation of the facility (A) to collect aggregates required for large-scale construction and the Foram Sand farming (C) are also started at this time. The existing causeway (D), which is blocking the flow of currents, is opened up to increase the sand inflow to the central beaches. Waste management facilities (E) to improve the environment are installed at

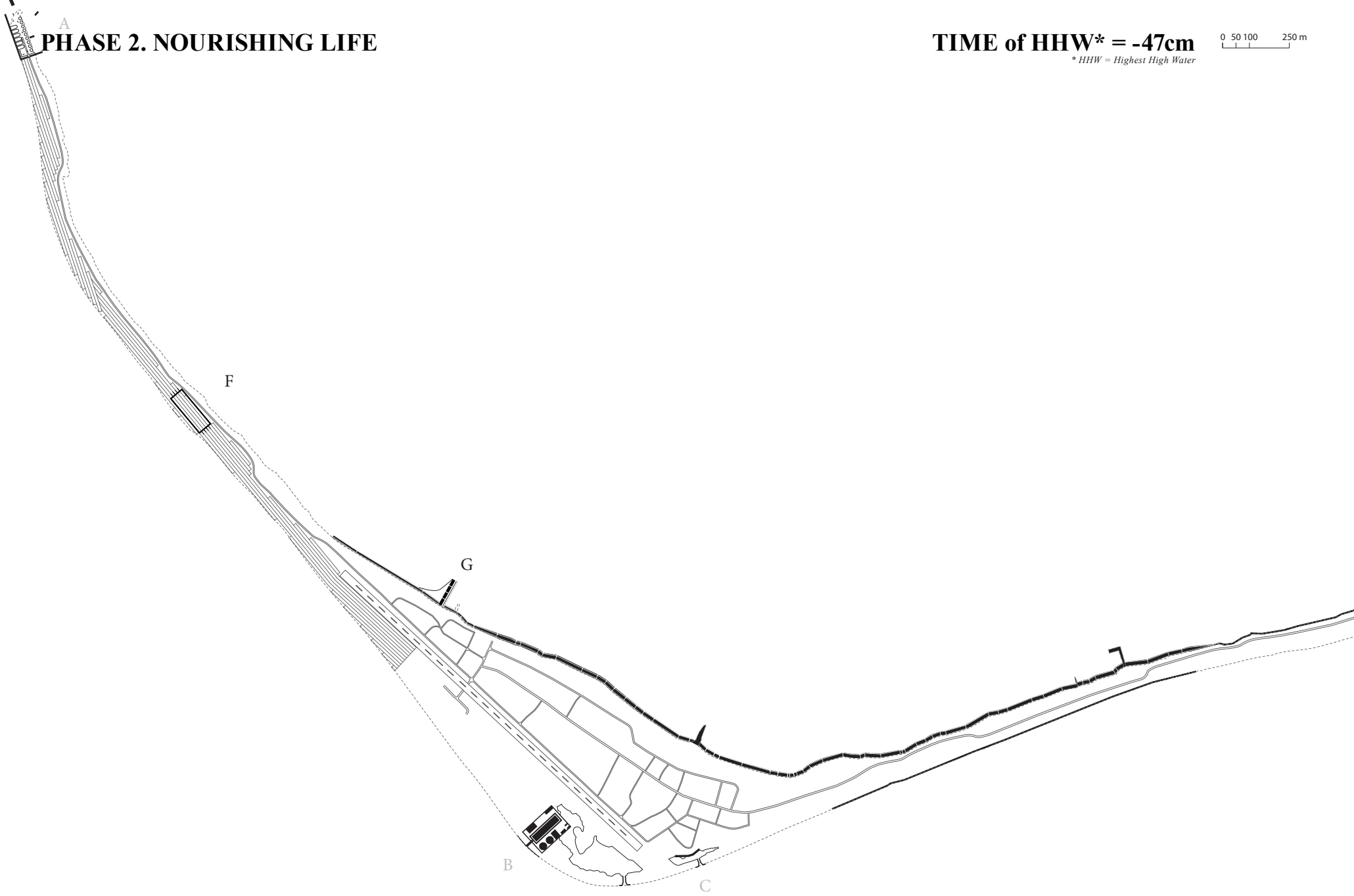
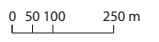
the northern end of the island, and seawater desalination plants that produce water to prepare agriculture of the next phase are also built. At the same time, inside the community, installation of solar PV panels and improvement to water collecting system such as water tanks and reservoirs are proceeded.

내부에서는 태양광 발전 패널의 설치와 물탱크와 저수지와 같은 집수 시설의 향상이 함께 시행된다.

시나리오에는 모든 서사의 기본 토대가 되는 영토를 보호하고 개선하는 것으로부터 시작된다. 석호변의 가장 위급하고 중요한 지역에서 해변 조성을 진행하고, 나머지 취약한 몇몇 부분에서는 기존의 폭풍 방지 독을 수선하여 더 높인다. 계속해서 해수면이 위협적으로 상승할지 불확실한 시기이지만, 이러한 부분적인 개선을 통해 투발루가 현재도 겪고 있는 사이클론과 킹 타이드 등으로 인한 피해를 줄일 수 있으며, 해변을 확장하고 가용한 영토를 늘릴 수 있는 장점이 있다. 대규모 공사를 위해 필요한 골재들을 수집하기 위한 시설(A)의 가동과 Foram Sand의 양식(C)도 함께 시작된다. 해류의 흐름을 막고 있는 현재의 독길(D)은 열어서, 중심부 해변으로의 모래 유입을 증가시킨다. 환경을 개선하기 위한 쓰레기 관리 시설(E)이 섬의 북쪽 끝에 설치되고, 다음 단계의 농작을 준비하기 위해 물을 생산하는 해수 담수화 시설도 같은 시기에 건설된다. 동시에, 커뮤니티

**PHASE 2. NOURISHING LIFE**

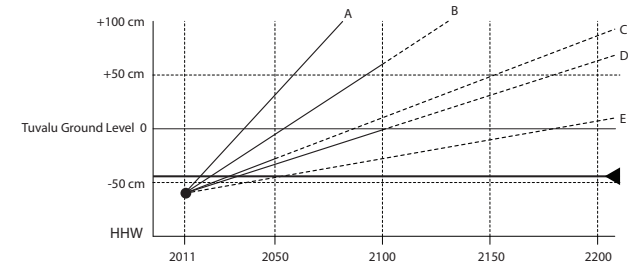
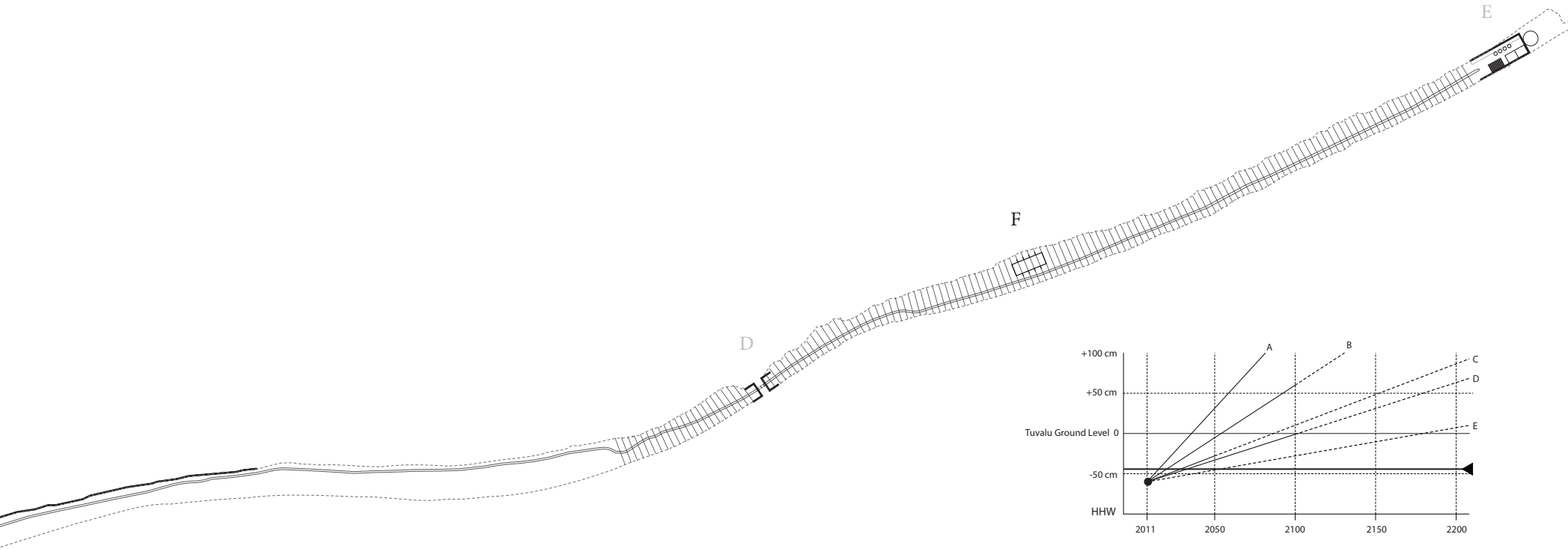
**TIME of HHW\* = -47cm**  
\* HHW = Highest High Water







## 단계 2. 삶의 향상



- Raising of the storm ridges
- Gravel/Sand Beach Nourishment

- A. CONSTRUCTION MATERIAL COLLECTING
- B. SEAWATER DESALINATOR
- C. FORAM SAND FARMING
- D. OPENING CAUSEWAY
- E. WASTE MANAGEMENT SITE
- F. RAISED-BED & VERTICAL FARMING
- G. TOURISTIC FACILITY

## PHASE 2. NOURISHING LIFE

*Added at 2018-08-27*

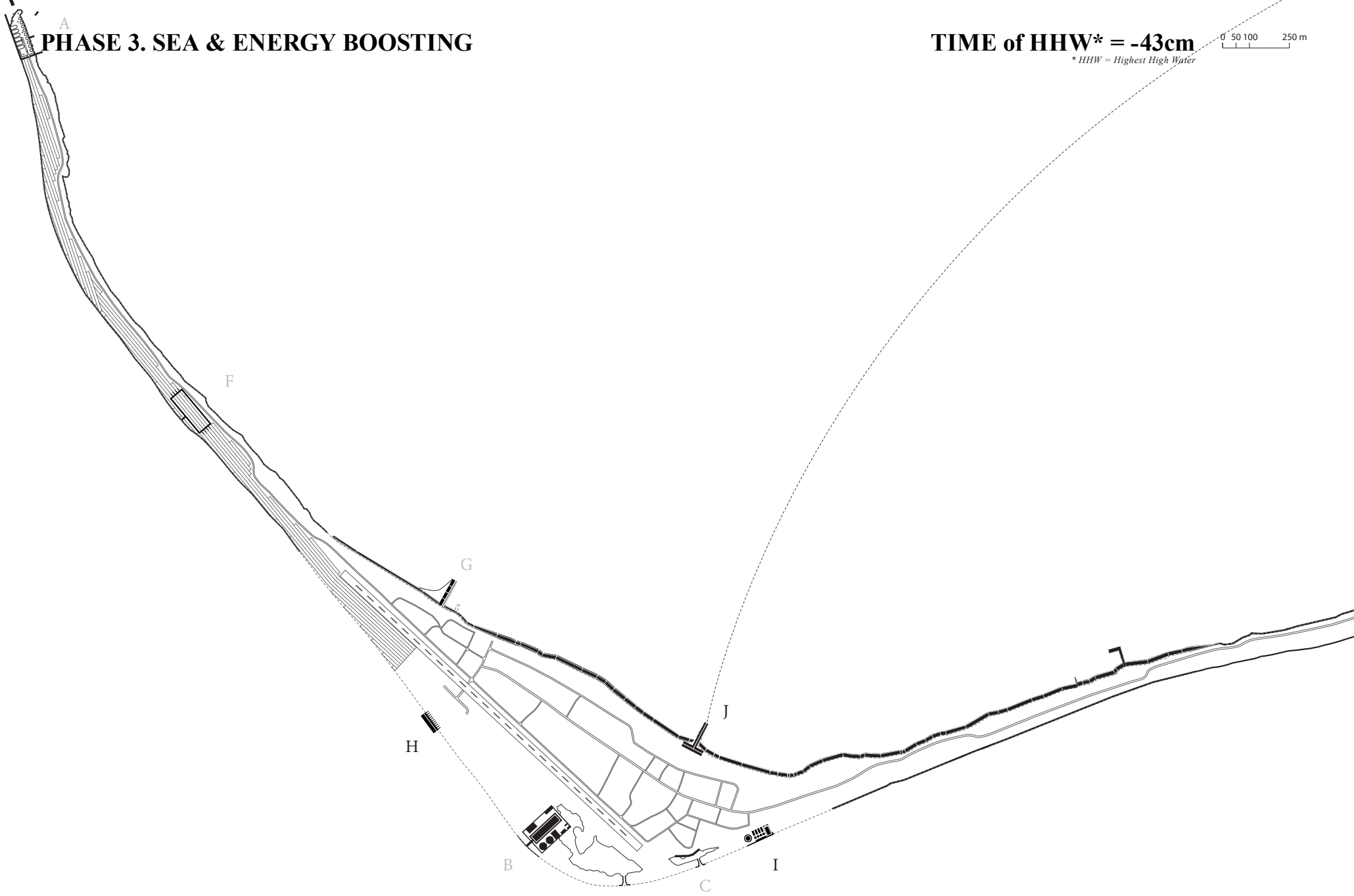
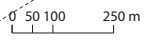
In the next phase, the food production and tourism industry are activated based on the territory, water and construction materials that have been improved and produced since the first phase. Raised-bed and vertical farming systems are introduced to overcome the salinized soil environment and the insufficient production area. Farming area (F), which produces a variety of main food resources and biomass-like by-products through indoor and outdoor farming facilities, is located on the south and north wings of the island where are with low occupancy density now. And they support the central area that is occupied with high density. Protection barrier works on the areas where seawater intrudes from the ground by pressure is also carried out at this time. Touristic facilities (G) including

hotel and swimming pools, which have been stretched out to the lagoon from the widened beach, begin to welcome tourists who wish to witness the changing Tuvalu and experience its every elements directly.

다음 단계에서는 1단계에서부터 향상되고 생산되어 온 영토와 물, 건설 자원을 기반으로 식량 생산과 관광 산업의 활성화가 진행된다. 바닷물의 홍수와 침범으로 염류가 증가한 투발루의 토양 환경과, 부족한 생산 면적을 극복하기 위해 Raised-bed 경작과 수직 농업 시스템이 도입된다. 실내외 경작 시설을 통해 다양한 주식량 자원과 바이오매스와 같은 부산물을 생산해내는 농작 영역(F)은 현재 점유 밀도가 낮은 섬의 남, 북쪽 날개에 위치하여 중심부를 지원한다. 압력에 의해 땅에서부터 바닷물이 솟아오르는 부분들에 대한 보호벽 작업도 이 시기에 진행된다. 면적이 늘어난 해변에서 석호 쪽으로 길게 뻗어져 나온 호텔과 해수욕 시설들(G)은 변화하는 투발루를 목격하고 그 요소들을 직접 체험할 관광객들을 맞이하기 시작한다.

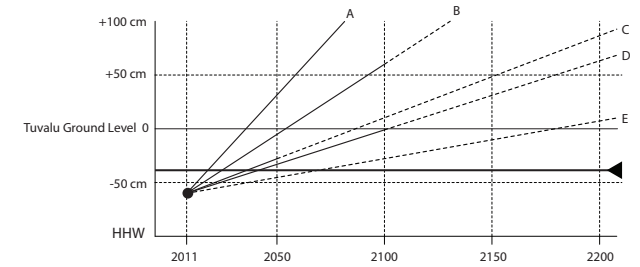
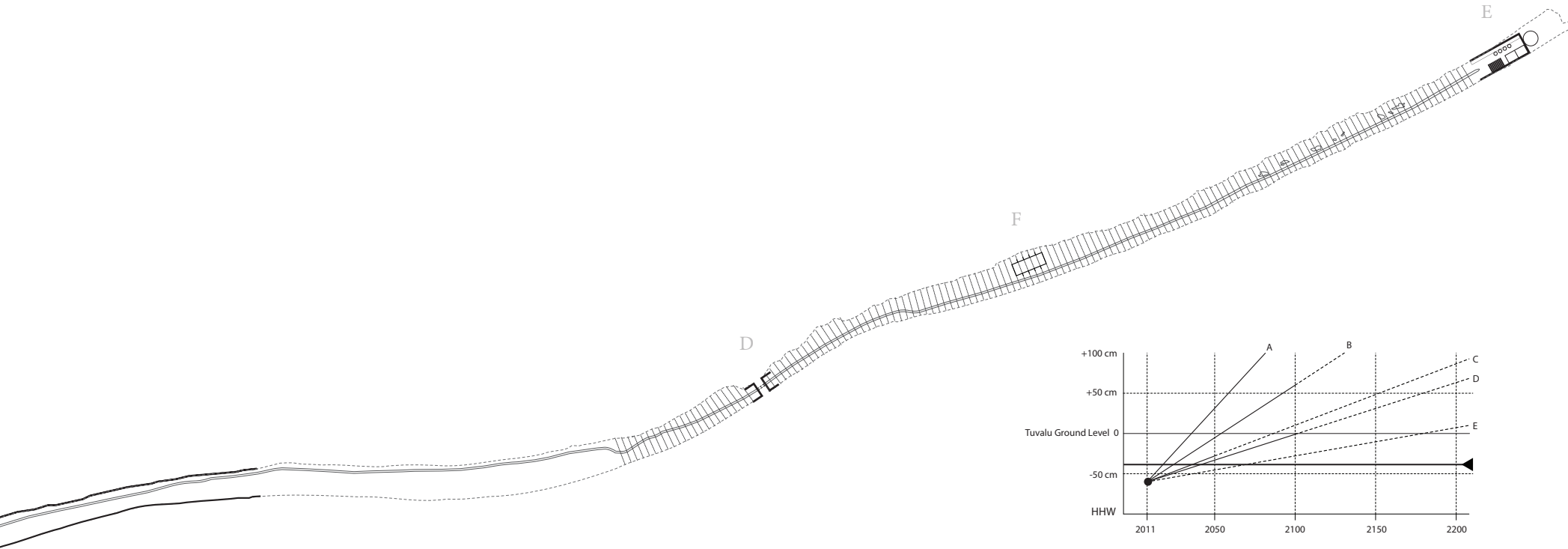
**PHASE 3. SEA & ENERGY BOOSTING**

**TIME of HHW\* = -43cm**  
\* HHW = Highest High Water





### 단계 3. 바다와 에너지의 신장



- Rasing of the storm ridges
- ▨ Gravel/Sand Beach Nourishment

- A. CONSTRUCTION MATERIAL COLLECTING
- B. SEAWATER DESALINATOR
- C. FORAM SAND FARMING
- D. OPENING CAUSEWAY
- E. WASTE MANAGEMENT SITE
- F. RAISED-BED & VERTICAL FARMING
- G. TOURISTIC FACILITY
- H. WAVE POWER
- I. LIVE STOCK FARMING + BIOGAS PRODUCTION
- J. NEW ENERGY TRANSPORTATION + OCEAN FARMING

### PHASE 3. SEA & ENERGY BOOSTING

*Added at 2018-08-28*

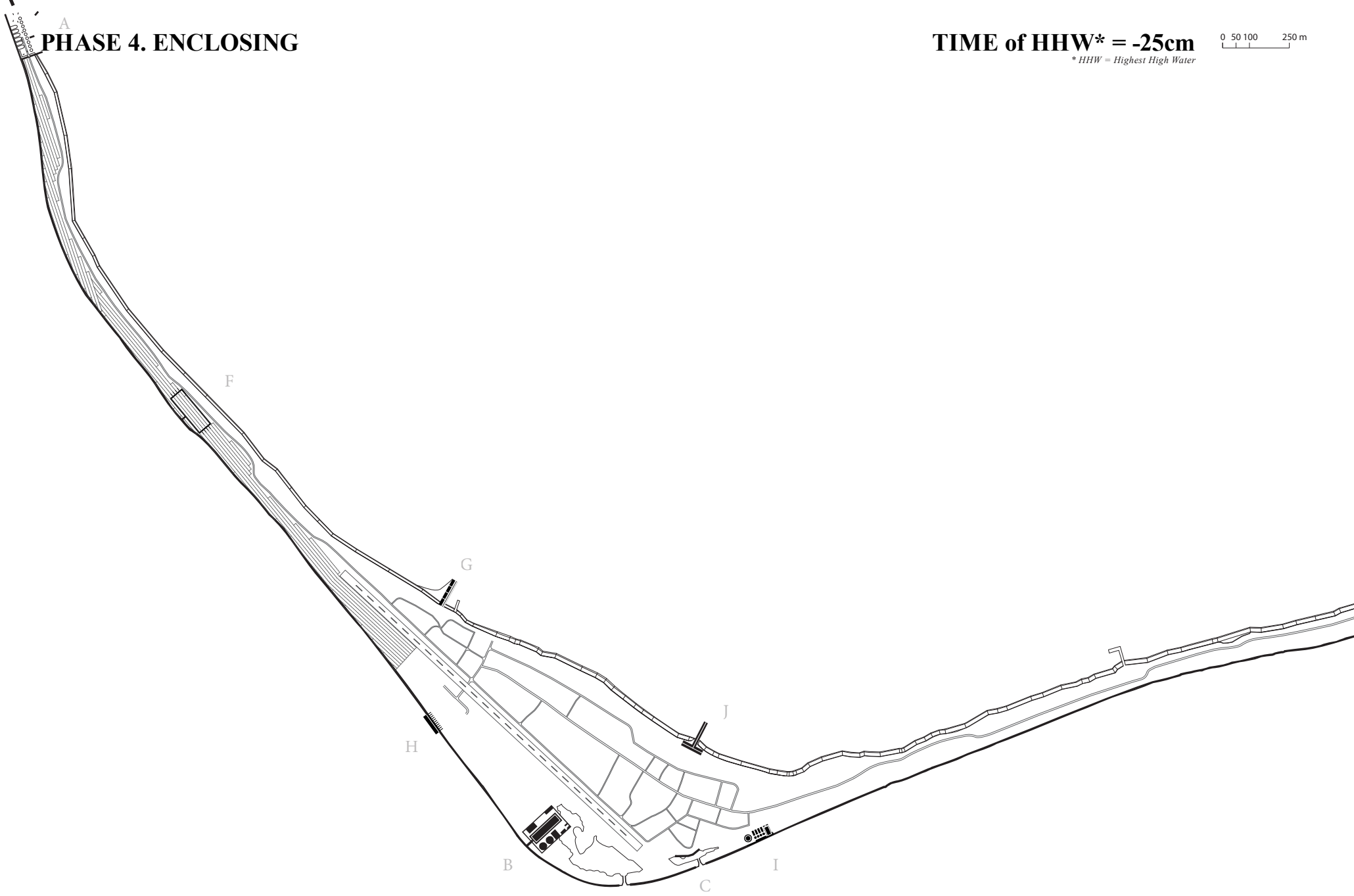
In the third phase, the height of the storm ridge in the remaining dangerous areas related to sea level rise is raised, and the focus is on the utilization of the sea and the growth of energy production. On the ocean side, the wave energy plant (H) is in operation, and on EEZ off the coast of Tuvalu, algae and kelp farm for production of biodiesel, offshore wave energy generators, and multi-tropic aquaculture for food production are started. Facilities (J) for the integrated management of these sea-related facilities and their products, and for testing and introducing alternative means of transport using biodiesel, such as ships and motorcycles, are installed and operated at the center between the airport and port of Funaputi. A collective live stock farming system (I) produces biogas associ-

ated with improved community toilet system and manage food resources efficiently linked with agricultural facilities.

제3단계에서는 해수면 상승과 관련된 나머지 위험 지역들의 폭풍 방지 독을 개선하여 높이고, 바다의 활용과 에너지 생산의 신장에 초점을 둔다. 대양-변에서는 파력 에너지 시설(H)이 가동되고, 육지로부터 떨어진 투발루의 EEZ 해상에서는 역시 파력 에너지 시설을 포함하여 바이오 디젤을 생산하기 위한 조류 양식, 식량을 생산하기 위한 입체 양식 등이 시작된다. 이 시설들과 그로부터의 생산물들을 통합적으로 관리하고, 선박과 오토바이와 같은 바이오 디젤을 이용한 대안적 교통수단들을 테스트하고 도입하기 위한 시설들(J)이 푸나푸티의 공항과 항구 사이의 중심에서 설치 운영된다. 집약적 가축 농장(I)은 개선된 커뮤니티 내의 화장실 시스템과 연결되어 바이오 가스를 생산하고, 농작 시설과 연계하여 식량자원들을 효율적으로 관리한다.

# PHASE 4. ENCLOSING

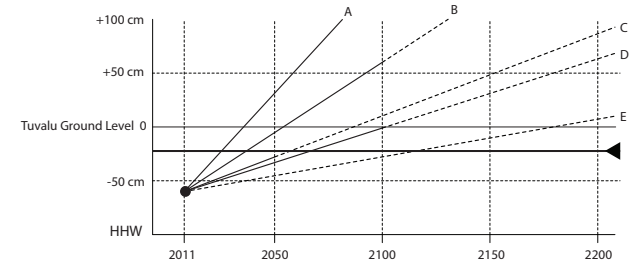
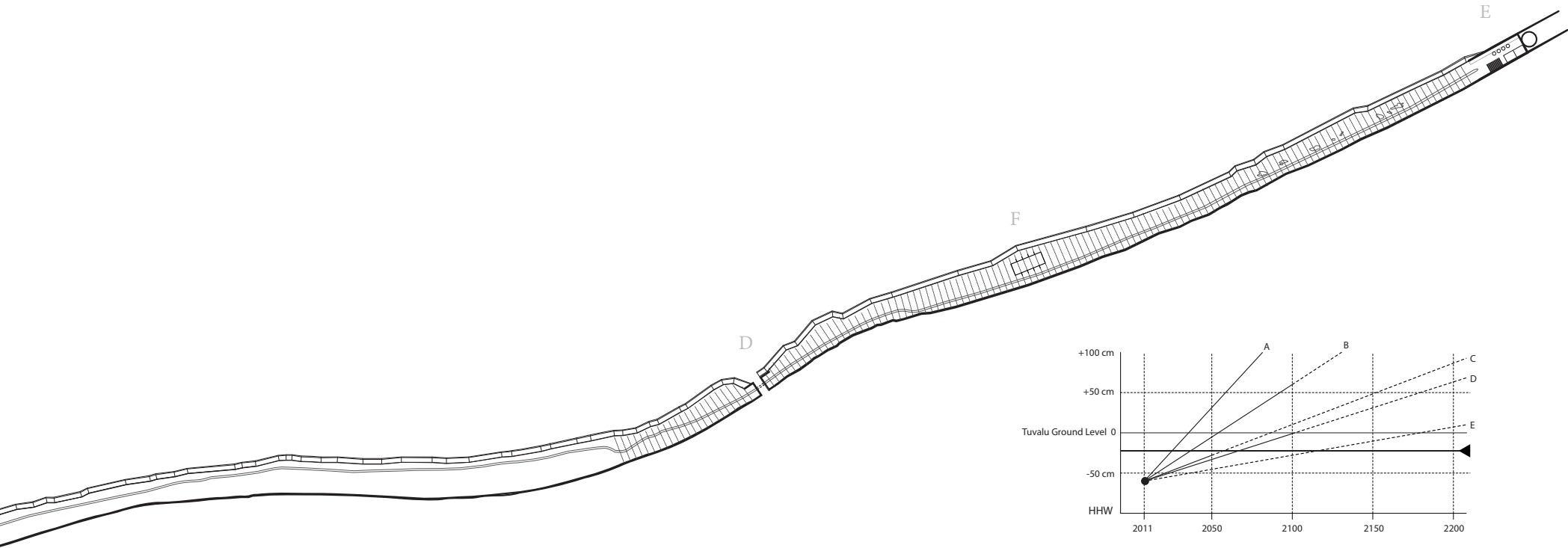
TIME of HHW\* = -25cm  
\* HHW = Highest High Water







# 단계 4. 돌러 다음



- Vertical Sea Wall (h:4m, w:4m)
- Gravel/Sand Beach Nourishment

- A. CONSTRUCTION MATERIAL COLLECTING
- B. SEAWATER DESALINATOR
- C. FORAM SAND FARMING
- D. OPENING CAUSEWAY
- E. WASTE MANAGEMENT SITE
- F. RAISED-BED & VERTICAL FARMING
- G. TOURISTIC FACILITY
- H. WAVE POWER
- I. LIVE STOCK FARMING + BIOGAS PRODUCTION
- J. NEW ENERGY TRANSPORTATION + OCEAN FARMING

## PHASE 4. ENCLOSING

*Added at 2018-08-28*

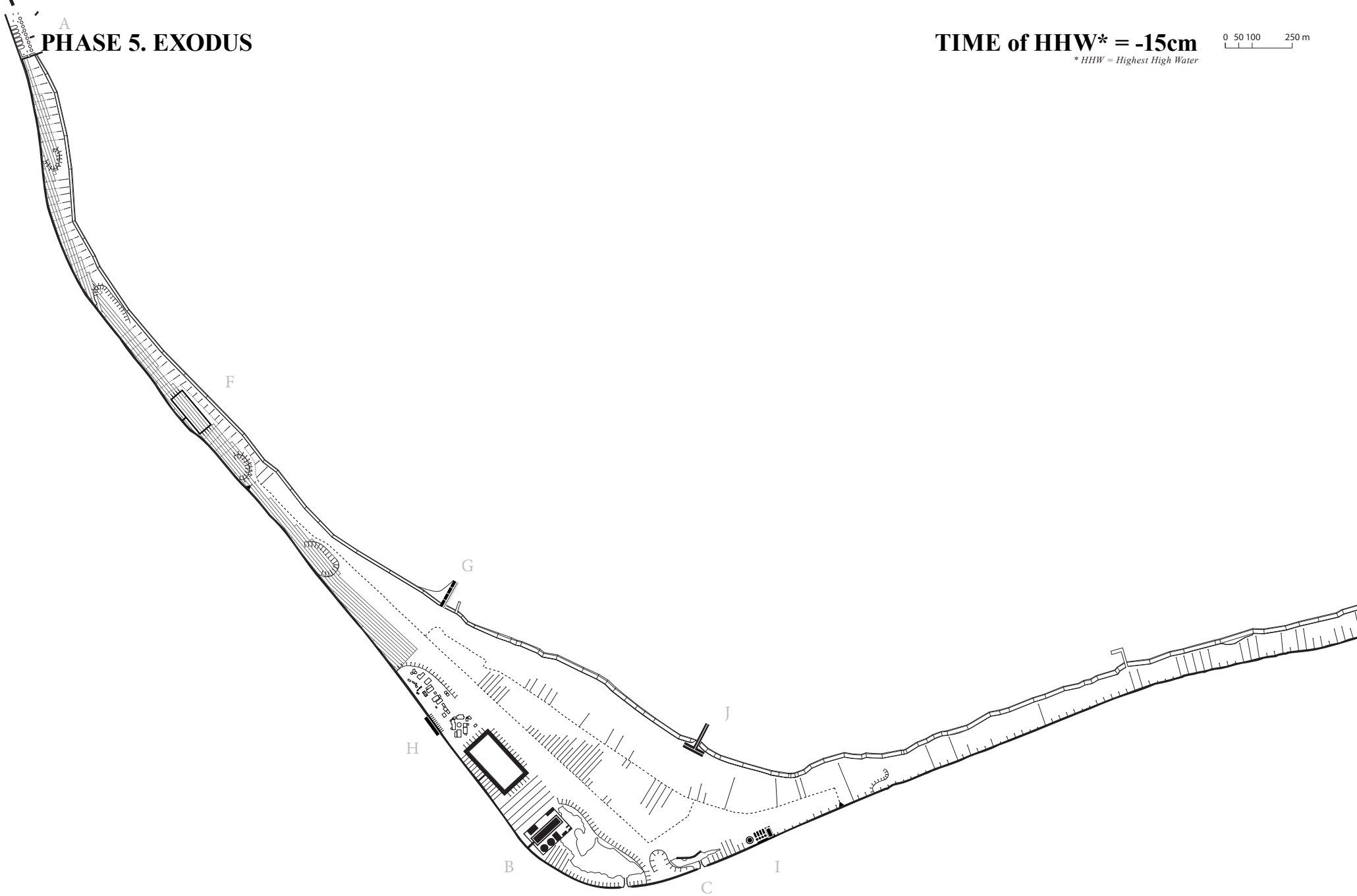
Each of the facilities and systems introduced up to Phase 3 continues to adapt, evolve, and converge through lessons learned through trial and error, and technological advancement, to form an “Alternative Tuvalu #1” structure. However, if the sea level rises steadily and the HHW records -25 cm from the surface of Tuvalu, it will begin a long process of enclosing all sides facing the sea of Funafuti Island through beach nourishment and seawalls. Assuming a projected rate of sea level rise of about 1 cm per year, this is about 25 years before the island is immersed in water. Here, the question arises as to whether to close the remaining eight islands of Tuvalu together artificially. In this scenario, it is assumed that Funafuti will be protected first over other islands, considering the size of the construction, the available resources, and the expected fluctuations of the international society when the sea level rises sharply.

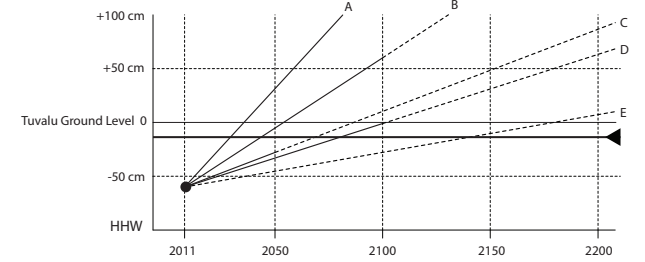
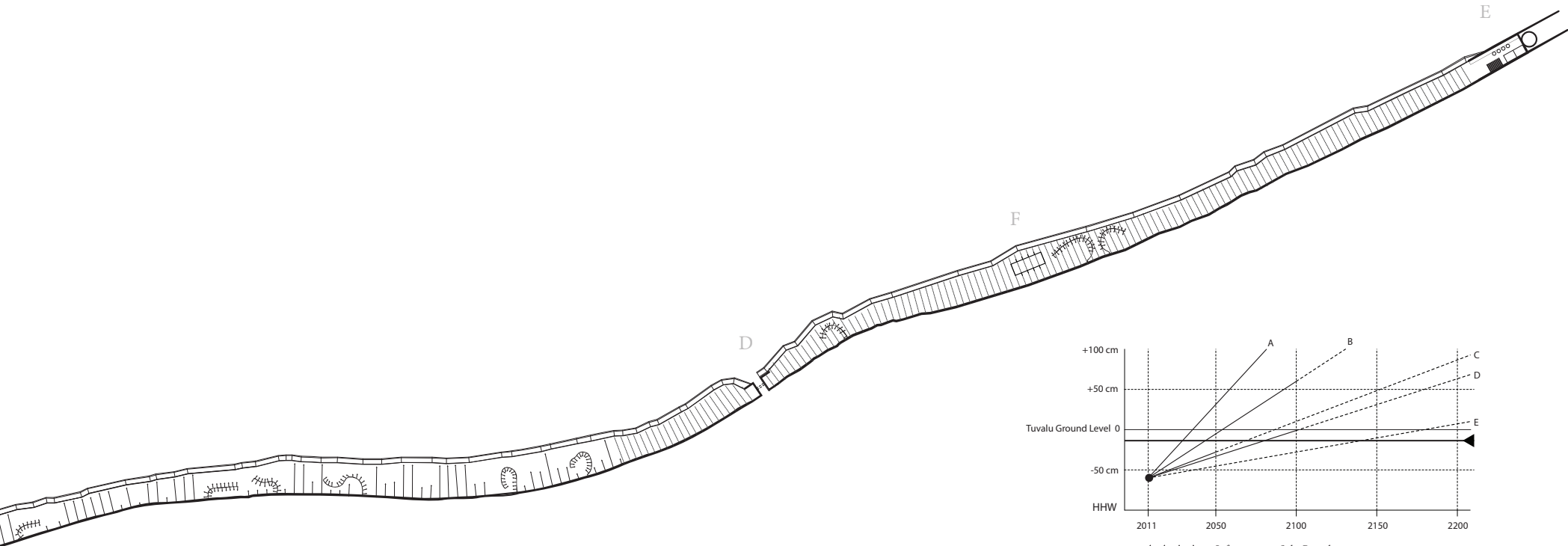
3단계까지 도입된 각각의 시설과 시스템은 시행착오와 기술발전을 통해 계속해서 적응하고, 진화하며, 융합하면서 ‘대안적 투발루 #1’의 구조를 갖춰 나간다. 하지만, 만약 해수면이 꾸준히 상승하여 HHW가 투발루의 지표면으로부터 -25cm를 기록하면, 푸나푸티 섬의 바다에 면한 모든 변을 해빈 조성과 방조제를 통해 둘러 담는 긴 과정을 시작한다. 이 시기는 예상되는 해수면의 상승 속도를 1년에 약 1cm로 가정했을 때, 섬이 물에 잠기기까지 25년 정도 남은 시점이다. 여기서 투발루의 나머지 8개 섬도 함께 인위적으로 둘러 담을지에 대한 의문이 생긴다. 본 시나리오에서는 공사의 규모와 가용 자원, 해수면이 급격히 상승했을 때 국제 사회의 예상되는 동요 상황 등을 고려했을 때, 다른 섬보다 푸나푸티를 우선으로 보호하는 것을 가정한다.

# PHASE 5. EXODUS

**TIME of HHW\* = -15cm**  
\* HHW = Highest High Water

0 50 100 250 m





- Infrastructure Sub -Branch
  - H: Possible Plots for New Habitations
  - Infrastructure Cluster (=Community)
  - Infrastructure Main Branch
  - Vertical Sea Wall (h:4m, w:4m)
  - Gravel/Sand Beach Nourishment
- A. CONSTRUCTION MATERIAL COLLECTING  
 B. SEAWATER DESALINATOR  
 C. FORAM SAND FARMING  
 D. OPENING CAUSEWAY  
 E. WASTE MANAGEMENT SITE  
 F. RAISED-BED & VERTICAL FARMING  
 G. TOURISTIC FACILITY  
 H. WAVE POWER  
 I. LIVE STOCK FARMING + BIOGAS PRODUCTION  
 J. NEW ENERGY TRANSPORTATION + OCEAN FARMING

## PHASE 5. EXODUS

*Added at 2018-09-01*

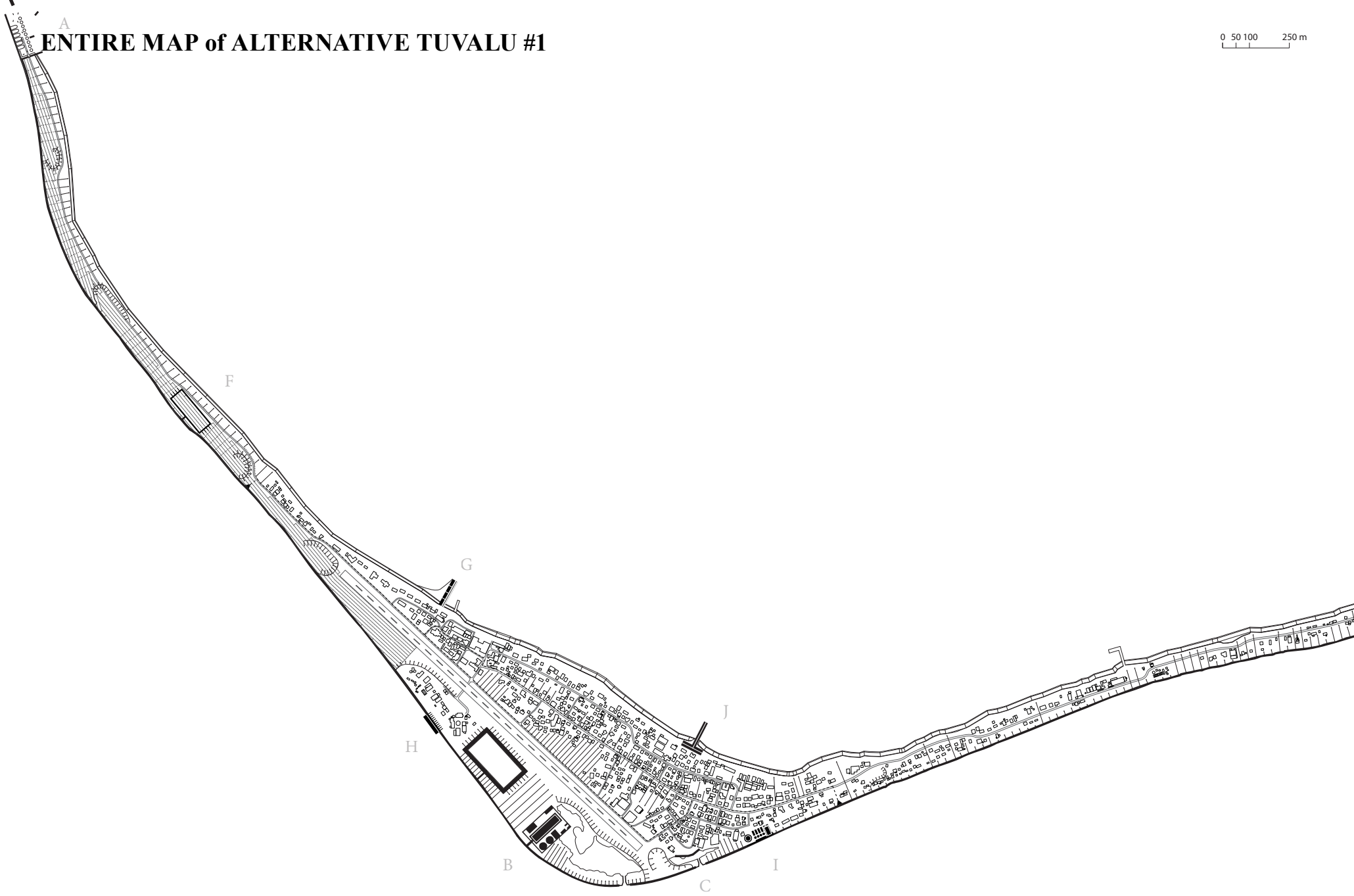
Fongafale island is closed to the outside through phase 4, but all the structures inside are integrated together by the docking of infrastructures into seawalls, and by the small and big branches extended from them. One day, as the sea level rises so much that Tuvalu can stand any further, the inhabitants of the remaining eight islands start to prepare for exodus to Fongafale island. Through 1 to 4 phases, It is expected that more than 70% of the population of Tuvalu will be already inhabited in Funafuti through population movements, and the number of residents who have migrated abroad also will be considerable. New settlements for migrants are located in the empty areas of the island following the linear system of ‘integrated infrastructure’ and the surrounding environment. Occasionally, small communities

in the form of a shared external space for the maintenance of social relations between the original neighbors and for cooperative agriculture or other collaboration are formed in some places.

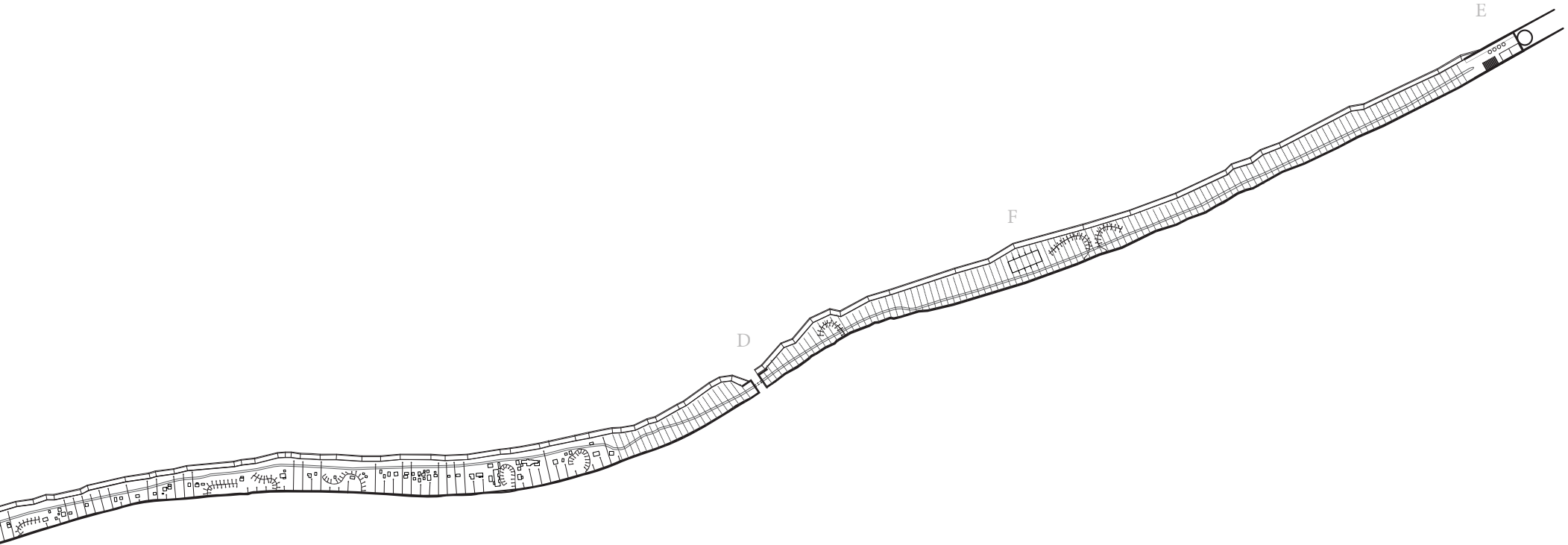
풍가팔레 섬은 4단계를 통해 외부를 향해 닫히지만, 기반시설들과 방조제의 도킹(docking)과 그로부터 뺀어 나온 크고 작은 가지들을 통해 섬 내부의 모든 구조물은 하나로 연결된다. 어느 날, 기어코 해수면이 더 버틸 수 없을 만큼 상승하였을 때 나머지 8개 섬의 주민들도 풍가팔레 섬으로의 대이동을 준비한다. 1에서 4단계를 거치며 인구를 통해 이미 투발루 인구의 70% 이상이 수도 푸나푸티로 거주하고 있을 것이고, 해외로 이주한 주민의 수도 상당할 것으로 예상된다. 이주민들을 위한 새로운 정착지들은 ‘통합된 기반시설’의 선적인(linear) 시스템과 주변 환경을 따라 섬의 빈 영역들에 자리 잡는다. 때로는 원래 이웃했던 주민들 간의 사회적 관계의 유지나, 협동 농업 혹은 공동 작업을 위해 공용의 외부공간을 품은 형태의 소규모 커뮤니티들도 곳곳에 형성된다.

# ENTIRE MAP of ALTERNATIVE TUVALU #1

0 50 100 250 m







## ENTIRE MAP of ALTERNATIVE TUVALU #1

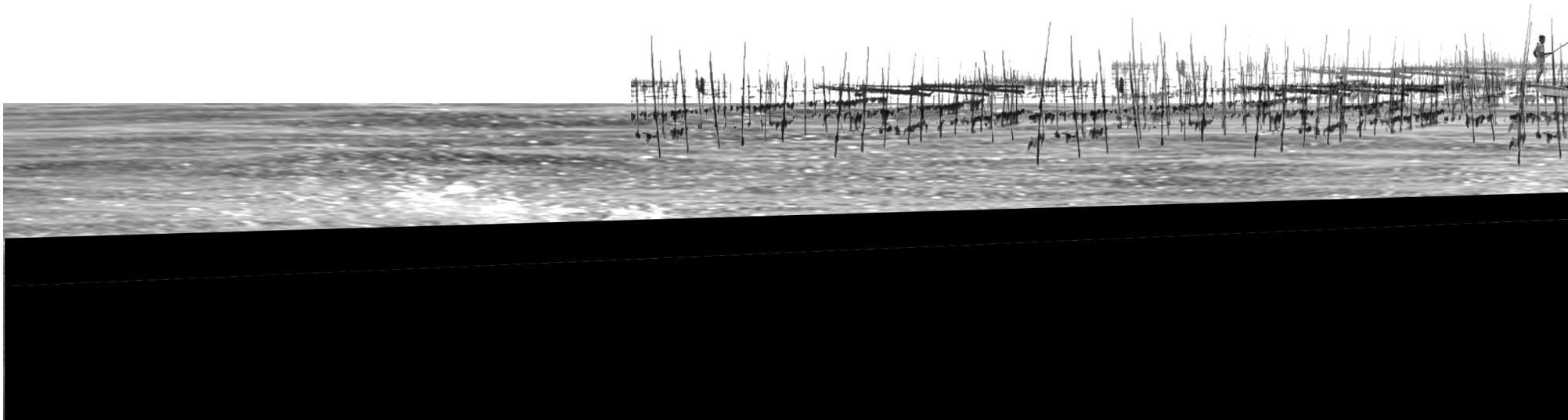
*Added at 2018-09-04*

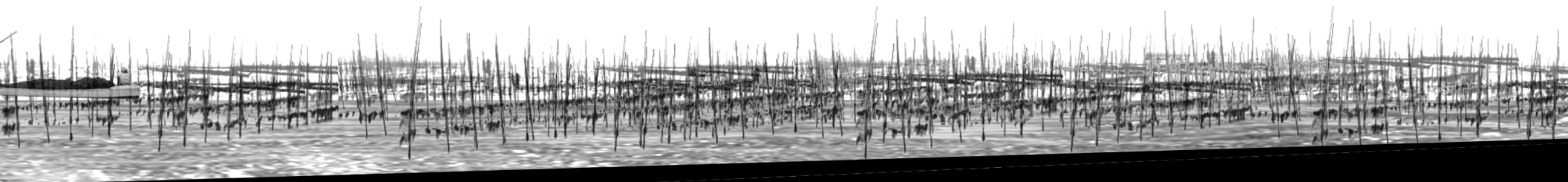
The completed map of ‘Alternative Tuvalu #1’ reminds of the interior of a huge Ocean Liner moored in the middle of the South Pacific. The contradictory scene of each part running constantly while maintaining stillness throws some questions. What about the other eight islands? Did they eventually submerge under the sea? If so, how should the territorial and maritime boundaries of Tuvalu be delimited in international law? What can be the state of the many other low-lying countries except Tuvalu? After all, where will the next destination be after this berth is over?

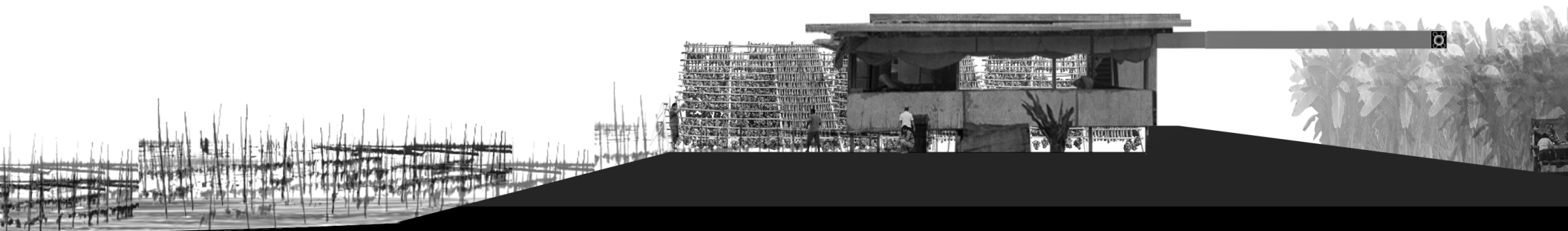
‘대안적 투발루 #1’의 완성된 지도는 남태평양 한가운데에 정박한 거대한 선박의 내부를 연상시킨다. 고요한 정적을 유지하면서도 계속해서 각 부품이 가동하고 있는 모순적인 모습은 우리에게 몇 가지 질문들을 던진다. 나머지 8개 섬은 어떻게 되었을까? 그들은 결국 바닷물에 잠기고 말았을까? 그렇다면, 투발루의 영토와 영해의 경계는 국제법 상에서 어떻게 정립되어야 할까? 투발루를 제외한 나머지 낮은 지대의 수많은 나라들은 어떠한 상태로 존재하고 있을까? 무엇보다, 이 정박이 끝난 후 다음 목적지는 어디로 향해야 할 것인가?







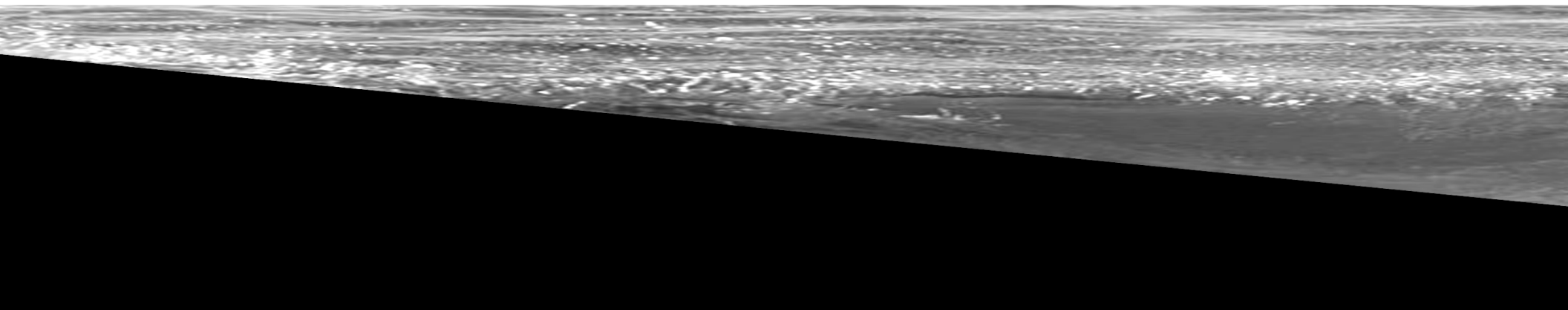




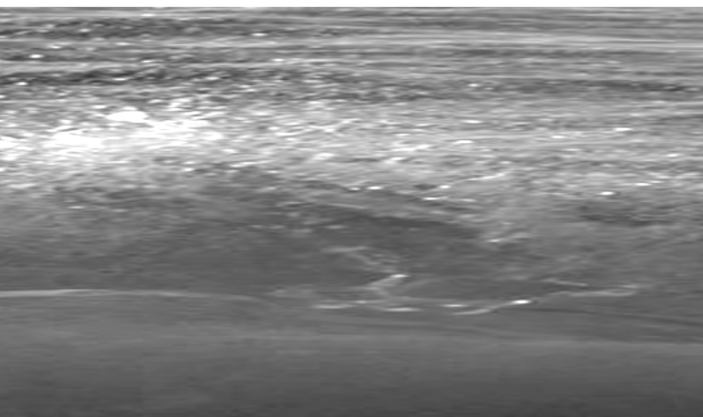


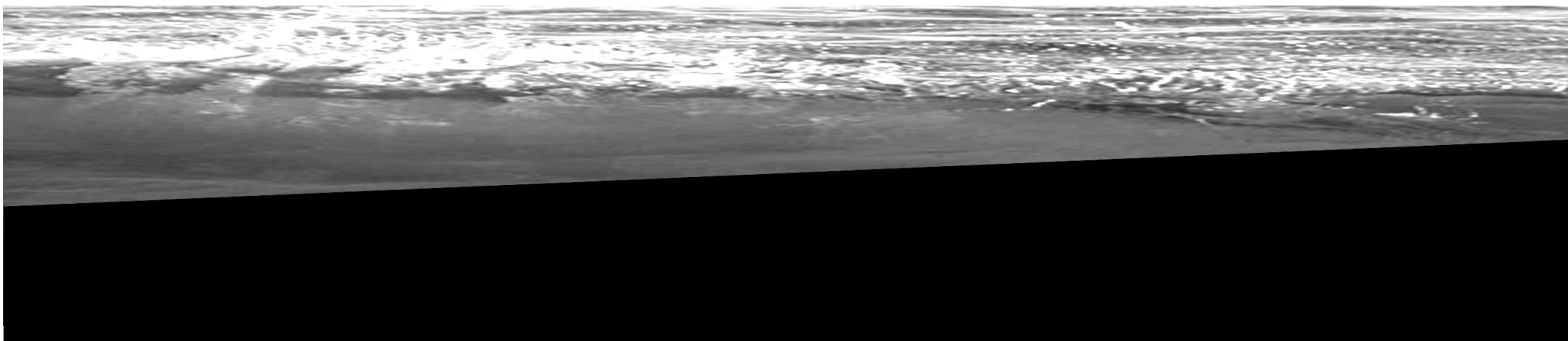


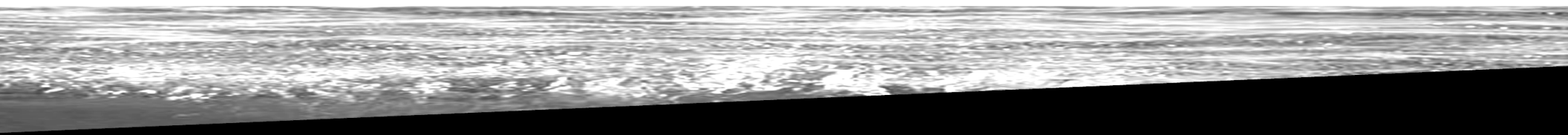


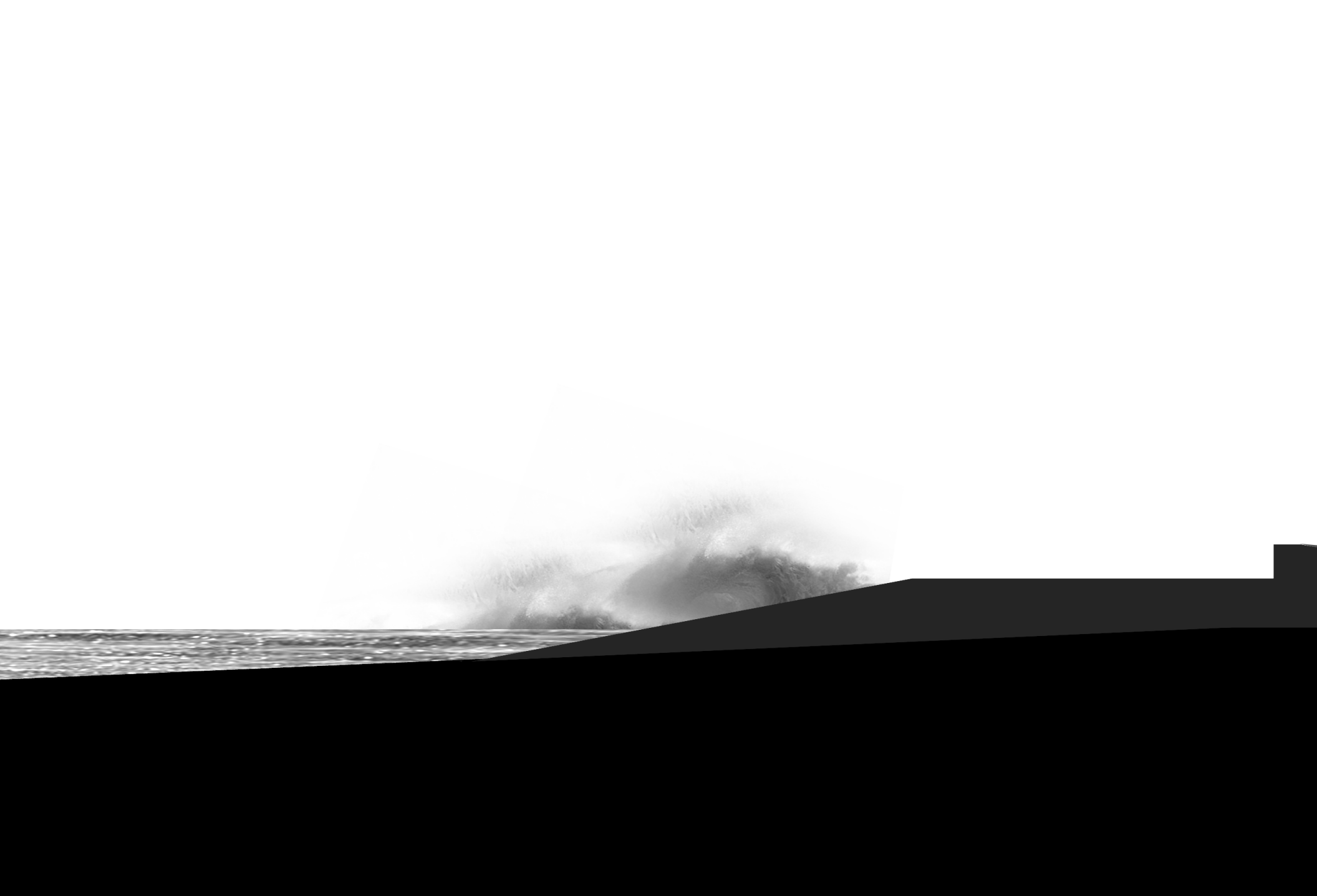










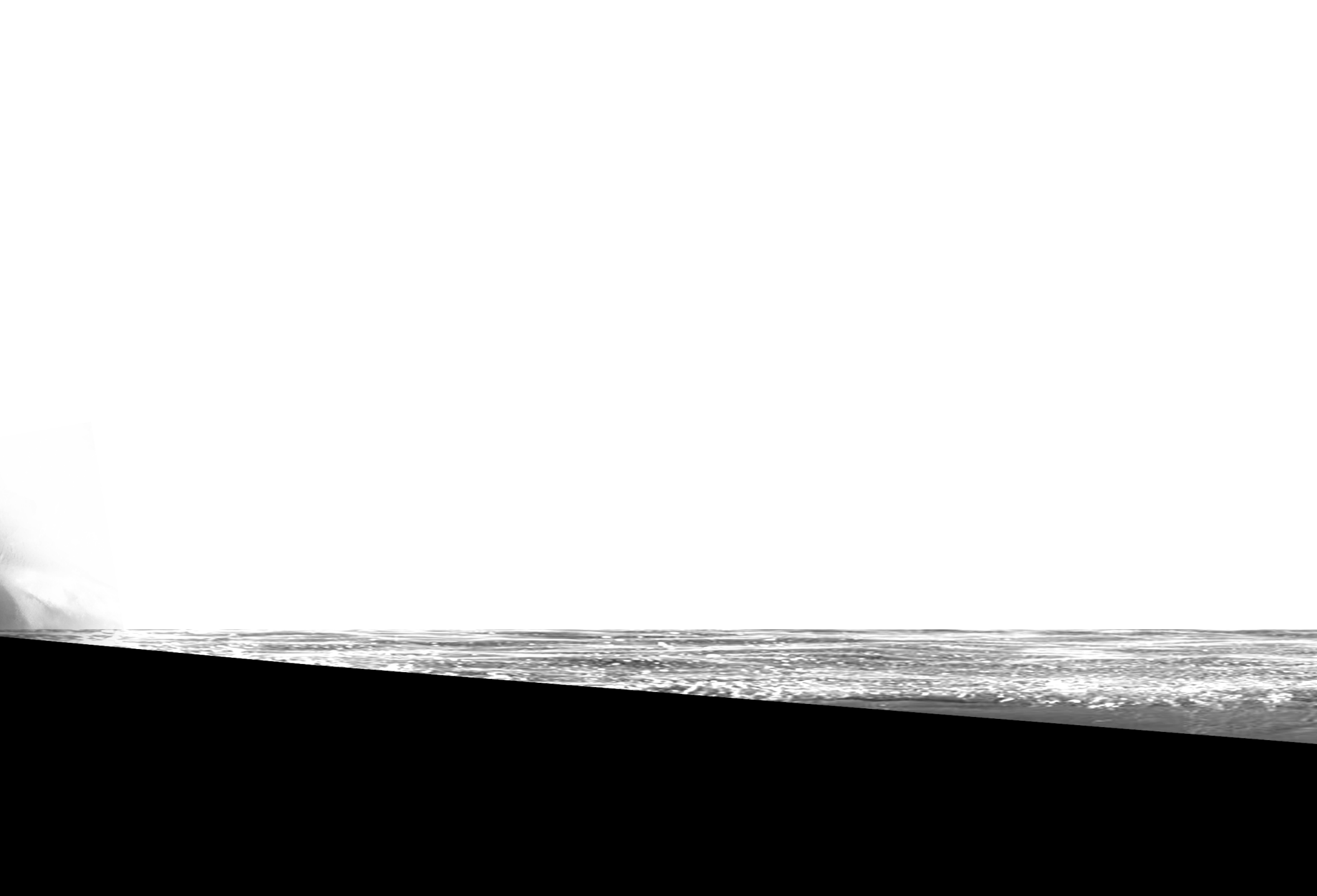


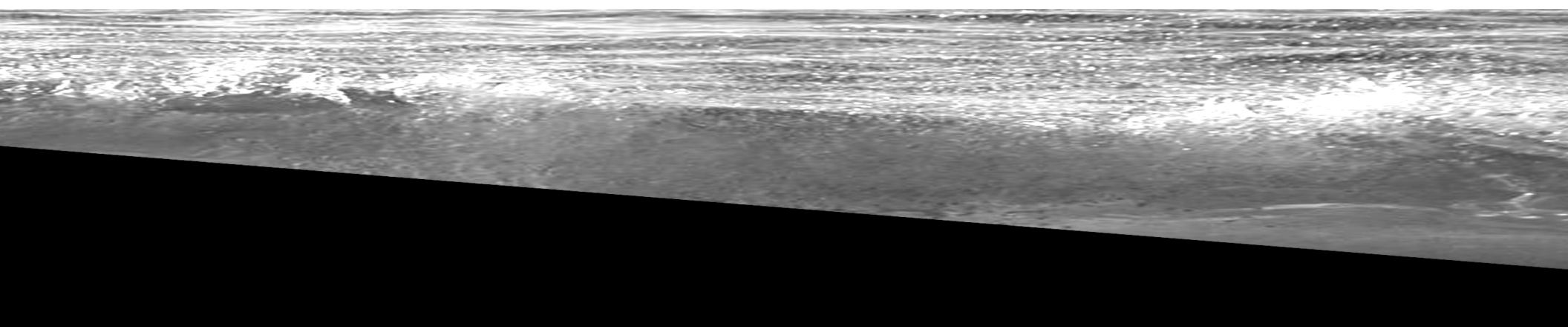


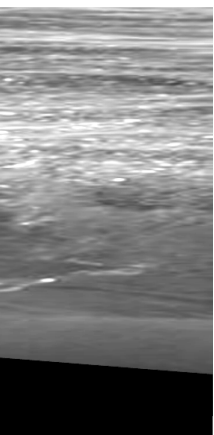




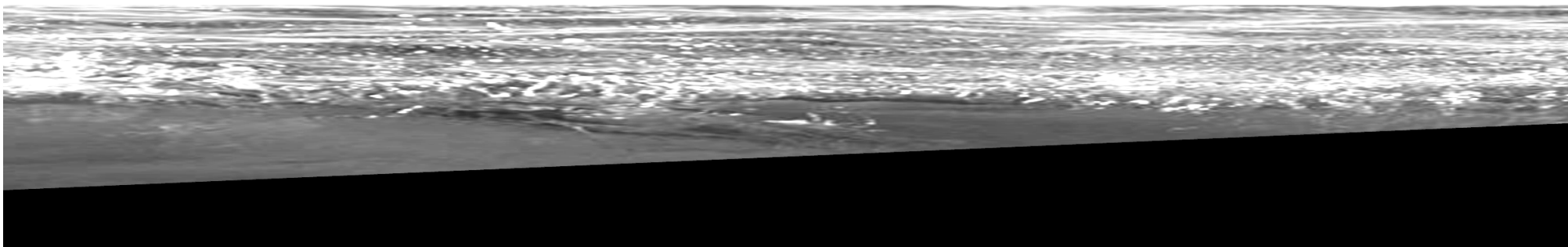
























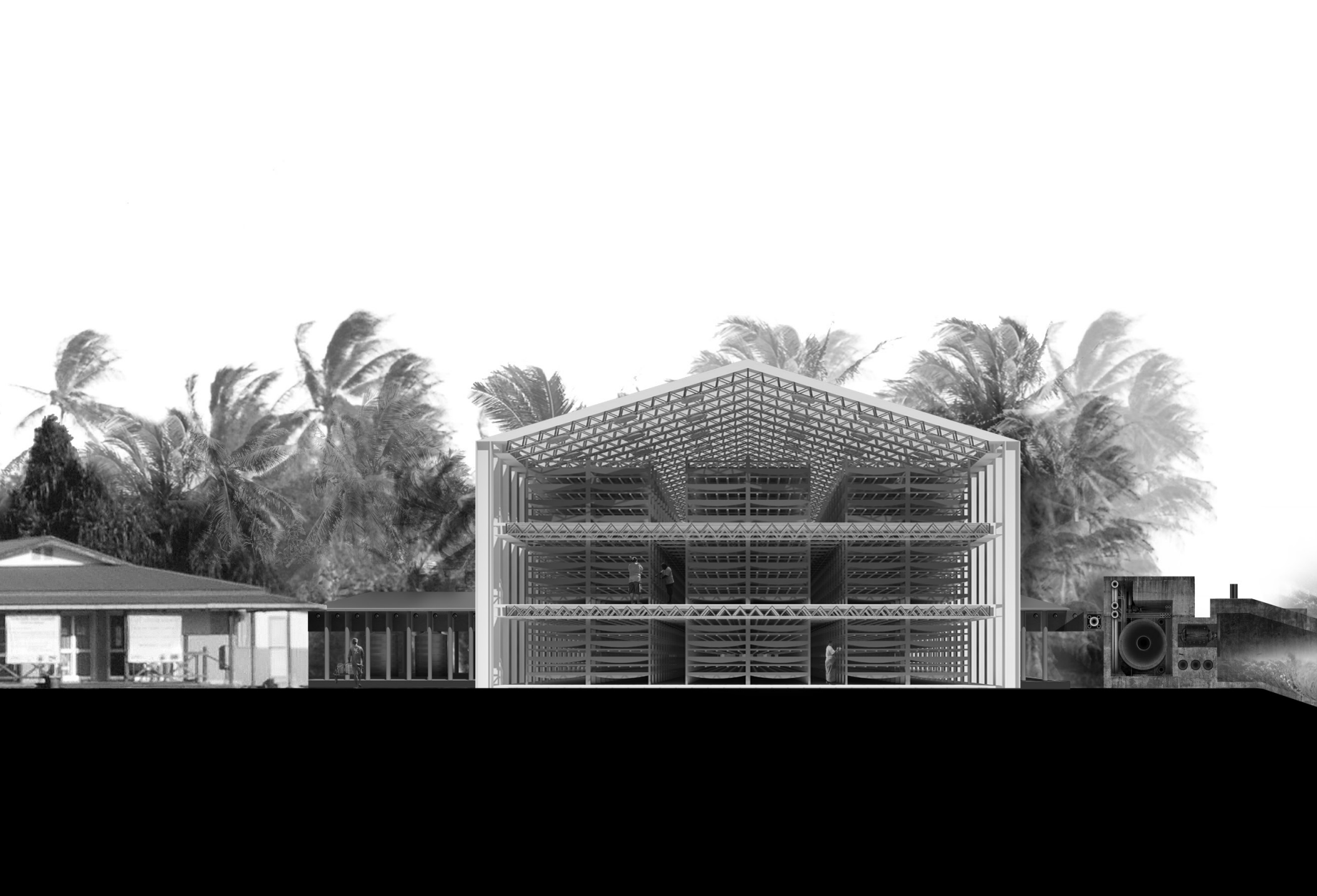




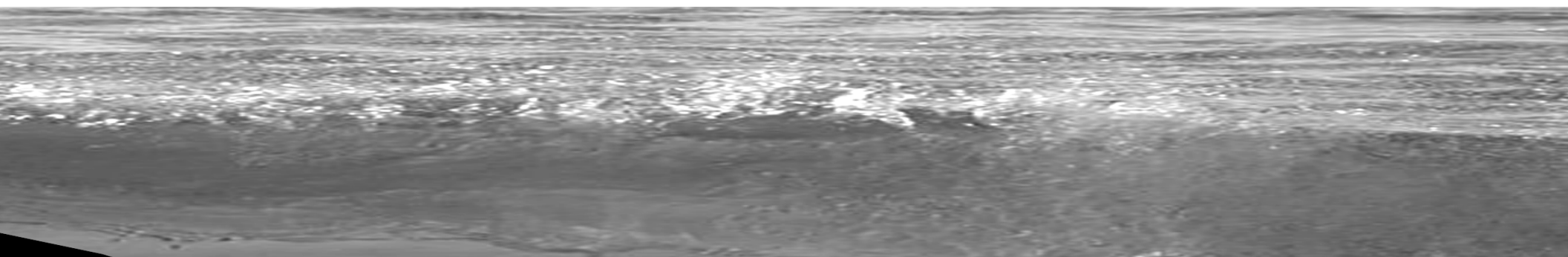


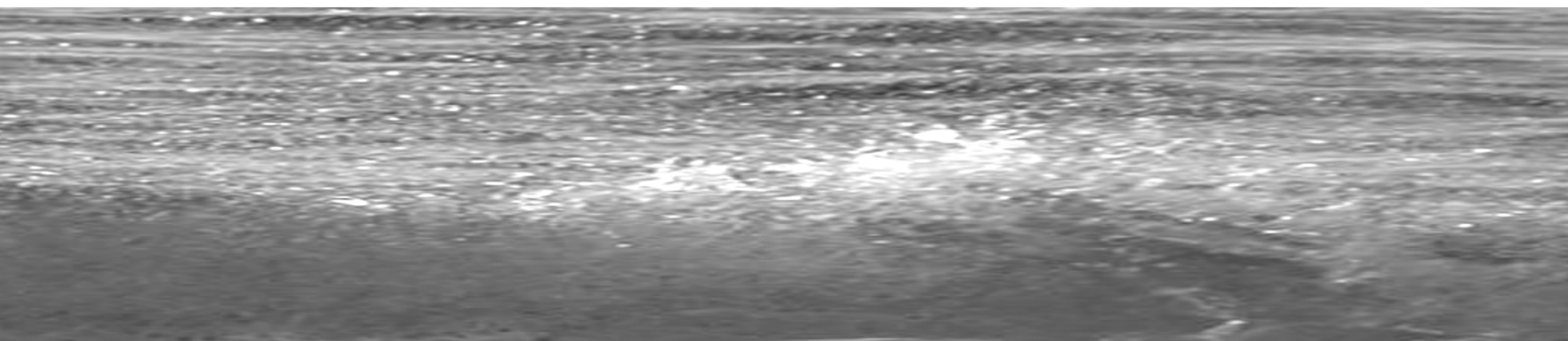


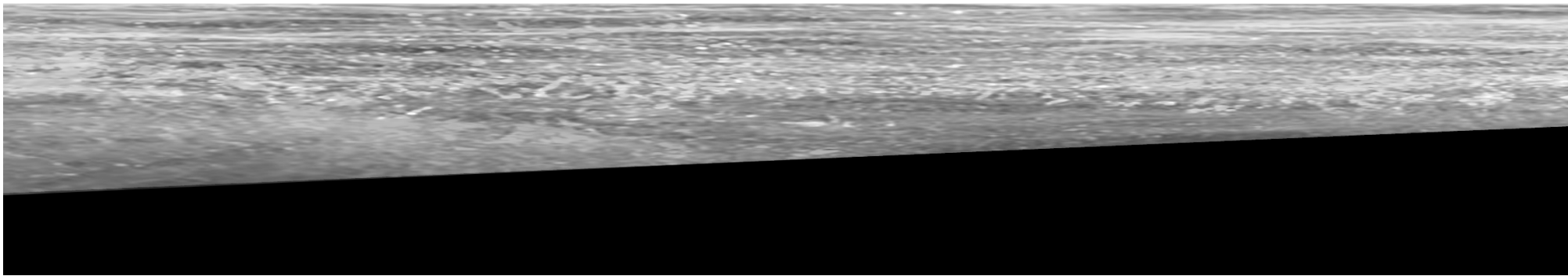




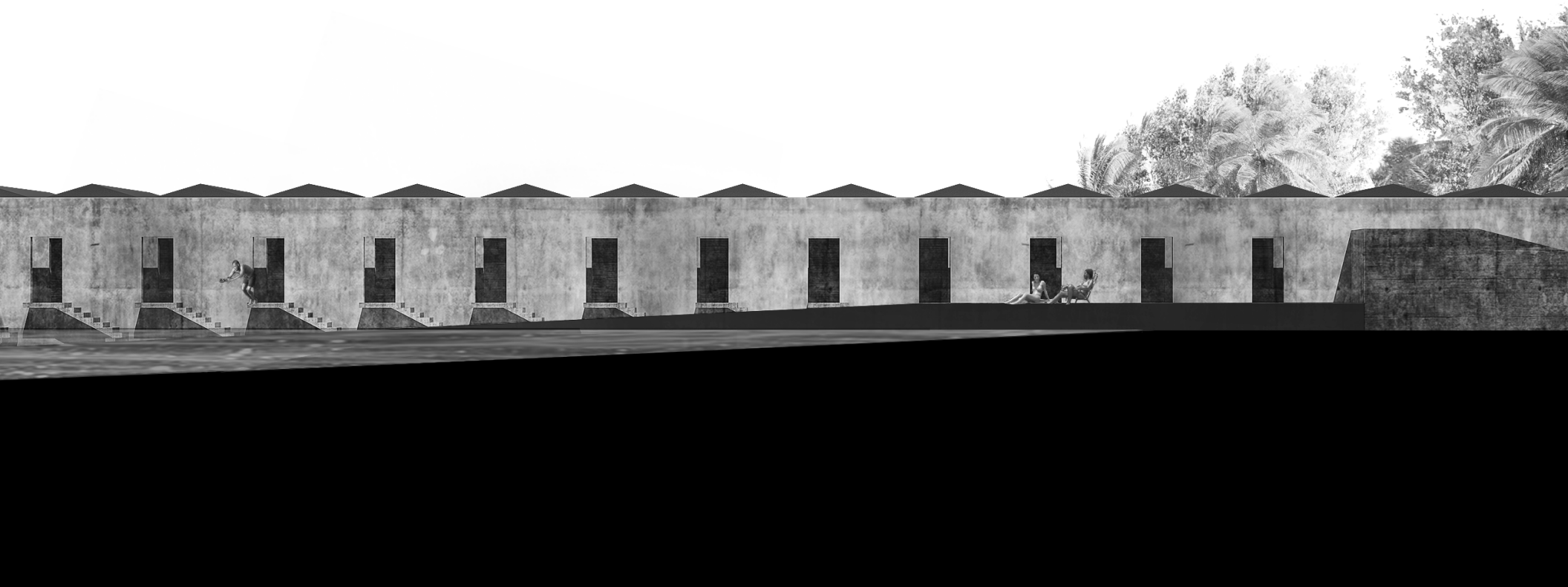






















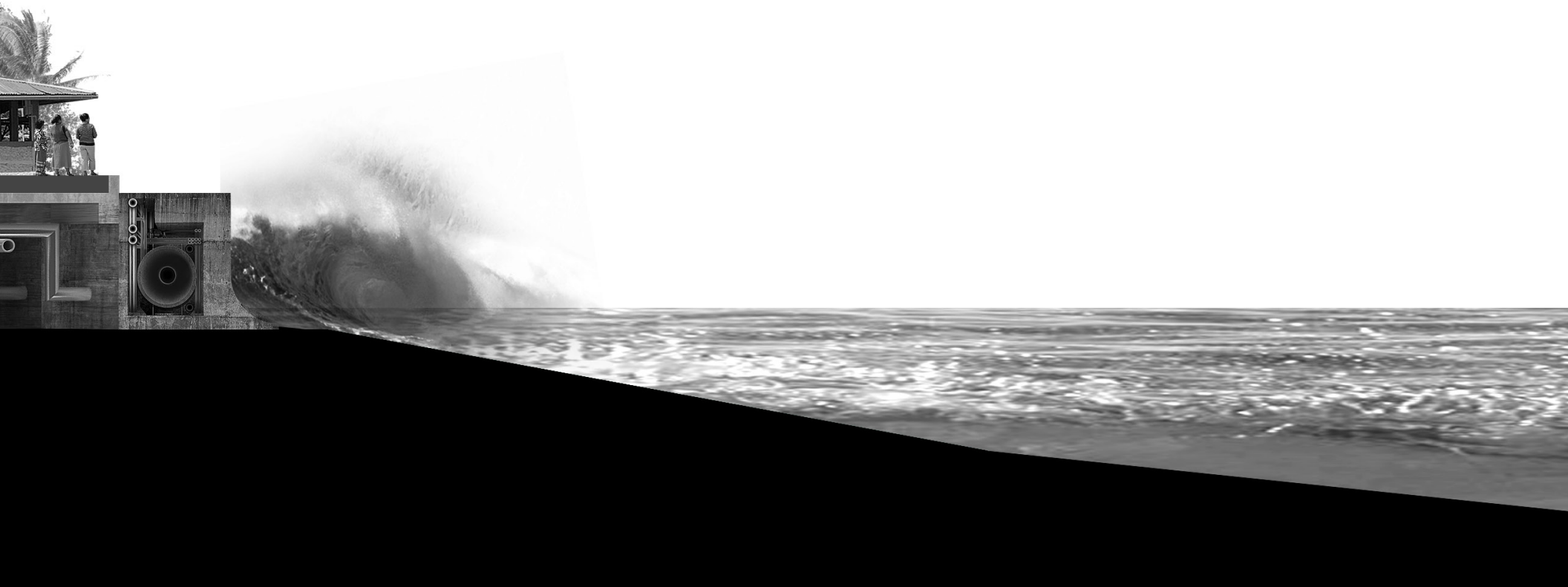


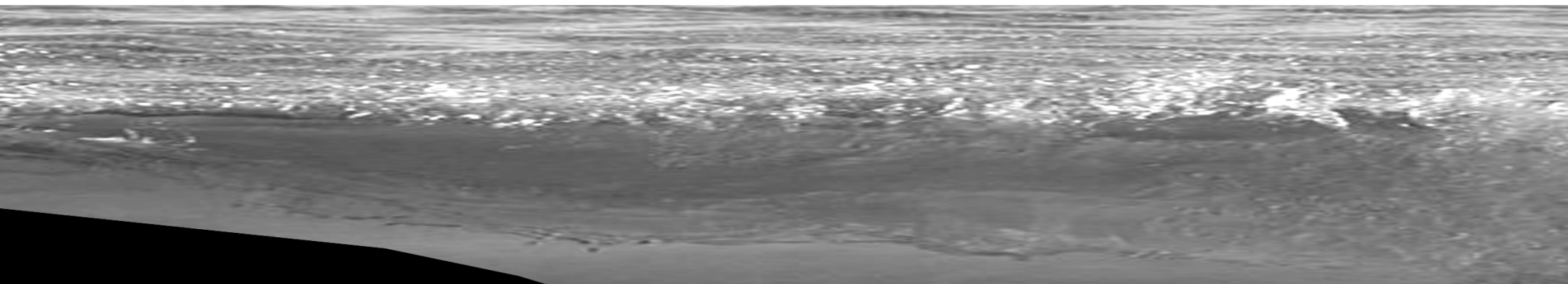


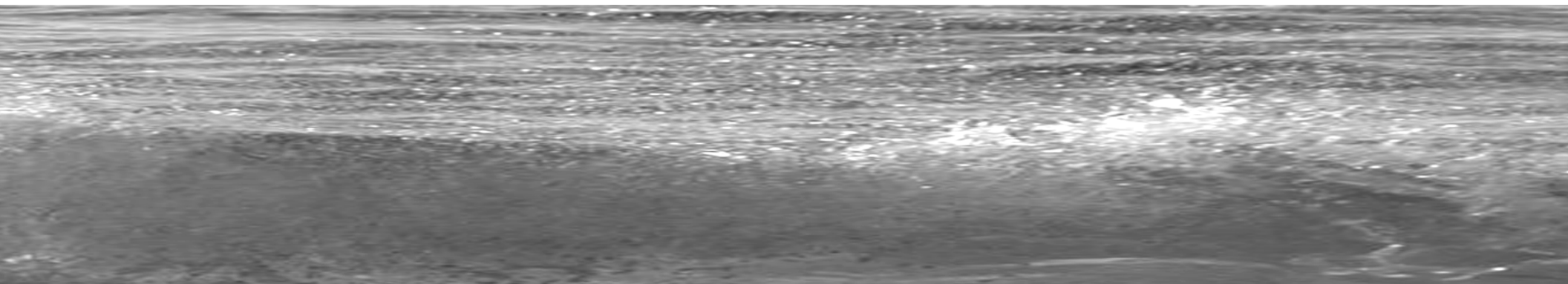


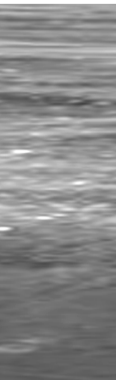




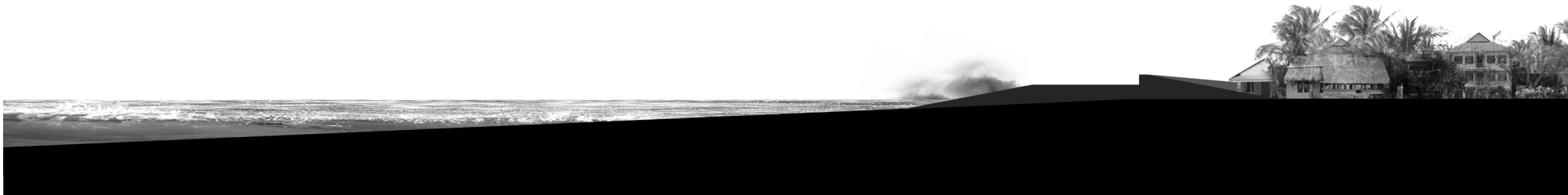
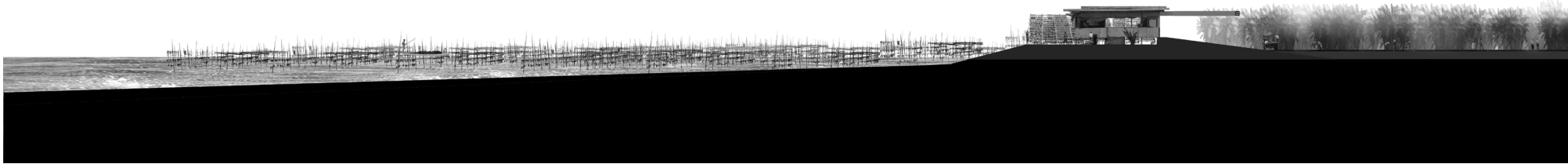


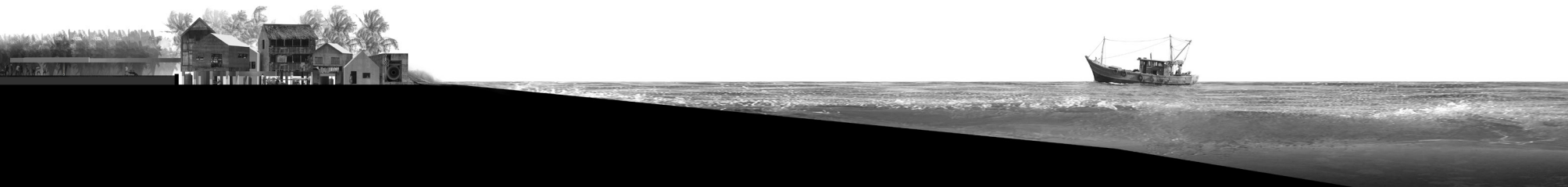






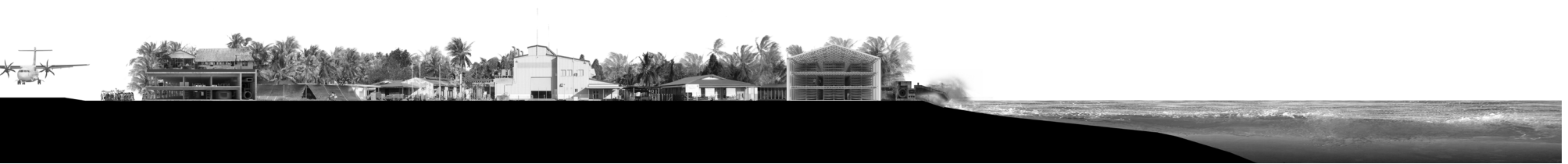












Tuvalu Project

Scenario Book  
2018 Fall/Winter

Publishing Date      21.12.2018.

Author  
(English / Korean)      Hyun Seok Kang

Publisher/  
Designer      Ju Hyun Kang

© Tuvalu Project

join@tvpr.tv

투발루 프로젝트

시나리오 북  
2018 가을 / 겨울

발행일 2018년  
12월 21일

저자 강현석  
(영문/한글)

발행인 / 강주현  
디자이너

© 투발루 프로젝트

TVPR.TV

