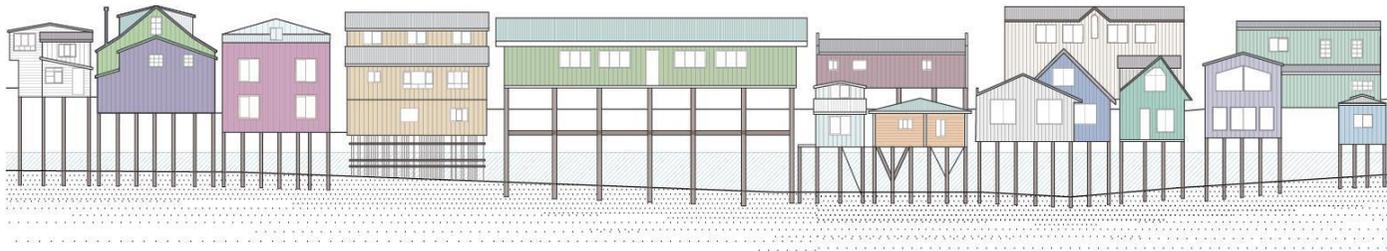


PALAFITOS DE CHILOÉ Y AGUAS SERVIDAS

Un tema por resolver



Francisca Catalina Rojas Vargas

Profesor guía: Jaime Díaz Bonilla

Semestre Primavera 2021

Seminario de Licenciatura: Área Tecnología, Innovación y Gestión

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Universidad de Chile

ÍNDICE

I.	RESUMEN	04
II.	INTRODUCCIÓN	
	1. ¿Cuál es el problema, los objetivos y las preguntas a responder?	05
III.	MARCO TEÓRICO	
	1. Geografía del Archipiélago de Chiloé	06
	2. Tipología arquitectónica palafitos	07
	3. Origen y desarrollo de los palafitos en Chiloé	09
	4. Cultura y turismo	11
	5. Sistemas de saneamiento de aguas servidas en Chile	12
	6. Contaminación Marítima	16
IV.	METODOLOGÍA	19
V.	DESARROLLO INVESTIGATIVO (Parte 1)	
	1. ¿Cuál es la situación actual del caso de estudio? ¿Cómo es la topografía donde esta inserto el caso de estudio?	20
	2. ¿Cómo afecta el problema a los vecinos?	21
	3. Datos: Efectos de la contaminación de las aguas chilotas	22

4.	¿Por qué hay palafitos que no se encuentran conectados?, ¿Cuál es su situación actual?	23
5.	¿Cuáles son las normativas vigentes que rigen al caso de estudio?	35
VI.	RESULTADOS (Parte 1)	
1.	Solución N°1	39
VII.	DESARROLLO INVESTIGATIVO (Parte 2)	
6.	¿Cómo es el sistema de saneamiento en Castro?	41
7.	Cantidad de aguas servidas por sanear	43
VIII.	ANÁLISIS SISTEMAS Y TRATAMIENTOS DE AGUAS SERVIDAS PARA EL CASO DE ESTUDIO Y RESULTADOS (Parte 2)	
1.	Sistema de transporte de aguas por vacío.....	44
1.1	Solución N°2	45
2.	Humedales Artificiales	47
2.1	Solución N°3	48
3.	Válvula antirretorno (Backwater valve)	49
3.1	Solución N°4	50
4.	Planta Elevadora de aguas servidas	50
4.1.	Planta Reelevadora	50
4.2.	Solución N°5	50
IX.	CONCLUSIONES	52
X.	BIBLIOGRAFÍA	54

I. RESUMEN

Las arquitectas/os al momento de diseñar una vivienda deben tomar en consideración no solo la estructura y construcción que tendrá, sino también que sea un espacio que otorgue buena calidad de vida para el futuro habitante, entregándole las herramientas para satisfacer sus necesidades básicas dentro de ella. Esta investigación demuestra la importancia de una arquitectura que considere un buen funcionamiento del sistema de saneamiento de aguas servidas para la vivienda, las que luego deben ser tratadas antes de volver a la naturaleza, siendo algo imprescindible que se debe realizar.

El caso de estudio son los cuatro conjuntos palafíticos que están en la actualidad en Castro, ciudad de la gran isla Chiloé en Chile siendo reducido en el transcurso de desarrollo del trabajo a solo dos conjuntos, los que se trabajan en profundidad.

La evolución de los palafitos de Castro ha pasado de ser construcciones marginales a ser la gran imagen arquitectónica y patrimonial del turismo en Chiloé, reconvirtiendo sus usos, varios relacionados con la alimentación, como restaurantes, cafeterías, minimarkets. Sin embargo, existe una realidad que no todos ven, pero que viven los vecinos del sector a diario, muchas de estas edificaciones no poseen aún en el año 2021 una manera de sanear sus aguas en un país que tiene una cobertura sobre el 97% en alcantarillado, viéndose obligados a

tirar estas aguas al mar en el cual se encuentran insertos, lugar con el que se tiene contacto directo cuando se pesca o cuando los residentes bajan al área de pilotes -"su patio"- cuando la marea está baja, situación riesgosa para los habitantes, turistas, como también para quienes tienen contacto directo o indirecto, por ejemplo, mediante el consumo de fauna marina proveniente de estas aguas.

Este seminario tiene tres aristas principales que se entrelazan e interactúan, siendo estas: el desarrollo evolutivo y tipológico de los palafitos, la arquitectura patrimonial identitaria que presenta esta tipología junto a la importancia de conservarlos, y por último, el sistema de saneamiento de aguas servidas y su importancia para evitar la contaminación marítima evidenciando los efectos que provoca esta.

Como respuesta al problema planteado, esta investigación se enfoca en otorgar 5 propuestas iniciales de soluciones para los conjuntos de palafitos que se encuentran sin conexión del alcantarillado de la ciudad, demostrando la importancia de las nuevas tecnologías que van surgiendo en el mundo, de recolección y tratamiento de aguas servidas, tomando en consideración para estas propuestas: la geografía, la arquitectura, la morfología palafítica y la eficiencia de los sistemas planteados.

II. INTRODUCCIÓN

1. ¿Cuál es el problema, los objetivos y las preguntas a responder?

El palafito es una vivienda primitiva construida por sus propios habitantes sobre estacas o pie derechos emplazadas dentro de lagos, ríos o a orillas del mar, siendo sus residentes pueblos ligados a la pesca, ya sea lacustre, fluvial o marítima. Se caracterizan por simbolizar la unión de agua-tierra, poseen vestigios desde la época neolítica hasta la actualidad en diversas partes del mundo como en Chile, ubicadas en el reconocido Archipiélago de Chiloé, lugar donde se centra la investigación.

La isla grande de Chiloé presenta un relieve que da origen a dos espacialidades: la primera, un borde que enfrenta el Océano Pacífico; y el segundo, un lugar rodeado de praderas y relieves que finalizan su recorrido llegando a un mar interior, protegido por la cordillera de los Andes. Castro, es actualmente la capital provincial de la isla, que alberga una destacada arquitectura y atractivos turísticos, además de ser actualmente la ciudad con mayor cantidad de conjuntos de palafitos en Chiloé.

Los fiordos del sur de Chile, y particularmente el de Castro, son los que le brindan al mar interior un carácter tranquilo con carentes renovaciones de agua, además de otorgar características geográficas aptas para que el borde costero pueda albergar estas famosas construcciones.

En sus inicios los palafitos tuvieron varias dificultades para ser considerados parte de la isla. Eran marginados debido a que estas construcciones nacieron de tomas de terreno por los propios pobladores que no tenían recursos para adquirir una vivienda, construyendo sus propias viviendas a la orilla del mar, así nacieron los conjuntos palafíticos, aunque varios de ellos se destruyeron con el tiempo debido a incendios, terremotos, maremotos como también por un intento de erradicación ocurrido a fines de los 70 por carencia de salubridad, siendo finalmente rescatados varios de ellos por arquitectos de la zona los cuales defendieron esta arquitectura autóctona y característica. En la actualidad los conjuntos que siguen en pie son los de la ciudad Castro, Pedro Montt, Gamboa y Lillo como también los emplazados en la isla Mechuque.

La evolución histórica de estas construcciones a lo largo de los años y las disputas de sobrevivencia de estas mismas hicieron que cobraran un gran valor para la Isla, volviéndose un patrimonio esencial del Archipiélago, llegando esta tipología a ser muy importante para el turismo. Esto junto a otros factores como la incorporación de las 16 iglesias de Chiloé a los Sitios de Patrimonio Mundial UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) crearon un aumento del turismo en el lugar, provocando la conversión de los palafitos de residenciales a nuevos tipos de usos, volviéndose la imagen de Chiloé definiéndose como un destino mágico y pintoresco, pero a su vez ocultando varias realidades que suceden hoy en día.

El relieve de la isla el cual genera diferencias de niveles en el terreno, junto al mar interior de esta, fueron formando ciertos problemas para los palafitos. En el caso del borde costero de la ciudad de Castro, lugar en el cual se encuentra el caso de estudio, esta situación provocó que se crearan diversas inclinaciones y desniveles en el lugar, quedando varias viviendas de estos conjuntos bajo el nivel de la cota de la calle que enfrentan, siendo esto una gran dificultad al momento en el que se implementó la pavimentación y se les dotó de servicios básicos, como las redes de alcantarillado.

El sistema de saneamiento de aguas en una vivienda y su tratamiento es un servicio imprescindible para prevenir enfermedades infecciosas y proteger la salud de las personas, también es muy importante evitar que se contamine el mar más aún si las zonas se caracterizan por sus actividades pesqueras y marisqueras. Con el avance de la tecnología surgieron nuevas formas de recolectar y tratar las aguas negras y grises para proteger el ecosistema y a las personas, siendo muy importante la implementación de estas nuevas tecnologías para el descubrimiento y el desarrollo de nuevos sistemas de saneamiento que brindarían una mejor vida a los pobladores.

Es por esta razón que, el problema que se investiga en el presente seminario es: *¿Cómo sanear las aguas domiciliarias para mejorar la calidad de vida de quienes habitan los palafitos, no contaminar el mar ni la isla y mantener las características patrimoniales de esta tipología arquitectónica?*

Preguntas que se esperan responder

En base a la problemática planteada, para la realización de la investigación surgen diversas preguntas que se espera responder en los resultados de esta investigación, siendo estas:

¿Los palafitos de cada barrio existente en Castro se encuentran conectados a la red pública de alcantarillado o tienen algún sistema de recolección y tratamiento de aguas servidas actualmente y cuál es?;

¿De no encontrarse conectadas, ¿Por qué no se encuentran conectadas?;

¿Qué impacto genera en la arquitectura y en el entorno inmediato de los palafitos de Castro, Chiloé los problemas asociados al saneamiento de aguas servidas?;

¿De qué manera se podría sanear esta tipología sin perder su identidad arquitectónica y patrimonial, considerando a su vez la topografía, morfología arquitectónica y cultura habitacional presente en ellos?;

¿Cómo se pueden sanear las aguas servidas de los palafitos de Castro antes de devolverlas a la naturaleza, evitando contaminar el medio natural en el cual se encuentran insertos?

Objetivos

Para resolver las preguntas planteadas, la investigación se organiza en base a unos objetivos. El objetivo general es: **Encontrar un sistema de saneamiento de aguas servidas u otras soluciones, factibles de integrar en los palafitos, sin alterar gravemente sus características identitarias ni patrimoniales.**

Para lograr el objetivo general, surgen los siguientes objetivos específicos:

1.- Describir la situación actual del saneamiento de aguas servidas en los sectores de Castro donde se localizan los barrios palafíticos.

2.- Analizar la morfología de los palafitos considerando las opciones de instalación de redes, conexión a redes existentes o soluciones locales para el saneamiento de aguas posibles de aplicar en ellas.

3.- Describir los sistemas de saneamiento que se podrían aplicar a esta tipología arquitectónica considerando la localización en la cual se encuentran insertos los palafitos de Castro evitando contaminar los cauces de agua y la naturaleza.

4.- Evaluar las posibles soluciones encontradas para los sistemas de saneamiento de aguas comparando cuál/es es/son más compatibles con la arquitectura palafítica de Castro, Chiloé, según su factibilidad técnica, tecnología, arquitectura, tipo de construcciones, localización y cultura.

III. MARCO TEÓRICO

1.- Geografía del Archipiélago de Chiloé

La isla grande de Chiloé se encuentra ubicada en Chile, en la Región de Los Lagos. Según información de la Gobernación de la Provincia de Chiloé, esta isla es un archipiélago formado por más de treinta islas, con una longitud de 180 km de norte a sur. Este Archipiélago se encuentra dividido en 10 comunas las cuales se pueden apreciar en la **Figura N°1**.

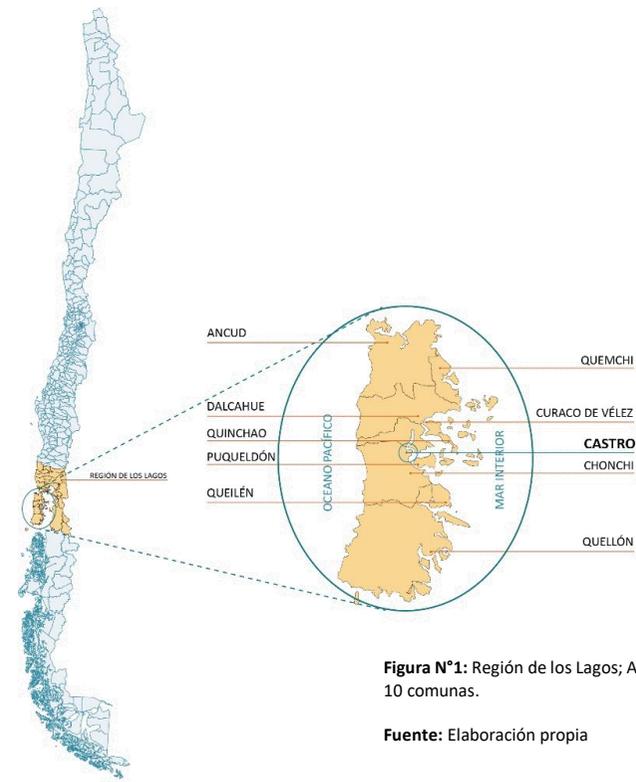


Figura N°1: Región de los Lagos; Acercamiento al archipiélago Chiloé junto a sus 10 comunas.

Fuente: Elaboración propia

La isla grande está conformada por una geografía llamativa ya que tiene una costa occidental abrupta, cuyo relieve erosionado corresponde a la cordillera de la Costa, mediante esta última se crean dos espacialidades en el sector, la primera, un borde ubicado hacia el occidente el cual enfrenta el Océano Pacífico siendo expuesto a corrientes de viento y lluvias existentes, y el segundo, un espacio con diversas praderas y colinas prolongadas las cuales bajan en relieves hasta llegar a un mar interior el cual se encuentra rodeado y protegido por la propia cordillera de los Andes.

En el centro mismo de la isla se encuentra Castro, la capital provincial, esta ciudad está emplazada entre los 35 y 50 metros sobre el nivel del mar, en medio de un fiordo el cual le entrega características paisajísticas únicas, además de ser una ciudad que ofrece equipamientos financieros, educacionales, turísticos, culturales y sociales, siendo sus características topográficas y culturales las que envuelven a los palafitos, construcciones que se encuentran ubicadas en el denominado por los habitantes como bordemar.

“Pero si aquí no existe costanera, no existe costa. Aquí existe otra cosa; aquí hay un borde; lo que hay que hacer aquí es una bordeanera” Y en este juego apareció el concepto de bordemar, para entender este espacio que va entre el punto más alto y más bajo de la marea, y que después se volvió absolutamente propio del lugar” (Rojas & Mancilla, 2007, como citó Pastor. E, 2018)

Se define fiordo descrito por la RAE como: *“Golfo estrecho y profundo, entre montañas de laderas abruptas, formado por los glaciares durante el periodo cuaternario”*.

El fiordo de Castro cuando quedó descubierto por los hielos que lo ocupaban, fue llenado por las aguas del interior, formando un paisaje con características particulares. Con todo esto, se entiende como es la geografía que presenta la isla y en particular Castro, como también sus características tal como describe Benjamín Subercaseaux en el libro “Chile o una loca geografía”:

“...Situada al fondo de un complicado y pintoresco fiordo, la ciudad de Castro se alza risueña, con su gran calle principal en pendiente y sus pequeñas casas... El ambiente despejado y alegre nos alivia de la pesadez... Al borde del mar, algunas

casas y bodegones suelen avanzar sobre pilotes, mostrando así las credenciales de perfecta ciudad chilota”

2. Tipología arquitectónica palafitos.

Ahora que ya se tiene conocimiento del lugar geográfico en el cual se encuentra inserto el caso de estudio, se mencionará aspectos relevantes para comprender este mismo, siendo una tipología muy particular y una imagen cultural de la isla.

Según la RAE el palafito proviene del término italiano *palafitta* y se refiere a la construcción que se alza en la orilla del mar, dentro de un lago o en terrenos anegables, sobre estacas o pie derechos.

Normalmente la mayoría de estas construcciones se encuentran preparadas para una vida al borde del lago, río o bien en el mar interior, pero según varios medios estas construcciones eran consideradas como viviendas de apariencia pobre, sus fachadas que miran hacia el cauce de agua en muchos poblados eran calificadas como simples ranchos donde vivía gente en cuartos que servían como dormitorios, aldeas abandonadas, esto debido a que gran mayoría de ellas son tomas ilegales de terreno que surgieron debido a la necesidad de contar con una vivienda, como también porque desde sus orígenes hasta hoy en día existen viviendas palafíticas que se les dificulta el acceso a instalaciones básicas ya sea por temas monetarios, por ser viviendas construidas ilegalmente entre otras razones, éstas carecían de servicios básicos, siendo el alcantarillado muy grave ya que trae varios efectos negativos que se comentarán más adelante.

Se ha descubierto indicios de este modo de vivir desde la época neolítica, en la cual diversos profesionales han encontrado restos de dichos asentamientos en diversas localidades del mundo, como es el caso de Suiza en la que se cree que las viviendas se aposentaban en las aguas como medio de protección contra los animales de tierra firme, en Italia, al momento de hacer excavaciones para construcciones se encontraron vestigios de una ciudad sobre el agua, en Venecia, los habitantes fueron transformando los cursos fluviales en pequeñas calles, hecho que se conserva hasta el día de hoy, siendo construidas las primeras edificaciones sobre estacas y pilotes. Esto se replicó en múltiples localidades, cada cual, según sus costumbres y culturas, pero bajo el mismo concepto de vivienda palafítica.

Actualmente, diversas localidades tienen estas edificaciones, dentro de ellas Venezuela situadas sobre ríos y lagos, Perú sobre balsas las que en épocas de crecida del río les permite mantenerse a flote y en tiempos de descenso en la tierra, en la Isla Guanaja ubicada en Honduras diferenciándose con el resto por la presencia de plataformas peatonales, también en Colombia a las orillas de Tumaco y en poblaciones asiáticas como Malasia, Indonesia, Tailandia, entre muchas más, siendo importante destacar las de Chile, ubicadas algunas en la Caleta Tortel, al sur de Coyhaique, Región de Aysén, como también las ubicadas en Chiloé en la cual como ya se ha mencionado variadas veces se centra esta investigación.

Existen varias diferencias entre los palafitos del resto del mundo con los de este Archipiélago, como primera diferencia se destaca el cauce de agua en el cual se encuentran insertos, los de Chiloé se encuentran emplazados en el mar interior, a su vez, las culturas de cada país, materialidades y su zona climática, encontrándose ubicados la mayoría de los palafitos en zonas de carácter tropical con materialidades de hojas de palma, paja o bambú usándose la madera como protector de la radiación solar. En cambio, Chiloé posee un clima templado con inviernos secos y veranos lluviosos, estas zonas requieren de materialidades que soporten estas temperaturas, es por esto que se usan tejas de madera, de barro o paneles de cinc siendo la madera vernácula material característico del Archipiélago, cumpliendo este la función de aislante térmico para evitar que se produzcan pérdidas de calor al interior de la vivienda, todas estas diferencias se pueden apreciar en la **Figura N°2**.

Los pilotes deben ser lo más altos posibles, exponiéndose lo mínimo al espacio circundante, deben ser rígidos, ya que son estos junto a los muros los que le dan el soporte vertical a la edificación, se sabe que si estos tuvieran un largo menor al ancho de la construcción no servirían estructuralmente, además la altura de estos permite que bajo la construcción se forme una espacialidad en la cual cuando la marea baja puede ser habitable, para guardar los botes o como patio.

En cuanto a la materialidad, es muy común que la madera sea parte fundamental de estas viviendas, siendo este material autóctono de la zona el representativo en la construcción, los palafitos unos a otros suelen ser similares en cuanto a proporción y morfología ya que están condicionadas por las medidas de la madera y la tradición constructiva, a pesar de que actualmente se suelen ver muchas ampliaciones y restauraciones de estas cambiando un poco esta similitud morfológica:

“Los tipos de maderas utilizados varían por cuanto la función que cumpliesen. Para las estructuras, es decir, vigas, pies derechos, viguetas, soleras y diagonales se utilizan; coligüe, ulmo, tino, laurel y ciprés. En el caso de los pilotes se utilizan lumas, localmente conocidas como lumillas. Para el interior; mañío y coligüe, mientras que para el exterior; alerce y coligüe”. (Cárdenas, A. 2013)



Figura N°2: Comparación constructiva, estructural y espacial palafitos Venezuela y palafitos de Chiloé, Chile; A la izquierda: Palafitos de Venezuela año 2005; A la derecha: Palafitos de la ciudad de Castro en la Isla Chiloé, Chile.

Fuente: Izq: Gutiérrez, P. (2005, 10 abril). Palafitos de Venezuela [Fotografía]. Flickr; Der. Scriven, E. (2017, 16 diciembre). Palafitos, coloridos palafitos sobre el borde del agua, exclusivo de Chiloé, Castro, Isla Grande de Chiloé, Chile, Sudamérica [Fotografía]. Alamy

Los palafitos de Chiloé presentan dos fachadas llamativas por su diversa paleta de colores, pero opuestas entre sí, siendo diferente la percepción según donde se mire. El acceso principal se encuentra desde la calle, al mirar el conjunto desde esa fachada parecieran ser viviendas comunes, esta fachada crea la conexión con la ciudad y vida de barrio, sin embargo, al observarlas desde el mar se aprecia la cualidad palafítica que poseen, causando impacto debido a la novedosa manera de estructurarse.

Ahora que ya se tiene conocimiento del concepto de vivienda palafítica y de sus características, se mencionará como llegaron estas edificaciones a ser trascendentales para la isla y para el país completo siendo una identidad patrimonial muy reconocida, para entender esto se explicará el origen de estas y su evolución en el tiempo, como llegaron a la isla y como fue el proceso de su evolución para llegar al turismo existente hoy en día.

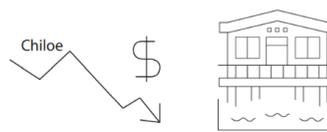
3. Origen y desarrollo de los palafitos de Chiloé

1850



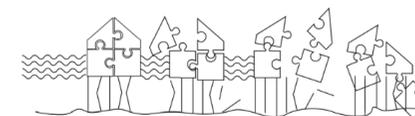
- Inició del proceso de industrialización en el país generando demanda de mano de obra y atracción laboral, llegando la migración campo-ciudad al país.
- En Chiloé, campesinos se tomaron los terrenos del bordemar, siendo este lugar parte de terrenos fiscales administrados por la Armada de Chile, hoy en día muchos de los residentes no pueden obtener títulos de dominio.

1920



- Años después que estas se asentaron en el bordemar, hubo descensos en la economía de Chile y con esto aumentó la construcción de estas viviendas en distintas zonas de la isla como Ancud, Chonchi, Dalcahue, Castro y Mechuque, creciendo la densidad y el hacinamiento debido a la cantidad de personas buscando un lugar donde vivir, optando por estas viviendas con bajo nivel socioeconómico e incumplimiento de las necesidades básicas.

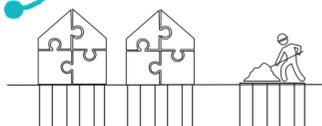
1960



-El terremoto y maremoto del archipiélago, significó la desaparición de estas en Ancud, Chonchi y Dalcahue. *"Después del terremoto, altas mareas inundaban las calles del borde costero de la ciudad. Nunca más el mar volvió a los límites que tenía antes del sismo de mayo de 1960, para evitar estas inundaciones se construyó el muro costanero que va desde la bajada de calle Ramírez hasta el final de calle Lillo"* (Ibid. 2009, citado por Cárdenas, A. 2014)

-Como consecuencia de las pérdidas del límite, en las diversas localidades de los conjuntos quedaron varias diferencias de niveles en el terreno.

1880



- La necesidad de los nuevos residentes los llevó a autoconstruir sus viviendas, las construyeron sobre estacas, estas eran consideradas como riesgosas, pero en una buena posición geográfica en el mar interior protegido de la corriente Humboldt proveniente del Océano Pacífico, construyéndose de esta manera en el año 1880 las primeras viviendas palafíticas de Chiloé.

1936 - 1981



- Luego del aposento de los palafitos en las distintas localidades, hubo varios incendios en la isla, esto debido a la materialidad de madera en las viviendas, el frío y el uso de fogones. Uno que afectó a los palafitos fue en 1936, causando la desaparición de varios de estos, en ese tiempo dedicados a bodegas, las llamas arrasaron con los del conjunto Lillo deteniéndose al momento de chocar con el mar.

- Años después se volvieron a construir estas viviendas en el sector afectado, pero el nuevo incendio de 1981 destruyó nuevamente varias de ellas sin volver a aparecer.

1980



- Tras el decreto, un grupo llamado Taller Puertazul creó un proyecto de defensa a estas viviendas, dentro de ellos el arquitecto Edward Rojas afirma que:

“Nos parecía un atentado contra los valores esenciales de la cultura y la arquitectura de Chiloé. En la Carta por Chiloé planteamos que el tema debería ser mejorar las construcciones y las condiciones de vida de sus habitantes y dotarlos de servicios básicos, porque ellos eran una manifestación arquitectónica y cultural única en el país. Y, por lo mismo, formaban parte de una tradición que los convertía en patrimonio vivo, propio de la cultura de Chiloé y de su identidad” (Rojas, E. 2011 citado por Zepeda, C. 2015).

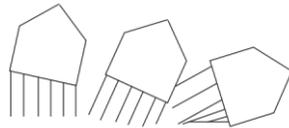
Actualidad



- En la actualidad solo quedan cuatro barrios de la tipología palafítica en pie en la capital de Chiloé, Castro y un conjunto más en la isla Mechuque, estos barrios son Pedro Montt I y II, Gamboa ubicado en la calle Ernesto Riquelme y Lillo en la calle Pedro Aguirre Cerda la cual pasa a llamarse Eusebio Lillo unas cuadras después.

-Esta tipología se fue convirtiendo cada vez más en la imagen del Archipiélago, llegando a ser el símbolo de la isla y con ello llegando a la industria del turismo, una reconversión en la cultura existente.

1970 - 1980



- A fines de los 70, el alcalde de la comuna de Castro dictó un decreto que impedía cualquier construcción en el borde, esto con el fin de erradicar los palafitos debido a su incierta situación legal y ser considerados insalubres, careciendo de servicios básicos, y llevando sus aguas servidas directamente al mar.

1980 -1990



- A pesar de considerar la defensa, igual se erradicaron algunos del conjunto P. Aguirre Cerda – E. Lillo quedando solo unos pocos palafitos en pie.

- La sociedad civil revalorizó los palafitos siendo una clave cultural del Archipiélago, visualizando la necesidad de que estas viviendas sean conservadas, es así como aparecieron planes de mejoramiento de estos, siendo abastecidos a mediados de los 80 con servicios básicos y rehabilitados a principios de los 90 por la organización Arquitectos Sin Fronteras, además de ser considerados en el Plan Regulador el cual consignó a los palafitos de Montt y Gamboa como Zona Especial.

4. Cultura y Turismo

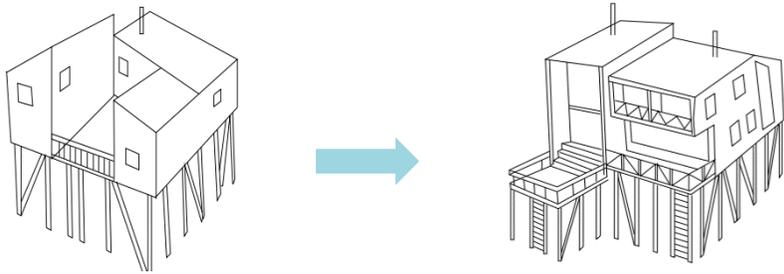


Figura N°3: Reconversión de palafito con la llegada del turismo.

Fuente: Elaboración propia en Curso: “Programa Chiloé”, Carvajal. D, Herrera. M, Rojas. F, Ruz. N. a partir de croquis del Hotel y cafetería Patio Palafito por Ortúzar y Gebauer.

Los habitantes de la isla tienen cualidades que le dan un carácter e identidad especial al archipiélago, una de estas es el estilo de vida insular el cual ha estado muy relacionado al mar y la tierra formando parte éste de un medio de subsistencia y de comunicación para los chilotos, llegando a formar parte de su economía, siendo la actividad pesquera una característica fundamental para los habitantes, aprovechando todos los recursos marinos como también recursos en base a la tierra como la extracción de madera de la diversa flora existente.

Dentro del último periodo de la evolución, esta tipología arquitectónica se convirtió en la imagen patrimonial y turística de la isla. Con la llegada de estos nuevos proyectos turísticos se provocó un alza de precio en estas viviendas, lo que conllevó un aumento de la plusvalía por lo que muchos habitantes decidieron vender e irse a vivir a otros lugares, generando de esta manera el proceso denominado gentrificación.

La gentrificación es referida al proceso en el que un barrio es revalorado y comienza a poblarse por personas con alto nivel adquisitivo a comparación de los habitantes previos, adquiriendo el espacio nuevas características a partir de restauraciones o nuevas construcciones provocando el desplazamiento de los exresidentes, debido a la presión económica que estos proyectos ejercen.

Es así como varias viviendas han sido compradas por inversionistas reemplazándolas por nuevas construcciones palafíticas, generando ampliaciones o rehabilitaciones

transformando su uso con el paso del tiempo pasando de ser viviendas habitacionales a minimarkets, hostales, hoteles loft, talleres restaurantes, cafeterías, entre otros, cambiando su diseño a través de remodelaciones, en búsqueda de la atracción de nuevos usuarios, quedando varias viviendas residenciales de habitantes que no se quisieron desplazar o de otras generaciones que heredaron el lugar con alrededores turísticos y concurridos.

Estas construcciones fueron reconvirtiendo además de su uso, su estructura, siendo en primera instancia por temas de mejoramiento y protección de estas, ya que originalmente eran viviendas muy precarias, con materiales dañados, sin servicios básicos, pavimentación, entre otras cosas, esto se fue modificando a medida que comenzó la revalorización, surgieron grupos de protección y proyectos de reparación, por ejemplo, a través de fondos de Ministerio de Vivienda y Urbanismo los cuales ayudaron a algunos de los conjuntos palafíticos.

Lisette Soto en su proyecto de título menciona una columna escrita por el arquitecto Edward Rojas en la que señaló que el mejoramiento de los palafitos se ha llevado a cabo por proyectos tanto públicos como también privados: “[...] los dotaron de servicios básicos, repararon y pintaron, cambiándole la cara a estos barrios que dejaron de ser símbolos de menoscabo urbano para transformarse en íconos de la arquitectura de Chiloé y el país” (Edward Rojas, 2014)

También el MINVU publicó en el año 2013 una Guía de recomendaciones y puesta en valor de los palafitos de Castro en el que participaron varios profesionales, esta, da a conocer como reparar estas edificaciones dividiéndolas en tres categorías de gravedad de intervención: Protección (Mejorar la seguridad estructural de fundaciones, cubiertas y tabiques mediante la reposición de piezas deterioradas), Mantenimiento (Mejorar la estanqueidad al viento y aguas lluvias de cubiertas, revestimientos, puertas, ventanas, aleros y tapacanes), Valorización (Remozamiento de los palafitos mediante el mejoramiento de los detalles de terminación y pintura de revestimientos, cubiertas y cercos).

Luego de estos primeros inicios de transformación estructural y puesta en valor, con la llegada del turismo comenzaron las restauraciones a una mayor escala, cambiando morfológicamente muchos de los palafitos existentes en su originalidad.

A pesar de que estas viviendas se les dotó de servicios básicos, hace algunos años atrás han salido a la luz diversas noticias que evidencian problemas en cuanto al sistema de saneamiento de aguas servidas que presentan, tanto del funcionamiento como reclamos por olores fuertes en el mar, surgiendo la interrogante ¿Las nuevas construcciones o restauraciones palafíticas serán parte del problema sanitario presente o solo serán las viviendas que han conservado en mayor potencialidad su morfología y estructura original?, ¿Cómo habrá cambiado esta situación con la llegada del turismo al lugar?, estas interrogantes se contestan en el desarrollo de la investigación, pudiéndose deducir que al ser muchas restauraciones destinadas al público como construcciones dedicadas a la gastronomía o al alojamiento de los turistas, es muy probable que estas no sean parte de las con problemas de saneamiento, ya que para hacer funcionar locales comerciales se requiere un permiso sanitario.

Además de los cambios mencionados, esta transformación evidenció como con el paso del tiempo se fue modificando la cultura característica de la isla, siendo en sus inicios la actividad de la pesca y la agricultura muy marcada en el modo de vivir a comparación de hoy en día, que si bien aún en algunos lados se mantiene la tradición, se usa como pasatiempo y es bajo el porcentaje a comparación a lo que era antes, actualmente los barrios se ha reconvertido casi totalmente hacia el turismo siendo actividades relacionadas a esto las desarrolladas por sus nuevos habitantes.

5. Sistemas de saneamiento de aguas servidas en Chile

Como se mencionó en un principio, el sistema de saneamiento es imprescindible para la vida de las personas. A continuación, se hablará de sus inicios en nuestro país, su funcionamiento y la importancia que posee para las personas y la arquitectura de las construcciones.

Según la RAE, el saneamiento se define como: *“Conjunto de técnicas y sistemas destinados a mejorar las condiciones higiénicas de un edificio, una comunidad o una ciudad”* como también *“Sistema de evacuación y tratamiento de los residuos urbanos e industriales de una ciudad”*. Se define aguas servidas domésticas o aguas residuales domésticas como: *“Aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas.”* El acceso al saneamiento es un derecho humano, permite contar con un elemento vital para una buena calidad de vida. La red sanitaria es tan necesaria para las

construcciones como lo es un muro de concreto reforzado, su importancia radica en que estas garantizan un buen funcionamiento de la vivienda en cuanto al modo de habitar. Por normativa no se puede entregar una construcción para ser habitada si esta no posee servicios básicos, además de ser sumamente importante para la salud de las personas.

Actualmente en Chile, estas instalaciones están reglamentadas por las disposiciones del Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDAA) aprobado por el Decreto 50/2003 del Ministerio de Obras Públicas y el organismo regulador de estos sistemas en el país es la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

Según la información descrita por M. Angélica Calvo y E. Celedón en su investigación “Historia del sector sanitario chileno. De la gestión estatal hasta el proceso de privatización” del año 2006, como también por el artículo “Historia de la universalización del acceso al agua y alcantarillado en Santiago de Chile (1970-1995)”, escrito por G. Pflieger el año 2008, se pueden mencionar los sucesos de origen de los servicios sanitarios y su evolución tecnológica según las diferentes situaciones históricas del país.

Cuando se habla de sistema sanitario se referencia dos grandes conceptos que entran en esta categoría: el agua potable y el sistema de alcantarillado de aguas residuales y su tratamiento. Esta investigación se centra en la segunda, por ende, el foco de la historia será esta. Aun así, es relevante tener en cuenta que a medida que avanzaba tecnológicamente este sistema, de igual modo lo hizo la distribución del agua potable.

El servicio sanitario en Chile, desde sus orígenes hasta los años 90, fue desarrollada y proveída bajo el Estado para la población, siendo el encargado de las decisiones económicas para mejorar la calidad de servicio y su cobertura. A mediados del siglo XIX en Santiago de Chile, la ciudad trasladaba las aguas residuales de las diferentes viviendas a través de un sistema de acequias las que recorrían toda la ciudad, realizándose nivelaciones de estas y diferentes obras en el sistema como distintas compuertas en ciertos puntos estratégicos en la ciudad.

En la segunda mitad del s. XIX diversas tecnologías y nuevas obras sanitarias fueron implementadas en el país: la creación (1850) de la primera matriz alimentadora de agua potable para la ciudad de Valparaíso; en 1860 la incorporación de una planta de tratamiento de agua potable en la Concepción; en 1865 la llegada de los estanques en la comuna La Reina de la ciudad de Santiago.

Desde 1888 se estaba buscando llegar a un sistema de alcantarillado mejor que el existente, por lo que muchos profesionales viajaban a Europa en busca de nuevas ideas y experiencias en cuanto al sistema de saneamiento de otros países.

El sistema aún se hallaba en instalación y mantenimiento, sobre todo por la existencia de canales no abovedados, causando anegamientos e insalubridad, pero todo comenzó a colapsar cuando, durante este periodo, aumentó la población urbana haciéndose insostenibles los focos de insalubridad en la ciudad requiriendo mucha más gente de este servicio generando una necesidad de inversiones las que asumió el Estado. Durante el tiempo que estuvo este, se logró satisfacer el 90% de agua potable del país y 60% a 80% del alcantarillado urbano.

A fines de 1970, para generar aumento de dichos servicios, se pensó establecer un organismo que integrara diversas instituciones y servicios del sector buscando eficiencia, descentralización y autofinanciamiento mediante tarifas reales del servicio llegando así el comienzo de la privatización una década después. En 1977, se creó el Servicio Nacional de Obras Sanitarias (SENDOS), que integró todas las entidades que operaban en el sector, siendo el encargado de administrar y explotar las redes de agua potable y de saneamiento en todo el país, bajo la tutela del Ministerio de Obras Públicas (MOP), creándose luego empresas como ESVAL en Valparaíso y EMOS en la R. Metropolitana.

Es así como llegó la privatización de las empresas sanitarias siendo cada vez más en las regiones del país, dejando de ser el Estado el encargado, pasando a manos de otras instituciones. Debido a esto, los costos de conexión fueron aumentando según la longitud de la red, su diámetro, material y mano de obra necesaria, los municipios de viviendas informales no disponían de medios financieros para conectarse a estas empresas, saliendo diversos fondos como el FNDR.

Finalmente, se puede concluir que el sistema de saneamiento en Chile trajo cosas positivas como negativas, existiendo diversas opiniones al respecto, siendo destacado como un aspecto positivo por algunos autores que con el traspaso del servicio público a privado se produjo una cobertura mucho mayor en el país, aumentó considerablemente el porcentaje de viviendas y construcciones con accesos a estos servicios disminuyendo, de esta manera, enfermedades y problemas de insalubridad, pero al privatizarse, muchos sectores más pobres no pudieron acceder a estas tarifas elevadas quedándose marginados de la situación y con muchas más dificultades de acceso, como lo que sucedió en Chiloé, la apropiación

de diversos terrenos los cuales eran ilegales y de menos recursos no podían optar a tener estos servicios básicos en ellas.

En Chile, al momento de hablar del sistema de saneamiento de aguas servidas o alcantarillado es importante comprender cómo funciona este, siendo primordial entender que se divide en dos partes principales, la red de recolección de aguas servidas y el sistema de tratamiento de aguas servidas. Siendo la primera la encargada de recolectar las aguas negras provenientes de las viviendas mediante una red de tuberías siendo trasladadas hacia un punto final, y los segundos, sistemas que se han ido implementado junto al desarrollo de nuevas tecnologías, los cuales limpian las aguas antes que vuelvan al ecosistema.

ESSAL la empresa sanitaria encargada del abastecimiento de agua potable y la recolección de aguas servidas de la Región de los Lagos define la palabra alcantarillado como: “El alcantarillado es una red de tuberías subterráneas que permite evacuar desde su domicilio las aguas servidas y conducir las hasta una Planta de Tratamiento, en donde se depuran para ser retornadas a los cursos naturales de agua (ríos, lagos y mar), de manera tal que no dañe el medio ambiente.

Sistema de Recolección

Existen dos tipos de sistemas de recolección, los colectivos y los individuales (**Figura N°4**) siendo descritos en el texto “Metodología formulación y evaluación de proyectos de evacuación, tratamiento y disposición de aguas servidas en sector rural” del Ministerio de Desarrollo Social” como:

a) Sistema Colectivo de Aguas Servidas: *“El sistema colectivo ...permite sacar las aguas servidas del punto de origen (vivienda) a través de la red de recolección, derivándolas a colectores de mayor diámetro, para ser conducidas a la planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS). El efluente debe ser finalmente vertido, de acuerdo con norma, en el punto de disposición final. Dependiendo de la topografía, la red de colectores puede requerir de plantas elevadoras de aguas servidas (PEAS).”* (Ministerio de Desarrollo Social, 2015)

b) Sistema Individual de Aguas Servidas: *“Un sistema individual se escoge como solución cuando las comunidades son dispersas, existe una larga distancia entre las viviendas y no es razonable asumir el costo de un sistema colectivo. La solución mayormente utilizada corresponde a la fosa séptica que consiste en un tanque que recibe las aguas servidas provenientes de las instalaciones”* (Ministerio de Desarrollo Social, 2015).



Figura N°4: Comparación sistema individual vs sistema colectivo.

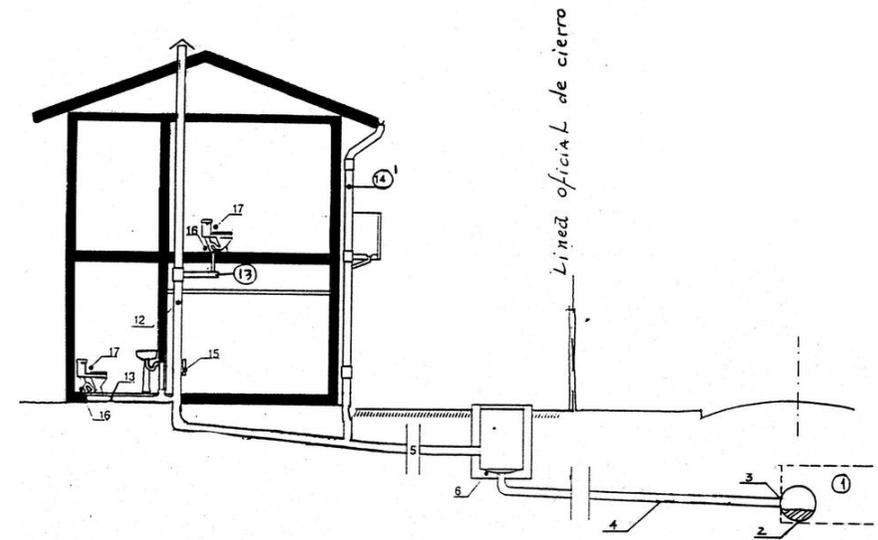
Fuente: Contraloría General de la República. (2016). Fundamento para el manejo de aguas residuales [Esquema]. Informe de auditoría operativa acerca de la gestión del alcantarillado sanitario de la municipalidad de Alajuela. Docplayer

Actualmente en zonas urbanas, como es el caso de la ciudad Castro de la cual trata la investigación, el traslado de las aguas residuales desde la vivienda privada hasta el proceso de tratamiento suele ser mediante redes de alcantarillado colectivas, graficado en un ejemplo de la empresa ESSAL (Empresa de servicios sanitarios de Los Lagos), Figura N°5 como también en la Figura N°6 en la cual se describe las partes que componen el sistema de recolección desde lo privado a lo público.



Figura N°5: Esquema alcantarillado, límites de responsabilidades.

Fuente: ESSAL. (s. f.). Alcantarillado - Límite de responsabilidad [Esquema]. Essal; pura vida.



ELEMENTOS DEL SISTEMA

ELEMENTOS DEL SISTEMA	CARACTERÍSTICAS
1- Emisario	Ducto encargado de conducir las aguas hasta la planta de tratamiento o a cursos fluviales
2- Colector	Ducto encargado de transportar las aguas servidas hasta el emisario.
3- Empalme	Conexión física entre la unión domiciliaria de alcantarillado y el colector
4- Unión domiciliaria	Tramo de tubería comprendido entre el colector público de alcantarillado y la línea oficial de cierre.
5- Cañería principal	Es aquella que recibe las ramificaciones, comienza en la cañería principal de descarga y termina en la unión domiciliaria.
6.- Cámara de Inspección	Tiene la función de permitir inspeccionar la red y recibir el agua residual de las zonas húmedas absorbiendo cambios de dirección, diámetro y diferencias de pendiente y cotas además de despresurizar el sistema

Figura N°6: Ejemplo sistema convencional en vivienda de Chile y elementos que lo componen.

Fuente: Goldsack Jarpa, L., & Urrutia, J. P. (s. f.). Elementos del sistema [Esquema]. Sistema de alcantarillado - Universidad de Chile. Docplayer

Como se aprecia en las imágenes, las aguas provienen desde los artefactos de la vivienda, bajando gravitacionalmente por las redes de tuberías las cuales transportan las aguas residuales hasta una cámara de inspección domiciliaria definida por la

normativa que: “las cámaras de inspección se deben ubicar en los patios o en sitios completamente ventilados y accesibles...” (Nch2702, 2002).

Se aceptará ubicarlas en el interior de la edificación, en cuyo caso se adoptarán dispositivos especiales, como doble tapa a otros, que impidan la salida de los gases. “En los espacios ornamentales o jardines donde no haya circulación peatonal las cámaras pueden sobresalir 0,10 m del suelo para evitar la entrada de agua de riego. En caso de instalarse en espacios comunes como pasajes, calzadas, estacionamientos, las cámaras se deben diseñar con las características técnicas de las cámaras de red públicas al igual que la tapa” (Nch2702, 2002).

Posterior a la llegada hasta la cámara recién mencionada las aguas llegan al colector público ubicados usualmente bajo las calles, aquí son trasladadas a diferentes sistemas de tratamiento. El sistema de redes recolectoras de alcantarillado principalmente de las zonas urbanas puede ser ordenado de dos formas, convencional o condominial pudiéndose apreciar la diferencia de estas distribuciones en la **Figura N°7**.

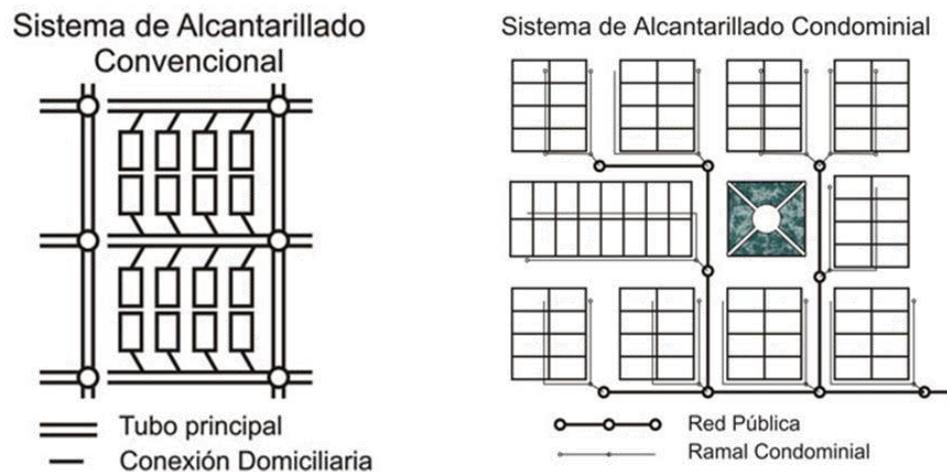


Figura N°7: Comparación sistema convencional y sistema condominial.

Fuente: Organización Panamericana de Salud. (2009, diciembre). Sistema convencional vs sistema condominial [Esquema]. Saneamiento rural y salud - Guía para acciones a nivel local.

Sistema de tratamiento de aguas residuales

Estas tecnologías consisten en sistemas en los que las aguas se limpian para no dañar el medioambiente ni la salud de las personas. Según el medio Radio UChile, en el país el sistema de tratamiento de aguas residuales fue implementado el año 2000 regulado por el Decreto N°90 que establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales y el N°144 entregando normas de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarinas aptas para actividades de recreación con contacto directo.

Según datos obtenidos en el estudio de G. Romeu, “El mercado del tratamiento de aguas en Chile. Diciembre de 2014”, se menciona que el año 2013 comenzaron a operar siete sistemas de tratamiento de aguas servidas, es decir que a finales de ese año el total de sistemas de plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) operativas era de 280 y según informe de gestión de SISS se obtiene que en 2019 ya eran 300 PTAS operativas en Chile.

“Las PTAS que descargan sobre cuerpos de agua deben dar cumplimiento a la norma de emisión D.S. MINSEGPRES N°90/00, “Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales”.” (G. Romeu).

El gráfico extraído del informe de gestión de la SISS del año 2019 **Figura N°8**, da a conocer los distintos sistemas tecnológicos de tratamientos de aguas que se utilizaban hasta el año 2019 en Chile. Y la **Figura N°9** muestra la evolución de la llegada de estas tecnologías y cuáles de estas han sido más utilizadas durante cada año.

GRÁFICO 14: TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS

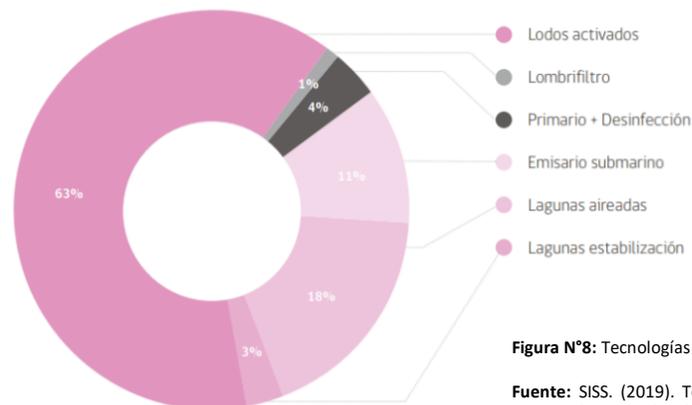


Figura N°8: Tecnologías de tratamiento de aguas servidas.

Fuente: SISS. (2019). Tecnologías de tratamiento de aguas servidas [Esquema]. Informe de Gestión del sector sanitario, 2019.

Gráfico 1.15/
EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS URBANAS

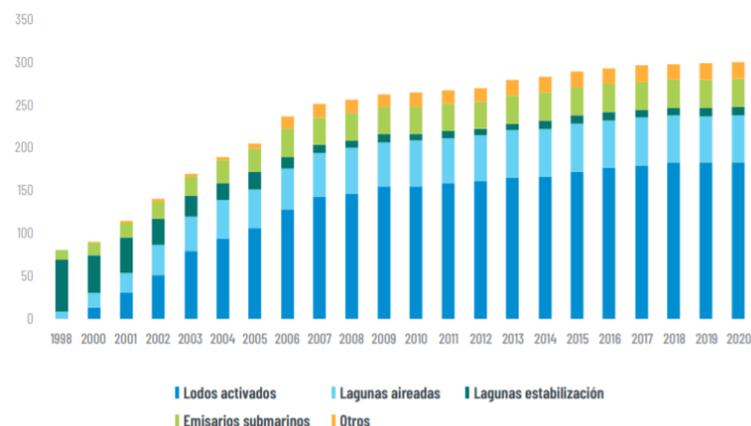


Figura N°9: Evolución de los sistemas de tratamiento de aguas urbanas.

Fuente: SISS. (2020b). Evolución de los sistemas de tratamiento de aguas urbanas [Esquema]. Informe de gestión del sector sanitario, 2020. SISS

Estos sistemas se dividen en dos categorías; Sistemas convencionales y no convencionales, el primero consiste en un tratamiento llevado a cabo por bacterias, utilizado frecuentemente en Chile, sus procesos transcurren en tanques y reactores a velocidades aceleradas gracias al aporte del gran consumo energético, dentro de ellos se puede encontrar los lodos activados, emisarios submarinos, entre otros.

En cambio, los sistemas no convencionales consisten en tecnologías de bajo impacto ambiental con costos inferiores a los comunes, funcionan a velocidad natural sin aportes de energía, pero requiriendo muchas veces una superficie mayor, algunas de estas son los humedales, lombrifiltro, filtros de aguas grises, bio-digestores, lagunas aireadas, lagunas de estabilización, baño en seco, entre otros.

En zonas rurales no suele haber red de alcantarillado, ya sea por baja densidad habitacional o por gran distancia con respecto al servicio de la empresa. Estas viviendas recolectan sus aguas por redes pero tienen que optar por un sistema propio para sanear sus aguas, según información obtenida del “Estudio de Soluciones Sanitarias para el Sector Rural Unidad de Saneamiento Sanitario 2018” de la

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo, dentro de las tecnologías más comunes a utilizar en estas zonas son, el pozo negro, la letrina (standart o mejorada con pozo ventilado), letrina abonera seca, caseta sanitaria con fosa séptica y red de drenaje o pozo absorbente.

A medida que pasa el tiempo las tecnologías se desarrollan cada vez más, implementando nuevos sistemas de saneamiento los que benefician a muchas localidades, incluso, muchos de ellos recién están llegando a Chile. Ahora que ya se tiene conocimiento acerca de en qué consiste el sistema de saneamiento de aguas servidas domésticas y de las categorías en las cuales se subdividen estos sistemas se podrá comprender la relación que estas tienen con el caso de estudio, generando una relación entre ambas para poder responder las problemáticas planteadas.

6. Contaminación Marítima

El diccionario panhispánico del español jurídico define la contaminación marina como: *“Introducción directa o indirecta en el medio marino de sustancias o energías como consecuencia de la actividad humana... que provocan o pueden provocar efectos nocivos, como perjuicios a los recursos vivos y a los ecosistemas marinos – incluida la pérdida de biodiversidad, riesgos para la salud humana, obstáculos a las actividades marítimas, especialmente a la pesca, al turismo, a las actividades de ocio... así como alteraciones de la calidad de las aguas marinas que limitan su utilización y una reducción de su valor recreativo...”*

Según la definición descrita uno de los puntos que genera contaminación marina es consecuencia de la actividad humana que puede provocar riesgos para la salud, los ecosistemas y hábitat, dentro de ellos se encuentran las aguas residuales o servidas. A pesar de que en muchos países como también en Chile el tratamiento de aguas servidas se encuentra normado, siguen existiendo sectores del país que no poseen un sistema o que no se encuentran conectados a ellos tirando estas aguas directamente al mar.

“Las aguas servidas pueden ser definidas como la mezcla de los desechos líquidos provenientes de los hogares, las instituciones educativas y comerciales (aguas residuales domésticas), las fábricas e industrias (aguas residuales industriales) y las aguas de precipitaciones (lluvia) e infiltraciones, las que son juntadas y recogidas a través del sistema de alcantarillado” (Báez, 2004).

Ahora que se tiene conocimiento de donde provienen las aguas servidas se pueden describir los contaminantes que se encuentran en ellas, los que son materiales gruesos como trozos de madera, plásticos y objetos que caen o son arrojados a la red de alcantarillado, arenas, gravas, grasas y aceites, solidos en suspensión, materia orgánica e inorgánica y sustancias químicas como detergente y cloro, entre otros.

La llegada de estos contaminantes al cauce de agua como es el caso del bordemar de Chiloé donde se encuentran ubicados los palafitos, tiene gran impacto debido a sus efectos en el equilibrio ecológico, factor decisivo en la vida de nuestro planeta, estos contaminantes se acumulan en los cuerpos de los organismos marinos afectando la cadena alimentaria con la cual vivimos y deteriorando de esta manera el ecosistema, además, las bacterias de los contaminantes quedan concentrados en su interior poniendo en riesgo además de sus propias vidas, la salud de los humanos, sobre todo en esta zona ya que es muy característica la actividad de la pesca y la extracción de fauna marina para el consumo humano.

Además, según el Organismo Internacional de energía Atómica el vertimiento de aguas residuales domésticas al mar aumenta los casos de floraciones de las algas nocivas las cuales pueden producir toxina ocasionando enfermedades en el humano de origen alimentario, como la intoxicación paralizante por mariscos y por la ciguatera en pescados, enfermedades que pueden llegar a ser letales. Es importante recalcar que en las zonas donde existe este tipo de contaminación se presentan múltiples efectos negativos, tanto para las personas, el ecosistema y la cultura. Esta contaminación no solo afecta la salud de manera directa por el contacto con el agua causando enfermedades infecciosas como la colera, hepatitis entre otras, sino que como se mencionó, también afecta la salud debido al consumo de mariscos y pescados extraídos de la zona contaminada los cuales presentan agentes patógenos bacteriológicos que causan enfermedades, la mayoría de tipo gastrointestinal.

Por otra parte, en cuanto a los efectos sobre el ecosistema, el ingreso de estos residuos genera polución térmica, un aumento del oxígeno que en las áreas costeras, más aún en las que poseen dificultad de ventilación y corrientes marinas débiles como es el caso del mar interior de Chiloé, además, esta situación aumenta las posibilidades de que ocurra eutrofización, que consiste en un aumento desmedido de las algas que provoca desequilibrio ecológico en el área contaminada, incluso pudiendo llegar a producir marea roja en la zona. Por último, los efectos que se provocan en la cultura, se encuentra la manera en que esto afecta a las actividades

realizadas por los habitantes, como en Chiloé donde la actividad de la pesca es característica desde sus orígenes viéndose afectada debido a los patógenos presentes, también afecta la acuicultura, el turismo, y la recreación además de los fuertes malos olores como también la modificación de la apariencia física disminuyendo la apreciación al paisaje.

Para poder comprender el tipo de gravedad de contaminantes presentes en los diferentes caudales, diversos estudios han implementado ciertas mediciones para poder clasificar y organizar estos niveles, por lo que es importante conocer estos conceptos. La Demanda biológica de oxígeno (DBO) utilizada como medidor del grado de contaminación presente: *“La DBO es la demanda bioquímica de oxígeno que tiene un agua. Es la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias, hongos y plancton consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se utiliza para medir el grado de contaminación. La DBO es un proceso biológico y por lo tanto es delicado y requiere mucho tiempo.”* (R. Dorión)

Es decir, en un carácter más general, mientras más contaminación haya más alto será el DBO. En cuanto a la regulación de estos niveles, en Chile existe el Decreto n°90, este, establece la norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos, especificando cada uno de los valores en diferentes tablas las cuales van asociadas según el cauce de agua en el cual cae el agua tratada. En el caso de la ciudad de Castro, la normativa presente considera la Tabla n°1 del Decreto 90 perteneciente a cauces fluviales, esto es debido que la ciudad tiene una Planta de Tratamiento ubicada a las afueras de Castro, en Ten-Ten, bajando estas aguas por el Río Chacra. A pesar de esta información, es relevante mencionar que, si bien el caso de estudio de esta investigación se encuentra en Castro, la contaminación que se desea evaluar es la procedente del mar interior ubicado justo frente a los palafitos chilotes, no la del cauce fluvial por lo que en ese caso se debería evaluar la Tabla n°4 perteneciente a los cauces marinos, ambas tablas adjuntas en la **Tabla N°1** y la **Tabla N°2** respectivamente.

Los valores definidos en este decreto según las indicaciones mencionadas anteriormente se definen para DBO el cual se mide durante 5 días pasando a llamarse DBO5, un límite máximo de 35 mg O₂/L. Otra unidad importante es la cantidad de coliformes fecales presentes en diversos puntos medidos del caudal, estos resultados

también son especificados en la Tabla n°1, definiendo su límite máximo permitido por la autoridad sanitaria como 1000 NMP (Número más probable) /100 ml. Estos, están asociados a varias condiciones infecciosas causando enfermedades como gastroenteritis, enfermedades a la piel, infecciones genitales, entre otras.

TABLA N° 1

LIMITES MAXIMOS PERMITIDOS PARA LA DESCARGA DE RESIDUOS LIQUIDOS A CUERPOS DE AGUA FLUVIALES

Contaminantes	Unidad	Expresión	Límite Máximo Permitido
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	20
Aluminio	mg/L	Al	5
Arsénico	mg/L	As	0,5
Boro	mg/L	B	0,75
Cadmio	mg/L	Cd	0,01
Cianuro	mg/L	CN-	0,20
Cloruros	mg/L	Cl-	400
Cobre Total	mg/L	Cu	1
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000
Índice de Fenol	mg/L	Fenoles	0,5
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr6+	0,05
DBO5	mg O2/L	DBO5	35 *
Fósforo	mg/L	P	10
Fluoruro	mg/L	F-	1,5
Hidrocarburos Fijos	mg/L	HF	10
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	5
Manganeso	mg/L	Mn	0,3
Mercurio	mg/L	Hg	0,001
Molibdeno	mg/L	Mo	1
Níquel	mg/L	Ni	0,2
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	NKT	50
Pentaclorofenol	mg/L	C6OHC15	0,009
PH	Unidad	pH	6,0 - 8,5
Plomo	mg/L	Pb	0,05
Poder Espumógeno	mm	PE	7
Selenio	mg/L	Se	0,01
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	80 *
Sulfatos	mg/L	SO42-	1000
Sulfuros	mg/L	S2-	1
Temperatura	c°	T°	35
Tetracloroetano	mg/L	C2C14	0,04
Tolueno	mg/L	C6H5CH3	0,7
Triclorometano	mg/L	CHCl3	0,2
Xileno	mg/L	C6H4C2H6	0,5
Zinc	mg/L	Zn	3

Tabla N° 1: Tabla n°1; Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales.

Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2001, 7 marzo). Tabla n°1; Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales [Tabla]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN.

TABLA N° 4

LIMITES MAXIMOS PERMITIDOS PARA LA DESCARGA DE RESIDUOS LIQUIDOS A CUERPOS DE AGUA MARINOS DENTRO DE LA ZONA DE PROTECCION LITORAL

Contaminantes	Unidad	Expresión	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	20
Aluminio	mg/L	Al	1
Arsénico	mg/L	As	0,2
Cadmio	mg/L	Cd	0,02
Cianuro	mg/L	CN-	0,5
Cobre	mg/L	Cu	1
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 ml	Coli/100 ml	1000-70
Índice de Fenol	mg/L	Fenoles	0,5
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr6+	0,2
Cromo Total	mg/L	Cr Total	2,5
DBO5	mgO2/L	DBO5	60
Estaño	mg/L	Sn	0,5
Fluoruro	mg/L	F-	1,5
Fósforo	mg/L	P	5
Hidrocarburos Totales	mg/L	HCT	10
Hidrocarburos Volátiles	mg/L	HCV	1
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	10
Manganeso	mg/L	Mn	2
Mercurio	mg/L	Hg	0,005
Molibdeno	mg/L	Mo	0,1
Níquel	mg/L	Ni	2
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	NKT	50
PH	Unidad	pH	6,0 - 9,0
Plomo	mg/L	Pb	0,2
SAAM	mg/L	SAAM	10
Selenio	mg/L	Se	0,01
Sólidos Sedimentables	ml/l/h	S SED	5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SS	100
Sulfuros	mg/L	S2-	1
Zinc	mg/L	Zn	5
Temperatura	°C	T°	30

Tabla N° 2: Tabla n°4; Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral.

Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2001, 7 marzo). Tabla n°4; Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral. [Tabla]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN.

Además del decreto n°90 es importante otra normativa, el decreto 144 el que establece normas de calidad primaria para la protección de las aguas marinas y estuarias aptas para actividades de recreación y contacto directo (**Tabla N°3**), siendo importantes estos límites a evaluar en las aguas marinas que se encuentran bajo los palafitos debido a que es aquí donde tienen contacto directo los pescadores y los residentes cuando bajan a los patios de pilotes o los turistas al momento de pasear en kayak o botes.

Tabla N° 1

Compuestos o Elementos	Unidad	Percentil	Valor máximo Permitido
Color	Escala Pt-Co	80	100
pH	Unidad de pH	95	6,0 - 8,5 (*)
Cianuro	mg/L	95	0,77
Arsénico	mg/L	95	0,11
Cadmio	mg/L	95	0,033
Cromo	mg/L	95	0,55
Mercurio	mg/L	95	0,011
Plomo	mg/L	95	0,11
Coliformes fecales (NMP)	NMP/100 ml	100	1000

(*): El pH está expresado en términos de valor mínimo y máximo.

Tabla N° 3: Tabla n°1; Niveles de Calidad Ambiental para Aguas Marinas y Estuarinas.

Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN. (2009, 7 abril). Tabla n°1; Niveles de Calidad Ambiental para Aguas Marinas y Estuarinas [Tabla]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN.

A modo de concluir el marco teórico para esta investigación se puede decir que para responder a cada objetivo y pregunta planteada, es importante entregar conocimientos acerca de las tres principales aristas que se relacionan entre sí para dar cabida al problema a tratar, estas son: la tipología arquitectónica, conociendo tanto su evolución como estructura, la geografía en la cual se encuentra inserto el caso de estudio junto a su cultura, como también la comprensión de los sistemas de saneamiento de aguas servidas domésticas y la contaminación que producen en los cauces de agua. Una vez teniendo conocimiento acerca de estas tres áreas, es posible trabajar la investigación con una base sólida de información.

El caso de estudio definido finalmente son los palafitos de Castro Chiloé, considerando los cuatro barrios existentes, Gamboa, Lillo, Pedro Montt 1 y 2 pero investigando con mayor profundidad solo dos de los más afectados, los cuales se definirán a medida que se obtengan datos bases para poder generar la selección. A continuación, se mostrará la metodología que se utilizó para la realización de este seminario.

IV. METODOLOGÍA

Obj.1. Describir la situación actual del saneamiento de aguas servidas en los sectores de Castro donde se localizan los barrios palafíticos y analizar el impacto que provoca la falta de saneamiento en la arquitectura de estos mismos y su entorno inmediato.

- Recopilación de información vía mail y teléfono con municipalidad de Castro y empresa Essal; Solicitud por ley de transparencia de catastros de conexión y cantidad de viviendas palafito por barrio; Obtención de contactos de juntas de vecinos de cada barrio; Entrevistas a trabajadores de la municipalidad de Castro; Entrevistas/llamadas telefónicas a residentes de palafitos; Búsqueda de documentos, estudios e información mediante páginas web y por ley de transparencia; Entrevista/llamada con depto. Ecosistemas acuáticos, biólogo marino, encargada salud municipalidad Castro.

Obj.2. Analizar la topografía del sector y el emplazamiento y morfología de los palafitos considerando las opciones de instalación de redes, conexión a redes existentes o soluciones locales para el saneamiento de aguas posibles de aplicar en ellas.

- Análisis del sector mediante Google Earth, Street view, videos y fotografías encontradas en la web; Recopilación de información planimétrica, levantamientos, en investigaciones de exalumnos, profesores u otras fuentes; Análisis de geografía y cotas topográficas en páginas web, Google earth y planos; Entrevista residentes y trabajadores del sector.

Obj.3. Describir los sistemas de saneamiento que se podrían aplicar a esta tipología arquitectónica considerando la localización en la cual se encuentran insertos los palafitos de Castro para evitar contaminar los cauces de agua y la naturaleza.

- Consultar el Plan Regulador Comunal y la normativa correspondiente de cada uno de los barrios a estudiar, recopilar y consultar información acerca de su estado legal; Búsqueda y estudio en páginas web, documentos, estudios diversas opciones de sistemas de saneamiento; entrevista a personal de la SISS.

Obj.4. Evaluar las posibles soluciones encontradas para los sistemas de saneamientos de aguas comparando cuál/es es/son más compatible con la arquitectura palafítica de Castro, Chiloé, según su factibilidad técnica, tecnología, arquitectura, tipo de construcciones, localización y cultura.

- Describir alternativas de propuestas de solución; buscar esquemas o realizarlos que demuestren la aplicación de la propuesta al caso de estudio.

V. DESARROLLO INVESTIGATIVO (Parte 1)

1. ¿Cuál es la situación actual del caso de estudio? ¿Cómo es la topografía donde esta inserto el caso de estudio?

El caso de estudio de esta investigación son los conjuntos palafíticos de Castro, Chiloé, para entender las razones que ocasiona la problemática a estudiar, siendo esta la falta de conexión al sistema de saneamiento de aguas servidas, ocasionando riesgos de salud tanto para los mismos residentes como para las otras personas, dañando el ecosistema como también afectando el carácter patrimonial del lugar. Como primera instancia es relevante conocer la topografía en la que se encuentran insertos estos barrios y la ubicación de estos dentro del lugar.

Castro es una ciudad que se encuentra emplazada sobre suaves colinas, estas comienzan desde la costa ascendiendo en sentido contrario a esta misma, llegando así a formar un relieve con grandes alturas y diferencias de niveles en el terreno, esta información se puede apreciar en la **Figura N°10**. Además, se puede apreciar los cambios en el terreno y su interacción con la zona de menor altura, el mar, en los cortes de la **Figura N°11**.

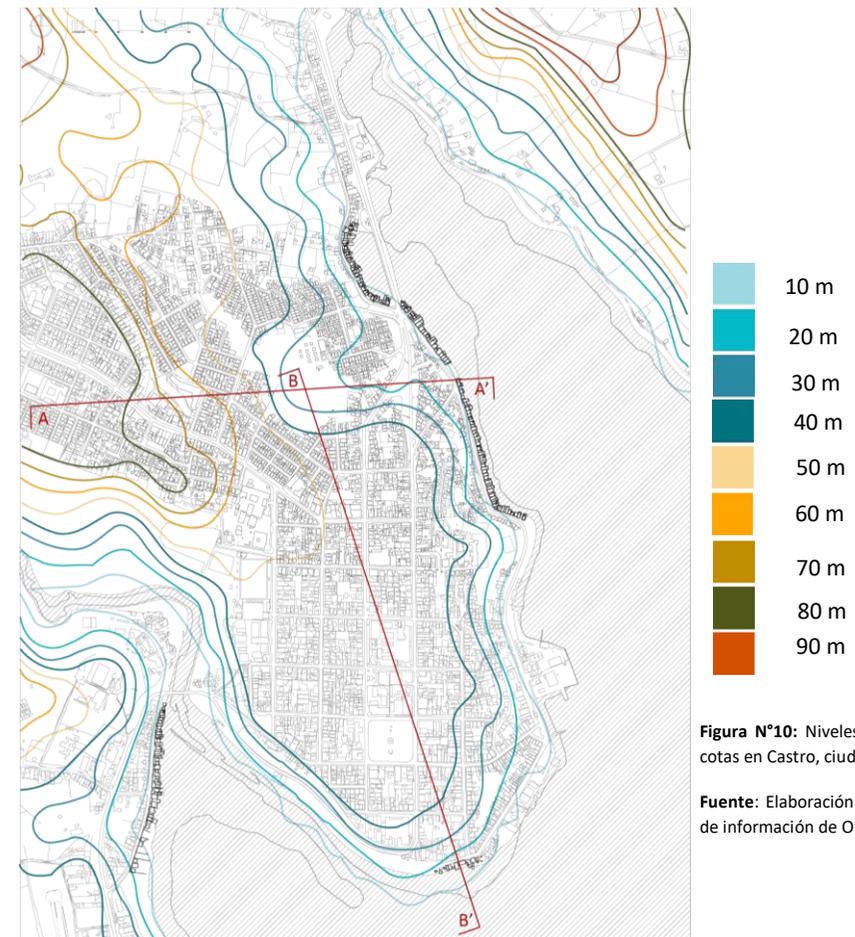
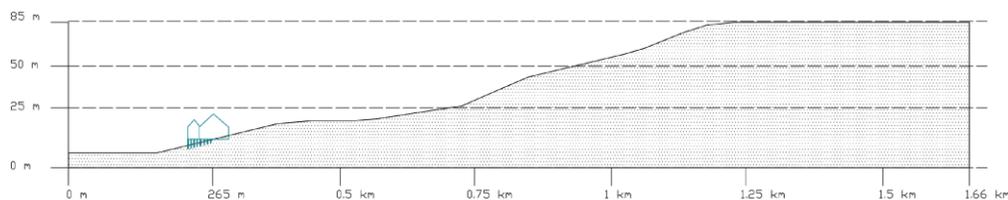


Figura N°10: Niveles de alturas de cotas en Castro, ciudad de Chiloé.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de Open Street Map

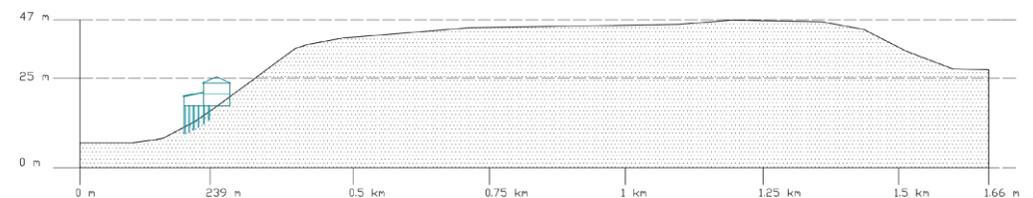


Figura N°11: Perfiles de elevación geográfica de Castro, Chiloé. Izq. Perfil A-A' P. Montt 1; Der. Perfil B-B' Eusebio Lillo- P.A.C

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth.

Dentro de la evolución de esta tipología, tal como se comentó en el origen de los palafitos, posterior a todos los acontecimientos mencionados, solo quedan en pie cinco barrios, el de Isla Mechuque, y los de Castro, llamados, Gamboa, Pedro Aguirre Cerda – Eusebio Lillo y Pedro Montt el cual se divide en dos debido al quiebre producido por la construcción de la Ruta 5 Sur la cual separó ambos barrios en Pedro Montt 1° Sector siendo este el de mayor longitud y Pedro Montt 2° Sector siendo el de menor longitud, tal como se muestra en la **Figura N°12**.

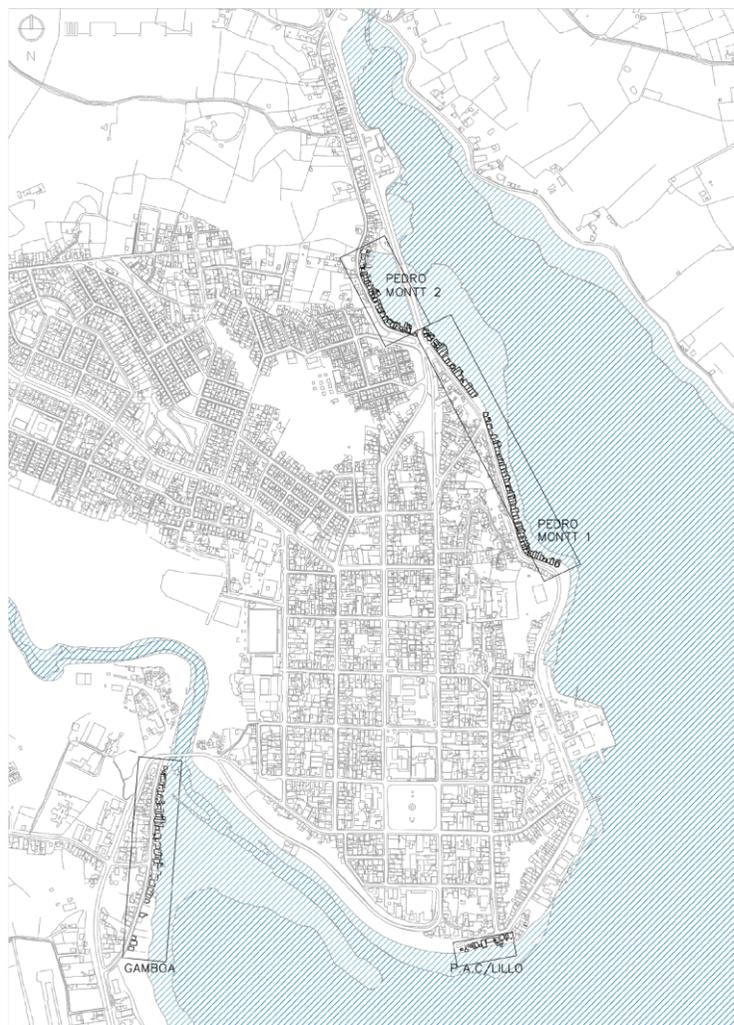


Figura N°12: Plano ciudad Castro con ubicación de barrios palafito actualmente en pie.

Fuente: Elaboración propia en Curso: "Programa Chiloé", Carvajal. D, Herrera. M, Rojas. F, Ruz. N.

2. ¿Cómo afecta el problema a los vecinos?

Con el transcurso del tiempo, Castro tuvo diversos cambios, siendo uno de estos que llegó con la tecnología, la mayor cobertura de viviendas con redes de alcantarillado y agua potable, pero, con el pasar de los años salieron a la luz diversos problemas respecto a esto. Existen diversas noticias, algunas del diario "Soy Chiloé" en las que se ha evidenciado el problema investigado.

Una de esta noticia es la denominada "Falta de alcantarillado: La cara oculta de los Palafitos de Castro" escrita por M. Eugenia Nuñez en diciembre del año 2017, **Figura N°13** la que dice: "La viralización de una denuncia realizada por un vecino de Pedro Montt primer sector, de un presunto vertimiento ilegal de aguas servidas a la bahía por parte de un privado, prendió las alertas no sólo en las autoridades competentes, sino también evidenció el drama que viven algunos de los habitantes de los históricos barrios palafitos de Castro, que no poseen alcantarillado y tratamiento de aguas servidas" (Nuñez, M. 2017)

En esta noticia se comenta que esta situación provoca una contaminación en el borde costero afectando a los propietarios de los palafitos, los cuales enfrentan olores fuertes, sobre todo en verano, basura y roedores. Nicolás Álvarez, presidente de la Junta de Vecinos de Pedro Montt segundo sector, comenta que esta situación también es responsabilidad de los vecinos que no están conectados a la red de alcantarillado, ya sea por temas económicos u otros que han intentado conectarse, pero sufren rebases en sus baños siendo una de las razones que las conexiones vienen desde Castro alto, abarcando muchas viviendas.

"Falta una fiscalización de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y de la Seremi de Salud porque aquí hay un tema de salubridad. En el verano los olores son fuertes y no es olor a playa sino a descomposición, Castro está catalogada como una de las ciudades más lindas para visitar y resulta que los turistas no conocen esta realidad, solo nosotros que vemos cómo los desechos van a parar al mar", acota el dirigente.

Además, la presidenta de la junta de vecinos de ese año de Pedro Montt I comenta que, estas falencias existen hace tiempo, desde que se hizo el pavimento el sistema no quedó bien, existiendo muchas casas que no se encuentran conectadas, cayendo las aguas servidas directo al mar, falta fiscalización, Sara afirma que todos los años existe rebalse de estas aguas dejando la cancha de barro llena de aguas servidas.



Figura N°13: "Cuando hay marea baja se sienten fuertes olores" (Juan Pablo Fuenzalida).

Fuente: Nuñez, M. E. (2017, 18 diciembre). Cuando hay marea baja se sienten fuertes olores (Juan Pablo Fuenzalida). [Fotografía]. Falta de alcantarillado: la cara oculta de los palafitos de Castro - SoyChiloé.

El año 2014, salió otra noticia en la que se describe una falla en la bomba de propulsión de la planta elevadora de aguas servidas del conjunto Pedro Montt I, provocando un rebalse de estas aguas.

"Pastora Márquez, vecina afectada por los efectos contaminantes de las aguas recordó que "este es un problema de hace muchos años, desde el año pasado en diciembre que estoy reclamando a Essal, cuando vienen a ver lo hacen con la marea alta y se van". Aseguró que la fuerza de la expulsión de las pestilentes aguas se podía apreciar a escasos metros de su vivienda." (Diario soy Chiloé, 2014).

El alcalde de la comuna de Castro, Juan Eduardo Vera, demuestra su preocupación en noticia del año 2018 publicada en el Municipio de Castro, donde se comenta la preocupación porque de las 19 Planta de tratamiento de aguas servidas existentes en la región, 15 han recibido multas por malas condiciones de su servicio, esta

situación afecta a toda la región, teniendo gran impacto en los conjuntos de estas tipologías.

Todas estas noticias dejan en evidencia la existencia del problema en estas viviendas, afectando a los vecinos y demostrando que esto no solo sucede en un barrio, sino que, en varios.

Dentro de los cuatro barrios, los más turísticos son Gamboa y Pedro Montt 1 en los que existe múltiple cantidad de palafitos destinados al turismo y relacionados con usos para la alimentación, esto es un aspecto relevante a la hora de hablar sobre el saneamiento, ya que se sabe que estos locales deben poseer buena higiene para poder funcionar.

Esta tipología pasó de ser marginal a ser uno de los patrimonios más relevantes de Chiloé, pero lo que no se sabe son estas situaciones que viven día a día vecinos. Es relevante que exista un tratamiento de las aguas servidas domésticas antes de volver a la naturaleza ya que como se mencionó, estas aguas producen contaminación la cual además de afectar a los vecinos, afecta a todo aquel que interactúe o consuma algún producto extraído del mar.

3. Datos: Efectos de la contaminación de las aguas chilotas

La contaminación de las aguas puede ser muy riesgosa para la salud de las personas y la calidad de vida de aquellos residentes que viven sobre estas mismas. El hecho que las aguas servidas lleguen al mar bajo los palafitos sin tratamiento alguno genera problemas tanto para el ecosistema como para la salud humana. Para saber algunos efectos que provocan las aguas grises y negras al generar contacto directo o indirecto, se realizó una entrevista con un biólogo marino encargado del programa Protección del medio ambiente acuático, P.O.A.L el cual no autorizó la difusión de su nombre.

Este comenta mediante una cita, que los riesgos para las personas son enfermedades infecciosas como tifus o aquellas provocadas por bacterias salmonellas, y los efectos al ecosistema son diversos, siendo varios científicos los que lo han descrito, como, por ejemplo: "(1) aporte de patógenos (virus, bacterias, protozoos y hongos), de los cuales los coliformes fecales son sólo un indicador, (2) incremento de la carga de nutrientes y su efecto de eutroficación de agua y sedimento, (3) descenso de la concentración de oxígeno disuelto (asociado con 2), (4) cambios físicos del agua

receptora de la descarga, (5) liberación de sustancias tóxicas y su bioacumulación y biomagnificación en organismos acuáticos (contaminantes orgánicos persistentes, hidrocarburos, etc.), (6) aporte de “compuestos antropogénicos” como hormonas, antibióticos y sus metabolitos que tienen efectos de disrupción endocrina en otras especies animales (afectan reproducción) y la generación de resistencias a antibióticos de especies de bacterias” (Akpor & Muchie, 2011 como citó biólogo marino).

Además, se conversó con integrante de la Gobernación marítima, quién también reservó su nombre, este comentó que existe un muestreo denominado P.O.A.L (Programa de Observación del Ambiente Litoral), se realiza dos veces al año y se toman muestreos en puntos que están ya previamente establecidos con ciertos nombres, de ciertos sectores, evaluando que las aguas de cada sector estén cumpliendo con los límites máximos permitidos por la norma, los decretos comentados en el marco teórico.

Este mismo menciona que el control de coliformes fecales, parámetro relevante al evaluar las aguas servidas domésticas, se dejó de realizar el año 2017, el 2018 no figura, el 2019 no se hizo y el 2020 no se hizo por pandemia, pero del 2017 hacia atrás se pueden ver los resultados mediante tablas publicadas en Directemar, junto a la referencia del punto geográfico del sector y su cumplimiento según la normativa.

Ambos entrevistados, explicaron según sus opiniones, cuál era la causa de que no se hiciera el muestreo de coliforme fecales posterior al año 2017, comentando que fue una razón técnica a nivel central, siendo la razón concreta desconocida por este, pero argumentando que el control del parámetro en cuerpos de agua lo tiene que llevar la autoridad sanitaria, y no ellos, gobernación marina, existiendo una comisión a nivel central de Directemar y de la Autoridad Sanitaria de Salud para saber quién se quedaría con ese muestreo, sin tener actualmente una información clara de la respuesta debido a la llegada de la pandemia.

Dentro de la información entregada por el biólogo, los parámetros analizados en las tablas de Directemar que puedan provenir de aguas servidas domésticas son: “el Amonio... porque está asociado a la descomposición de materia orgánica sobre todo proteínas y... la gente come proteínas y la feca va parte de eso...los coliformes fecales, el P-fosfato, luego el Nitrato y Nitrito, también van asociado al Amonio, son moléculas que se generan cuando hay descomposición de materia orgánica,

proteínas sobre todo, el oxígeno disuelto, cuando hay poco oxígeno te indica que son aguas con mucha carga orgánica y sólidos suspendidos total o sólidos suspendidos, también están asociados a materia orgánica en suspensión, esos son los parámetros que podrías asociar a aguas residuales domésticas...”.

Además, el entrevistado de la gobernación marina mencionó que aparte del monitoreo, ante la denuncia de algún tercero, por malos olores, por presencia de mancha oleosa en el agua, u otro, deben ir y actuar sobre esta, tomar un muestreo y evaluar la situación. Mediante ley de transparencia se obtuvo datos sobre dos denuncias procedentes del sector “Don Octavio” el cual es uno de los puntos de muestreo mencionados por el entrevistado ubicado en el sector costero de Castro cercano al barrio Pedro Montt, lugar donde se realizaron dos denuncias, ambas por presencia de aguas residuales, siendo el sector denominado así, no significando que las aguas provengan de esa construcción en específico, la primera del año 2017 y la segunda en enero de 2020, información que se puede verificar en la tabla adjunta (Tabla N°4).

ANTECEDENTES DESCARGA AGUAS SERVIDAS

AÑO	FECHA	CAPITANIA DE PUERTO	LUGAR	CAUSAS
2014	21-mar-14	CASTRO	ESTERO CASTRO - PALAFITOS PEDRO MONTT	DESCARGAS AGUAS SERVIDAS PLANTA ELEVADORA AGUAS SERVIDAS
2014	22-mar-14	CASTRO	ESTERO CASTRO - PALAFITOS PEDRO MONTT	DESCARGAS AGUAS SERVIDAS PLANTA ELEVADORA AGUAS SERVIDAS
2014	22-mar-14	CASTRO	ESTERO CASTRO - PALAFITOS PEDRO MONTT	DESCARGAS AGUAS SERVIDAS PLANTA ELEVADORA AGUAS SERVIDAS
2017	04-abr-17	CASTRO	SECTOR COSTERO CASTRO, PEDRO MONTT - DON OCTAVIO	DESCARGA AGUAS RESIDUALES
2020	ene-20	CASTRO	SECTOR COSTERO CASTRO, PEDRO MONTT - DON OCTAVIO	DESCARGA AGUAS RESIDUALES

Tabla N°4: Antecedentes descarga de aguas servidas.

Fuente: Oficina Ley de transparencia Armada de Chile.

4. ¿Por qué hay palafitos que no se encuentran conectados?, ¿Cuál es su situación actual?

Como se mencionó en la línea de tiempo, a mediados de los 80, estas construcciones ya tenían un valor relevante para los chilotes siendo mejoradas y dotadas de servicios básicos, pavimentación, entre otros, implementándose en todas las calles que enfrentan estos conjuntos, redes de colectores para el alcantarillado.

Teniendo conocimiento de esto, cabe preguntarse ¿Por qué hay construcciones que aún no se encuentran conectadas?, para conocer esta información se conversó con varios trabajadores de la municipalidad de Castro, con residentes de estas mismas viviendas y con la propia empresa que brinda el servicio de agua potable y alcantarillado a toda la región, las cuales mediante diversos comentarios y entrevista, la respuesta más repetida fue que el problema eran las cotas del terreno provenientes de la topografía de la isla, al existir diferencias de niveles y al estar estos

conjuntos emplazados en los bordes de la costa muchas de estas viviendas quedan bajo el nivel de la solera siendo un gran problema al momento en el que dotaron la calle con las redes de recolección de aguas, ya que los sistemas de recolección funcionan por medio de la gravedad y al encontrarse estas construcciones bajo el nivel de la calle no se logra esta última, no cumpliendo los requisitos que se deben tener para la conexión.

A partir de la causa que provoca el problema, se realizó un análisis de cada uno de los conjuntos palafito emplazados en Castro mediante Google earth y Street view, además a través de información obtenida por la oficina de Transparencia de la Armada de Chile, se obtuvo un catastro realizado de las edificaciones de carácter palafito existentes hoy en día en cada uno de los barrios, junto a la cantidad de edificaciones que presentan concesiones marítimas, pudiéndose observar datos cuantitativos de cada conjunto palafítico. **Tabla N°5**

Además, mediante solicitudes vía email, se obtuvo datos de parte de la empresa ESSAL, sobre las edificaciones sin conexión del sector, con lo cual se logra tener un mayor conocimiento de cuantas son las viviendas con problemas de cada uno de los barrios y por ende deducir cierta información, como por ejemplo, cuánta agua residual de las viviendas no conectadas está actualmente cayendo al mar, dejando en claro que la información entregada corresponde a un catastro de todas las viviendas que se encuentran ubicadas en el sector solicitado y no en detalle las de tipología palafito, por lo que la cantidad descrita no es exacta. **Tabla N°6**

BARRIO	CANTIDAD DE PALAFITOS PARA USO DE VIVIENDA	CUENTAN CON CONCESIÓN MARÍTIMA VIGENTE
PEDRO AGUIRRE CERDA	11	0
EUSEBIO LILLO	3	0
PEDRO MONTT 1	45	0
PEDRO MONTT 2	16	0
GAMBOA	16	0

Tabla N°5: Tabla de datos cantidad de viviendas tipo palafito en cada barrio de Castro, Chiloé.

Fuente: Elaboración propia a partir de información entregada por Jefe oficina de transparencia Armada de Chile.

SECTOR	POBLACIÓN	Nº TOTAL DE CLIENTES	Nº TOTAL DE CLIENTES SIN CONEXIÓN AL ALCANTARILLADO	% DE CLIENTES SIN CONEXIÓN AL ALCANTARILLADO
EUSEBIO LILLO CON PEDRO AGUIRRE CERDA	COSTANERA	28	24	86%
ERNESTO RIQUELME	GAMBOA	48	4	8%
PEDRO MONTT 1º SECTOR	PEDRO MONTT	74	34	46%
PEDRO MONTT 2º SECTOR	PEDRO MONTT	57	6	11%
TOTAL		207	68	33%

Tabla N°6: Tabla de datos n° total clientes conectados al alcantarillado de la empresa ESSAL, considerando todas las viviendas, no solo las de tipo palafito.

Fuente: Elaboración propia a partir de tabla otorgada por la empresa ESSAL.

A partir de la información de la tabla entregada se consideró cada uno de los barrios existentes de la ciudad, evaluando el porcentaje de palafitos sin conexión al alcantarillado en cada uno, eligiendo caso de estudio más específico los dos conjuntos con mayor porcentaje de carencia de conexión al sistema de la empresa, es decir, Pedro Montt 1 y P.A.C – E. Lillo, siendo además el barrio con mayor cantidad de palafitos y el con menor cantidad, respectivamente.

En base a la elección, se realizó un análisis de cada uno de los barrios tanto desde su fachada de la calle como también del mar, identificando mediante Google Earth y fotografías obtenidas las cotas, identificando y describiendo gráficamente cuales son las viviendas que se encuentran actualmente bajo el nivel de la cota de la solera, interpretando que estas mismas serían los palafitos a los cuales se les debe proponer una solución.

Conjunto palafítico Pedro Aguirre Cerda – Eusebio Lillo

Elevación calle



Figura N°14: Elevación P.A.C – E. Lillo calle con palafitos bajo cota.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano Ángel Cardenas modificado.

Elevación mar

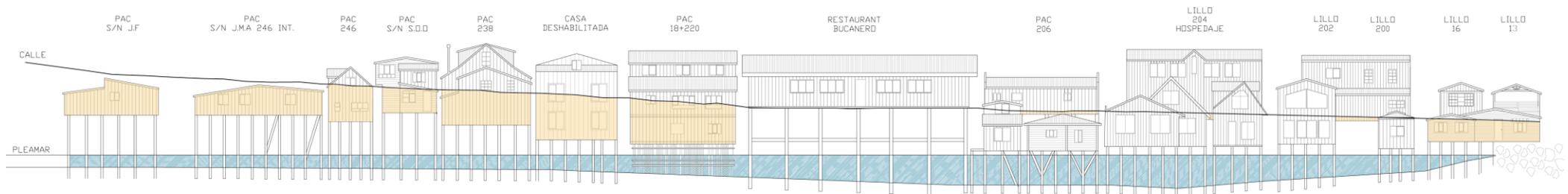


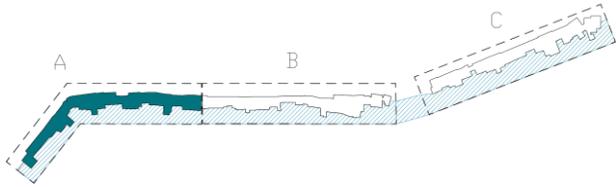
Figura N°15: Elevación P.A.C – E. Lillo mar con palafitos bajo cota.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano de A. Cárdenas modificado.

Conjunto palafítico Pedro Montt 1

El barrio Pedro Montt 1 debido a su longitud, para efectos del análisis se dividió en tres partes, A, B y C, siendo evaluadas por tramo.

Parte A



Elevación Calle



Figura N°16: Elevación P. Montt 1 calle Parte A con palafitos bajo cota.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

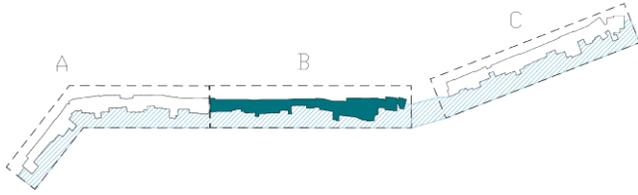
Elevación mar



Figura N°17: Elevación P. Montt 1 mar Parte A con palafitos bajo cota.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

Parte B



Elevación Calle



Figura N°18: Elevación P. Montt 1 calle Parte B con palafitos bajo cota.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

Elevación Mar

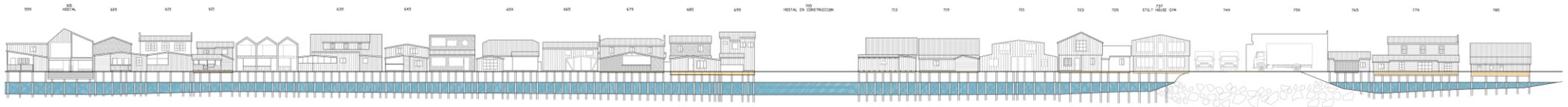
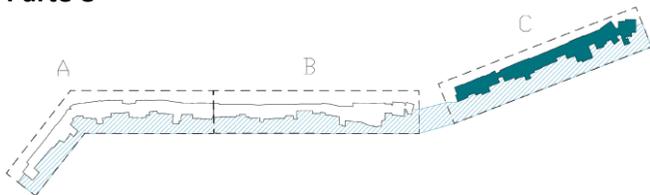


Figura N°19: Elevación P. Montt 1 mar Parte B con palafitos bajo cota.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

Parte C



En base a todo este análisis y tomando de referencia las tablas de información obtenida, se realizó un catastro con la cantidad de palafitos bajo la solera, es decir, los desconectados. **Tabla N°7**

BARRIO	CANTIDAD DE PALAFITOS SEGÚN ELEVACIONES	CANTIDAD DE PALAFITOS BAJO COTA SEGÚN ELEVACIONES	% BAJO COTA
PEDRO AGUIRRE CERDA – EUSEBIO LILLO	14	13	92,8%
PEDRO MONTT 1 PARTE A	26	9	34,6%
PEDRO MONTT 1 PARTE B	25	12	48%
PEDRO MONTT 1 PARTE C	22	17	77,2%
PEDRO MONTT 1 TOTAL (A + B +C)	73	38	52%

Tabla N°7: Catastro de palafitos bajo el nivel de la cota de solera.

Fuente: Elaboración propia

Según la información obtenida se clasificó las edificaciones en cuatro categorías, en base a la escala de profundidad que se encuentran, siendo esta:

- 3m – 4m bajo tierra
- 2,9m – 1m bajo tierra
- 0,99 m – 0 m bajo tierra
- Al nivel de la solera.

Conjunto palafitos Pedro Aguirre Cerda – Eusebio Lillo

Elevación Calle:

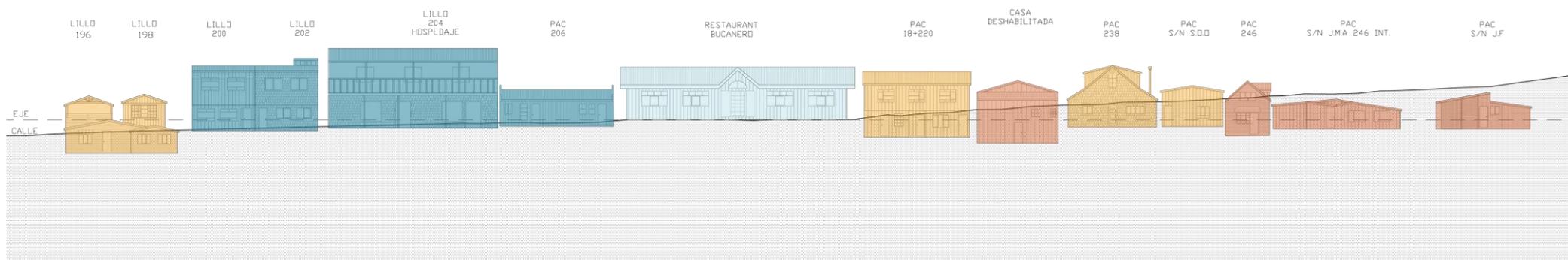


Figura N°22: Clasificación de palafitos en base a profundidad bajo terreno barrio P.A.C – E. Lillo.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

Elevación Mar:

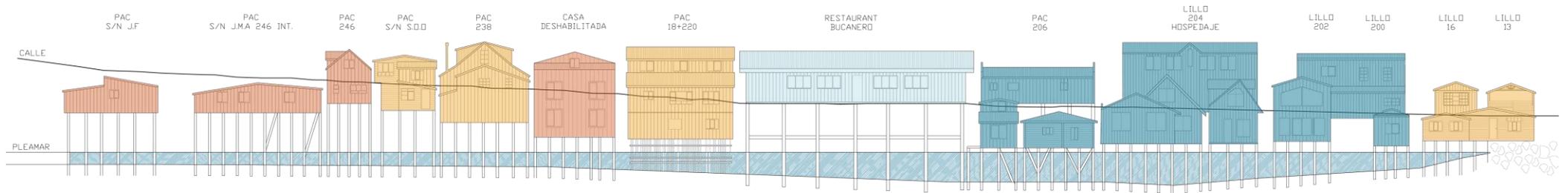
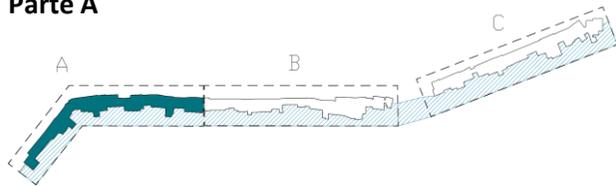


Figura N°23: Clasificación de palafitos en base a profundidad bajo terreno barrio P.A.C – E. Lillo.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

Conjunto palafitos Pedro Montt 1

Parte A



Elevación Calle:



Figura N°24: Clasificación de palafitos en base a profundidad bajo terreno barrio P.Montt 1 Parte A

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

Elevación mar:

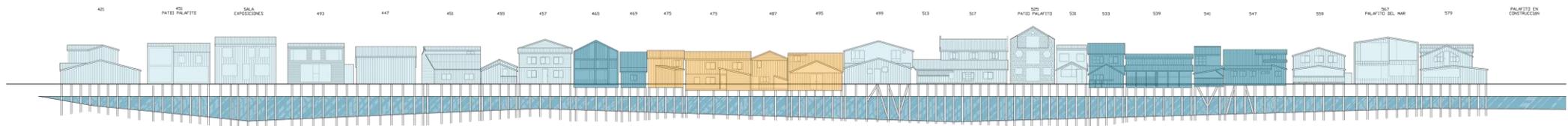
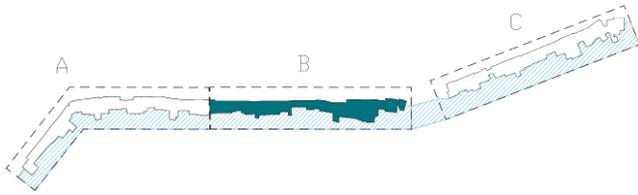


Figura N°25: Clasificación de palafitos en base a profundidad bajo terreno barrio P.Montt 1 Parte A

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

Parte B



Elevación Calle

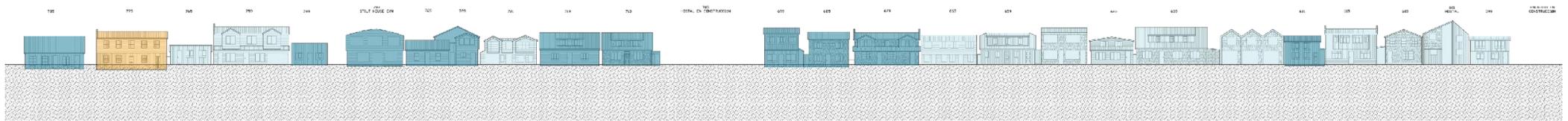


Figura N°26: Clasificación de palafitos en base a profundidad bajo terreno barrio P.Montt 1 Parte B
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

Elevación mar:

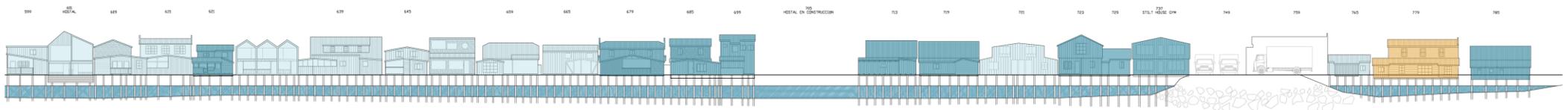
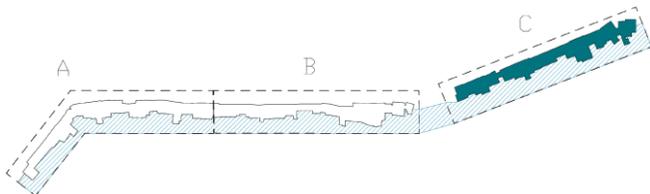


Figura N°27: Clasificación de palafitos en base a profundidad bajo terreno barrio P.Montt 1 Parte B
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

Parte C



Elevación Calle

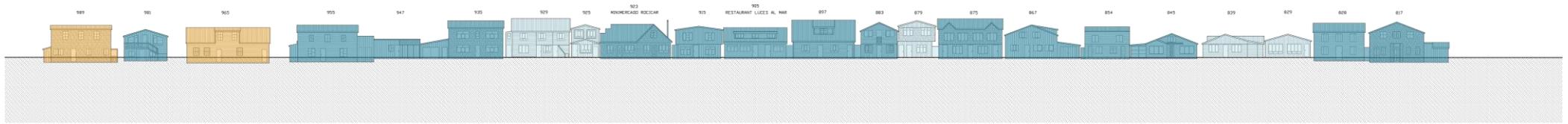


Figura N°28: Clasificación de palafitos en base a profundidad bajo terreno barrio P.Montt 1 Parte C
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

Elevación Mar

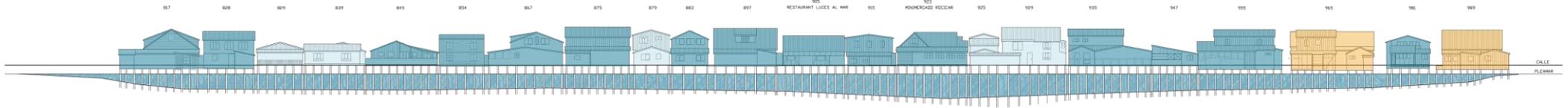


Figura N°29: Clasificación de palafitos en base a profundidad bajo terreno barrio P.Montt 1 Parte C
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y plano A. Cárdenas modificado.

En base al análisis del terreno y las elevaciones de las edificaciones anteriormente observadas, se realizó un esquema en planta de cada conjunto de palafitos de ambos barrios que están conectadas **Figura N°30, Figura N°31**, evidenciando a su vez las que no. Todo esto en base a la información deducida con anterioridad debido a la inexistencia de un catastro exacto.

También, mediante la entrevista realizada a Juan Ancapan, Jefe de Región de Los Lagos de la SISS, este comentó diversa información incorporada en esta investigación, además de entregar mayor conocimiento de la problemática a tratar, se tomo de referencia lo descrito por Ancapan para la realización de un corte de una vivienda de cada barrio evaluado, tomando además el relato descrito en la entrevista realizada a Nadia Diaz, residente de palafito de barrio P.A.C, la cual señaló la ubicación de las zonas húmedas de su palafito y de la red, los olores que siente en épocas de altas temperaturas como también datos de su experiencia viviendo en esta tipología, siendo información interpretada y esquematizada, este corte,

Conjunto palafitos barrio Pedro Aguirre Cerda- Eusebio Lillo



Figura N°30: Planta conjunto P.A.C -LILLO de edificaciones que están conectadas al sistema de alcantarillado según deducción a partir de análisis de construcciones bajo la cota de solera.

Fuente: Elaboración propia a partir de material gráfico seminario "Palafito: evolución, estado actual y puesta en valor de los 4 barrios de palafitos en Castro" Ángel Cárdenas y análisis mediante fotografías de Google earth.

describe la situación actual que está sucediendo en los palafitos desconectados al alcantarillado de ESSAL descargando cada uno de estos, sus aguas servidas al mar.
Figura N°32, Figura N°33.

Conjunto palafitos barrio Pedro Montt 1

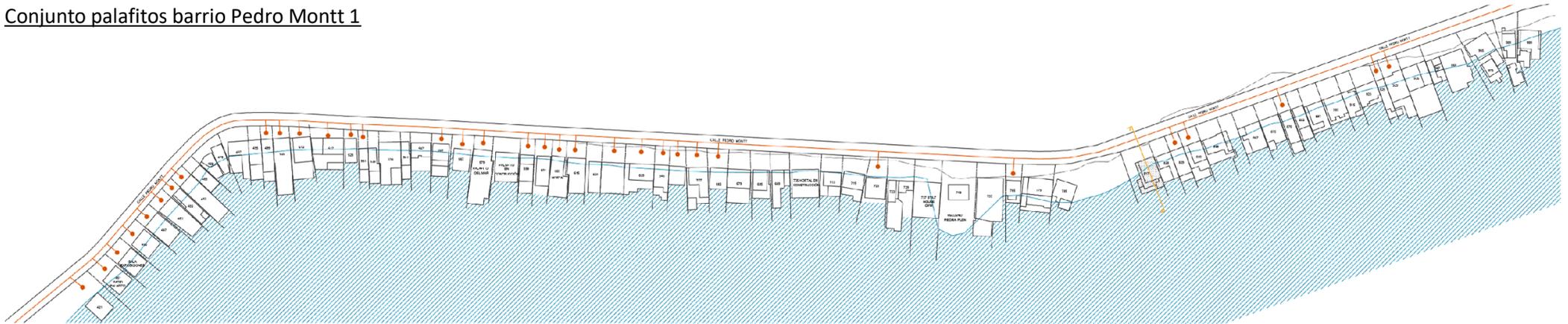


Figura N°31: Planta conjunto Pedro Montt 1 de edificaciones palafito que están conectadas al sistema de alcantarillado según deducción a partir de análisis de construcciones bajo la cota de solera.

Fuente: Elaboración propia a partir de material gráfico seminario "Palafito: evolución, estado actual y puesta en valor de los 4 barrios de palafitos en Castro" Ángel Cárdenas y análisis mediante fotografías de Google earth.

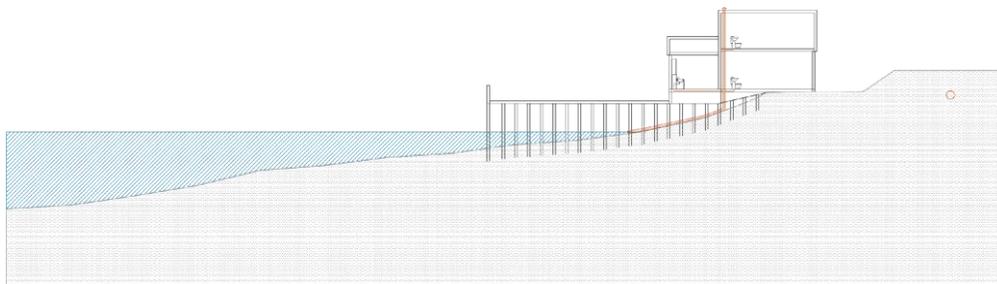


Figura N°32: Corte A-A', Actual sistema de red de aguas servidas que caen hacia el mar en vivienda que se encuentra bajo el nivel de la solera.

Fuente: Elaboración propia a partir de material gráfico seminario "Palafito: evolución, estado actual y puesta en valor de los 4 barrios de palafitos en Castro" Ángel Cárdenas y análisis mediante fotografías de Google earth.

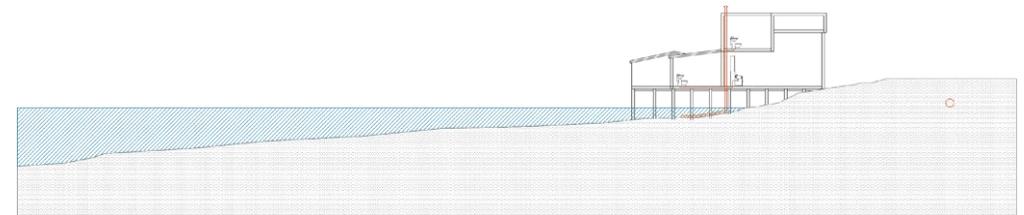


Figura N°33: Corte B-B', Actual sistema de red de aguas servidas que caen hacia el mar en vivienda que se encuentra bajo el nivel de la solera

Fuente: Elaboración propia a partir de perfil de elevación extraído de Google earth y contorno palafito de seminario "Palafito: evolución, estado actual y puesta en valor de los 4 barrios de palafitos en Castro" Ángel Cárdenas.

5. ¿Cuáles son las normativas vigentes que rigen al caso de estudio?

Se ha sabido desde los orígenes de los palafitos que estos residentes han tenido problemas en cuanto a la legalidad de estos, como también los títulos de dominio, ya que como se explicó en el marco teórico, al encontrarse ubicados en el borde de la playa, “lugar de nadie”, no pueden ser propietarios de estos terrenos, para mayor conocimiento respecto al tema y a la normativa, fue entrevistado un arquitecto de la Municipalidad de Castro, nombre reservado.

El arquitecto comentó que existen dos aspectos, una es la tenencia de terreno y la otra es la normativa urbana a la cual se encuentran acogidas, son cosas separadas, la primera puede ser de tres tipos: Tenencia legal de bienes raíces (Existe un % menor de palafitos que tienen tenencia legal con escritura en el conservador de bienes raíces pero esos palafitos están asociados solamente al sector de Gamboa, porque antes del terremoto del 60 algunos palafitos no eran terreno de playa, y después del terremoto la isla se hundió como 2 metros y pasaron a ser terreno de playa quedando en situación de palafitos), el segundo tipo es la tenencia a través de concesión marítima de la cual según información entregada por la Armada de Chile ninguna de este tipo de viviendas posee y que según la opinión de residente entrevistada del barrio P.A.C, las condiciones que se les ofrecían al tener concesión marítima no eran las más óptimas para los residentes de estos, y la tercera en la tenencia Irregular (no existe ningún tipo de documentación que acredite la tenencia del terreno y es la situación en la que se encuentran la mayoría de los palafitos).

A partir de esto surge la interrogante ¿Si son terrenos irregulares como existen tantos palafitos de usos turísticos ya sea hostel, restaurant, cafetería, etc como obtienen la patente? Pregunta a la cual el arquitecto comentó que muchas de las patentes que se sacan son provisorias y algunas son microempresas familiares que se llaman patentes MEF y las patentes MEF no les piden permisos de construcción, ni recepciones de obras.

En cuanto a la Ordenanza General del Plan regulador de Castro (PRC) existen diversos artículos los cuales definen prohibiciones o restricciones relacionadas a las aguas servidas u otros temas relacionados con la problemática tratada en este estudio, siendo relevante conocer cuáles son estos artículos para tenerlos en cuenta al momento de buscar posibles soluciones.

ARTÍCULO 10.-

4) *“No se permitirá, dentro del límite urbano la evacuación de aguas servidas o con afluentes contaminantes o contaminados a cauces naturales o artificiales abiertos o a pozos, que comprometan la napa freática, sin tratamiento previo... todo lo cual será controlado por la Autoridad Sanitaria y la Superintendencia de Servicios Sanitarios, según corresponda y será condición para el otorgamiento de patente por parte de la municipalidad de Castro, de acuerdo a la reglamentación vigente.”*

La normativa urbana que acoge los casos de estudio se encuentra estipulados en la Ordenanza del año 2006 del PRC, siendo esta la vigente ya que no hay actualizaciones a este plan. Para poder llegar a una solución para estos conjuntos de palafitos se debe conocer cuál es la normativa permitida para cada uno de estos barrios, Pedro Montt 1 y P.A.C-E. Lillo.

Tal como se observa en la **Figura N°34**, extraída del PRC, el conjunto de palafitos de Pedro Montt 1 pertenece a una zona especial denominada ZE5, la cual, en la memoria explicativa del PRC del año 2004, está definida como: **“ZE5 Zona de Palafitos en Gamboa, P.Montt 1º sector y P.Montt 2º Sector: corresponde a las zonas urbanas ocupadas actualmente por viviendas palafíticas muy típicas de Castro y Chiloé.”**

Esto deja en evidencia que tanto P.Montt 1 y 2 como Gamboa tienen un lugar dentro del PRC como zona especial de palafitos, pero ¿Qué pasa con los palafitos de P.A.C–Eusebio Lillo?, ¿Cuáles son las normativas que permite la zona en la que se encuentran estos barrios, ZE5?

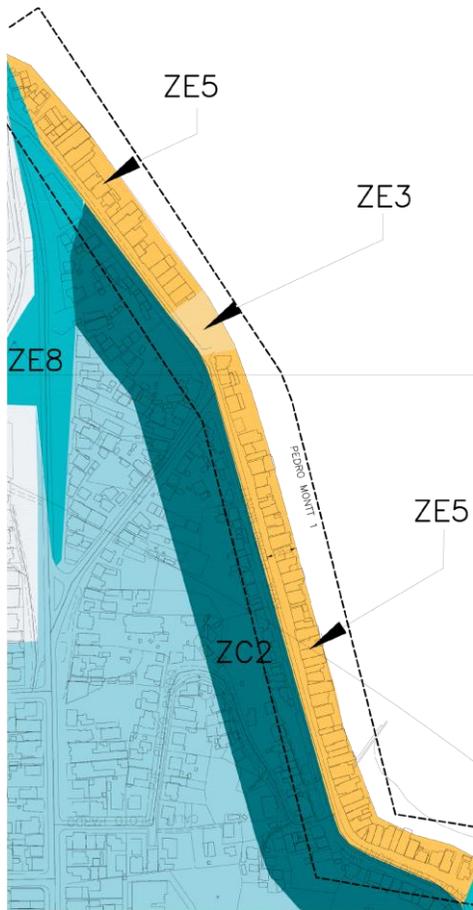


Figura N°34: Sección PRC palafitos de Pedro Montt 1º Sector.

Fuente: Elaboración propia a partir de plano entregado por director Dirección de Obras Municipales Municipalidad de Castro.

Zona E5

B) NORMAS ESPECÍFICAS

Sólo se permiten construcciones en pilotes de madera. No se permite construcción de rellenos sobre la superficie del mar.

Superficie Predial Mínima	120 m ²
Coefficiente de Ocupación de Suelo	0.8
Coefficiente de Constructibilidad	1.6
Sistema de Agrupamiento	Aislado, Pareado y Continuo. Sobre la Edificación continua se permitirá la edificación aislada de acuerdo al Artículo 2.6.3 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, con un retranqueo de 2 m. sobre todas las fachadas que enfrenten vías públicas.
Altura Máxima Placa Continua	5 mts
Altura Máxima de Edificación	8 mts.
Antejardín	2 mts.

Tabla N°8: Normas específicas Zona E5 PRC Castro, Chiloé.

Fuente: Municipalidad de Castro. (2006, 28 noviembre). Normas específicas Zona E5 [Tabla]. Ordenanza Local PRC de Castro.

En la Ordenanza Local de Castro se describen las normas específicas a considerar para las edificaciones de cada una de las zonas, información que se muestra en la **Tabla N°8** la que muestra especificaciones siendo una de estas que solo se permiten construcciones de pilotes de madera haciendo especial énfasis a que es una zona de palafitos, como también la sección de altura máxima de edificación.

En el conjunto palafítico de P.A.C – Eusebio Lillo ocurre algo diferente, este se encuentra dividido dentro del PRC en dos zonas, siendo la mayor parte pertenecientes a los palafitos de P.A.C a la ZC1: Zona Central de Castro y las poquitas de Lillo en la zona ZC2 Zona Costanera de Castro, **Figura N°35**.

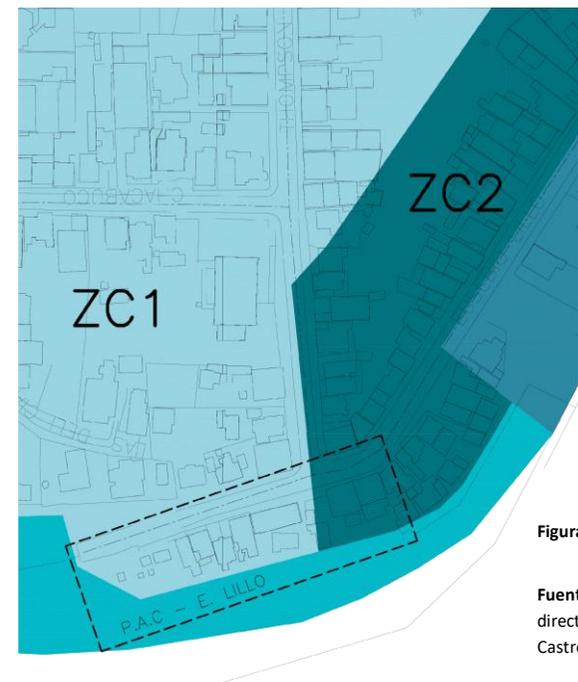


Figura N°35: Sección PRC palafitos de P.A.C y E. Lillo.

Fuente: Elaboración propia a partir de plano entregado por director Dirección de Obras Municipales Municipalidad de Castro.

Según esta información se le preguntó al arquitecto mencionado a que se debía que este barrio no estuviera dentro de una zona especial como los otros conjuntos de Castro a lo que respondió que él lleva poco tiempo trabajando en la municipalidad por lo que no tenía una respuesta clara pero en base a su opinión, cree que estos sectores no se consideraban barrios consolidados como tal en ese momento porque

parecieran ser barrios remanentes, además de ser pocas viviendas quedando por esto dentro de otras zonas.

En cuanto a la normativa que establece la Ordenanza en estas zonas considerando además la relevancia de las alturas máximas de edificación por lo mencionado con anterioridad se encuentran especificadas en la **Tabla N°9** y la **Tabla N°10**.

Zona C1

B) NORMAS ESPECÍFICAS:

Las Normas Específicas que deberán cumplirse en la zona son las siguientes:

Densidad máxima	300 hab/ha
Superficie Predial Mínima - Residencial -Otros Usos	250 m2 800 m2
Coefficiente de Ocupación de Suelo - Residencial - Otros Usos	0.75 1.0
Coefficiente de Constructibilidad	5
Sistema de Agrupamiento	Aislado y Continuo. Con una profundidad máxima de la continuidad del 75% para residencial y 100 % otros usos. Sobre la Edificación continua se permitirá la edificación aislada de acuerdo al Artículo 2.6.3 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, con un retranqueo de 3 mts. sobre todas las fachadas que enfrenten vías públicas.
Altura Mínima Placa Continua	7 mts
Altura Máxima de Placa Continua	10 mts.
Altura Máxima de Edificación	Será determinada por la aplicación de las rasantes según el artículo 2.6.3 de la O.G.U.C., aplicada a partir de la altura máxima de la placa continua.
Antejardín :	Se prohíben. Salvo en las calles y pasajes mencionados a continuación será obligatorio, teniendo una profundidad de 3 metros: San Martín desde Magallanes a Punta de Diamante, el Tejar desde San Martín a Pedro Montt 1º Sector, Piloto Pardo desde San Martín a Pedro Montt 1º Sector, Pasaje, Monjitas, Ramírez desde Serrano a Pedro Montt, Pasaje Gómez, Pasaje. Serrano, Barros Arana desde Serrano a Pedro Montt, Latorre desde Serrano a Luis Espinosa, Luis Espinosa, Thompson de Chacabuco a Lillo, Esmeralda de Chacabuco a Pasaje Las Delicias, Eyzaguirre, Portales de Freire a Ruta 5.
Marquesina	Se debe construir una marquesina de 2 mts. de ancho y altura 3 mts. medidos a partir del nivel de la acera, la cual se regirá conforme al Artículo 2.7.1 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, exceptuando en las calles donde se exige antejardín.

Tabla N° 9: Normas específicas Zona C1.

Fuente: Municipalidad de Castro. (2006, 28 noviembre). Normas específicas Zona C1 [Tabla]. Ordenanza Local PRC de Castro.

De acuerdo con la normativa de altura máxima descrita en ZC1 se requiere ver el artículo 2.6.3 de la OGUC el cual dice:

ARTÍCULO 2.6.3 OGUC: “Las rasantes se levantarán en todos los puntos que forman los deslindes con otros predios y en el punto medio entre líneas oficiales del espacio público que enfrente el predio, salvo que el predio colinde con un área verde pública, en cuyo caso las rasantes se aplicarán en el deslinde entre ambos...” **Tabla N° 11**

Regiones	Angulo de las Rasantes
I a III y XV Región	80°
IV a IX Región y R.M.	70°
X a XII y XIV Región	60°

Tabla N° 11: Tabla de ángulos máximos de rasantes en regiones de Chile.

Fuente: ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES. (2017, septiembre). Artículo 2.6.3 Angulo de las Rasantes [Tabla]. MINVU

Zona C2

B) NORMAS ESPECÍFICAS

Deberán cumplirse las siguientes Normas Específicas en la zona:

Densidad máxima	350 hab/ha
Superficie Predial Mínima	800 m2
Coefficiente de Ocupación de Suelo	1.0
Coefficiente de Constructibilidad	8
Sistema de Agrupamiento	Aislado, Pareado y Continuo. Con una profundidad máxima de la continuidad del 100 %. Sobre la Edificación continua se permitirá la edificación aislada de acuerdo al Artículo 2.6.3 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, con un retranqueo de 2 m. sobre todas las fachadas que enfrenten vías públicas, sin sobrepasar la altura máxima permitida.
Altura Máxima Placa Continua	12 mts.
Altura Mínima de Edificación	7 mts.
Altura Máxima de Edificación	25 mts.
Antejardín	Se prohíben.
Marquesina	Se debe construir una marquesina de 2 m. de ancho y altura 3 mts. medidos a partir del nivel de la acera, la cual se regirá conforme al Artículo 2.7.1 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Tabla N°10: Normas específicas Zona C2.

Fuente: Municipalidad de Castro. (2006, 28 noviembre). Normas específicas Zona C2 [Tabla]. Ordenanza Local PRC de Castro.

Luego de comprender las normativas de cada una de las zonas se hace relevante mencionar que mediante búsqueda de información del Consejo de Monumentos Nacionales para comprender si estos conjuntos palafitos tienen protección, se

conversó con Alonso Maineri, arquitecto del Consejo de Monumentos Nacionales el cual comentó:

“...desde el Consejo de Monumentos Nacionales (CMN), no están declarados como Monumento Nacional en alguna categoría, sea esta como alguno en particular como Monumento Histórico (MH) o el conjunto en general como Zona Típica o Pintoresca (ZT). Si cuentan con una solicitud de declaratoria como ZT, realizada por profesores de la FAU, sin embargo, al parecer hubo cierta resistencia de los vecinos y el proceso no ha avanzado más. Algo he visto sobre regular la altura vía Plan Regulador Comunal (PRC) en la Zona Urbana que los enfrenta en el borde cerro, acompañando desde el CMN el proceso que encabeza el municipio de Castro...”

A partir de la información entregada por Maineri se comprende que a pesar de que estas edificaciones posean un gran valor patrimonial para todos los habitantes de la isla además de todos los turistas los cuales los consideran como un hito relevante y una imagen destacada, estos no están considerados ni protegidos por el CMN además de la información complementada por el arquitecto de la municipalidad de Castro el cual mencionó:

“...las zonas de Conservación Histórica e Inmuebles de conservación históricas son zonas de conservación que están en el plan regulador, pero para eso el Plan regulador tiene que generar estas zonas a través de Planos seccionales y eso el plan regulador de Castro no lo tiene, no tiene seccional, ni zonas de conservación histórica, ni inmuebles de conservación histórica, entonces en realidad por eso están en nada, es como otra zona de Castro, no tienen un trato particular ni especial.”

Además, Alonso comentó que se ha intentado regular las alturas de la Zona C1 y C2, zonas en la cual se encuentra uno de los barrios de caso de estudio, documento del año 2021 que declara lo siguiente:

“La ilustre municipalidad de Castro se encuentra realizando el proceso de modificación del PRC en lo que respecta a la incorporación de la norma “altura máxima de edificación”, para la zona ZC1 y ZC2 del plan regulador vigente... La propuesta de la presente modificación por parte de los equipos técnicos del municipio presentando a la comunidad es de 16 m de altura máxima de edificación sin modificación alguna de las demás normas urbanísticas contenidas en la ordenanza local para ambas zonas. La modificación se basa en fortalecer el instrumento de planificación territorial en cuanto a la relación de éste con el

patrimonio arquitectónico de la Iglesia San Francisco ...y del borde costero, zona palafitos de Pedro Montt 1 y costanera Lillo.”

De acuerdo con la información descrita de las normativas vigentes y del intento de modificación, a modo de resumen se puede entender que tanto la zona ZE5 como la ZC1 Y ZC2 permiten alturas máximas de dos pisos de altura o más, siendo este hecho relevante para la primera solución al problema planteado.

Además de toda la normativa del PRC, se hace relevante comentar ciertos artículos presentes en el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y Alcantarillado (RIDAA), que se deben tener en consideración al momento de plantear algún tipo de solución, razones por las cuales los palafitos no se encuentran conectados a la empresa, además de influir el hecho que los propietarios no tienen derecho ni de dominio de la vivienda ni del terreno.

ARTÍCULO N° 17

c) *“Cuando existan viviendas con el nivel de piso terminado bajo la cota de solera, el proyectista deberá presentar al prestador una solución técnica que evite el anegamiento de la vivienda debido a la obstrucción del colector público, la que deberá quedar consignada en el proyecto correspondiente”.*

ARTÍCULO N° 86 inciso 6

“Las bocas de admisión deberán tener una cota superior a la cota de solera en que se ubique la unión domiciliaria de la propiedad. Cuando esta condición no se cumpla, la propiedad no podrá desaguar gravitacionalmente y deberá considerarse una planta elevadora en conformidad a los artículos 95° y 96° de este Reglamento”

CERTIFICADO DE GACTIBILIDAD PÚBLICA:

c. Condiciones específicas: *“No se podrán empalmar al colector de alcantarillado en aquellas viviendas cuyo N.P.T. y/o su cámara de inspección se encuentre a una cota inferior a la cota de solera frente a su propiedad, de lo contrario, deberá considerar lo indicado en la reglamentación de instalaciones domiciliarias vigente para estos casos. - En certificado de factibilidad pública.”*

VI. RESULTADOS (Parte 1)

1. SOLUCIÓN N°1:

El actual problema consiste en la falta de conexión de las viviendas que se encuentran bajo la cota de solera del sistema de alcantarillado de la ciudad, pero ¿Qué pasaría si estas viviendas intentaran conectarse de igual forma?

Si los palafitos se conectaran como el resto de viviendas convencionales, existe una baja gravedad en las redes conductoras de aguas servidas por estar a una cota cercana de la profundidad del colector, careciendo de gravedad suficiente para que las aguas caigan adecuadamente, si bien en ciertos casos se puede lograr que las aguas procedentes de baños y cocina gravitacionalmente lleguen al colector público, al momento que este por algún motivo se llene, el agua comenzará a devolverse mediante esta misma conexión llegando finalmente a la vivienda produciéndose un anegamiento en estos sectores con aguas servidas, siendo como ya hemos visto, una situación muy riesgosa para la salud humana.

En cada ejemplo se podrá visualizar en primer lugar una situación hipotética de lo que sucedería si estas se conectaran actualmente al alcantarillado de Castro, **Figura N°36** y **Figura N°38**. Posteriormente se mostrará la propuesta de solución arquitectónica que se podría implementar en cada uno de los casos y condiciones. **Figura N°37**, **Figura N°39** y **Figura N°40**.

Palafitos de 1 piso bajo nivel de solera:

Situación hipotética de conexión al alcantarillado:

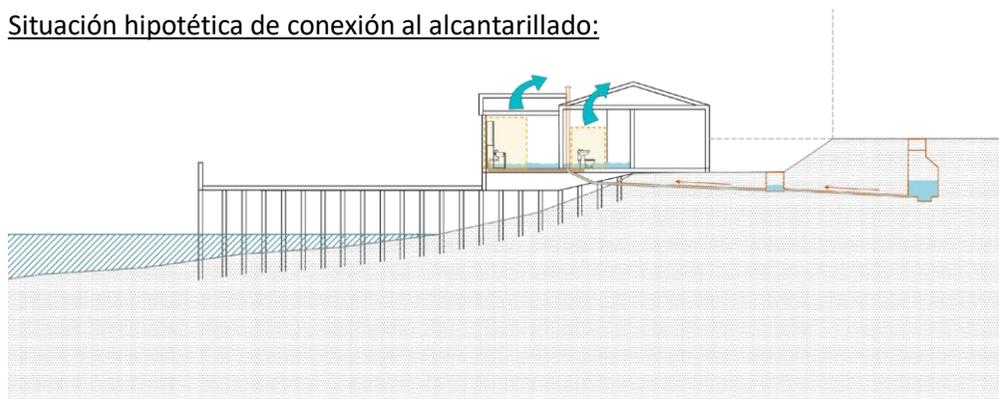


Figura N°36: Corte explicativo de situación hipotética palafito de 1 piso si actualmente se conectara al alcantarillado.

Fuente: Elaboración propia.

Solución viviendas de 1 piso:

Construcción de segundo nivel el cual, según el análisis considerado anteriormente de la normativa y el PRC de la zona, en ambos barrios se encuentra permitida una altura mayor a un piso. Se propone como solución la construcción de un 2° piso y el traslado de todas las redes húmedas al segundo nivel, lo más cercano a la calle para facilitar el transporte de las aguas servidas, siendo una longitud menor desde los artefactos a la cámara de inspección. Esta última se debe colocar en lo posible lo más cercano a la vivienda para que las redes de conducción bajen por la fachada del palafito, hasta llegar al nivel del terreno, siendo posteriormente trasladada con una pendiente correcta de gravedad hacia el colector ubicado en la calle, esta solución se ve ejemplificada esquemáticamente sin considerar dimensiones ni medidas exactas, las cuales hay que evaluar posteriormente con un especialista en el tema.

Para esta propuesta de solución se debe considerar el rango etario de los habitantes del palafito como también la consideración la situación de movilidad que presentan los residentes, ya que, si es 3° edad y/o persona con movilidad reducida, esta solución no sería la más apta a aplicar, debiendo evaluar otra de las alternativas propuestas en esta investigación.

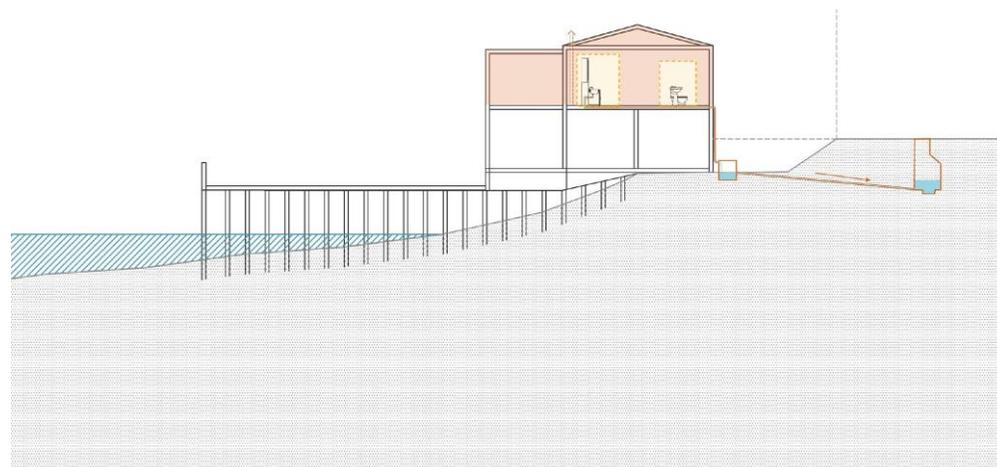


Figura N°37: Corte explicativo de solución propuesta para las viviendas de 1 piso.

Fuente: Elaboración propia.

Palafitos de 2 pisos bajo el nivel de solera:

Situación hipotética de conexión al alcantarillado:

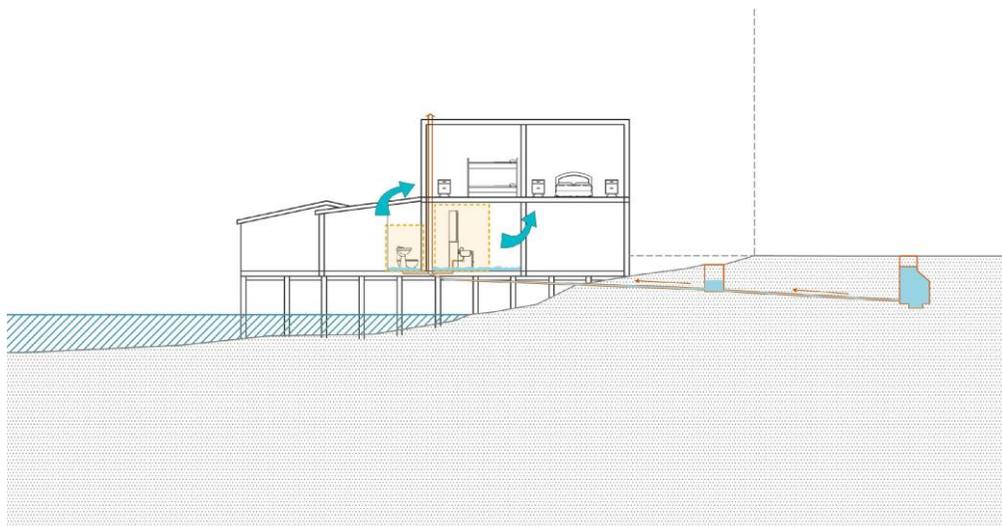


Figura N°38: Corte explicativo de solución propuesta para palafitos de 2 pisos.

Fuente: Elaboración propia.

Solución viviendas de 2 pisos:

Intercambiar dormitorios u otros espacios que no sean zonas húmedas del segundo nivel al primero y trasladar todas las zonas húmedas (cocina y baños) al segundo piso, en lo posible lo más cercano a la calle, junto a las condiciones de la cámara de inspección explicada en la solución anterior. Esta propuesta es compleja, pero realizable, teniendo en cuenta la ubicación actual de las redes de agua para poder generar el cambio a la nueva posición, considerando esto al momento de reubicar las zonas. Además, se mantienen las consideraciones explicadas en la solución de las viviendas de 1 piso de la cámara de inspección.

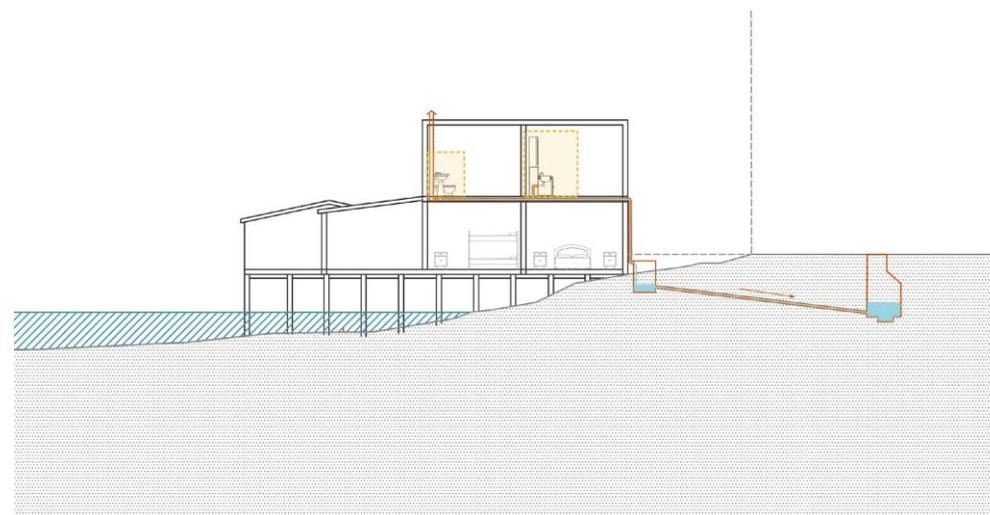


Figura N°39: Corte explicativo de situación hipotética palafito de 2 pisos si se conectara actualmente al alcantarillado.

Fuente: Elaboración propia.

Solución vivienda 1 o 2 pisos:

Construcción de un nivel intermedio el cual solo contenga baños y cocinas, este nivel en lo posible se debe ubicar cercano a la calle para que el traslado de las aguas servidas sea menos dificultoso, esta solución puede incorporar un 2° acceso desde el nivel de la calle, construyendo un puente o pasillo elevado que permita acceder a esta zona directamente, siendo condición que sean palafitos que según su morfología se pueda implementar esto.

Es conocido que los palafitos suelen ampliarse hacia la costa generando varias habitaciones para fines turísticos o por otros motivos, esta solución se considera en base a esto, pero esta vez la ampliación deberá hacerse hacia arriba y por el otro extremo de la construcción, esta propuesta puede ser implementada tanto en viviendas de 1 piso como de 2, siempre y cuando la morfología del palafito permita este tipo de ampliación, considerando nuevamente el rango etario de los residentes como su capacidad de movilidad.

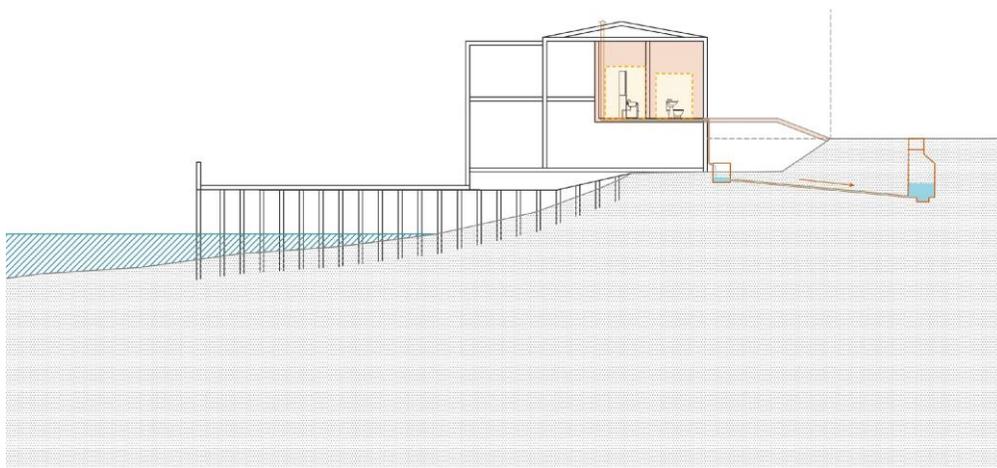


Figura N°40: Corte explicativo solución de construcción de un nivel intermedio.

Fuente: Elaboración propia.

VII. DESARROLLO INVESTIGATIVO: CONTINUACIÓN

6. ¿Cómo es el sistema de saneamiento en Castro?

Para proponer soluciones de recolección y tratamiento de aguas servidas para el caso de estudio es relevante tener conocimiento de cómo se sanea actualmente la ciudad en la cual se encuentran insertos estos barrios, ¿cómo se recolectan y tratan las aguas servidas provenientes de las viviendas de la ciudad?, ¿A dónde llegan las aguas luego de ser tratadas? Y ¿cuánta es el agua aproximadamente que se tiene que sanear?

Como ya se sabe, ESSAL es la empresa de aguas encargada de sanear y abastecer a la región de Los Lagos, mediante un análisis y estudio de información se comprende que las aguas servidas de cada vivienda de la ciudad son recolectadas mediante un sistema de redes ubicado bajo las calles.

Según lo descrito por Diego Valenzuela en su memoria de título “Diagnostico y mejoramiento de las condiciones de saneamiento básico de la comuna de Castro”, el

sistema de alcantarillado de la ciudad se compone por cuatro colectores principales, los que transportan el agua hacia una planta de tratamiento de aguas servidas, ubicada en la localidad de Ten-Ten. Siendo identificados estos cuatro colectores en la **Tabla N°12** del año 2005, siendo importante destacar que según información obtenida por la propia empresa “*las conexiones domiciliarias, en su mayoría, son de 19 mm. en Agua Potable y PVC de 110 mm. para el alcantarillado.*” (Trabajador de la empresa Essal, 2021).

Tabla 3.5 Red de colectores de aguas servidas

Diámetro [mm]	Longitud [m]			Longitud Total [m]
	PVC	Acero	Hormigón	
110				0
150				0
175			15994	15994
180	11942			11942
200	23066	9	3095	26170
250	676		2421	3097
300				0
315				0
350	544			544
355				0
400				0
600				0
Total	36228	9	21510	57747

Fuente: Actualización Plan de Desarrollo, ESSAL S.A. 2005

Tabla N°12: Red de colectores de aguas servidas, sus materialidades y longitud en Castro, año 2005.

Fuente: Valenzuela, D. (2007, junio). *Red de colectores de aguas servidas* [Tabla]. Diagnóstico y mejoramiento de las condiciones de saneamiento básico de la comuna de Castro.

Castro tiene una única planta de tratamiento (PTAS) la que limpia todas las aguas de la capital mediante la tecnología de lodos activados en aireación extendida, esta planta se ubica en Ten-Ten donde posterior al tratamiento las devuelve al mar mediante el escurrimiento del estero Ten-Ten, que desemboca en la bahía de Castro. **(Figura N°41).**



Figura N°41: Desembocadura del estero Ten-Ten en la bahía de Castro.

Fuente: Valenzuela, D. (2007, junio). *Desembocadura del estero Ten-Ten en la bahía de Castro*. [Fotografía]. DIAGNÓSTICO Y MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SANEAMIENTO BÁSICO DE LA COMUNA DE CASTRO.

Las PTAS son un sistema que está diseñado para recibir aguas servidas domésticas, provenientes de baños y cocinas, para posteriormente realizar una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua para luego ser expulsada el agua tratada a algún cauce, situación que sucede en Castro. **Figura N°42.**

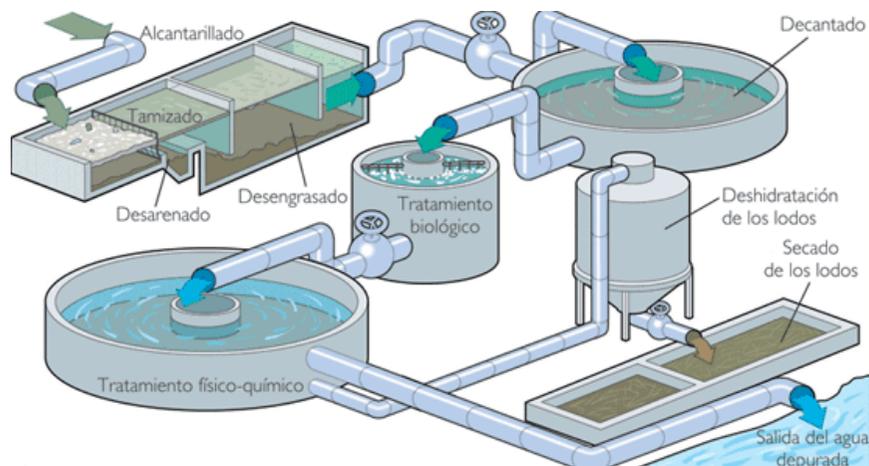


Figura N°42: Funcionamiento sistema de tratamiento con lodos activados.

Fuente: [Funcionamiento planta de tratamiento con lodos activados.]. (s. f.). Plantas de tratamiento de aguas residuales.

Además, según información de ESSAL: *“El sistema de recolección de aguas servidas en Castro, cuenta con 8 Plantas de Elevación de aguas servidas, estas conducen el agua de todo el territorio operacional hacia la planta de tratamiento de aguas servidas para ser tratadas según DS 90/00.”* (ESSAL, 2021).

Tal como menciona la cita, al ser Castro un terreno con relieves y cotas se hace necesario la implementación de diversas plantas de elevación (PEAS) para hacer llegar las aguas de los sectores ubicados en las cotas de menor altura a la PTAS descrita.

En las redes cercanas a los cuatro barrios palafíticos existen dos PEAS las cuales cumplen la función de elevar las aguas hacia la PTAS, una de ellas se encuentra ubicada en el barrio Pedro Montt 1 en la intersección con la calle Piloto Pardo llamada PEAS Piloto Pardo y una segunda ubicada en el barrio Gamboa en la

intersección entre Ernesto Riquelme y Ubaldo Mancilla denominada PEAS Gamboa, estas junto a la PTAS se aprecian en la **Figura N°43** como también en imágenes enviadas por ESSAL. **Figura N°44.**

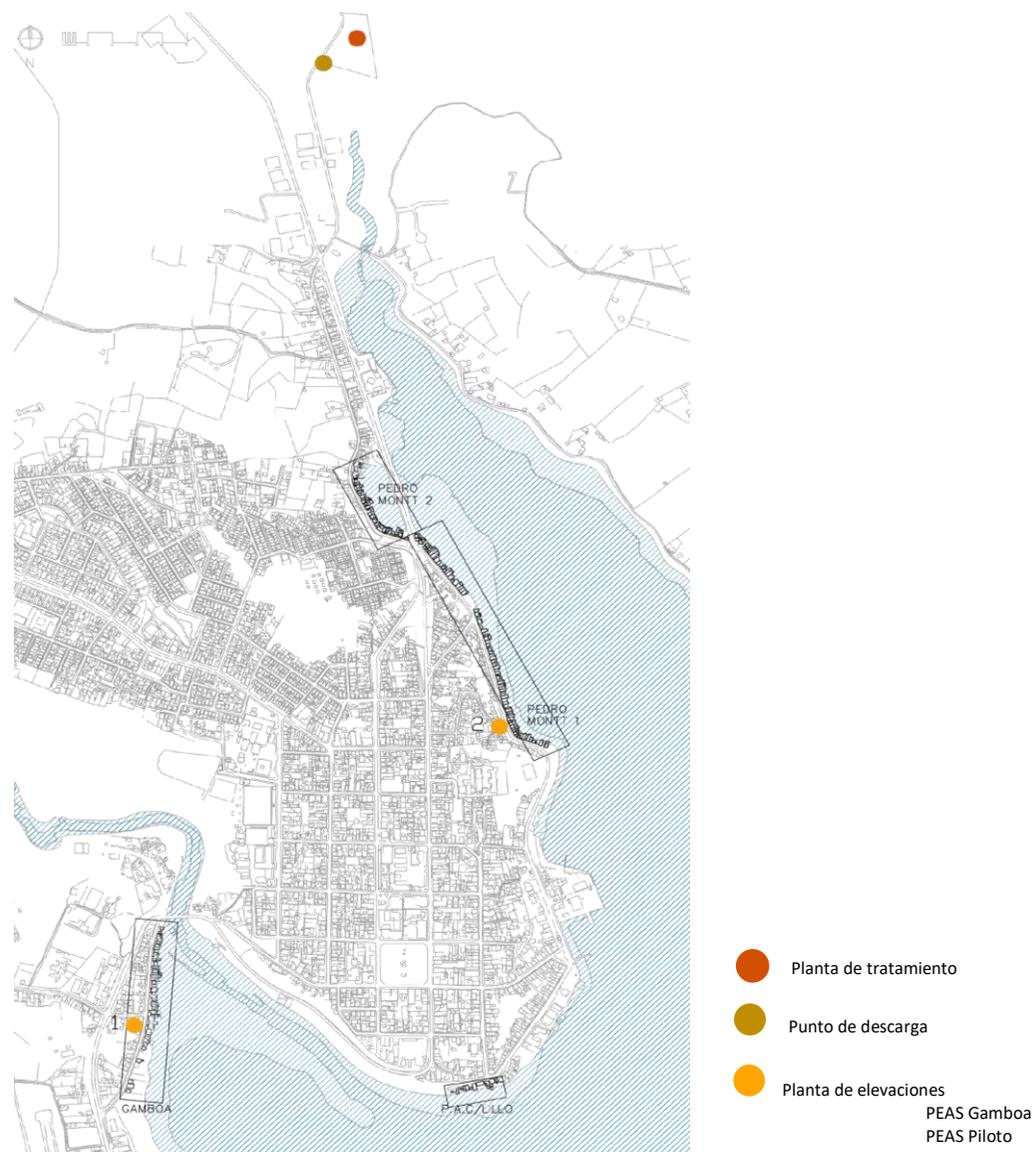


Figura N°43: Ubicación Plantas Elevadoras barrios palafito, planta de tratamiento de aguas servidas y punto de descarga al río la Chacra. Fuente: Elaboración propia a partir de información recuperada de Geonodo e información otorgada por la Empresa ESSAL.



Figura N°44: Redes y plantas elevadoras de aguas servidas. Izq., barrio Gamboa; Der. Pedro Montt 1.

Fuente: ESSAL. (2021). [Redes y plantas elevadoras de aguas servidas. Arriba, barrio Gamboa; Abajo, Pedro Montt 1.].

Ahora que se sabe cómo funciona el sistema de redes de alcantarillado y tratamiento de aguas servidas, se pueden evaluar posibles soluciones considerando todos aspectos: el terreno, pendientes, tipología, arquitectura, patrimonio, morfología, etc.

Pero antes, para dar una propuesta inicial más exacta que se pueda utilizar en un futuro incorporando la participación de otros profesionales especializados en el tema, se realiza el cálculo de las aguas servidas que eliminaría cada vivienda aproximadamente en cada barrio estudiado, considerando cuantos m³ son los que se deben trasladar y tratar al momento de llevar a cabo alguna de las propuestas de solución.

7. Cantidad de aguas servidas por sanear

Se tiene conocimiento que el agua potable está relacionada al agua servida, el agua potable que consumimos diariamente ya sea para beberla como para otros usos domésticos, son desechados posteriormente como aguas servidas.

N°	Empresa	Facturación total en miles de m ³			Consumo mensual por cliente (m ³ /cliente al mes)		
		2020	2019	VARIACIÓN	2020	2019	VARIACIÓN
1	AGUAS DEL ALTIPLANO	35.981	37.192	-3,3%	17,9	18,6	-3,6%
2	AGUAS ANTOFAGASTA	38.981	39.030	-0,1%	17,9	18,1	-1,2%
3	NUEVA ATACAMA	17.670	17.975	-1,7%	15,2	15,6	-2,6%
4	AGUAS DEL VALLE	43.212	44.172	-2,2%	14,3	15,0	-4,2%
5	ESSI	4.741	4.367	8,6%	14,0	13,6	2,9%
6	ESVAL	110.410	114.427	-3,5%	13,7	14,5	-5,2%
7	COOPAGUA	1.865	2.013	-7,4%	28,2	30,9	-9,3%
8	AGUAS ANDINAS	455.974	472.839	-3,6%	18,7	19,8	-5,3%
9	AGUAS CORDILLERA	63.639	67.373	-5,5%	30,5	32,6	-6,4%
10	AGUAS MANQUEHUE	17.517	17.037	2,8%	93,2	92,4	0,8%
11	SMAPA	54.843	54.741	0,2%	22,6	22,6	-1,1%
12	SACYR AGUA CHACABUCO	6.529	6.603	-1,1%	22,5	23,1	-2,4%
13	SACYR AGUA LAMPA	2.218	2.078	6,7%	22,9	21,6	5,9%
14	SACYR AGUA SANTIAGO	3.398	3.249	4,6%	49,2	48,4	1,6%
15	ASP	2.078	2.165	-4,0%	47,8	49,9	-4,1%
16	COSSBO	466	595	-21,6%	10,3	13,1	-21,6%
17	MELIPILLA NORTE	1.283	1.208	6,2%	16,6	16,7	-0,2%
18	SELAR	1.169	1.160	0,7%	21,3	22,3	-4,6%
19	SEPPA	1.595	1.786	-10,7%	41,7	47,0	-11,3%
20	NOVAGUAS	1.473	1.358	8,4%	24,0	23,4	2,4%
21	AGUAS SAN PEDRO	6.404	5.429	18,0%	16,7	15,1	10,6%
22	ESSBO	159.356	157.884	0,9%	15,4	15,6	-1,0%
23	NUEVOSUR	48.732	48.156	1,2%	13,8	14,0	-1,4%
24	AGUAS ARAUCANÍA	43.699	44.586	-2,0%	14,9	15,5	-3,4%
25	ESSAL	40.882	41.250	-0,9%	14,1	14,6	-3,2%
26	AGUAS DÉCIMA	9.772	10.057	-2,8%	16,9	17,5	-10,3%
27	AGUAS PATAGONIA	5.696	5.846	-2,6%	16,1	16,8	-4,1%
28	AGUAS MAGALLANES	11.858	12.104	-2,0%	17,4	18,2	-4,1%
TOTAL		1.191.441	1.216.679	-2,1%	17,4	18,1	-4,0%

Tabla N°13: Consumo de agua potable por empresa, años 2019 y 2020.

Fuente: SISS. (2020). *Consumo de agua potable* [Tabla]. Informe de gestión del sector sanitario 2020.

Según información del “Informe de gestión del sector sanitario” del 2020, por la SISS, se entiende que una familia de una vivienda de la región de Los Lagos mensualmente consume 14,1 m³ de agua potable, tal como se ve en la **Tabla N°13**.

Si por cada cliente, es decir, por cada vivienda se consume 14,1 m³ de agua potable, se bota esta misma cantidad de aguas servidas. Considerando el análisis de viviendas que se encuentran bajo la cota de la solera de las cuales se dedujo la cantidad de edificaciones sin conexión a la empresa y conociendo la cantidad de m³ que se

necesitan sanear por cada palafito, en cada uno de los barrios se requeriría coleccionar y tratar:

Pedro Montt 1: 38 viviendas bajo cota, “sin conexión al alcantarillado de Essal”.

14,1 m³/por palafito mensual X 38 viviendas= **535,8 m³/ barrio P. Montt 1 mensual.**

Es decir, **5.358.000 litros/barrio P. Montt 1 mensual.**

P.A.C – E. Lillo: 13 viviendas bajo cota, “sin conexión al alcantarillado de Essal”.

14,1 m³/ por palafito mensual X 13 viviendas= **183,3 m³/ barrio P.A.C – E. Lillo**

Es decir, **1.833.000 litros/barrio E. Lillo – P.A.C mensual**

Entonces, en P.Montt 1, el agua que se tiene que recolectar y tratar es 535,8 m³ mensuales, en cambio en P.A.C – E.Lillo, al ser menos viviendas, sería 183,3 m³ mensuales, estas cifras se deben considerar al momento de evaluar los futuros sistemas tecnológicos que se proponen.

VIII. ANÁLISIS SISTEMAS Y TRATAMIENTOS DE AGUAS SERVIDAS PARA EL CASO DE ESTUDIO Y SOLUCIONES PROPUESTAS.

1. Sistema de transporte de aguas por vacío

Este sistema, es descrito por Terraigua (Tecnologías hidráulicas) como: “El sistema de canalización de aguas residuales por vacío, al contrario de los sistemas convencionales que utilizan la fuerza natural de la gravedad como impulsora de las aguas, emplea la presión negativa para su transporte. De este modo el sistema se adapta al perfil natural del terreno utilizando para ello zanjas estrechas de poca profundidad y tuberías de pequeño diámetro.”

Se utiliza en sectores que presentan características como: terrenos con limitada descarga gravitacional a puntos con factibilidad técnica de servicio, en suelos colapsables como los salinos, arenosos, en terrenos con nivel freático a poca profundidad, suelos rocosos, entre otros.

Actualmente varias marcas implementaron este sistema, el proceso de funcionamiento de este parte con la recolección de aguas servidas desde las zonas húmedas del palafito, siendo transportadas por gravedad hacia una arqueta o poceto de almacenamiento, donde se ubica la válvula de vacío, ésta activa su apertura mediante un sistema por boya y se realiza una succión provocada por la estación de bombas de vacío o eyectores, finalmente el agua queda almacenada en un tanque dentro de la estación, la que además tiene bombas de vacío incluidas las que cuando el tanque se llena hasta un nivel predeterminado impulsan el agua a ser transportadas hacia la planta de tratamiento existente en el lugar. **Figura N°45**

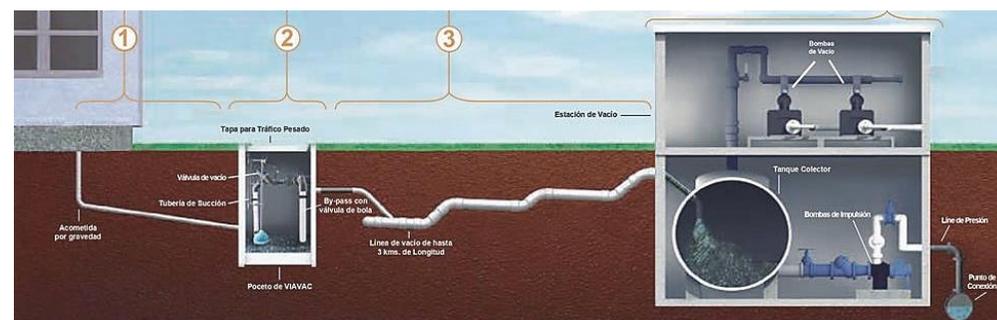
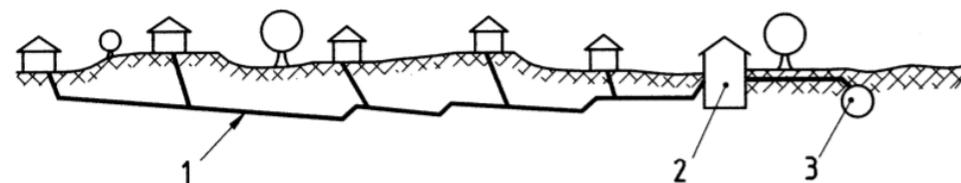


Figura N°45: Componentes y funcionamiento del sistema por vacío.

Fuente: Viavac. (s. f.). Como funciona el sistema a vacío [Esquema]. Sistema de alcantarillado sanitario a vacío para recolección de aguas residuales.

Algunos aspectos que destacar de esta tecnología es que varias viviendas pueden conectarse a una misma arqueta donde se encuentra la válvula de vacío, permitiendo una mayor capacidad de almacenamiento de agua residual como se ve en los ejemplos. **Figura N°46, Figura N°47 y Figura N°48.**



- 1 Red de alcantarillado por vacío
- 2 Estación de vacío
- 3 Descarga

Figura N°46: Sistema de alcantarillado por vacío en conjunto de viviendas.

Fuente: Sistema de alcantarillado por vacío. (2012). [Esquema]. Norma Chilena NCh 3263; Ingeniería sanitaria - Alcantarillado de aguas residuales por vacío - Requisitos y ensayos.



Figura N°47: Funcionamiento red por vacío en conjunto de viviendas.

Fuente: Sewervac. (s. f.). Sistema de saneamiento por vacío en exteriores según la norma UNE-EN 16932-3 [Esquema]. Sewervac.

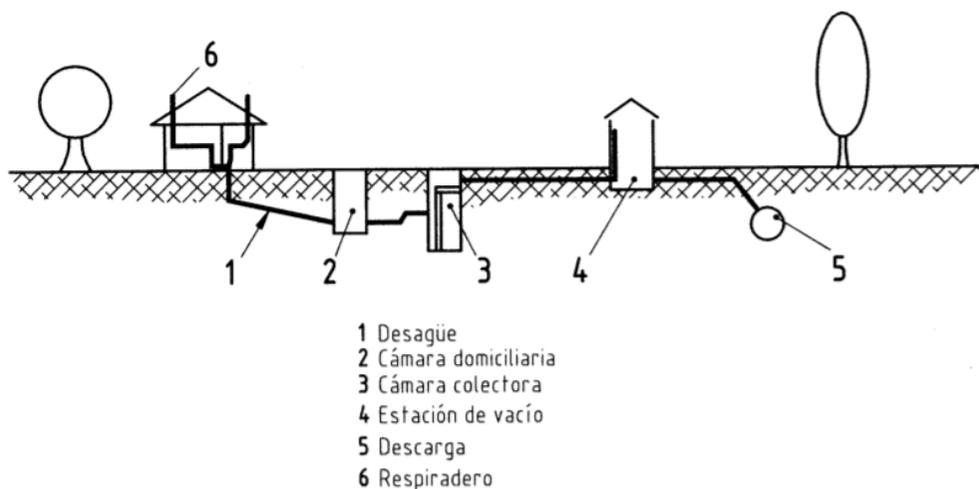


Figura N°48: Sistema de alcantarillado público con cámara domiciliaria

Fuente: Sistema de alcantarillado público con cámara domiciliaria. (2012). [Esquema]. Norma Chilena NCh 3263; Ingeniería sanitaria - Alcantarillado de aguas residuales por vacío - Requisitos y ensayos.

“Los edificios que albergan las estaciones de vacío pueden diseñarse para integrarse en el área circundante. El espacio requerido para su instalación puede ser tan pequeño como un contenedor de unos 3 metros. Las estaciones pueden ser tanto en superficie como semienterradas o completamente enterradas.” (Empresa Flovac)

Esta tecnología ya es conocida alrededor del mundo, llegando a Chile hace algunos años, como los implementados en los palafitos de Caleta de Tortel de la región de Aysén, este proyecto es atendido por un sistema que contiene una estación de vacío Airvac, las casas en la costa recolectan sus aguas residuales por unidades compactas siendo instaladas las tuberías principales debajo de las pasarelas de madera como se puede apreciar en la **Figura N°49**.



Figura N°49: Implementación de sistema por vacío en Caleta de Tortel, Chile.
Fuente: Aqseptence Group

CASO DE ESTUDIO

1.1. SOLUCIÓN N°2: Implementación de un sistema de recolección por vacío.

Esta tecnología tiene la posibilidad de recolectar el agua residual de varias viviendas en una misma arqueta. Los barrios estudiados son diferentes, Pedro Montt 1 es el conjunto palafítico con más cantidad de viviendas palafito, siendo muchas de un carácter importante en el turismo, en cambio P.A.C – E- Lillo es el con menor cantidad de palafitos y el menos turístico.

En el primer barrio, este sistema se puede implementar mediante una red de recolección paralela a la existente ubicada de ser posible en la cota del terreno de las viviendas para que pueda existir una gravedad correcta o bien bajo los palafitos

cercano al mar. Pedro Montt 1 según el análisis realizado se entiende que contiene 38 viviendas bajo cota, se propone implementar una arqueta de una gran capacidad de almacenamiento debido a la cantidad de palafitos, que se ubique en una cota más baja que el conjunto, que reúna las aguas provenientes de todos estos en la cámara para luego ser activada la válvula de vacío y ser succionada mediante las bombas de ubicadas en la estación de vacío, la que según el análisis del terreno circundante puede estar de forma subterránea o al exterior dependiendo del espacio que se ubique y las dimensiones que deba tener. Luego, se unirá al sistema convencional de la ciudad trasladando sus aguas hacia una PEAS que las lleve a la planta de tratamiento de Ten-Ten.

El barrio P.A.C – E. Lillo, la mayoría de sus viviendas se encuentran con problema bajo cota, siendo 13 de 14 palafitos por sanear, muchas menos que en el barrio anterior, proponiendo un sistema de traslado de las aguas igual que en Pedro Montt 1, por medio de una red paralela en terreno a una cota menor del sistema convencional, el cual por gravedad llegue a una arqueta de dimensiones menores y ubicada a una cota más baja que los palafitos, la cual posteriormente mediante succión llegará a la estación de vacío.

Esta solución para ambos conjuntos se puede ver en la **Figura N°50** P.A.C – E. Lillo y en la **Figura N°51** para P. Montt1 siendo solo esquemático y una propuesta inicial de solución al problema, teniendo que ser evaluada la ubicación exacta del sistema, su estación, las pendientes y dimensiones por profesionales competentes en el tema, siendo regulada por la normativa vigente actual RIDAA y por la propia empresa que incorpore el sistema.



Figura N°50: Planta conjunto palafítico P.A.C-E.Lillo con propuesta esquemática de solución mediante red por vacío.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y planta Ángel Cárdenas modificada.



Figura N°51: Planta conjunto palafítico Pedro Montt 1 con propuesta esquemática de solución mediante red por vacío.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y planta Ángel Cárdenas modificada.

2. Humedales Artificiales

Son tecnologías de métodos naturales en terrenos temporal o permanentemente inundados con profundidades de agua normalmente inferiores a 0,6 m con plantas emergentes. En él se desarrollan y viven distintos organismos adaptados a condiciones de inundación, tienen capacidad de desempeñar funciones en los ciclos hidrológicos y procesos fisicoquímicos, que permiten eliminar sólidos en suspensión, minerales, materia orgánica, entre otros elementos.

Según lo descrito por Cabrera,V; Coña,P; Donoso,F; Meza,R; Rojas,R en la investigación “Humedales artificiales para el tratamiento de aguas servidas”. Los humedales artificiales son sistemas creados por el hombre que replican el tratamiento de los naturales, son ideales para la depuración de aguas residuales debido a su clasificación como tecnologías de bajo consumo de tratamiento, ya que su empleo energético es casi nulo porque el proceso de depuración lo desempeña la vegetación que habita en él, deben tener en consideración componentes bióticos y abióticos para evaluar y seleccionar la zona o área donde se implementará dicho sistema.

- **Topografía:** “El terreno apto para la instalación de un ...humedal artificial es uno de topografía uniforme horizontal o en ligera pendiente.” (Cabrera, V; Coña,P; Donoso,F; Meza,R; Rojas,R; s/f)
- **Clima:** “Es posible utilizar... en zonas de climas fríos. Sin embargo (...) el rendimiento del proceso de tratamiento es muy sensible a la temperatura, ya que los principales mecanismos de tratamiento son biológicos.” (Cabrera, V; Coña,P; Donoso,F; Meza,R; Rojas,R; s/f)

Los componentes que tiene este tratamiento son: forro, base o fondo impermeable para prevenir infiltración al terreno y para la permanencia del agua en el humedal, sobre este se deposita lecho de gravas, suelo u otro medio para el desarrollo de las plantas, que constituyen el principal agente depurador. **Figura N°52**

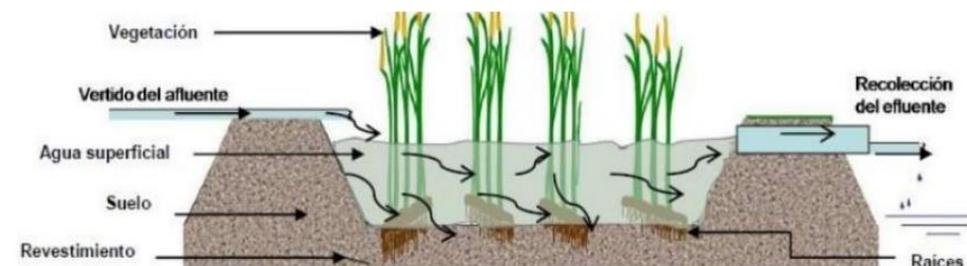


Figura N°52: Humedal artificial.

Fuente: Blázquez, J. (2016). Humedal artificial de flujo superficial (FS). [Figura].

Ventajas:

- Costo de inversión bajo en comparación con otras tecnologías de mayor complejidad.
- Producen menor cantidad de lodos como subproducto del tratamiento, disminuyendo la frecuencia de incurrir en gastos de tratamiento y disposición de estos.
- Sistema prácticamente independiente, no necesita una gran cantidad de personal.
- Tratamiento ambientalmente amigable.
- Sistemas de uso múltiple debido a que tienen capacidad de tratar aguas residuales provenientes de descargas domésticas, industriales y agrícolas.
- Disminución de olores, en los humedales de flujo subsuperficial el agua no está en contacto con la atmósfera y reduce la generación de olores y mosquitos.

Desventajas:

- Plantas pueden ser alimento de ciertos animales, se debe controlar que no accedan al interior de la parcela o lecho.
- Tarda más tiempo en lograr el régimen óptimo de funcionamiento
- Se necesita de un flujo base mínimo
- No son convenientes en sitios con pendiente.

BIOANTU es la empresa con mayor desarrollo de humedales depuradores en Chile, esta empresa tiene publicado un catálogo con diversa cantidad de opciones de humedales depuradores de aguas servidas que se pueden aplicar, este mismo emplea la tecnología de Humedales Artificiales de Flujo Vertical Subsúperficial, evitando el riesgo de contacto con Aguas Servidas y eliminando la generación de olores. **(Figura N°53)**

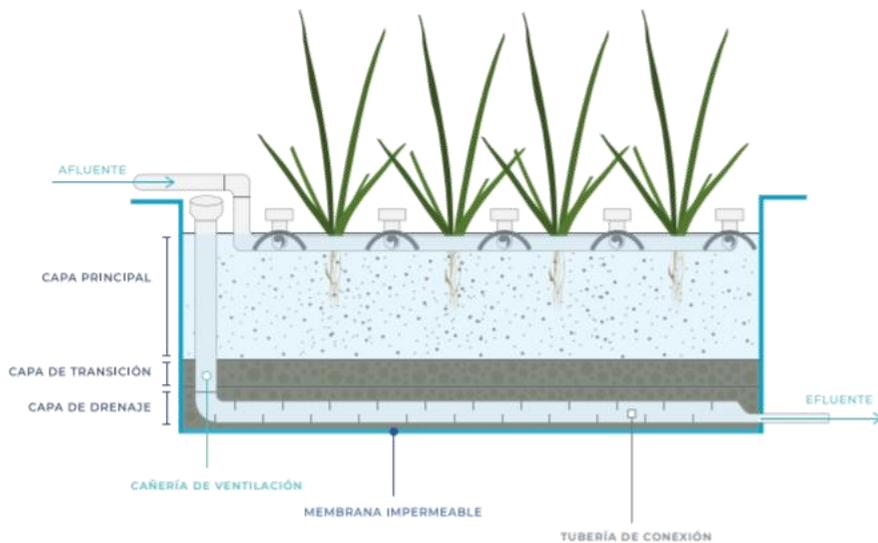


Figura N°53: Humedal artificial. Especificaciones técnicas tecnología empleada.

Fuente: BIOANTU. (2020). Humedales artificiales de flujo vertical subsuperficial [Esquema]. Humedales Depuradores. Portafolio 2020.

CASO DE ESTUDIO

SOLUCIÓN N°3: Implementación de humedal depurador individual o colectivo.

Ahora que se conoce lo que aporta esta tecnología y considerando el análisis realizado en cuanto al terreno del caso del estudio y la problemática a tratar.

Se considera que este sistema es una buena opción que se debería incorporar en diversas partes de nuestro país para fomentar los métodos más sustentables ecológicamente, el catálogo de BIOANTU ofrece una gran cantidad de opciones ejemplificando los humedales que ya han sido instalados dentro del país, algunos limpian solo aguas grises y otros aguas negras y grises, existen de tipo individual como también colectivos, los primeros en general tienen un caudal de entre 1500 a 2000 lts/día siendo de diversos tamaños y tipos entre 1 m² y 12 m² aprox. En cambio, los colectivos presentan un caudal desde los 1500 lts/día a 18.00 lts/día.

Para el caso de los barrios palafíticos de Castro, se debería implementar humedales que limpien aguas negras y grises que tenga un caudal apto para cada palafito siendo en este caso relevante las dimensiones de este debido al poco terreno de antejardín que presentan estas edificaciones siendo uno de 1 m² o 6 m² dependiendo del caso, o buscar otro emplazamiento para este, ya sea en la cubierta u otro espacio que sea apto en condiciones para la mantención de este humedal, si se instalan de manera

colectiva tenga capacidad para limpiar la cantidad de agua que se calculó anteriormente, y de no ser así considerar la implementación de varios humedales en diferentes o el mismo terreno, algunos ejemplos de algunos ejemplos de humedales depuradores individuales que ya han sido instalados en Chile y que se podrían aplicar al caso de estudio son:



Figura N°54: Humedal Depurador; Jardineras Arrayán.

Fuente: BIOANTU. (2020). Humedales artificiales de flujo vertical subsuperficial [Esquema]. Humedales Depuradores. Portafolio 2020.

JARDINERAS ARRAYÁN

Casa Orrego | Región Metropolitana, Chile

- 📍 Tipo de Humedal: Híbrido Vertical y Horizontal Aireado
- 📏 Área: 6 [m²]
- ✅ Caudal: 2.000 [lts/día]
- ✔ Tipo de Aguas Tratadas: Grises y Negras



PROY. MINISTERIO MEDIO AMBIENTE 1

Casa Riquelme | Región de Ñuble, Chile

- 📍 Tipo de Humedal: Vertical Semi Saturado
- 📏 Área: 1 [m²]
- ✅ Caudal: 120 [lts/hr]
- ✔ Tipo de Aguas Tratadas: Gris de lavadora

Figura N°55: Humedal Depurador; Proy. Ministerio Medio Ambiente 1

Fuente: BIOANTU. (2020). Humedales artificiales de flujo vertical subsuperficial [Esquema]. Humedales Depuradores. Portafolio 2020.

Ejemplos humedales depuradores colectivos:



Figura N°56: Humedal Depurador; Panorámica

PANORÁMICA

Panorámica Pucón | Región de la Araucanía, Chile

Fuente: BIOANTU. (2020). Humedales artificiales de flujo vertical subsuperficial [Esquema]. Humedales Depuradores. Portafolio 2020.

- 📍 Tipo de Humedal: Vertical
- 📏 Área: 64 [m²]
- 📈 Caudal: 18.000 [lt/día]
- 🌿 Tipo de Aguas Tratadas: Crises y Negras
- 🏠 N° de Casas Conectadas: 12



Figura N°57: Humedal Depurador; Flor

FLOR

Proy. Lo Espino | Región Metropolitana, Chile

Fuente: BIOANTU. (2020). Humedales artificiales de flujo vertical subsuperficial [Esquema]. Humedales Depuradores. Portafolio 2020.

- 📍 Tipo de Humedal: Vertical Aireado
- 📏 Área: 38 [m²]
- 📈 Caudal: 7.500 [lt/día]
- 🌿 Tipo de Aguas Tratadas: Crises y Negras
- 🏠 N° de Casas Conectadas: 5

Como se pudo ver en los ejemplos existen distintas formas y características técnicas en cada uno, sería una buena alternativa que se consideren las condiciones analizadas en este seminario acerca del terreno y emplazamiento del caso de estudio

y sus condiciones arquitectónicas y patrimoniales para que se pueda implementar un tipo de humedal apto tanto en la topografía como en las necesidades de los residentes de estas viviendas, considerando los terrenos eriazos cercanos que actualmente existen y se encuentren a la cota necesaria donde se puedan descargar las aguas hacia este.

3. Válvula antirretorno (Backwater valve)

Es común que en diversas partes del mundo las casas tengan sótanos subterráneos los cuales al encontrarse enterrados viven algo similar al problema que se está abordando en esta investigación, ambos se encuentran a un nivel inferior de la calle por lo que, si se conectan al colector, los días que exista una excesiva lluvia o se llene por algún motivo, se ocasionará que las aguas se devuelvan al interior de las viviendas debido a la poca inclinación existente en las redes.

En base a un análisis y estudio de este tipo de solución, se comprende que en primer lugar el sistema sanitario debería estar siempre separado del sistema de aguas lluvias para que no exista un colapso y rebales. Este sistema consiste en una válvula unidireccional que evita un "reflujo" de aguas residuales a la propiedad desde las alcantarillas de la ciudad, tienen como requisito en ciertos países, como por ejemplo España que deben inspeccionarse anualmente siendo requeridas por ley en todas las instalaciones debajo del nivel de la calle.

En Chile también existen en el mercado este tipo de válvulas, pero no existen muchos estudios ni ejemplos de la aplicación de esta en viviendas bajo terreno, es por esto por lo que se consideró como referencia el sistema utilizado en los sótanos, entendiéndose el funcionamiento en la **Figura N°58**.

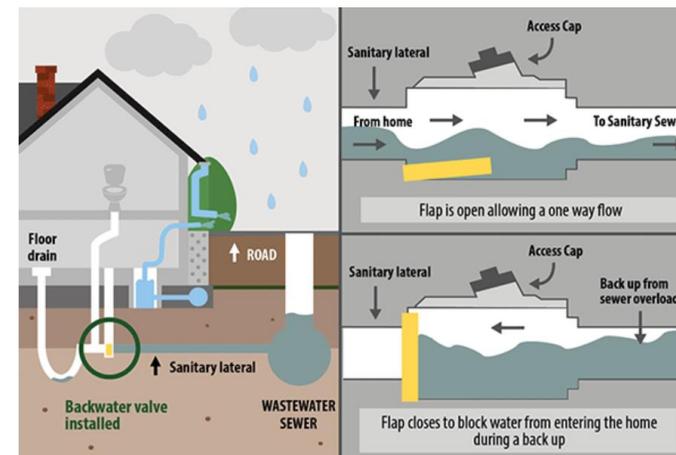


Figura N°58: Aplicación de válvula antirretorno.

Fuente: Halton region. (s. f.). About Backwater Valve Installation [Gif]. Halton region.

3.1. SOLUCIÓN N°4: Conectarse al sistema e incorporar una válvula antirretorno

A partir de lo descrito se comprende que el ejemplo del sótano funciona similar a los palafitos que se encuentran bajo cota, los cuales no pueden acceder al sistema de alcantarillado de la ciudad al encontrarse a un nivel más bajo que la calle y por ende tiran las aguas residuales al mar.

Debido a esto se considera que la Backwater valve es una buena opción para este tipo de problema, proponiendo implementar una en cada palafito que presente el problema, pero a pesar de considerarse buena alternativa se debe tener en consideración periódicamente una inspección de la válvula para que no se tape y termine siendo contraproducente e inundando esta tipología, además de considerar que al ser una por cada vivienda, considerar los costos asociados.

4. Planta Elevadora de aguas servidas

“Las características de la topografía de la zona, como también la ubicación de los proyectos... van condicionadas con un sistema de descarga de aguas servidas. Este sistema de colectores debe descargar al sistema principal de recolección de estas aguas residuales, para así, conducir las de forma gravitacional a las plantas de tratamientos. Para lograr esto, los terrenos deben estar a una cota más alta que el sistema de colectores principales lo que permite la evacuación de forma gravitacional. Cuando la topografía de la zona del emplazamiento del proyecto es más baja que la cota de los colectores principales, la alternativa de solución para estos casos es la proyección de un sistema de elevación de aguas servidas. Este sistema se llama Plantas Elevadoras de Aguas Servidas (PEAS) y la finalidad de estas plantas es evacuar las aguas residuales en sectores que no es posible el escurrimiento gravitacional.” (Jara, R. 2011).

Existen distintos tipos y tamaños de plantas elevadoras según la cantidad de aguas que se desean trasladar, pudiendo ser algunas individuales y otras que involucren varias viviendas a la vez, existiendo diversos tipos según la marca y composición.

Las plantas de elevación generalmente se encuentran compuesta por 4 compartimientos: Cámara de rejillas, cámara desarenadora, pozo de bombeo y cámara de válvulas, además de una tubería de impulsión que conduce el agua hasta la

disposición final, tomando de referencia un ejemplo de una planta elevadora de la empresa Fibra como se ve en la **Figura N°59**.

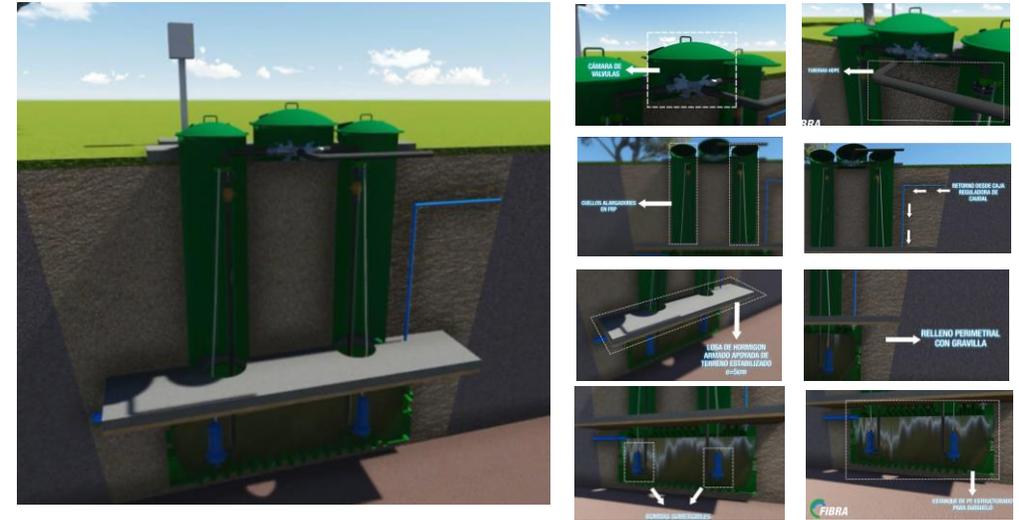


Figura N°59: Tipo de planta elevadora de aguas servidas empresa Fibra.

Fuente: Aguas Claras engenharia. (s. f.). [Imagen]. Aguas Claras engenharia.

4.1. Planta Reelevadora

Es una planta que cumple una función similar a la planta elevadora, pero se usa cuando se desea elevar las aguas residuales hacia una PEAS que la vuelva a impulsar a una altura mayor.

4.2. SOLUCIÓN N°5: Incorporación de planta elevadora de conjunto; bomba individual.

1.- Una de las soluciones que se podría implementar en cada palafito afectado, es la incorporación de una **bomba individual** la que impulse las aguas provenientes de la vivienda al nivel necesario para conectarse al sistema sanitario existente.

Esta bomba se ubicaría en la parte privada de la vivienda, perteneciente al propietario, por lo que se deben evaluar los costos asociados, además estas bombas pueden tener distintas dimensiones según la cantidad de agua que impulsarán, por

eso se debe evaluar la propuesta con un especialista en esta área que considere lo mencionado y la posibilidad de implementarla en los palafitos.

En la **Figura N°60** se muestra la incorporación de la bomba al sistema, mediante un esquema que refleja una similitud en el terreno bajo cota de los palafitos, pero siendo el ejemplo una bomba de grandes dimensiones en un gran antejardín, por lo que se debe considerar las dimensiones pertenecientes al caso de estudio del antejardín para evaluar de qué manera se puede aplicar este sistema en el sector.

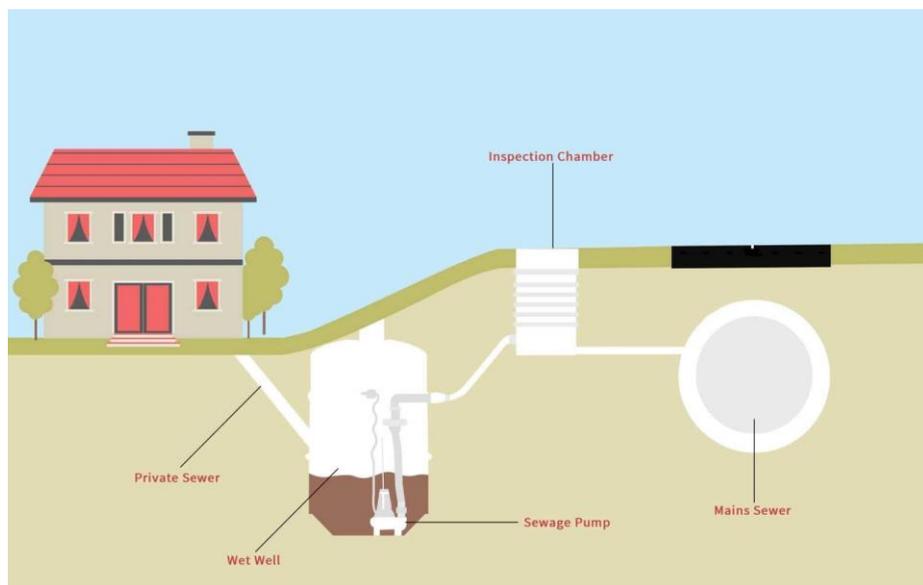


Figura N°60: Ejemplo funcionamiento bomba impulsora de aguas servidas individual.

Fuente: Pumping solutions. (s. f.). House making use of sewage pumping station. [Imagen]. Pumping solutions.

2.- La segunda propuesta de solución, considera una opción más viable en costos, debido que se propone implementar una **planta reelevadora para todo el conjunto** palafítico afectado, siendo una solución más viable al considerar varias viviendas en un sistema.

Esta planta se ubicaría a una cota más baja que el sistema de alcantarillado actual, ya que recibiría las aguas servidas provenientes de todos los palafitos con problema

de conexión en cada barrio. Estas aguas se recolectarían mediante la incorporación de una red de recolección paralela a la existente que pase por la cota en el terreno correspondiente a los palafitos siendo similar a la red propuesta en el sistema por vacío. Luego que las aguas se reúnan en la planta reelevadora, esta las impulsaría hacia el sistema de alcantarillado actual de la empresa, pasando a ser responsabilidad de la empresa al momento de conectarse a sus redes o PEAS.

Las aguas recolectadas en la planta reelevadora se deberían impulsar llegando a una PEAS la que las transporte al sistema de tratamiento de la ciudad, en el caso del barrio Pedro Montt 1, según información descrita por Essal, existe una PEAS cercana a este conjunto. En cambio, en el barrio P.A.C – E. Lillo no se encontró información acerca de la existencia y/o ubicación de esta, por lo que la propuesta incorporara tanto la planta reelevadora como la planta elevadora que reciba este flujo al nivel de la calle y lo pueda dirigir a la planta de tratamiento de la ciudad. Esto se esquematiza en la **Figura N°61** del sistema de P.A.C - E. Lillo y la **Figura N°62** de Pedro Montt 1.



Figura N°61: Planta conjunto palafítico P.A.C-E.Lillo con propuesta esquemática de solución por incorporación de red paralela y planta reelevadora.

Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y material de seminario "Palafito: evolución, estado actual y puesta en valor de los 4 barrios de palafitos en Castro" Ángel Cárdenas.

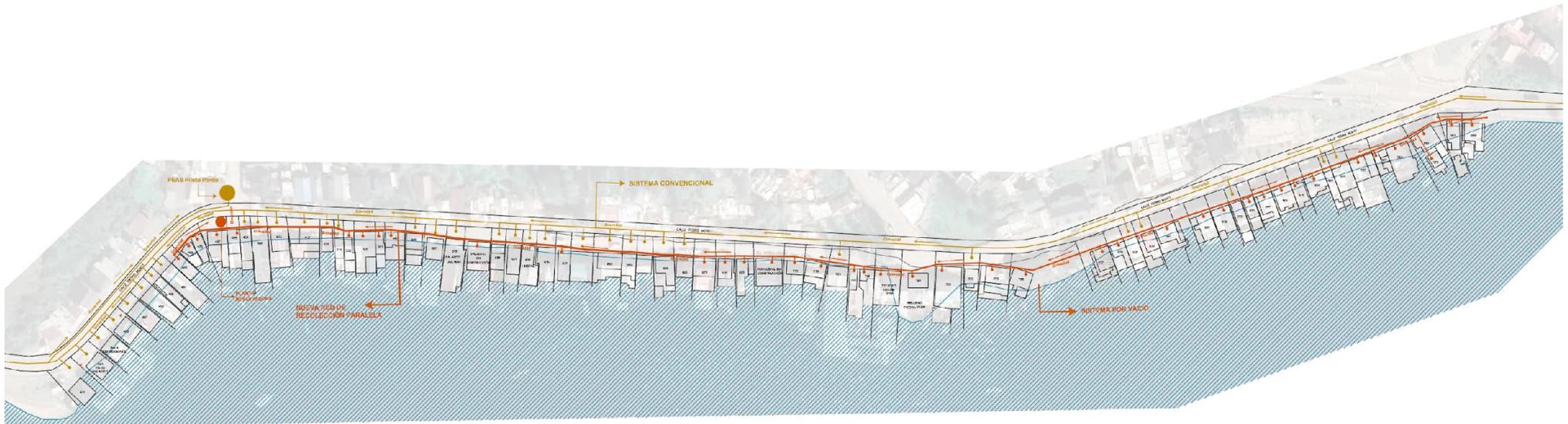


Figura N°62: Planta conjunta palafítico P.Montt 1 con propuesta esquemática de solución por incorporación de red paralela y planta reelevadora.
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth y planta de seminario Ángel Cárdenas modificada.

IX. Conclusiones:

En síntesis, los palafitos de Castro son conjuntos que han tomado un valor muy relevante en la historia, siendo un patrimonio identitario del lugar. No sirve de nada que estos sean la imagen de los afiches turísticos y el gran atractivo, si se ignora el hecho de que aún en el año 2021 exista una carencia de un servicio primordial que debería existir en cada vivienda del mundo, más aún si son construcciones de carácter patrimonial.

Como ya pasó a fines de los 70 el intento de erradicación, un día de estos podría suceder nuevamente, ¿se preguntarán por qué?, a lo que se puede comentar que, tal como es importante dar una solución a la falta de conexión del alcantarillado evitando que caigan las aguas sin ser tratadas al mar para que exista una buena calidad de vida, también es relevante que todos estos conjuntos sean protegidos y considerados zona especial del PRC, incluyendo los pocos de P.A.C Y Lillo. Es importante esta protección ya que hoy en día no hay normativa al respecto por lo que podrían ser erradicados nuevamente por salubridad, es así como en la

realización de esta investigación se demostró como a través de la tecnología actual se puede lograr salvaguardar un importante patrimonio arquitectónico como es el de los palafitos, mejorando las condiciones de vida de sus habitantes y a su vez manteniendo vigente los valores patrimoniales e identitarios que poseen estos.

Además, mediante la realización de este seminario se comprendió y se logró demostrar la importancia de esta situación, la que no se suele ver a simple vista, se entendió cuál es el escenario actual que tiene esta tipología respecto a su recolección y tratamiento de aguas negras y grises, se profundizó en cuales son los efectos que genera que actualmente existan viviendas que tiren sus desechos al mar, tanto para la arquitectura, el patrimonio, las personas y su entorno inmediato. Igualmente, se comprendió la normativa a la que se acoge esta tipología al igual que la geografía y topografía de la isla y del entorno inmediato en el que se insertan los barrios, comprendiendo detalladamente la causa del problema y desarrollando un análisis de este.

Debido a la imposibilidad de desarrollar el trabajo en terreno, se desplegó un esfuerzo comunicacional remoto, logrando contactar a diversas entidades como trabajadores de la Municipalidad de Castro, de la empresa ESSAL, de la Superintendencia de Servicios Sanitarios, la Autoridad marítima, trabajadores del Ministerio del Medio Ambiente y de la Seremi de Salud, como también diversos residentes de estas construcciones, arquitectos de la zona y autores de varios textos que se utilizaron para la realización de este seminario, obteniendo de esta manera gran cantidad de información y opiniones de diversa índole, utilizando además como herramienta la solicitud por Ley de Transparencia, siendo muy importante todo este proceso al momento de realizar la investigación, entendiendo la morfología espacial desde una mirada más cercana, desde los propios habitantes y trabajadores de la ciudad, esto sirvió de gran manera tomando de base que la realización de este trabajo fue modalidad online, siendo uno de los motivos la pandemia que llegó al país.

Se analizó también el mundo de las tecnologías en sistemas de saneamiento de aguas residuales, adquiriendo mayor conocimiento en el área, siendo importante este aprendizaje para la formación como arquitecta. En base a este estudio se pudo describir varias de estas, llegando a conclusiones de como se podrían aplicar en el caso de estudio presentado, proponiendo finalmente 5 soluciones iniciales.

La 1°, la construcción de un segundo nivel o ampliación de un nivel intermedio el cual pueda albergar las zonas húmedas de la vivienda, o bien el traslado de todas estas a un nivel superior, considerando el análisis realizado de la morfología de los palafitos, como 2° solución, se propone la implementación de una red paralela de recolección a una cota más baja que reúna las aguas de todos los palafitos que están bajo cota de cada barrio llevándolas a un sistema de recolección por vacío, como 3° solución se propone la implementación de un humedal artificial, tecnología que es una alternativa ecológica que últimamente ha sido una buena opción aplicada en diversas zonas del país, como 4° propuesta se plantea una válvula antirretorno muy utilizada en el extranjero la cual evita que exista anegamiento en las viviendas que no presentan las condiciones gravitacionales para que las aguas recolectadas lleguen al colector, y por último, la 5° opción consiste en una propuesta espacial

considerando una red paralela, al igual que en el sistema por vacío, que reúna las aguas de los palafitos bajo cota de cada conjunto y las lleve a una planta reelevadora la cual pueda elevarlas hasta conectarse al sistema convencional de ESSAL, siendo una alternativa de menor costo al momento de distribuir el costo entre varias casas, como también existe la alternativa de bombas individuales para quienes tengan un mayor nivel adquisitivo que puedan implementar en su palafito de manera individual.

Todas estas soluciones consideran un gran costo asociado, siendo en base a comentarios realizados por los propios residentes o habitantes del sector una situación compleja para las familias de esta tipología, es por esto que lo ideal sería que exista un fondo de ayuda para los propietarios del patrimonio donde se pueda brindar apoyo para la implementación y el costo de la solución que sea escogida.

Actualmente se tramita en el congreso la Ley de Patrimonio Cultural, dentro de lo que propone:

“En materia de recursos, gestión y salvaguardia del patrimonio, el proyecto avanza en un cúmulo de medidas: beneficios tributarios por hasta 320 UTM anuales para proyectos de mantención y restauración de inmuebles patrimoniales protegidos a nivel local y nacional; se amplía el universo de inmuebles patrimoniales con exención en el pago de contribuciones; por primera vez se crea un subsidio al patrimonio cultural para recuperación y mejoramiento de viviendas, espacios públicos y equipamiento barrial” (CMN, 2021)

Esto podría ser clave para la incorporación de una de las soluciones tecnológicas propuestas, que pueda contribuir a la conservación del patrimonio palafítico, de su arquitectura, entorno como también de la calidad de vida de quienes los habitan.

Finalmente se deja abierta esta investigación para que cualquier estudiante que lo desee pueda continuarla, tomando las propuestas de solución entregadas en esta investigación y desarrollarlas de manera más detallada en cuanto a dimensiones, normativas y forma de aplicarlo en el terreno, considerando las especificaciones técnicas, entre otros conocimientos.

X. Bibliografía

Tipología arquitectónica palafitos

- Soto Delgado, L. (2017). Turistificación en los Barrios de Palafitos de Castro, Chiloé, Chile: Gamboa, Pedro Montt 1 y Pedro Montt 2. [Tesis para optar al grado de Magíster en Hábitat Residencial]. Universidad de Chile. <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/143523/turistificacion-en-los-barrios-de-palafitos-de-castro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Manríquez, C., Hurtado, M., & Sills, P. (2018, 30 junio). METODOLOGÍA PARA UNA REHABILITACIÓN ARQUITECTÓNICA SOSTENIBLE: EL CASO DE LOS PALAFITOS DE CHILOÉ. *Arquitectura dle sur, 053*. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/AS/article/view/3184>
- González, M. (2013). Hábitat de bordemar: Gestación, evolución y perspectivas turísticas del patrimonio popular palafítico en el Archipiélago de Chiloé. [Maestría]. Universidad de Valladolid: Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Valladolid, España.
- Cárdenas, A. "Palafito: evolución, estado actual y puesta en valor de los 4 barrios de palafitos en Castro". [Seminario]. Santiago de Chile: Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2014.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2013, abril). *Guía de recomendaciones para la reparación y puesta en valor palafitos de Castro*.
- Vv.Aa. (2006). Guía de Arquitectura de Chiloé. Asociación de municipalidades de Chiloé, Gobierno de Chile, Junta De Andalucía, Embajada de España. <https://issuu.com/sebastiannunez09/docs/chiloe>
- Zepeda, C. (2015, 16 mayo). *Habitar el Bordemar, patrimonio popular palafítico en el Archipiélago de Chiloé*. T4. Cristian Zepeda Arancibia - Casiopea. https://wiki.ead.pucv.cl/T4._Cristian_Zepeda_Arancibia

Sistema de Saneamiento

- Nuñez, M. E. (2017, 18 diciembre). Falta de alcantarillado: la cara oculta de los palafitos de Castro. soychiloé. <https://www.soychile.cl/Chiloe/Cultura/2017/12/18/506334/Falta-de-alcantarillado-la-cara-oculta-de-los-palafitos-de-Castro.aspx>
- Macchiavello, P. (2011, 14 octubre). Vecinos piden solución a los problemas de palafitos de Castro. soychiloé. <https://www.soychile.cl/Chiloe/Sociedad/2011/10/14/44673/Vecinos-piden-solucion-a-los-problemas-de-palafitos-de-Castro.aspx>
- Alegría Calvo, M. A., & Celedón Cariola, E. (2006, diciembre). *Historia del sector sanitario chileno. De la gestión estatal hasta el proceso de privatización* (N.º 29). Instituto de Investigación de las Naciones Unidas para el Desarrollo Social. [https://www.unrisd.org/80256B3C005BCCF9/\(httpAuxPages\)/BA5CD54835B2ABB4C12572AD004266AB/\\$file/Calvo-Celed%C3%B3n.pdf](https://www.unrisd.org/80256B3C005BCCF9/(httpAuxPages)/BA5CD54835B2ABB4C12572AD004266AB/$file/Calvo-Celed%C3%B3n.pdf)

- Pflieger, G. (2008, diciembre). Historia de la universalización del acceso al agua y alcantarillado en Santiago de Chile (1970–1995). *Eure*, XXXIV. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612008000300007
- Mancilla, C. (2015, 14 febrero). *Chile avanza en la descontaminación de aguas residuales*. Diario Uchile. <https://radio.uchile.cl/2015/02/13/chile-avanza-en-la-descontaminacion-de-aguas-residuales/>
- Romeu Fernández, G. (2014, diciembre). *El mercado del tratamiento de aguas en Chile*. <https://www.camarazaragoza.com/externo/BoletinNET/docs/DocumentoHerramienta341.pdf>
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. (2018). *Estudio de Soluciones Sanitarias para el Sector Rural Unidad de Saneamiento Sanitario*. http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/estudio_de_soluciones_sanitarias_para_el_sector_rural_1.pdf
- Salas Rodríguez, J. J., Pidre Bocardó, J. R., & Cuenca Fernández, I. (2007, enero). *Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales: Generalidades*. Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA). https://www.researchgate.net/publication/275949965_Manual_de_tecnologias_no_convencionales_para_la_depuracion_de_aguas_residuales_Generalidades
- Diario Concepción. (2016, 10 octubre). Perspectiva del saneamiento en Chile [Comentario sobre el artículo “Perspectiva del saneamiento en Chile”]. *Diario Concepción*. <https://www.diarioconcepcion.cl/opinion/2016/10/10/perspectiva-del-saneamiento-en-chile.html>
- Esva. (s. f.). *Aguas Servidas*. Recuperado 27 de julio de 2021, de <https://portal.esval.cl/educacion/el-agua/aguas-servidas/>
- Ministerio de Desarrollo Social. (2015, mayo). Metodología formulación y evaluación de proyectos de evacuación, tratamiento y disposición de aguas servidas sector rural. <http://sni.gob.cl/storage/docs/metodologi%CC%81a-aguas-servidas-2015.pdf>
- Jara Barra, R. A. (2011). Análisis técnico económico de pozo húmedos de plantas elevadoras aguas servidas. <https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/48517/3560901535736UTFSM.pdf?sequence=1#:~:text=Planta%20Elevadora%3A'%20Conjunto%20de,a%20una%20Ocotopografica%20superior>
- Cabrera, V., Coña, P., Donoso, F., Meza, R., & Rojas, R. (s/f). *Humedales Artificiales para el tratamiento de aguas servidas*.
- BIOANTU. (2020b). *Humedales Depuradores; Portafolio 2020*.

Contaminación marina

- Universidad de Concepción. (2014). *Las aguas servidas y su depuración en zonas rurales. Situación actual y desafíos*. Editorial Universidad de Concepción. <http://www.eula.cl/giba/wp-content/uploads/2017/09/las-aguas-servidas-y-su-depuracion-en-zonas-rurales-situacion-actual-y-desafios.pdf>

- Rojas-Abalos, M. (2018, 5 febrero). *Contaminación marina: Una ola peligrosa*. Chile Científico. <https://chilecientifico.com/contaminacion-marina-una-ola-peligrosa/#:%7E:text=Los%20elementos%20de%20contaminaci%C3%B3n%20m%C3%A1s,animales%20y%20a%20sus%20cadenas%20tr%C3%B3ficas.>
- Pimentel, H. R. (2020, 1 septiembre). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. iAqua. <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>
- IAEA. Organismo Internacional de Energía Atómica. (s. f.). *Contaminación del mar: aplicación de técnicas nucleares | OIEA*. Recuperado 27 de julio de 2021, de <https://www.iaea.org/es/temas/contaminacion-del-mar-y-las-costas>
- Oceana. (2016, 7 noviembre). *La contaminación marina no es un accidente*. Oceana Chile. <https://chile.oceana.org/blog/la-contaminacion-marina-no-es-un-accidente>
- BBC News Mundo. (2016, 10 mayo). *Marea roja: las algas que están matando la fauna marina en Chile*. https://www.bbc.com/mundo/video_fotos/2016/05/160510_video_marea_roja_chile_lp
- Decreto n°90 de 2001 [Ministerio Secretaría General de la Presidencia]. Establece Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. 30 de Mayo del 2000. Recuperado de https://dga.mop.gob.cl/administracionrecursoshidricos/Documents/DTO_90_07_MAR_2001.pdf

Geografía y Topografía

- Gobernación Provincia de Chiloé; Ministerio del Interior y Seguridad Pública. (s. f.). Información Geográfica: Provincia de Chiloé. Recuperado 12 de noviembre de 2021, de <http://www.gobernacionchiloe.gov.cl/geografia/>

Normativas:

- Paris Segovia, D. E. (2007). Manual de instalaciones de redes públicas de agua potable y alcantarillado de aguas servidas. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmf cip234m/doc/bmf cip234m.pdf>
- Norma Chilena NCh3263; Ingeniería sanitaria - Alcantarillado de aguas residuales por vacío - Requisitos y ensayos. (2012).
- Consejo de Monumentos Nacionales de Chile. (2021, 23 mayo). Proyecto de Ley Patrimonio Cultural da su primer paso tras aprobación en general en la comisión de cultura de la cámara de diputados. CMN; Consejo de Monumentos Nacionales de Chile. Recuperado 12 de diciembre de 2021, de <https://www.monumentos.gob.cl/prensa/noticias/proyecto-ley-patrimonio-cultural-da-su-primer-paso-aprobacion-general-comision>
- Instituto Nacional de Normalización - INN Chile. (2002). *Norma Chilena; NCh2702; Instalaciones de alcantarillado - Cámaras de inspección domiciliarias - Requisitos generales*. https://www.arqydom.cl/wp-content/uploads/NCh2702_Camaras.pdf

2. Imágenes

- **Figura N°2.** Izq. Gutiérrez, P. (2005, 10 abril). Palafitos de Venezuela [Fotografía]. <https://www.flickr.com/photos/pgutierrez/7306829178>; Der. Scriven, E. (2017, 16 diciembre). Palafitos, coloridos palafitos sobre el borde del agua, exclusivo de Chiloé, Castro, Isla Grande de Chiloé, Chile, Sudamérica [Fotografía]. <https://www.alamy.es/palafitos-coloridos-palafitos-sobre-el-borde-del-agua-exclusivo-de-chiloe-castro-isla-grande-de-chiloe-chile-sudamerica-image214188703.html>
- **Figura N°4.** Contraloría General de la República. (2016). Fundamento para el manejo de aguas residuales [Esquema]. Informe de auditoría operativa acerca de la gestión del alcantarillado sanitario de la municipalidad de Alajuela. <https://docplayer.es/83970747-Informe-acerca-de-la-gestion-del-alcantarillado-sanitario-de-la-municipalidad-de-alajuela.html>
- **Figura N°5:** ESSAL. (s. f.). Alcantarillado - Límite de responsabilidad [Esquema]. Essal; pura vida. <https://www.essal.cl/servicios/alcantarillado>
- **Figura N°6:** Goldsack Jarpa, L., & Urrutia, J. P. (s. f.). Elementos del sistema [Esquema]. Sistema de alcantarillado - Universidad de Chile. <https://docplayer.es/23719187-Sistema-de-alcantarillado.html>
- **Figura N°9:** SISS. (2020b). Evolución de los sistemas de tratamiento de aguas urbanas [Esquema]. Informe de gestión del sector sanitario, 2020. https://www.siss.gob.cl/586/articles-19431_recurso_1.pdf
- **Tabla N°1:** Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2001, 7 marzo). Tabla n°1; Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales [Tabla]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=182637>
- **Tabla N°2:** Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2001, 7 marzo). Tabla n°4; Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua marinos dentro de la zona de protección litoral. [Tabla]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=182637>
- **Tabla N°3:** Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN. (2009, 7 abril). Tabla n°1; Niveles de Calidad Ambiental para Aguas Marinas y Estuarinas [Tabla]. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN. <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1001042>
- **Figura N°10:** Elaboración propia a partir de información de <https://www.openstreetmap.org/>
- **Figura N°13:** Nuñez, M. E. (2017, 18 diciembre). Cuando hay marea baja se sienten fuertes olores (Juan Pablo Fuenzalida). [Fotografía]. Falta de alcantarillado: la cara oculta de los palafitos de Castro - SoyChiloé. <https://www.soychile.cl/Chiloe/Cultura/2017/12/18/506334/Falta-de-alcantarillado-la-cara-oculta-de-los-palafitos-de-Castro.aspx>
- **Tabla N°8:** Municipalidad de Castro. (2006, 28 noviembre). Normas específicas Zona E5 [Tabla]. Ordenanza Local PRC de Castro. http://municastro.cl/Ordenanza_Plan_Regulador.pdf

- **Tabla N°9:** Municipalidad de Castro. (2006, 28 noviembre). Normas específicas Zona C1 [Tabla]. Ordenanza Local PRC de Castro. http://municastro.cl/Ordenanza_Plan_Regulador.pdf
- **Tabla N°10:** Municipalidad de Castro. (2006, 28 noviembre). Normas específicas Zona C2 [Tabla]. Ordenanza Local PRC de Castro. http://municastro.cl/Ordenanza_Plan_Regulador.pdf
- **Tabla N°11:** ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES. (2017, septiembre). Artículo 2.6.3 Angulo de las Rasantes [Tabla]. ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES. <https://www.minvu.cl/wp-content/uploads/2019/05/OGUC-Junio-2020-D.S.-N%C2%B032-D.O.-13-06-2020.pdf>
- **Tabla N°12:** Valenzuela, D. (2007, junio). *Red de colectores de aguas servidas* [Tabla]. Diagnóstico y mejoramiento de las condiciones de saneamiento básico de la comuna de Castro. http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/valenzuela_d/sources/valenzuela_d.pdf
- **Figura N°41:** Valenzuela, D. (2007, junio). *Desembocadura del estero Ten-Ten en la bahía de Castro*. [Fotografía]. DIAGNÓSTICO Y MEJORAMIENTO DE LAS CONDICIONES DE SANEAMIENTO BÁSICO DE LA COMUNA DE CASTRO. http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2007/valenzuela_d/sources/valenzuela_d.pdf
- **Figura N°42:** [Funcionamiento planta de tratamiento con lodos activados.]. (s. f.). Plantas de tratamiento de aguas residuales. <https://tratamientodeaguasresiduales.net/plantas/>
- **Figura N°43:** Elaboración propia a partir de información recuperada de Geonodo en <http://sit.siss.cl:81/#/app/maps/13> información otorgada por la Empresa Essal.
- **Tabla N°13:** SISS. (2020). *Consumo de agua potable* [Tabla]. Informe de gestión del sector sanitario 2020. https://www.siss.gob.cl/586/articles-19431_recurso_1.pdf
- **Figura N°35:** Viavac. (s. f.). Como funciona el sistema a vacío [Esquema]. Sistema de alcantarillado sanitario a vacío para recolección de aguas residuales. <https://www.viavac.net/componentes.html>
- **Figura N°47:** Sewervac. (s. f.). Sistema de saneamiento por vacío en exteriores según la norma UNE-EN 16932–3 [Esquema]. Sewervac. <https://sewervac.es/saneamiento-vacio/>
- **Figura N°49:** Aqseptence Group, recuperado de <https://www.aqseptence.com/app/es/solutions/airvac-tortel-chile/>
- **Figura N°52:** Blázquez, J. (2016). Humedal artificial de flujo superficial (FS). [Figura]. Recuperado de: https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/57213/1/Analisis_de_los_modelos_de_diseno_de_los_sistemas_na_R abat_Blazquez_Jorge.pdf

- **Figura N°58:** Halton region. (s. f.). About Backwater Valve Installation [Gif]. Halton region. <https://www.halton.ca/For-Residents/Water-and-Environment/Enhanced-Basement-Flooding-Prevention-Subsidy-Prog/Backwater-Valve-Installation-Subsidy>
- **Figura N°59:** Aguas Claras engenharia. (s. f.). [Imagem]. Aguas Claras engenharia. <https://aguasclarasengenharia.com.br/estacao-elevatoria-de-esgoto-2/>
- **Figura N°60:** Pumping solutions. (s. f.). House making use of sewage pumping station. [Imagem]. Pumping solutions. <https://www.pumpingsolutions.co.uk/blog/what-is-a-sewage-pumping-station/>