

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial**



Diseño de modelo de localización para ESVAL S.A. basado en el desarrollo de clientes.

Por

María José Gárate Pérez

Trabajo de Título para optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y
Título de Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Erik Schulze González

Diciembre, 2018

Dedicatoria

A mis personas favoritas del mundo...

Agradecimientos

A todas las personas que supieron cuándo dejarme sola para estar en lo mío, sabiendo que no sirve de nada apurarme porque nada ni nadie sabe mejor que yo cuáles son mis momentos de concentración.

En especial a la mejor amiga del mundo mundial por siempre desconcentrarme cuando no era necesario y por estar conmigo incluso cuando no quiere nada de la vida, eres la mejor!!

A Ignacio por siempre acompañarme y estar para mí durante todo el proceso y sus imprevistos (que corto no fue) y competir conmigo aunque supiera que siempre le ganaré jajaja sos lo más!!

A mi profesor guía que se la jugó desde un comienzo conmigo contra viento y marea apostando por su estudiante y ayudando con todo lo posible como pocos lo harían, muchas gracias profe!!

Y por supuesto agradezco a mi familia en especial a mi mami que sin ella a ninguna parte! La que siempre estuvo, la que siempre supo que lo lograría, la que nunca dudo ni juzgó absolutamente nada de lo que yo decidiera, y siempre puso a todos sus angelitos acompañándome en el camino, TE AMO MAMI!

Índice

<i>Resumen</i>	11
<i>Abstract</i>	12
<i>Introducción</i>	13
1. <i>Capítulo 1: Descripción de la empresa</i>	14
2. <i>Capítulo 2: Situación actual</i>	19
2.1. <i>Planteamiento del Problema</i>	23
2.2. <i>Objetivos</i>	28
2.2.1. <i>Objetivo general</i>	28
2.2.2. <i>Objetivos específicos</i>	28
2.3. <i>Resultados esperados</i>	28
3. <i>Capítulo 3: Marco Teórico</i>	29
Métodos de proyección.....	29
Modelos de localización.....	30
3.1. <i>Metodología</i>	33
4. <i>Capítulo 4: Aplicación de la metodología</i>	34
4.1. <i>Proyección del desarrollo de clientes</i>	34
4.2. <i>Identificación de ubicaciones candidatas</i>	39
4.3. <i>Identificación de puntos potenciales de demanda</i>	42
4.4. <i>Cálculo de distancias entre puntos</i>	43
4.5. <i>Definición de variables, restricciones y función objetivo</i>	43
4.6. <i>Validación de modelo</i>	48
4.7. <i>Escenario +5</i>	51
5. <i>Conclusiones y recomendaciones</i>	56
6. <i>Bibliografía</i>	58
7. <i>Anexos</i>	59
7.1. <i>Matriz Vester</i>	59
7.2. <i>Formulario Solicitud de Factibilidad</i>	60

Glosario

Concreción: Estado en el que un proyecto se encuentra finalizado.

Estación tipo booster: Método de aumento de presión en las cañerías.

Modelo de Localización: Modelo matemático que entrega la ubicación de nuevas instalaciones.

Proyecto de envergadura: Proyectos con solicitudes iguales o superiores a 50 U.H.

Pull: Tipo de sistemas en que son los clientes los que generan las solicitudes de trabajo.

Territorio operacional: Sector dentro de una localidad que se encuentra dentro de los límites urbanizados.

Lista de abreviaturas

B.O.: Business Objects, base de datos interna.

DFL: Decreto con Fuerza de Ley.

DGA: dirección general de aguas.

FTO: Fuera del Territorio Operacional.

SISS: Superintendencia de Servicios sanitarios.

U.H.: Unidades habitacionales.

Lista de figuras

Figura 1.1 Organigrama general	15
Figura 1.2 Proceso de entrada de clientes	18
Figura 2.1 Proceso proyectos FTO	22
Figura 2.1.1 Valoración según nivel de relación en ARA.....	24
Figura 2.1.2 Árbol de Realidad Actual.....	25
Figura 4.2.1 Comuna de Villa Alemana	39
Figura 4.2.2 Comuna de Viña del Mar	40
Figura 4.2.3 Ubicaciones candidatas	41
Figura 4.3.1 Puntos potenciales de demanda	42
Figura 4.5.1 Resultado modelo propuesto	47
Figura 4.6.1 Puntos de interés	48
Figura 4.6.2 Resultado modelo propuesto	50
Figura 4.7.1 Puntos relevantes modelo +5 años	52
Figura 4.7.2 Resultado modelo propuesto +5	55

Lista de gráficos

Gráfico 2.1.1 Resultados Matriz Vester	27
Gráfico 4.1.1 Cantidad de clientes incorporados por año	34
Gráfico 4.1.2 Cantidad de U.H. Solicitadas por año	35
Gráfico 4.1.3 Concreción por tipo de cliente	36
Gráfico 4.1.4 Participación por tipo de cliente	37

Lista de tablas

Tabla 2.1 Resumen datos últimos años	19
Tabla 2.2 Distribución por año de concreción	20
Tabla 2.3 Resumen promedio de datos por tipo de cliente	21
Tabla 2.4 Datos Fuera del Territorio Operacional (FTO).....	21
Tabla 2.1.1 Listado de efectos indeseados	23
Tabla 2.1.2 Tabla resultados de consistencia matriz Vester.....	26
Tabla 3.1 Comparación de modelos de localización	32
Tabla 4.1.1 Resultado Proyección de U.H.	36
Tabla 4.1.2 Crecimiento por localidad	38
Tabla 4.3.1 Solicitudes por punto de concentración de demanda	42
Tabla 4.4.1 Distancias entre puntos y ubicaciones candidatas	43
Tabla 4.5.1 Resultados variable “xj”	45
Tabla 4.5.2 Resultados obtenidos en Solver.....	46
Tabla 4.5.3 Resultados distancias obtenidas	46
Tabla 4.6.1 Distancias entre puntos y ubicaciones candidatas actuales	49
Tabla 4.6.2 Resultados variable “xj” actuales.....	49
Tabla 4.6.3 Resultados obtenidos en Solver actuales.....	50
Tabla 4.6.4 Resultados distancias obtenidas actuales	50
Tabla 4.7.1 Proyección +5 años.....	51
Tabla 4.7.2 Distancias entre puntos y ubicaciones candidatas +5	53
Tabla 4.7.3 Resultados variable “xj” +5.....	54
Tabla 4.7.4 Resultados obtenidos en Solver +5.....	54
Tabla 4.7.5 Resultados distancias obtenidas +5	55

Lista de fórmulas

4.1.1	37
4.5.1	44
4.5.2	44
4.5.3	44
4.5.4	44
4.5.5	44

Resumen

En la región de Valparaíso, la empresa que se dedica a la producción y distribución de agua potable, además del tratamiento y disposición de aguas servidas es ESVAL S.A., la cual consta de distintas oficinas corporativas y plantas de producción y tratamiento dentro de la región. En la oficina de Viña del Mar se encuentra el problema descrito en el presente trabajo de título, específicamente en la gerencia de Nuevos Servicios, en donde se reciben las solicitudes generadas por los distintos tipos de clientes que requieran nuevas conexiones a la red ESVAL.

La propuesta de un *modelo de localización* para ESVAL, busca aumentar la entrada de clientes por proyectos que se realizan *fuera del territorio operacional*, es decir, aquellos que aumentan la población territorialmente. Este tipo de proyectos actualmente ocupa más del 50% de las solicitudes recibidas anualmente, y a pesar de esto, se tiene registro de al menos 10 proyectos de envergadura anuales que se pierden por concepto de falta de las instalaciones necesarias para el correcto progreso de los trabajos.

Para llevar a cabo lo anterior, en primer lugar se identifica el proceso actual de entrada de clientes, indicando los datos relevantes dentro del sistema; con esto se genera un *modelo de proyección de demanda* que indica el crecimiento de la empresa en cuanto a la entrada de clientes anualmente; teniendo la proyección, se crea un modelo de localización para nuevos estanques según los casos que sea necesario por el aumento territorial de la población; finalmente con el modelo de localización, se formula una propuesta para la empresa de la aplicación del modelo en respuesta al crecimiento de la población.

Todo lo anterior en base a una metodología propia que permite utilizar un modelo de localización llamado "*modelo de P-mediana*", que en su confección busca disminuir la suma de las distancias entre las concentraciones de demanda y, en este caso, los estanques que se desean construir. En este proceso se consideran distintas restricciones para la creación del modelo matemático, tales como la cantidad de estanques a instalar, que todos los puntos de demanda deben quedar cubiertos por los estanques, entre otros.

Como se menciona anteriormente, el enfoque del trabajo está en los proyectos de envergadura fuera del territorio operacional ya que tienen un porcentaje que generaría alto impacto al momento de plantear nuevos procesos que aumenten el ingreso de solicitudes de este tipo. La propuesta de trabajo que se le presenta a la empresa, busca que se comience a trabajar de manera proactiva y de esta forma disminuir la pérdida de clientes potenciales que se ha estado dando a través de los años, y con ello aumentar el crecimiento anual de la empresa.

Palabras clave: Localización – Modelos de Cobertura – Máxima Cobertura – Modelo P-mediana

Abstract

In the region of Valparaíso, the company that is dedicated to the production and distribution of drinking water, in addition to the treatment and disposal of wastewater is ESVAL S.A., which consists of different corporate offices and production and treatment plants within the region. In Viña del Mar's office there is the problem described in the present document, specifically in the management of New Services, where the requests generated by the different types of clients that require new connections to the ESVAL network are received.

The proposal of a location model for ESVAL, seeks to increase the entry of clients by projects that are carried out outside the operational territory, that is, those that increase the population territorially. This type of projects currently occupies more than 50% of the requests received annually, and despite this, there is a record of at least 10 large-scale projects that are lost due to the lack of the necessary facilities for the correct progress of the works.

To carry out the above, the current process of client input is first identified, indicating the relevant data within the system; With this, a demand forecast model is generated, which indicates the company's growth in terms of customer entry annually; having the forecast, a location model for new ponds is created according to the cases that are necessary for the territorial increase of the population; Finally, with the localization model, a proposal is made for the company to apply the model in response to population growth.

All the above based on a proprietary methodology that allows us to use a location model called "P-median model", which in its preparation seeks to reduce the sum of the distances between the demand concentrations and, in this case, the ponds that they want to build. In this process, different restrictions are considered for the creation of the mathematical model, such as the number of ponds to be installed, that all demand points must be covered by the ponds, among others.

As mentioned above, the focus of the work is on large projects outside the operational territory since they have a percentage that would generate high impact when considering new processes that increase the income of applications of this type. The work proposal that is presented to the company, seeks to begin to work proactively and thus reduce the loss of potential customers that has been occurring over the years, and thereby increase the annual growth of the company.

Keywords: Location - Coverage Models - Maximum Coverage - Model P-median

Introducción

Para funcionar adecuadamente, una empresa debe estar consciente de todos los factores de crecimiento que le afectan, ya sea directa o indirectamente. Debe ser capaz de anticiparse a las eventualidades que requieran accionar de la empresa y siempre con la mentalidad de satisfacer constantemente a sus usuarios.

Sin embargo, existen factores que no influyen al correcto funcionamiento de la empresa, pero si a su crecimiento. Como es el caso de la deserción de potenciales clientes, situación que puede ocurrir en empresas tanto de productos como de servicios. Y es en este tema en donde se debe poner especial cuidado, ya que son pérdidas que terminan por afectar a todos los ámbitos de la empresa, especialmente a los ingresos tanto financieros como de nuevos usuarios.

Al ser los usuarios entes externos, la empresa no tiene control sobre sus acciones, que en la situación planteada es la fuente de crecimiento de ESVAL. Es por esto que en el departamento de Nuevos Servicios se busca disminuir todos los factores que puedan detener la entrada de nuevos clientes y con ello aumentar el crecimiento anual de la empresa.

Para lograr el objetivo de proponer un modelo de localización basado en la proyección del desarrollo de clientes, se utilizan métodos de proyección que entregan un modelo predictivo del desarrollo de una localidad en específico, para luego basarse en una metodología propia que ayuda a la formulación del modelo de localización, identificando tanto los puntos de demanda como las ubicaciones candidatas para nuevas instalaciones, considerando las restricciones que se presentan en el caso y finalmente generar un modelo de localización del tipo P-mediana que entregue la ubicación exacta para responder a la pregunta ¿dónde realizar trabajos de nuevas instalaciones para satisfacer al futuro crecimiento poblacional?

1. Capítulo 1: Descripción de la empresa

ESVAL es una sociedad dedicada a la producción y distribución de agua potable, y recolección, descontaminación y disposición de aguas servidas, que efectúa además prestaciones relacionadas con dichas actividades, en la forma y condiciones establecidas en la Ley que autoriza su creación y otras normas que le sean aplicables. (ESVAL.SA)

Visión:

“Ir más allá de las expectativas de nuestros clientes, generando valor en forma sostenible.”

Misión:

“Mejorar la calidad de vida de las personas, contribuyendo al desarrollo regional, con un equipo comprometido con la excelencia en la gestión integral del agua.”

El territorio operacional de la compañía comprende las áreas urbanas de la Región de Valparaíso, que la anterior Empresa de Obras Sanitarias de la Región atendía al 27 de enero de 1986 –exceptuados los sectores entregados en concesión a servicios particulares o municipales–, más aquellas zonas de expansión contempladas dentro de los planes de desarrollo que aprueba la Superintendencia de Servicios Sanitarios, de acuerdo con lo establecido en la Ley N° 18.777 y en el decreto N° 2.166/78 y 69/89, ambos del Ministerio de Obras Públicas.

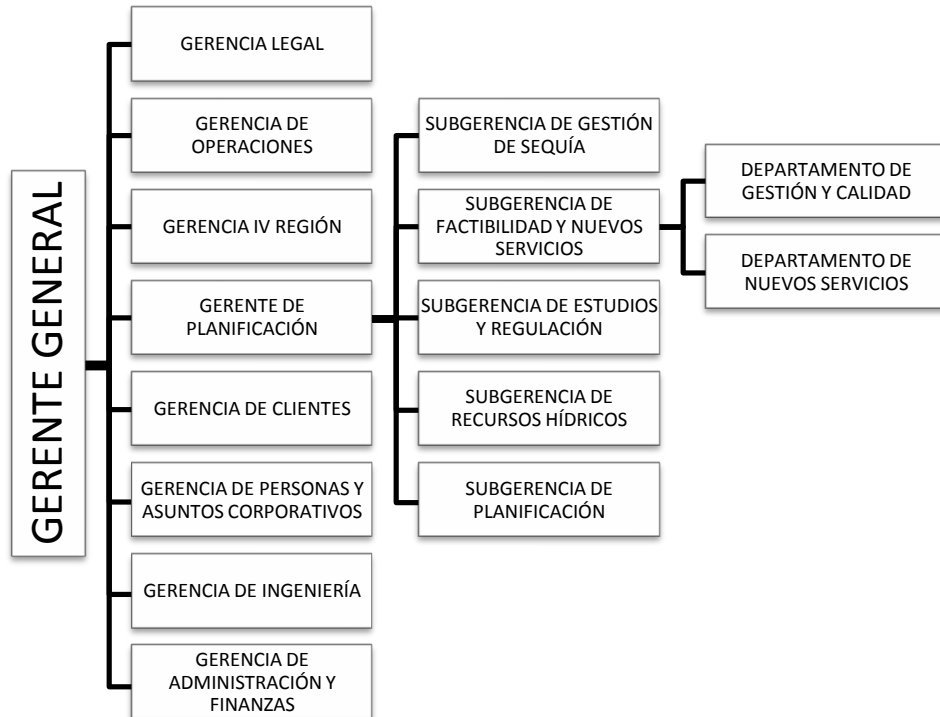
ESVAL S.A. es una empresa que actúa como *operador monopólico* de un servicio de primera necesidad, lo que a través de los años ha generado que su modelo de negocio esté más bien dirigido a la mejora del servicio que a la búsqueda de nuevos clientes, lo que se traduce en un sistema de trabajo del tipo *“pull”*. Adicionalmente, la empresa presta servicios de agua potable a otras localidades, fuera del área de concesión en la comuna de Algarrobo, en base a convenios suscritos con las comunidades de Algarrobo Norte, Mirasol y Las Brisas.

El 25 de noviembre de 2003, la empresa se adjudicó en licitación pública, el derecho de explotación por 30 años de las concesiones de la que es titular ECONSSA CHILE (a la sazón ESSCO), sanitaria de la Región de Coquimbo. Para tales efectos, el día 4 de diciembre de 2003 se constituyó una sociedad anónima filial denominada Aguas del Valle, la cual está sometida a las normas que rigen a las sociedades anónimas abiertas. Aguas del Valle produce y distribuye agua potable; recolecta, descontamina y dispone aguas servidas, para lo cual realiza además las prestaciones relacionadas a dichas actividades, en los términos establecidos en el DFL N° 382 de 1988, del Ministerio de Obras Públicas, y demás normas aplicables.

El ente que regula la actividad de ESVAL y el sector sanitario en su conjunto es la Superintendencia de Servicios Sanitarios, creada en 1990, a través de la Ley N° 18.902, con el objeto de garantizar a la población que la prestación de los servicios sanitarios, en cuanto a cantidad, calidad y precio corresponden al ofrecido y son posibles de sostener en el largo

plazo, y que el agua, una vez utilizada, será tratada y dispuesta en consonancia con el desarrollo sustentable.

Figura 1.1 Organigrama general



Fuente: Elaboración propia en base a web corporativa.

ESVAL como empresa sanitaria, cuenta con más de 1600 personas trabajando en distintas dependencias de la V región y son gestionadas a partir de la gerencia general junto a ocho gerencias, como se puede apreciar en el organigrama simplificado anterior (Figura 1.1):

- Gerencia Legal
- Gerencia de Operaciones
- Gerencia IV región
- Gerencia de Clientes
- Gerencia Personas y Asuntos Corporativos
- Gerencia de Ingeniería
- Gerencia de Administración y Finanzas
- Gerencia de Planificación

Específicamente, la gerencia de Planificación busca anteponerse a hechos y sucesos futuros para mantener la cantidad y calidad del servicio que ofrece ESVAL centrándose en cinco aristas que se trabajan como subgerencias:

- Subgerencia de gestión de sequías: es la subgerencia más reciente, ya que se creó (y se separó de la subgerencia de recursos hídricos) luego de los problemas relativamente recientes de las sequías de los últimos años que implica una disminución de las reservas de aguas, por lo que se centra en nuevas metodologías de captación, retención y distribución de aguas a través de cálculos hidrológicos en cuencas y aguas subterráneas pero sólo para los casos de escasez.
- Subgerencia de estudios y regulación: encargada de velar por los vacíos técnicos y legales que surgen ante la evolución de las urbes, legislaciones chilenas y el entorno natural en el que se trabaja con el objetivo de regular y estandarizar procesos y protocolos que aseguren la calidad del servicio, previa investigación.
- Subgerencia de recursos hídricos: al igual que la subgerencia de gestión de sequías, se hacen los cálculos de todas las fuentes de agua dentro del marco legal establecido por la DGA para una correcta distribución del agua en los distintos sectores dentro del área de concesión.
- Subgerencia de planificación: trabaja bajo las necesidades y proyecciones de todas las subgerencias de la gerencia de planificación de manera coordinada.
- Subgerencia de factibilidad y nuevos servicios: realiza los análisis de factibilidad de dación de servicios de agua potable y/o alcantarillado para proyectos públicos y privados dentro de la zona de concesión.

De este último, se divide el trabajo entre el departamento de gestión y calidad y el departamento de nuevos servicios. El primero tiene como objetivo establecer los procesos y gestión de los proyectos que ingresan los clientes, elaboración de bases de datos, productividad y control de los tiempos de respuesta de cada ingreso, mientras que el departamento de nuevos servicios cumple con el análisis técnico de factibilidad de dación o regulación de servicios y el cumplimiento de los estándares vigentes de ESVAL y las legalidades chilenas en cada proyecto presentado.

La empresa funciona con 3 tipos de clientes:

- Unifamiliares: Personas naturales que desean hacer trabajos que requieran conexión a la red ESVAL. Usualmente son solicitudes de hasta 10 unidades habitacionales (U.H.).
- Entes Fiscales: Proyectos financiados o impulsados por el gobierno.
- Entes Inmobiliarios o Constructoras: Proyectos realizados por empresas inmobiliarias que usualmente se consideran como proyectos de envergadura, sus solicitudes superan las 50 U.H.

Sin embargo, debido a la falta de información en los datos históricos de la empresa, se encuentra un 4to tipo de cliente identificado como “unifamiliar de envergadura”, y son aquellas solicitudes realizadas por personas naturales pero que consideran sobre 50 U.H.

Quienes hacen el análisis mencionado previamente son todos analistas de nuevos servicios que trabajan en distintos equipos separados por la zona en la que se encuentra el proyecto ingresado: Zonal de Valparaíso, Zonal de Quillota, Zonal de San Felipe y Zonal del Litoral Sur, cada uno con sus respectivas comunas asignadas.

Las tareas que desempeña la unidad de nuevos servicios se dividen en las siguientes:

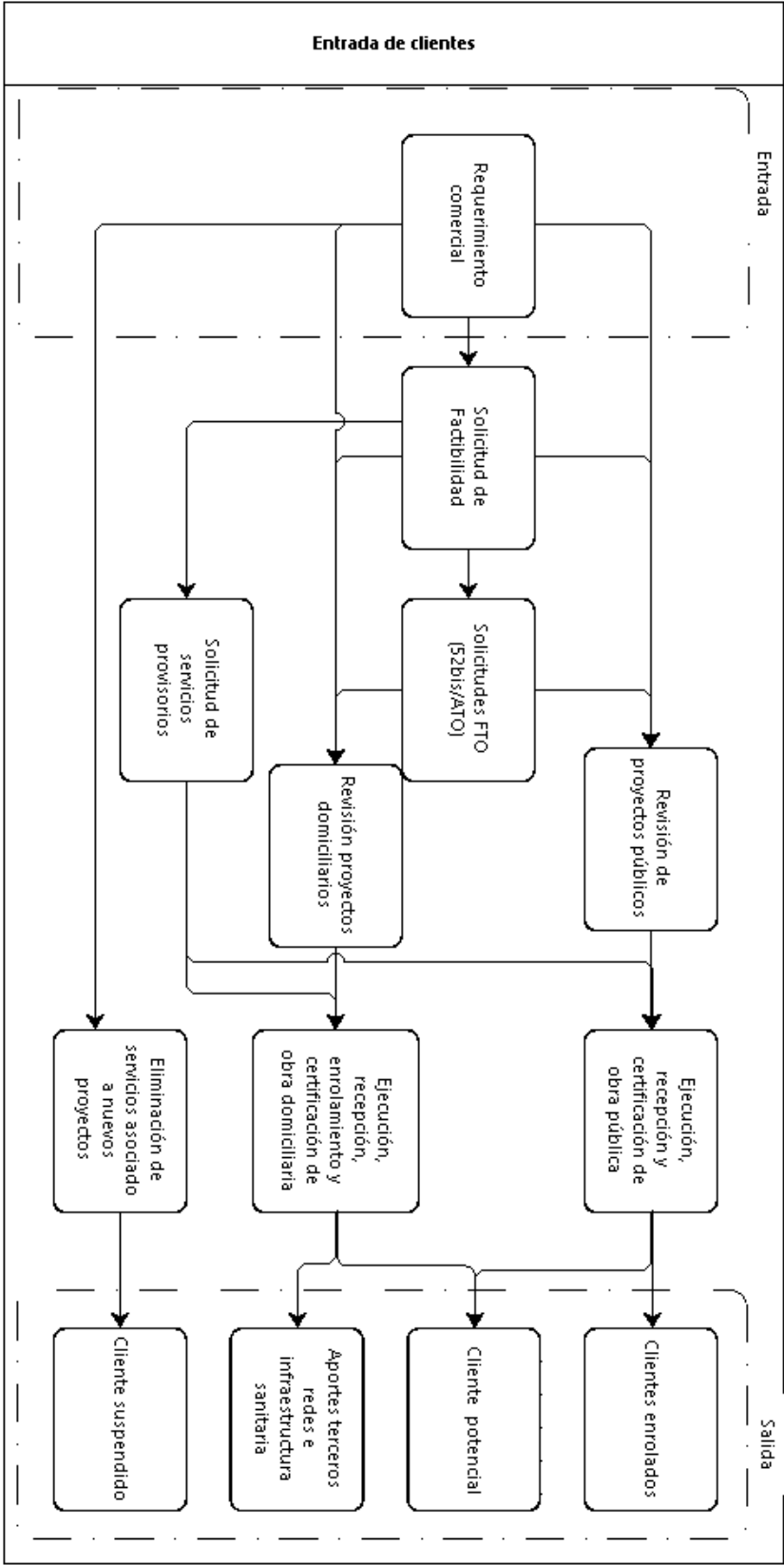
- Analizar factibilidad técnica de dación de servicios.
- Revisión de proyectos domiciliarios de agua potable y alcantarillado.
- Revisión de proyectos públicos de agua potable y alcantarillado.
- Revisión de proyectos de macro infraestructura.
- Coordinación en terreno.

El análisis de factibilidad técnica de dación de servicios, corresponde a la evaluación de las solicitudes de certificado de factibilidad por parte de los actuales o futuros clientes de Esval para que se le informen los puntos de conexión de agua potable y/o empalme de aguas servidas para la propiedad (se incluye formulario en anexo 7.2). Luego del ingreso comercial de la solicitud, se confirma si la propiedad está dentro de la zona de concesión, si es que existe matriz y/o colector cerca para generar la respuesta dependiendo si se le da el certificado, si se realiza un convenio en zonas rurales, si debe realizar proyecto de extensión, si puede tener servicios particulares de agua potable y/o alcantarillado o si se rechaza por estar muy alejado de la zona de concesión, según sea el caso; todo esto cumpliendo todos los estándares legales según establece la SISS.

A partir de lo anterior, y si es necesario, un proyectista comienza la segunda etapa de evaluación de proyectos, quien revisa, aprueba o realiza observaciones según corresponda, y a su vez actúa como fiscalizador del proyecto, pudiendo realizar visitas no programadas a la obra, inspeccionando el cumplimiento de normas y estándares pertinentes.

En la figura 1.2 se muestra el proceso de entrada de clientes, en el cual se encuentra desde que el interesado realiza el requerimiento comercial que necesita, hasta que se convierte en un nuevo cliente.

Figura 1.2 Proceso de entrada de clientes



Fuente: Elaboración propia en base a modelo empresa.

2. Capítulo 2: Situación actual

El estar inmerso en un modelo de negocios del tipo pull, genera un nulo control en el ingreso de clientes, por lo que la empresa depende únicamente de las solicitudes de externos para lograr el crecimiento esperado año a año. Actualmente la empresa posee un registro de crecimiento a través de los años que consta del ingreso y desarrollo de nuevos clientes. Cabe destacar que la entrada de clientes comienza con la “solicitud de certificado” el cual especifica la cantidad de U.H. necesarias, y al concretarse un proyecto se incorporan los nuevos clientes (figura 1.2). En la tabla 2.1 se muestra el total de solicitudes realizadas anualmente y la cantidad de clientes que se incorporaron en los últimos 8 años.

Tabla 2.1 Resumen datos últimos años

Año	Cantidad certificados solicitados	Cantidad U.H solicitadas	Cantidad de clientes incorporados
2010	6.831	110.811	14.722
2011	7.089	112.915	9.802
2012	6.771	118.083	7.358
2013	6.252	100.888	11.398
2014	6.937	75.102	14.066
2015	8.899	125.273	11.854
2016	8.141	126.748	13.210
2017	8.114	152.226	14.539

Fuente: Elaboración propia en base a datos Business Objects.

Al considerar que el proceso indica que 1 U.H. debe eventualmente convertirse en 1 cliente, pero en la realidad los clientes ingresados al sistema no alcanzan el 20% en relación a la cantidad de solicitudes de U.H. anual, se observa un permanente retraso en los proyectos que ingresan. En la tabla 2.2 se muestra el porcentaje de concreción anual que tienen los proyectos, esto considerando el año en que ingresaron al sistema (año de factibilidad) y el año en que se ingresa como nuevo cliente (año de concreción), por ejemplo, del total de clientes incorporados el año 2017, el 13% corresponde a solicitudes ingresadas el año 2017, 35% provienen del 2016, etc.

Tabla 2.2 Distribución por año de concreción

		Año de Factibilidad								Total
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Año de Concreción	2010	19%								19%
	2011	44%	22%							66%
	2012	27%	32%	11%						71%
	2013	19%	32%	38%	6%					95%
	2014	2%	18%	29%	28%	18%				95%
	2015	1%	5%	11%	36%	31%	15%			99%
	2016	1%	0%	5%	15%	30%	34%	14%		99%
	2017	1%	1%	1%	3%	16%	30%	35%	13%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a datos Business Objects.

En la tabla 2.2 se observa el retraso en la concreción de los proyectos, ya que existe un porcentaje de clientes incorporados menor al 5% que sigue quedando pendiente luego de 5 años, que es en promedio el tiempo en que un proyecto de envergadura se concreta. Lo anterior ocurre por clientes que se encuentran estancados entre procesos o proyectos incompletos por problemas tales como la no aprobación de las fiscalizaciones programadas, falta de infraestructura sanitaria necesaria, incumplimiento de plazos establecidos, u otros factores que aumentan e indeterminan el tiempo de proyecto. Se debe considerar, que existen factores que salen del control de la empresa y que igualmente extienden los tiempos entre procesos, uno de ellos es que los plazos para que el interesado responda o envíe sus solicitudes no está determinado por ninguna legalidad ni por la empresa, es decir, cuando se cumple una etapa y para la siguiente se requiere que el interesado realice alguna acción, éste no está obligado a cumplir algún tiempo estipulado.

Cada tipo de cliente tiene distintos resultados, pues los tipos de proyectos varían entre ellos y a la vez los tiempos a los que se atienen son diferentes. Por ejemplo en el caso de entes fiscales, siempre existe un plazo máximo otorgado por los municipios para realizar los proyectos, en cambio un cliente unifamiliar responde sólo a sí mismo, por lo que un retraso en su planificación no tiene mayores consecuencias. Por otro lado, las dimensiones entre un proyecto de inmobiliaria versus la de un unifamiliar serán totalmente distintas, una solicitud de un ente inmobiliario puede incorporar más de 2000 clientes, en cambio un unifamiliar no supera los 10 clientes incorporados.

La tabla 2.3 muestra la relación porcentual entre las distintas variables, considerando un promedio de los años estudiados, por tipo de cliente. En ella queda en evidencia la alta participación de inmobiliarias, quienes aportan el 61% del total de unidades habitacionales solicitadas y a su vez concretan el 15% de ellas anualmente.

Tabla 2.3 Resumen promedio de datos por tipo de cliente

Tipo de cliente	U.H. solicitadas/total	Concreción por tipo de cliente
Fiscal	15%	12%
Inmobiliaria	61%	15%
Uni. envergadura	15%	4%
Unifamiliar	9%	18%

Fuente: Elaboración propia en base a datos B.O.

El crecimiento poblacional provoca un aumento de clientes, y tal crecimiento puede ser “territorial” (cuando se expande la zona original de territorio operacional), o de “densidad poblacional” (aumento de habitantes por localidad, sin traspasar los límites urbanos existentes). Cuando esto ocurre, ESVAL debe ser capaz de cubrir el aumento en el consumo de agua potable; en primera instancia se aumenta la presión de agua con *estaciones tipo booster*, con lo cual se puede llegar más lejos en un aumento de territorio, o bien, permite que más personas ocupen la misma cantidad de agua simultáneamente. Si la instalación de estas estaciones no da abasto al aumento de consumo, se opta por una segunda opción, que consiste en la instalación de un nuevo estanque de agua potable que cubra el consumo máximo esperado con el crecimiento de la localidad.

Cuando el crecimiento es del tipo densidad poblacional, el estanque necesario se instala inmediatamente a un lado de uno ya existente, de esta forma se aumenta la cantidad de agua potable disponible para el consumo de la población. Sin embargo, cuando el crecimiento es de tipo territorial y las instalaciones existentes no dan abasto a la expansión del territorio operacional, se debe buscar un espacio apto para su construcción. Tal espacio debe contar con las medidas hidráulicas necesarias para su buen funcionamiento, y dado a que las dimensiones del estanque deben cumplir con los estándares exigidos por ley chilena, no se requiere una mayor consideración en este ámbito.

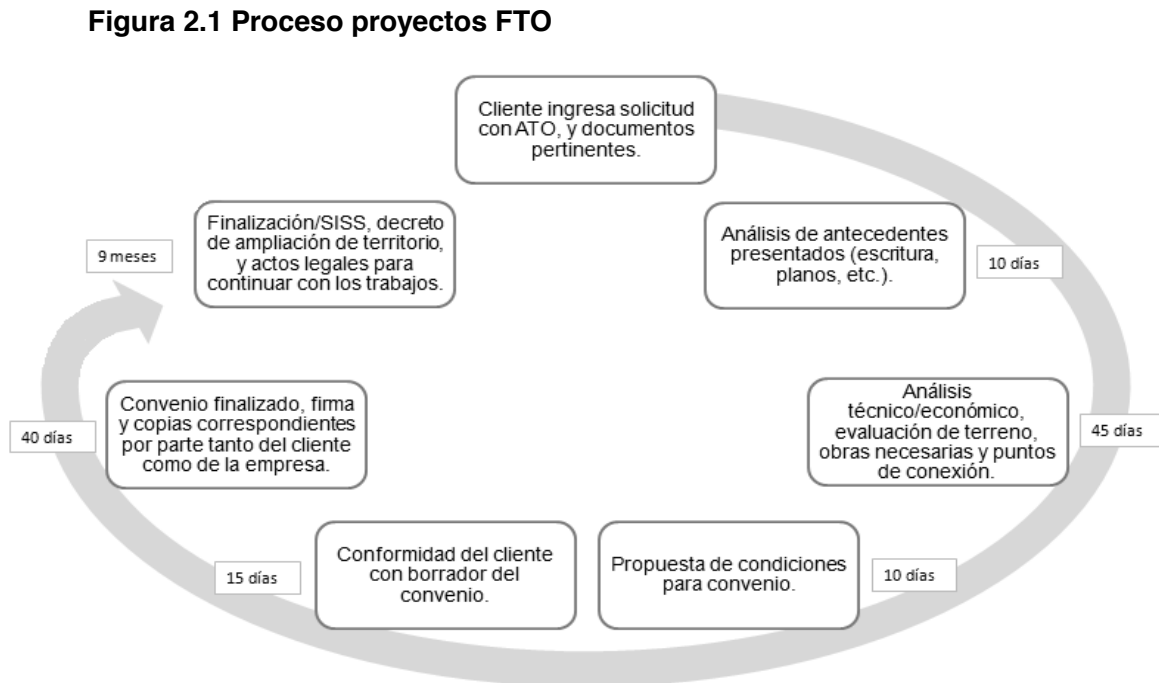
Tabla 2.4 Datos Fuera del Territorio Operacional (FTO)

Año	Total U.H Solicitadas	UH FTO	% UH FTO/total UH
2016	126.748	69.799	55%
2017	152.226	75.337	49%

Fuente: Elaboración propia en base a datos B.O.

En la tabla 2.4 se muestra la proporción que ocupan las solicitudes de U.H. fuera del territorio operacional versus las solicitadas dentro, lo que distingue el tipo de crecimiento que se generaría con los trabajos que se quieren realizar. Para la construcción de la tabla se utilizan los últimos 2 años solamente debido a falta de información de años anteriores.

Tomando en cuenta que solicitudes del tipo FTO corresponden aproximadamente a un 52% de las solicitudes anuales, el enfoque se torna hacia ellas. En la figura 2.1 se muestra el proceso que siguen las solicitudes del tipo FTO junto con los tiempos definidos en cada etapa.



Fuente: Elaboración propia en base a “experiencia convenio”

Desde el año 2014 se tiene registro de 36 proyectos FTO que no se han capturado por deserción de entes inmobiliarios, la razón más frecuente es por falta de las obras necesarias al momento de comenzar las negociaciones del convenio, ya que para la construcción de estas obras se tarda más de 2 años en total (esto haciendo referencia al proceso de planificación, aceptación y construcción de un estanque). Considerando que los mencionados son proyectos de envergadura, se convierte en una pérdida significativa de clientes potenciales, pues cada proyecto podría representar alrededor de 1.000 clientes una vez concretado.

Actualmente la infraestructura necesaria para el crecimiento territorial, se analiza de forma reactiva ante la llegada de nuevos proyectos, esto generado precisamente por lo mencionado anteriormente en relación al tipo de trabajo con el que funciona la empresa, lo que ha derivado a falta de eficiencia en los procesos, retardo en los trabajos e incertidumbre a los interesados, dado que para la realización de estas actividades necesitan constante utilización de agua, y por supuesto para el momento en que acaben los trabajos y comiencen a ser habitados. Cabe destacar, que al ser un procedimiento reactivo, se producen contratiempos al momento en que se define el lugar en que debería estar el estanque, ya que puede resultar ser un espacio que pertenezca a alguien que no lo quiera ceder para estos trabajos.

2.1. Planteamiento del Problema

Para la descripción del problema se utiliza un *Árbol de Realidad Actual* (ARA), el cual entrega una visión de la relación causa-consecuencia entre los efectos indeseados identificados en el acápite anterior. Luego de identificar las relaciones se ocupa una *matriz Vester*, en donde se puede corroborar si las relaciones son consistentes y determinar cuáles de estos efectos se consideran como críticos. A continuación se presenta el listado de efectos indeseados que luego se incluirán en la matriz.

Tabla 2.1.1 Listado de efectos indeseados

EFEECTO INDESEADO	DESCRIPCIÓN
1.-Pérdida de crecimiento potencial	Hace referencia a la pérdida de clientes potenciales producto de la deserción de proyectos.
2.-Mercado con crecimiento regular	Dejando de lado el porcentaje, cada año la empresa recibe nuevos clientes, lo que se traduce en crecimiento.
3.-Ingreso de clientes irregular	No existe una tendencia clara de crecimiento a través de los años.
4.-Tiempo de concreción de proyectos indefinido	Dejando de lado la envergadura, existen diferentes factores que retrasan la finalización de los proyectos.
5.-Pérdida de oportunidades	Existen proyectos que no se inician por falta de estructuras sanitaria, todo proyecto necesita contar con servicio de agua potable durante los trabajos.
6.-Proyectos incompletos	Solicitudes incompletas, proyectos rechazados, proyectos en espera de infraestructura sanitaria, etc.
7.-Mercado monopólico	ESVAL es la única empresa sanitaria dentro de su área operacional.
8.-Nulo control en el ingreso de clientes	La entrada de clientes se genera sólo con solicitudes de parte de los mismos, sin intervención por parte de la empresa.
9.-Aumento del tiempo en proyecto	Por incumplimiento de plazos en el transcurso del proyecto, falta de infraestructura necesaria para la realización del mismo, etc.
10.-Incumplimiento de plazos establecidos	Si el cliente que está ingresando su proyecto no cumple con los plazos establecidos por la empresa, debe volver a ingresar su solicitud, o pedir una nueva fecha según corresponda.
11.-Ausencia de infraestructura requerida	Entre los factores que afectan la concreción de proyectos se encuentra la falta de infraestructura sanitaria al comienzo del mismo.
12.-Discordancia de juicios	Al momento de ingresar una solicitud, dependiendo de la localidad a la que pertenezca, queda con distintas personas dentro del departamento para su evaluación.
13.-Enfoque de trabajo tipo "pull"	Son los clientes los que generan las diferentes solicitudes de trabajo.
14.-Descoordinación en la fiscalización entre procesos	Durante el transcurso del proyecto, se programan fiscalizaciones que no necesariamente van acorde al avance del mismo, lo que genera descoordinación entre ambas partes y causa en algunos casos rechazo en los trabajos realizados.
15.-No existe una estandarización de criterios	No existe un modelo claro de criterios al momento de la aceptación de proyectos, lo que genera problemas en las etapas posteriores.
16.-Lentitud entre procesos	Además de los plazos establecidos para cada etapa en que la empresa se involucra directamente, la parte interesada en el proyecto tiene libertad de plazos entre la aceptación de una solicitud, y entrega de la siguiente.
17.-Clientes estancados entre procesos	Ya sea por problemas de la empresa constructora o bien por falta de estructuras sanitarias.

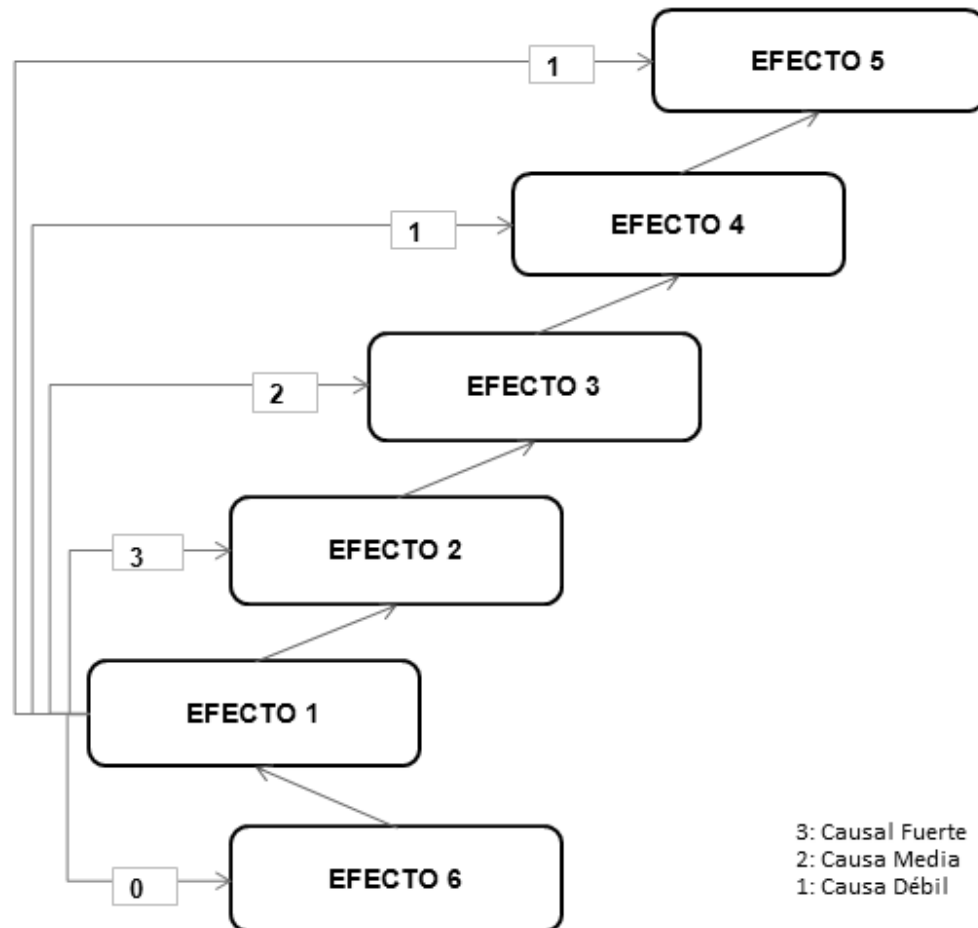
18.-Concreción de solicitudes baja, sólo el 20%	Considerando el proceso de entrada de clientes, la cantidad de solicitudes de U.H. debería verse reflejado en la cantidad de clientes incorporados, sin embargo, sólo se concreta el 20%.
19.- Falta de eficiencia en el departamento	Existen tareas repetitivas entre procesos y falta de pro-actividad.

Fuente: Elaboración propia.

Al identificar los efectos indeseados, se ordenan en un árbol de realidad actual (ARA), en donde se establece la relación causa-consecuencia entre cada efecto con el fin de identificar la causa raíz y con ello el problema (ver figura 2.1.2). Luego para justificar y respaldar la causa raíz se forma la matriz Vester, en donde se asignan valores dependiendo de si existe relación entre cada causa y su consecuencia, y a la vez se define el nivel de relación.

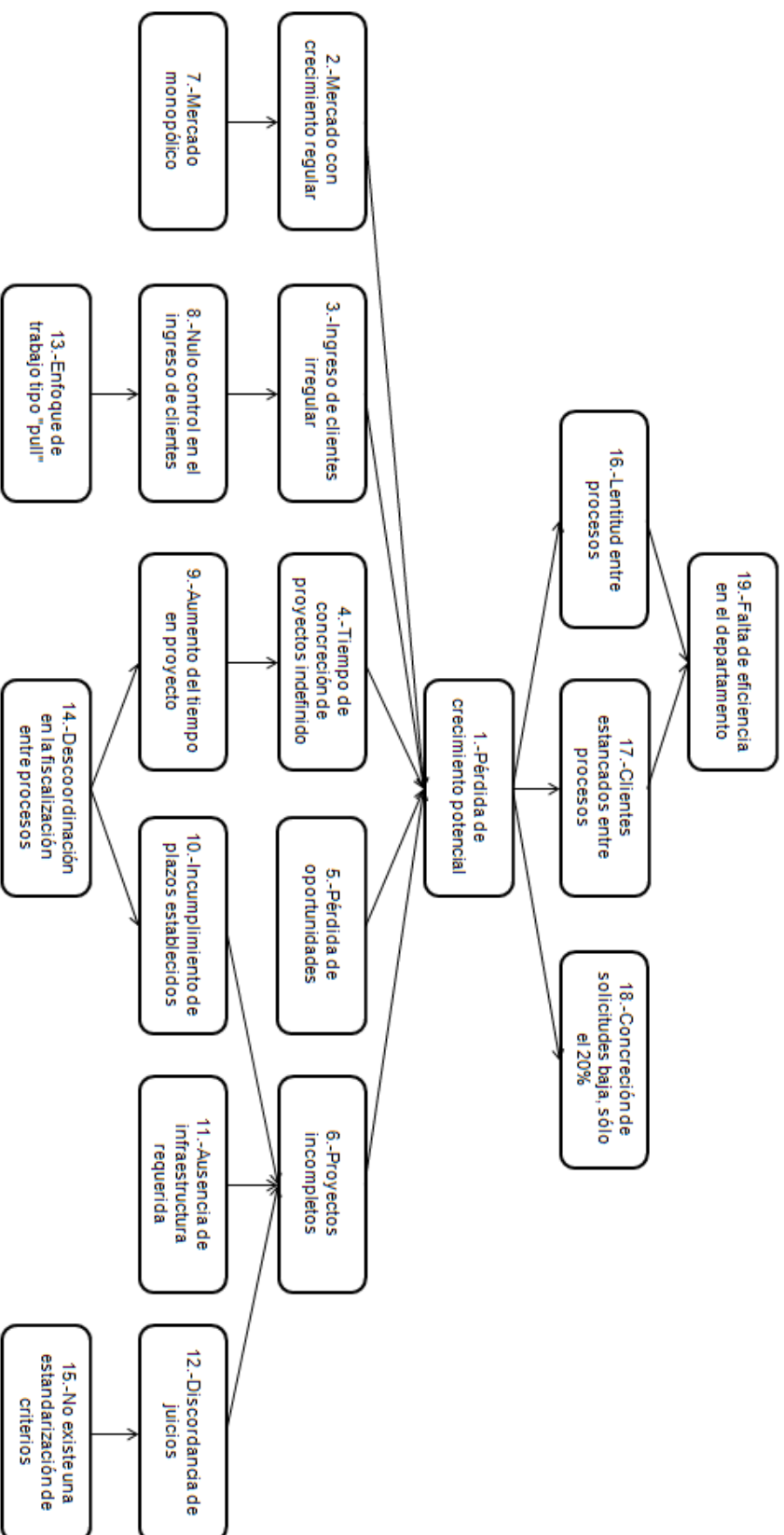
A continuación se muestra la figura 2.1.1, en donde se observa la valoración a cada efecto según su nivel de relación establecido en ARA.

Figura 2.1.1 Valoración según nivel de relación en ARA



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2.1.2 Árbol de Realidad Actual



Fuente: Elaboración propia.

Una vez definida la relación entre cada efecto y utilizando los valores mencionados anteriormente, se forma la matriz Vester. En ella se valoran las relaciones directas e indirectas entre cada efecto, considerando la pregunta “¿cómo influye el problema X al problema Y?” y tomando en cuenta que al hacer la pregunta inversa, la respuesta no será la misma (ver anexo 6.1).

Para comprobar que la matriz es consistente, se debe calcular el porcentaje de valores 3 que tiene la matriz, si es mayor al 30% del total de valores asignados significa que la matriz no es consistente (ver Tabla 2.1.2). Luego se suman los valores de influencia/activos (X) y dependencia/pasivos (Y) por cada efecto y con ello se genera un eje de coordenadas, separando cada cuadrante con el promedio de X e Y, para finalmente ubicar cada efecto en el cuadrante que le corresponda (ver Gráfico 2.1.1). (Ingenio Empresa, 2016)

Fórmula consistencia de valores:

$$Consistencia = \frac{\text{cantidad de valores 3}}{\text{cantidad total de valores asignados}} \quad (2.1)$$

$$Consistencia = \frac{20}{361}$$

$$Consistencia = 6\%$$

Tabla 2.1.2 Tabla resultados de consistencia matriz Vester

TIPO	VALOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
Causa Fuerte	3	20	6%
Causa Media	2	26	7%
Causa Débil	1	44	12%

Fuente: Elaboración propia.

Considerando los valores que se muestran en la tabla 2.1.2, se comprueba la consistencia de la matriz Vester resultando que la cantidad de causas fuertes es inferior al 30% del total, por lo tanto, la matriz es consistente y se puede continuar con sus resultados.

Dentro del primer cuadrante se encuentran los problemas críticos, aquellos que tienen gran causalidad y a la vez son causados por la mayoría de los demás. Entre estos efectos se encuentra la causa raíz o problema central definido como aquel que tiene la mayor influencia y a la vez la mayor dependencia, resultando ser el efecto P1 “Pérdida de crecimiento potencial” que hace referencia a todas las oportunidades de crecimiento que se han perdido por situaciones como la ausencia de infraestructura requerida, proyectos incompletos, etc., los cuales resultan en la pérdida de clientes potenciales.

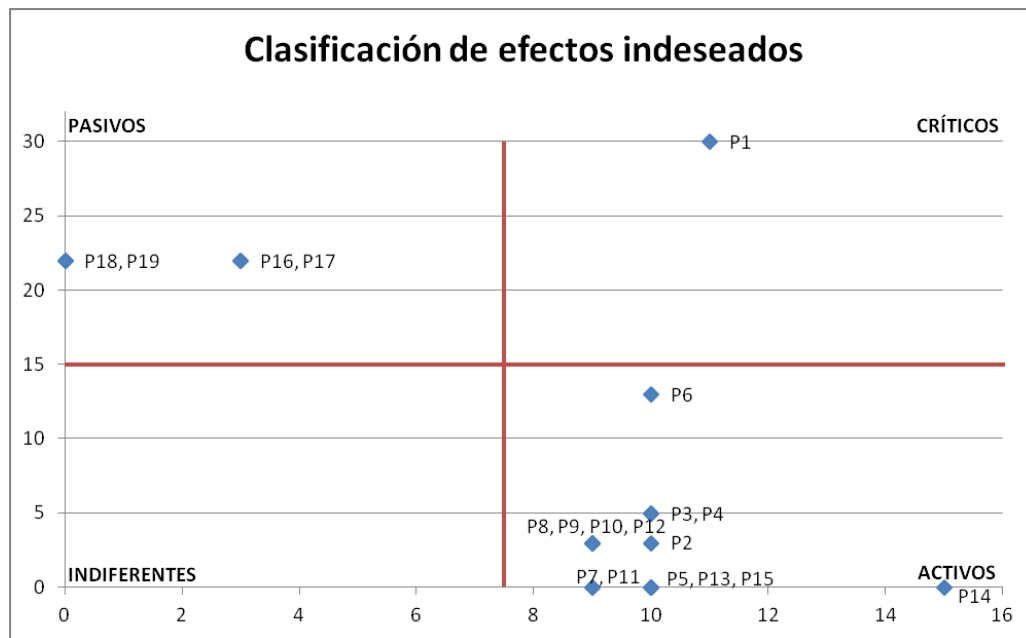
En el segundo cuadrante se ubican los problemas pasivos, aquellos que no tienen gran influencia causal sobre los demás, pero son afectados por la mayoría. En el caso de

estos efectos se ven afectados inmediatamente al momento de intervenir en los problemas críticos, por lo que no es necesario enfocarse en ellos.

En el tercer cuadrante se encuentran los problemas indiferentes, aquellos de baja influencia causal y a la vez no son causados por los demás efectos. Tienen baja prioridad dentro del sistema analizado.

Finalmente en el cuarto cuadrante están los problemas activos, que son aquellos con alta influencia en la mayoría de los efectos pero que no son causados por otros. Es en estos efectos que se debe poner énfasis en el análisis pues son causa primaria del problema central dentro del sistema, sobre todo se debe trabajar con el efecto P6 “proyectos incompletos”, ya que se ubica inclinado hacia los efectos críticos, lo que denota su importancia dentro de los activos.

Gráfico 2.1.1 Resultados Matriz Vester



Fuente: Elaboración propia.

Con el análisis de los efectos definidos en la matriz se encuentra un déficit en la manera de trabajo actual del sistema analizado, que afecta directamente al crecimiento de la empresa. La falta de pro-actividad, de estandarización de criterios, y pérdida de oportunidades ha generado a través de los años un nulo control en el ingreso de clientes y con ello la pérdida de clientes potenciales a la que se hace referencia.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

Proponer un modelo de localización de nuevos estanques para ESVAL S.A., basado en la proyección del desarrollo de clientes por localidad.

2.2.2. Objetivos específicos

- Establecer sistema de proyección de demanda.
- Diseñar un modelo de localización para nuevos estanques.

2.3. Resultados esperados

A modo de respuesta a lo planteado en el acápite anterior, se busca generar un sistema que ayude a disminuir la pérdida de clientes potenciales. Como no se tiene control directo en el ingreso de solicitudes de parte de los distintos tipos de clientes, se debe actuar de forma proactiva y evitar toda aquella situación que detenga el inicio de un proyecto, especialmente los generados por entes inmobiliarios, ya que representan más del 50% de las solicitudes de U.H. ingresadas cada año. Para ello se lleva el enfoque hacia las solicitudes FTO, en donde se ve una pérdida clara de clientes potenciales al momento de las negociaciones de los convenios necesarios entre la empresa y el ente interesado.

3. Capítulo 3: Marco Teórico

Para lograr el objetivo principal se busca una herramienta adecuada que permita en este caso la realización del modelo de localización. En este capítulo se muestra el desarrollo de la investigación documental que sustenta, en primer lugar a los métodos de proyección y en segundo lugar la evolución y distinción de los diferentes modelos de localización que se encuentran en la actualidad. Lo anterior para mostrar el fundamento ante la elección de los modelos utilizados.

Métodos de proyección

Para anticipar el comportamiento de una variable es necesario generar un modelo de proyección, y dependiendo del tipo de datos se puede realizar de distintas maneras. A grandes rasgos se encuentran los métodos cuantitativos y los cualitativos.

Dentro de los cuantitativos se define el método de series de tiempo, cuyo objetivo es determinar si existe un patrón básico en el comportamiento de los valores y con ello poder prever la evolución de la variable deseada en un futuro cercano, todo esto sobre la base de la medición de valores de una variable a través del tiempo (Urbina). Se debe considerar que al relacionar la variable que se quiere pronosticar con otras variables que se supone influyen o explican la de interés, se vuelve un método de elaboración de pronóstico causal. (Villarreal, 2016)

Existen 4 componentes básicos que se pueden distinguir mediante el análisis por series de tiempo: La tendencia que se refiere al crecimiento o declinación a largo plazo del valor promedio de la variable, se representa gráficamente por una línea recta o una curva suave; el componente cíclico se refiere a las distintas variaciones que ocurren a pesar de la tendencia a través del tiempo, esto comparando la línea de tendencia proyectada con el valor real que exhiba la variable, ocurre debido a las fuerzas externas tales como las económicas, sociales, culturales, entre otras existentes, tales fuerzas generalmente no muestran patrones constantes que permitan prever su magnitud y duración; por otro lado existe el componente estacional, el cual muestra fluctuaciones que se repiten periódicamente y que por lo regular dependen de factores como el clima o la tradición; finalmente se encuentran las variaciones no sistemáticas, dado que el comportamiento de una variable no necesariamente estará sujeto a la línea de tendencia ni a sus factores estacionales o cíclicos, a este componente se le conoce también como aleatorio. (Urbina)

Otro de los métodos cuantitativos utilizados para la proyección de datos es el de las medias móviles, recomendado normalmente para series de tiempo estables. Este método consiste en suavizar las irregularidades de la tendencia por medio de medias parciales, sin embargo, al utilizar este método se pierden algunos valores de la serie, lo que afecta a la proyección de los datos a futuro, por ello se recomienda para pronóstico de corto plazo. (Urbina)

Finalmente se encuentra el método de mínimos cuadrados (tendencia lineal), el cual se basa en calcular la ecuación de una curva para una serie de puntos dispersos sobre una gráfica, buscando el mejor ajuste, que se cumple cuando la suma algebraica de las desviaciones entre los valores reales y la media es cero, y a la vez, la suma del cuadrado de dichas desviaciones deba ser mínima. (Urbina)

El método cualitativo en cambio se consulta a distintos participantes del sistema acerca del comportamiento de la variable en estudio, dependiendo de con quién se consulta se define el método utilizado. Cuando se consulta con un grupo de alto rango dentro de la organización se llama “jurado de opinión ejecutiva”, este método se puede utilizar en base a resultados de modelos estadísticos; al consultar con expertos, sean ellos participantes internos o externos a la empresa se le llama “método Delphi” en el cual los expertos realizan un proceso iterativo hasta llegar a un consenso entre todos para definir la proyección; si se consulta a clientes o usuarios acerca de sus planes, se le llama “encuestas y entrevistas”, en este caso se obtiene la información directamente de las llamadas fuentes primarias. (Contreras, Giamporcaro, & Rodulfo, 2014)

Modelos de localización

A través de los años, los problemas de localización han tenido un avance en sus métodos de solución desde su forma más primitiva utilizando geometría analítica, por ejemplo: buscando la forma de interconectar N puntos, de modo que se minimice la suma de las longitudes de los segmentos de conexión (Fernández, 1994). Posteriormente, distintos investigadores se centraron en la idea de buscar respuestas a las actividades de la vida cotidiana, entre los cuales encontramos modelos de localización industrial (Weber, 1909) en el que se intentaba encontrar un lugar eficiente para la localización de industrias tal que se encontrara entre la producción de materia prima y el mercado consumidor. Sin embargo, estos modelos no tomaban en cuenta factores socioeconómicos, lo que generaba complicaciones para modelos más complejos de localización.

En años posteriores, se formularon metodologías pensando en resolver modelos más complejos, en los que se encuentran el análisis discriminante que se define como una técnica estadística multivariable cuya finalidad es analizar si existen diferencias significativas entre grupos de p lugares, respecto a un conjunto de q variables, medidas sobre los mismos, y en caso de existir tales diferencias, se logra explicar en qué sentido se dan. Este análisis se puede aplicar en localización según (Morgan & Sonquist, 1963), utilizando una metodología sustentada en el análisis de varianza de los distintos grupos de estudio, sin embargo, se restringe la cantidad de datos, por lo que se restringe la cantidad de variables a analizar.

Para determinar el comportamiento de los consumidores, (Cooper & Nakanishi, 1998) proponen que los modelos gravitacionales también pueden ser usados para localización. Esto basándose en dos factores clave, el primero un factor de masa o “atracción” (haciendo referencia al tamaño de la instalación) y el segundo la distancia o “repulsión” (distancia recorrida por el consumidor hasta la instalación). Éste método se aplica como modelo de

interacción espacial, en respuesta a flujo de personas, servicios, oferta y demanda percibida. Sin embargo, este método es poco sensible a variables demográficas y requiere de una extensa cantidad de datos para su funcionamiento, lo que puede resultar en una compleja calibración del modelo.

Actualmente se han desarrollado nuevas técnicas para la solución de problemas de localización, mucho más precisos y que van variando según el tipo de problema que se presenta. Son llamados Modelos de localización, y sus principales sistemas son: Modelos de p-mediana, modelos de p-centro, y modelos de cobertura. (Vidal, 2009)

Los modelos de cobertura mencionados se dividen en dos tipos:

- ✓ Modelos de cobertura total: Buscan satisfacer a la totalidad de los integrantes de la población, minimizando el número de instalaciones y su costo de apertura, y a la vez restringiendo distancias o tiempos máximos entre el consumidor o “nodo de demanda” y la instalación.
- ✓ Modelos de máxima cobertura: Busca maximizar los recursos disponibles a modo que la población permanezca bajo la distancia o tiempo establecido. A diferencia del modelo anterior, en este se restringe el número de instalaciones que se pueden localizar.

Los modelos de P-mediana buscan minimizar las distancias totales entre los nodos de demanda y la instalación a la que son asignados. Para comenzar este modelo, se deben identificar en primera instancia los lugares en donde se concentra la mayor cantidad de flujo de la población (nodos de demanda) y teniendo los potenciales lugares de instalación se calcula la distancia total para poder luego decidir. Este modelo es aplicado generalmente a la instalación de hospitales u otros servicios públicos pues debe satisfacer todos los nodos existentes. (Vidal, 2009)

Finalmente los modelos de P-centro son bastante similares a los anteriores, pero en primer lugar se restringe la cantidad de facilidades a instalar, por lo que controla los costos de mejor manera. Y en su cálculo, se busca minimizar la distancia más grande entre instalación y su nodo de demanda más alejado, considerando cada nodo de demanda como un objetivo separado. (Vidal, 2009)

Tabla 3.1 Comparación de modelos de localización

		NOMBRE	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
MODELOS DE LOCALIZACIÓN	MODELOS DE COBERTURA	MODELO DE COBERTURA TOTAL	Satisface la totalidad de la Población Minimiza el número de instalaciones Minimiza el costo de apertura Restringe distancias/tiempos entre el consumidor y la instalación	Se utiliza normalmente para estaciones de emergencia, considerando que la instalación tiene un rango de cobertura limitado ya sea por tiempo o distancia
		MODELO DE COBERTURA MÁXIMA	Maximiza los recursos disponibles Restringe número de instalaciones Restringe distancias/tiempos entre el consumidor y la instalación	Al igual que el anterior, considera el rango de cobertura que tiene la instalación, pero restringe el número de facilidades a instalar
	MODELO DE P-MEDIANA		Satisface todos los nodos de demanda Minimiza las distancias totales entre los nodos de demanda y la instalación	Considera la distancia entre el nodo de demanda y su facilidad asignada, busca minimizar las distancias totales
	MODELO DE P-CENTRO		Controla los costos Restringe la cantidad de facilidades a instalar Considera cada nodo como un objetivo separado	Busca minimizar la distancia más grande entre instalación y su nodo de demanda más alejado, considerando cada nodo como un objetivo separado

Fuente: Elaboración propia

Al considerar toda la información recolectada y analizar el problema planteado se define trabajar con un *jurado de opinión ejecutiva* en base a un modelo series de tiempo del tipo autorregresivo integrado de promedio móvil o ARIMA, ya que la información obtenida de los datos históricos de la empresa no está completa del todo y se deben considerar distintos impactos externos a la empresa para realizar una proyección acertada. Por otro lado, para concretar el objetivo principal se utiliza un *modelo de P-mediana*, ya que como se muestra en la tabla 3.1 busca disminuir las distancias totales entre los estanques que se requieren instalar y las diferentes concentraciones de demanda de suministro, que es lo que se necesita para la situación planteada.

3.1. Metodología

Los pasos a seguir para la solución del problema responden a la construcción del modelo de localización, considerando que se basará en la proyección del desarrollo de clientes:

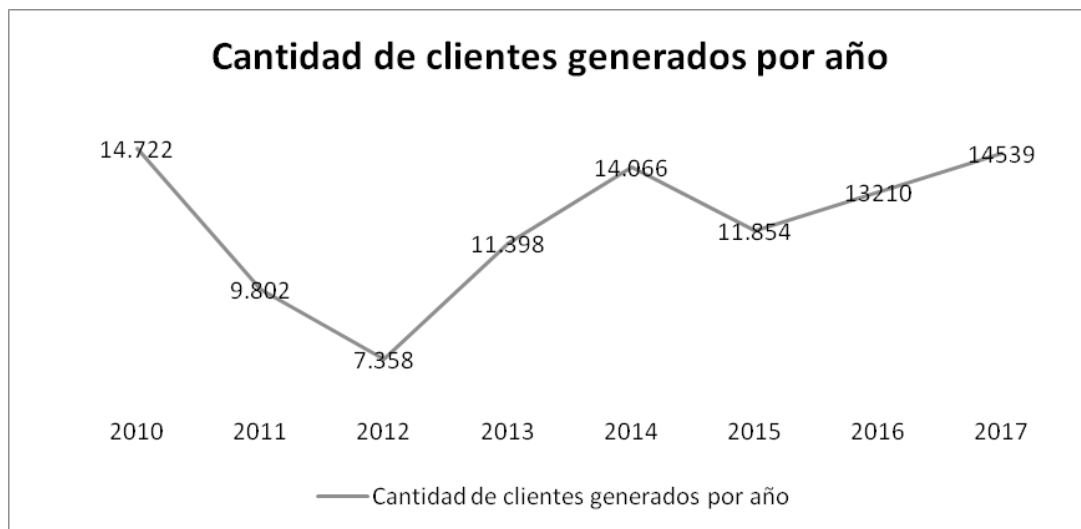
1. Proyección del desarrollo de clientes: Se proyecta el número de clientes que ingresarán anualmente diferenciando el tipo de crecimiento.
2. Identificación de ubicaciones candidatas: Se definen los puntos potenciales en el mapa que respondan a las condiciones geográficas que necesita la construcción de un estanque.
3. Identificación de puntos potenciales de demanda: Se asigna un punto representativo para los sectores del mapa con potencial demanda.
4. Cálculo de distancias entre puntos: Se calculan las distancias entre cada ubicación potencial y cada nodo de demanda, considerando todas las posibles combinaciones.
5. Definición de variables, restricciones y función objetivo: Se comienza la construcción del modelo con la información recolectada.
6. Validación de modelo: Utilizando los datos históricos, se utiliza un sector en el mapa en que ya se conocen los resultados y se compara con lo entregado por el modelo. Luego de esto, se genera una proyección de demanda para poder entregar datos reales en un sector en el mapa que se identifique con crecimiento territorial.

4. Capítulo 4: Aplicación de la metodología

4.1. Proyección del desarrollo de clientes

Como se muestra en la situación actual, el crecimiento del departamento no tiene un comportamiento lineal en cuanto al ingreso de clientes, (ver gráfico 4.1.1) por lo que resulta difícil generar un modelo de proyección de crecimiento que sólo responda a los datos históricos con los que se cuenta. Es por esto que se genera un modelo matemático de proyección de crecimiento que se valida finalmente mediante un jurado de opinión ejecutiva, con el objeto de conocer previamente las localidades en donde se generará un aumento de población fuera del territorio que requiera nuevas instalaciones.

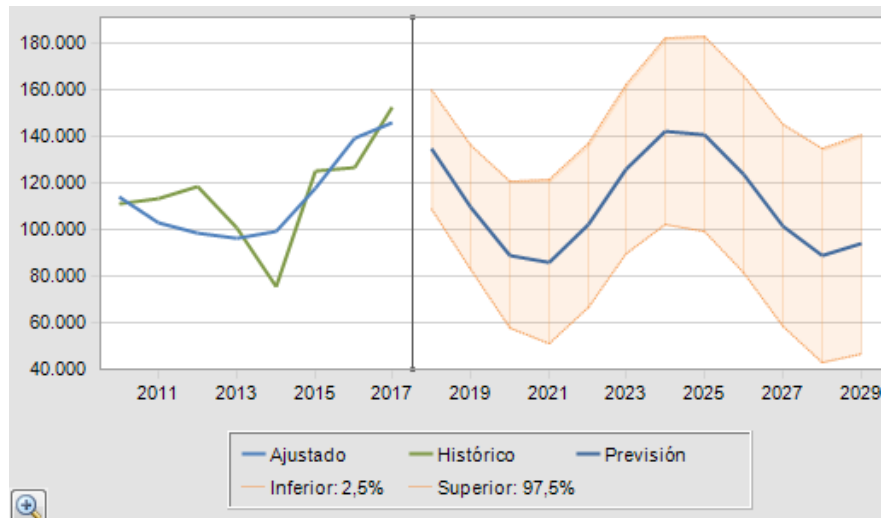
Gráfico 4.1.1 Cantidad de clientes incorporados por año



Fuente: Elaboración propia en base a datos B.O.

A continuación se muestra el procedimiento para lograr establecer una proyección del desarrollo de clientes, para ello se utiliza el complemento de Excel *Crystal Ball*, el cual recomienda el mejor método para desarrollar un pronóstico en base al comportamiento de la serie de tiempo y el menor error asociado.

Gráfico 4.1.2 Cantidad de U.H. Solicitadas por año



Fuente: Elaboración propia en base a datos B.O.

La proyección entregada por Crystal ball (gráfico 4.1.2), se calcula con un intervalo de confianza del 2,5% del límite inferior y 97,5% del límite superior, es decir, el intervalo de confianza en donde se podría ubicar la proyección es del 95%. Se observa que la curva de proyección sigue un comportamiento similar al de la demanda histórica, por lo que se confirma que el método ARIMA se ajusta bien para la proyección necesaria.

El análisis realizado por Crystal ball arroja los siguientes datos:

- ✓ RMSE (promedio de los errores cuadrados) asociado a la proyección es de 13,01 clientes, que al hablar de datos sobre las 6 cifras se considera un error bajo.
- ✓ U de Theil, cuyo valor varía entre 0 y 1, donde 0 indica un pronóstico perfecto en cuanto a su exactitud, en esta proyección es de 0,46.
- ✓ Durbin Watson entrega la autocorrelación asociada a la proyección, en este caso es de 2,26 (el valor debe encontrarse entre 0 y 4), al ser superior a 2 indica una autocorrelación levemente negativa, lo que significa que el resultado de la proyección alternará los signos en la sucesión de valores.

Con los datos entregados por Crystal ball, se ratifica el ajuste del método utilizado, por lo que se puede continuar con el resultado de proyección arrojado. A continuación en la tabla 4.1.1 se muestran los valores históricos utilizados para el cálculo de la proyección de U.H. del año 2018.

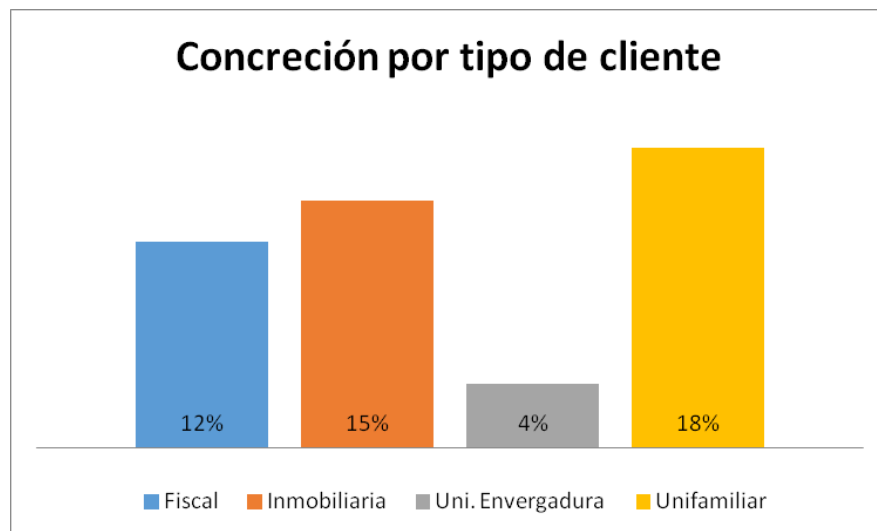
Tabla 4.1.1 Resultado Proyección de U.H.

Año	Cantidad U.H Solicitadas por año
2010	110.811
2011	112.915
2012	118.083
2013	100.888
2014	75.102
2015	125.273
2016	126.748
2017	152.226
2018	134.325

Fuente: Elaboración propia en base a datos B.O.

Para continuar con el ajuste de la proyección, se calcula el porcentaje de “clientes incorporados” en relación a las “UH solicitadas”, por tipo de cliente. Este dato entrega la concreción anual que tiene cada tipo de cliente respecto a sus propias solicitudes ingresadas al sistema (gráfico 4.1.3).

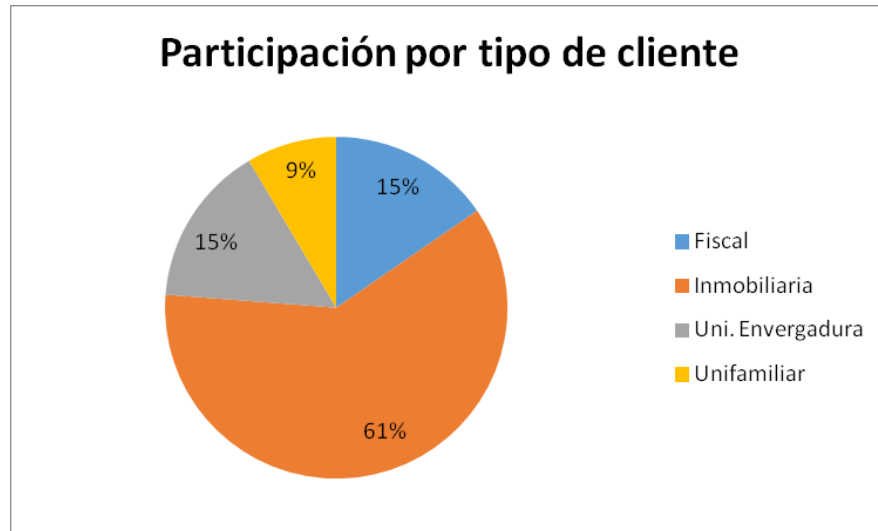
Gráfico 4.1.3 Concreción por tipo de cliente



Fuente: Elaboración propia en base a datos B.O.

Junto con lo anterior, se debe calcular el porcentaje de participación en cuanto a “solicitud de UH” del “total”, por tipo de cliente. Con esto se identifica el porcentaje respecto al total de solicitudes que se ingresan año a año (gráfico 4.1.4).

Gráfico 4.1.4 Participación por tipo de cliente



Fuente: Elaboración propia en base a datos B.O.

Para el cálculo de clientes incorporados en el año proyectado, se utiliza la siguiente fórmula, donde “x” es la cantidad de clientes concretados por tipo de cliente (gráfico 4.1.3), e “y” es la cantidad de U.H. solicitadas por tipo de cliente (gráfico 4.1.4):

$$clientes = \text{Proyección de solicitudes} * \sum_{k=1}^3 (x * y) \quad 4.1.1$$

$$clientes = 17.406$$

Una vez definida la proyección de clientes que se incorporarían en el año en cuestión, se busca una localidad de interés, en ella se trabaja la definición del modelo de localización de nuevos estanques. Para ello se calcula el porcentaje de crecimiento por localidad considerando el promedio de los últimos 5 años (Tabla 4.1.2).

Tabla 4.1.2 Crecimiento por localidad

ALGARROBO	3,10%	MIRASOL	0,05%
ALGARROBO NORTE	0,08%	NOGALES	0,24%
ARTIFICIO	0,13%	PAPUDO	1,68%
BRISAS DE MIRASOL	0,07%	PETORCA	0,20%
CABILDO	0,78%	PLACILLA	0,98%
CACHAGUA	0,19%	PLACILLA LIGUA	0,05%
CALLE LARGA	1,48%	PUCHUNCAVI	1,30%
CARTAGENA	0,59%	PUNTA DE TRALCA	0,16%
CASABLANCA	0,87%	PUNTA PUYAI	1,05%
CATEMU	0,11%	PUTAENDO	0,33%
CHEPICAL	0,03%	QUILLOTA	4,17%
CHINCOLCO	0,03%	QUILPUE	10,01%
CONCON	6,52%	QUINTERO	1,34%
CURAUMA	4,34%	REAL CURIMON	0,26%
EL ALMENDRAL	0,95%	REÑACA	2,93%
EL QUISCO	1,10%	RINCONADA	0,35%
EL TABO	2,08%	SAN ANTONIO	2,28%
HIJUELAS	0,23%	SAN ESTEBAN	1,05%
ISLA NEGRA	0,19%	SAN FELIPE	3,75%
LA CALERA	0,88%	SAN ISIDRO	0,01%
LA CRUZ	1,47%	SAN PEDRO	0,08%
LA LAGUNA	0,81%	SAN SEBASTIAN	0,13%
LA LIGUA	0,69%	SANTA MARIA	0,92%
LAS CRUCES	0,69%	VALPARAISO	7,76%
LIMACHE	1,89%	VILLA ALEMANA	9,12%
LLAY LLAY	0,38%	VIÑA DEL MAR	16,41%
LOS ANDES	3,56%	ZAPALLAR	0,16%

Fuente: Elaboración propia en base a datos B.O.

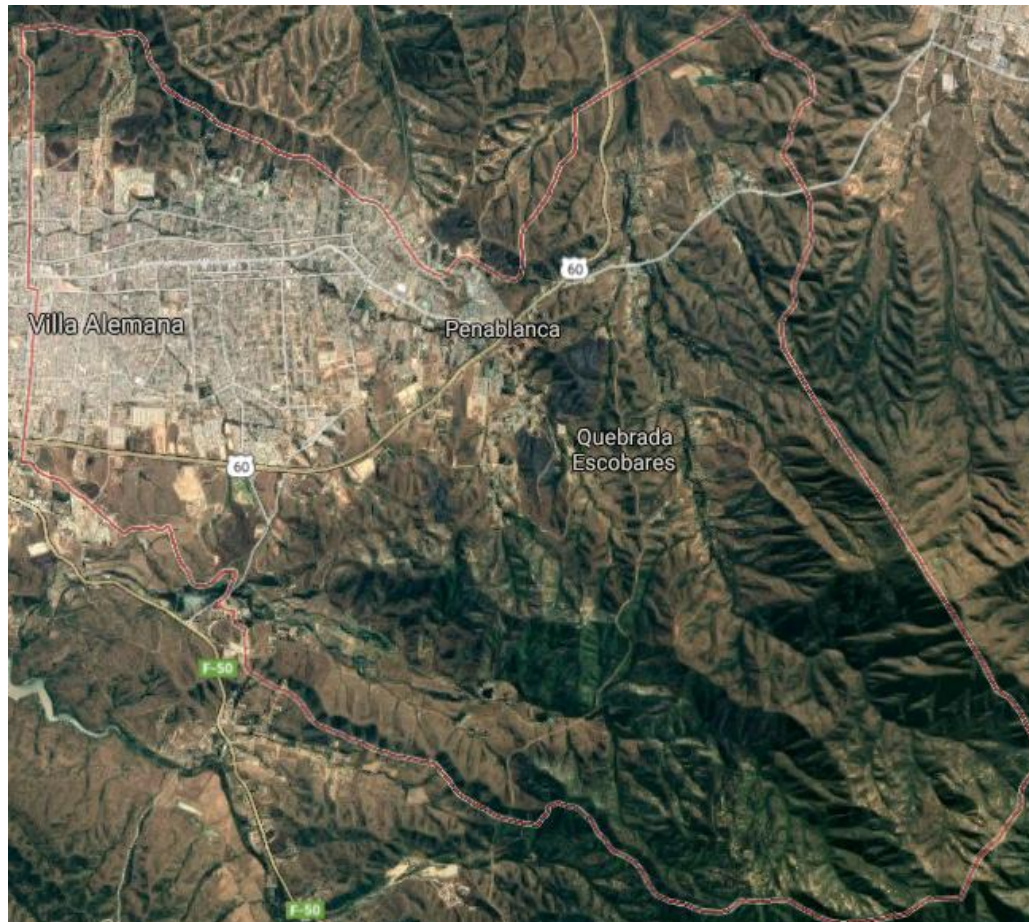
Luego del cálculo aproximado del crecimiento anual de clientes, y utilizando la información de solicitudes FTO se comienza la consulta a expertos dentro de la empresa para confirmar los datos obtenidos (Jurado de opinión ejecutiva).

En la tabla 4.1.2 se destacan los *porcentajes* de las localidades con mayor crecimiento en los últimos 5 años y los *nombres* de las localidades con mayor cantidad de solicitudes FTO. Resultan ser 2 localidades que se pueden considerar para el análisis, Viña del Mar y Villa Alemana, ambas han mantenido su crecimiento en los últimos 5 años, y son las que mayor cantidad de solicitudes FTO han recibido.

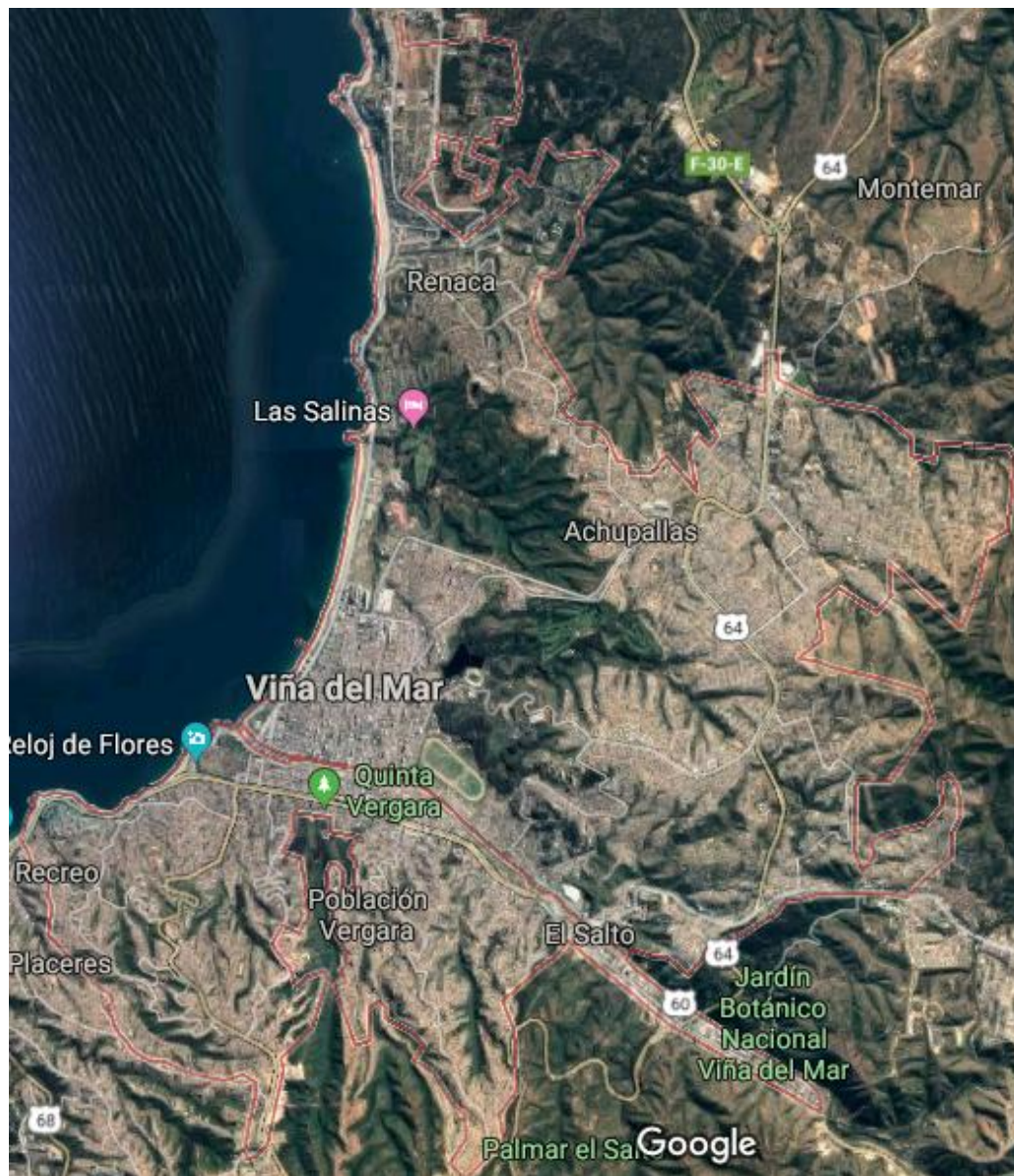
4.2. Identificación de ubicaciones candidatas

Al considerar el actual terreno ocupado de ambas localidades definidas con mayor crecimiento, se determina trabajar con Villa Alemana, pues posee una menor proporción de territorio ocupado con viviendas a diferencia de Viña Del Mar, cuyo territorio se encuentra mayormente habitado (ver figuras 4.2.1 y 4.2.2).

Figura 4.2.1 Comuna de Villa Alemana



Fuente: Google Maps.

Figura 4.2.2 Comuna de Viña del Mar

Fuente: Google Maps.

Luego para definir los puntos en el mapa en los que se podría instalar un estanque, se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- ✓ Disponibilidad de territorio.
- ✓ Condiciones topográficas adecuadas (idealmente terrenos lisos dentro del mapa).
- ✓ Ubicación respecto al potencial crecimiento de la comuna.

Figura 4.2.3 Ubicaciones candidatas

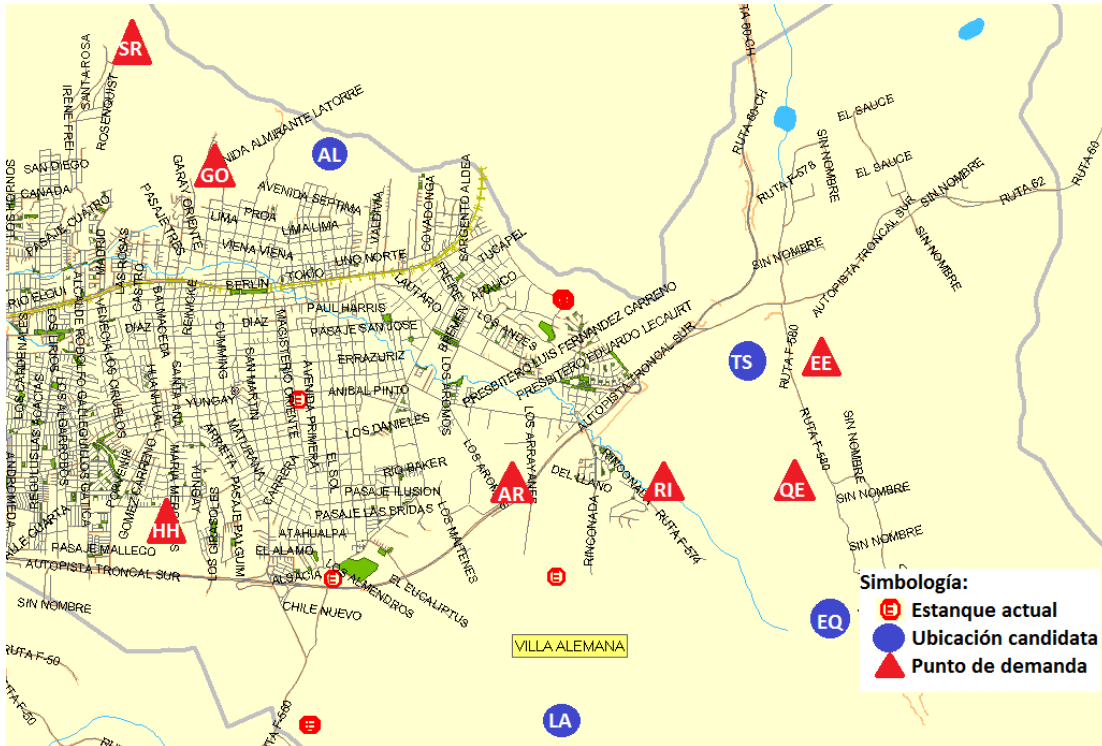


Fuente: Elaboración propia en base a SIGEC (Intranet ESVL)

En la figura 4.2.3 se muestran las ubicaciones candidatas que se identifican luego del estudio del territorio, Almirante Latorre, Troncal Sur, Estero de Quilpué y Los Arrayanes. Es importante considerar también las ubicaciones de estanques ya existentes, esto debido a que en primera instancia se convierte en un lugar “pre aprobado” para un nuevo estanque. Sin embargo, se descartan como opción los lugares en donde ya existen 2 estanques en una misma ubicación. Por lo anterior, se suman a las ubicaciones candidatas los estanques que se encuentran en Avenida Primera, Alsacia y Rinconada.

4.3. Identificación de puntos potenciales de demanda

Figura 4.3.1 Puntos potenciales de demanda



Fuente: Elaboración propia en base a SIGEC (Intranet ESVAL)

En base a las solicitudes FTO ya existentes y su proyección de crecimiento se definen los potenciales puntos de concentración de demanda, Santa Rosa, Garay Oriente, Huanhualí, Los Aromos, Rinconada, Quebrada Escobares y El Encanto. En la tabla 4.3.1 se muestran las solicitudes que ya se encuentran en sistema hasta 2018 para los puntos definidos como de concentración de demanda potencial.

Tabla 4.3.1 Solicitudes por punto de concentración de demanda

Punto de concentración	Solicitudes de U.H.
Santa Rosa (SR)	3000
Garay Oriente (GO)	2100
Huanhualí (HH)	8000
Los Aromos (AR)	1800
Rinconada (RI)	1000
Quebrada Escobares (QE)	9412
El Encanto (EE)	1000

Fuente: Elaboración propia en base a datos B.O.

4.4. Cálculo de distancias entre puntos

Para calcular las distancias en cuestión, se utiliza la herramienta de medición proporcionada por Google Maps. Se mide desde cada ubicación candidata hasta todos los puntos de demanda, en la tabla 4.4.1 se muestran los resultados obtenidos con ello. Se identifican las distancias medidas de manera directa (cartesiana), y destacadas las medidas por recorrido real. Esto debido a que al ser ubicaciones potenciales aún no existen calles por donde se deberían instalar las cañerías correspondientes.

Tabla 4.4.1 Distancias entre puntos y ubicaciones candidatas

Distancia (h) (Km)		Ubicaciones nuevas				Segundo estanque		
		AL	TS	EQ	LA	AP	AS	RI
Puntos de concentración	SR	2,19	6,65	8,59	6,78	5	7	8,7
	GO	1,11	5,46	7,3	5,46	2,1	4,3	5,4
	HH	4,7	5,89	6,46	3,93	2,1	2,4	4,9
	AR	4,6	2,55	3,25	1,93	3,2	2,5	0,5
	RI	5,4	1,79	1,81	1,78	4,2	3,13	0,93
	QE	5,76	1,62	1,16	2,67	5,17	4,47	2,09
	EE	5,09	0,69	1,77	3,85	5,28	5,16	2,96

Fuente: Elaboración propia en base a datos Google Maps.

4.5. Definición de variables, restricciones y función objetivo

La capacidad de un estanque promedio es de 500m^3 , sin embargo, y como se menciona anteriormente, en la realidad los clientes se asignan directamente a aquel que se encuentra a menor distancia, por lo que la demanda asociada a cada estanque no se considera para la realización del modelo, dado que de no dar abasto a su sector a medida que aumenta la densidad poblacional, se instala un nuevo estanque inmediatamente al lado del existente. Es por lo anterior que no se restringe la demanda asociada a cada estanque, es decir, cada punto puede ser asignado a cualquier estanque. Por otro lado, el costo asociado a la instalación del estanque tampoco se considera, ya que tiene el mismo trabajo a pesar de variar su ubicación, y no se puede dejar de construir a pesar de que haya factores que afecten su costo.

Suponiendo que se toma la decisión de instalar 2 estanques nuevos en la comuna de Villa Alemana, para la realización de un modelo que permita decidir la ubicación más conveniente se definen las siguientes variables de decisión:

i: Punto de concentración de demanda.

j: Ubicación candidata.

W : Distancia entre un punto de concentración y una ubicación candidata, ponderada por la demanda.

h_{ij} : Distancia desde el punto i a la ubicación j .

d_i : Demanda del punto i .

$x_j = \begin{cases} 1: & \text{si se instala un estanque en la ubicación candidata } j. \\ 0: & \text{caso contrario.} \end{cases}$

$j = 1(= \text{Almirante Latorre}), 2(= \text{Troncal Sur}), 3(= \text{Estero Quilpué}), 4(= \text{Los Arrayanes}),$
 $5(= \text{Av. Primera}), 6(= \text{Alsacia}), 7(= \text{Rinconada})$

$y_{ij} = \begin{cases} 1: & \text{si el punto de concentración } i \text{ es asignado al estanque de la ubicación } j. \\ 0: & \text{caso contrario.} \end{cases}$

$i=1(= \text{Santa Rosa}), 2(= \text{Garay Oriente}), 3(= \text{Huanhuali}), 4(= \text{Los Aromos}), 5(= \text{Rinconada}),$
 $6(= \text{Quebrada Escobares}), 7(= \text{El Encanto}); j=1, \dots, 7.$

Restricciones:

- ✓ Asignación: cada punto de concentración debe ser asignado a una ubicación candidata

4.5.1

$$\sum_{j=1}^7 y_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, 7.$$

- ✓ Número máximo de estanques: k

4.5.2

$$\sum_{j=1}^7 x_j = k$$

- ✓ Consistencia: Los clientes de un punto de demanda sólo pueden ser asignados a un estanque instalado.

4.5.3

$$y_{ij} \leq x_j \quad i = 1, \dots, 7; j = 1, \dots, 7.$$

- ✓ Naturaleza de las variables

4.5.4

$$x_j, y_{ij} \in \{0, 1\} \quad i=1, \dots, 7; j=1, \dots, 7.$$

Función objetivo minimiza la distancia ponderada por la demanda:

4.5.5

$$\text{Min} \sum_{i=1}^7 d_i \sum_{j=1}^7 h_{ij} y_{ij}$$

Para solucionar el modelo propuesto se utiliza el complemento de Excel Solver, donde sobre el supuesto de que se necesita instalar 2 estanques se obtiene como resultado que se debe instalar el primero en Almirante Latorre y el segundo en Troncal Sur. El primero le entregará suministro a Santa Rosa, Garay Oriente y Huanhualí, mientras que el segundo lo hará con Los Aromos, Rinconada, Quebrada Escobares y El Encanto.

A continuación se muestran los datos utilizados para el análisis en Solver y los resultados obtenidos por el programa:

- a) Distancias entre ubicaciones candidatas y puntos potenciales de concentración de demanda: Tabla 4.4.1 “Distancias entre puntos y ubicaciones candidatas” (pág.43).
- b) Restricciones definidas para el modelo:

Restricciones	
Asignación	$\sum_{j=1}^7 y_{ij} = 1 \quad i=1, \dots, 7.$
N° de instalaciones	$\sum_{j=1}^7 x_j = k$
Consistencia	$y_{ij} \leq x_j \quad i=1, \dots, 7; j=1, \dots, 7.$
Naturaleza de las variables	$x_j, y_{ij} \in \{0,1\} \quad i=1, \dots, 7; j=1, \dots, 7.$

Fuente: Elaboración propia.

- c) Resultado variable de decisión “ x_j ” para $k=2$ estanques:

Tabla 4.5.1 Resultados variable “ x_j ”

		x_j					
	AL	TS	EQ	LA	AP	AS	RI
	1	1	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

d) Resultado ubicaciones a utilizar:

Tabla 4.5.2 Resultados obtenidos en Solver

Distancia (h) (Km)		Ubicaciones nuevas				Segundo estanque		
		AL	TS	EQ	LA	AP	AS	RI
Puntos de concentración	SR	1	0	0	0	0	0	0
	GO	1	0	0	0	0	0	0
	HH	1	0	0	0	0	0	0
	AR	0	1	0	0	0	0	0
	RI	0	1	0	0	0	0	0
	QE	0	1	0	0	0	0	0
	EE	0	1	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

e) Distancias resultantes del modelo:

Tabla 4.5.3 Resultados distancias obtenidas

Distancias	AL	TS	EQ	LA	AP	AS	RI
SR	2,19	0	0	0	0	0	0
GO	1,11	0	0	0	0	0	0
HH	4,7	0	0	0	0	0	0
AR	0	2,55	0	0	0	0	0
RI	0	1,79	0	0	0	0	0
QE	0	1,62	0	0	0	0	0
EE	0	0,69	0	0	0	0	0
	8	6,65	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.6.1 Distancias entre puntos y ubicaciones candidatas actuales

Distancia (h) (Km)		Puntos de concentración		
		LL	GC	TO
Segundo estanque	MO	3,1	2,6	2,1
	RI	7,2	5,2	4,6
Ubicación nueva	AR	2,7	1	3,6
	CN	4,8	2,9	4,3
	AP	4,1	4,1	2,2

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran los datos utilizados para el análisis en Solver y los resultados obtenidos por el programa:

a) Restricciones definidas para el modelo:

Restricciones	
Asignación	$\sum_{i=1}^5 y_{ij} = 1 \quad i=1, \dots, 3.$
Nº de instalaciones	$\sum_{j=1}^5 x_j = 1$
Consistencia	$y_{ij} \leq x_j \quad i=1, \dots, 3; j=1, \dots, 5.$
Naturaleza de las variables	$x_j, y_{ij} \in \{0,1\} \quad i=1, \dots, 3; j=1, \dots, 5.$

Fuente: Elaboración propia.

b) Resultado variable de decisión “xj” para k=1 estanque:

Tabla 4.6.2 Resultados variable “xj” actuales

xj	MO	0
	RI	0
	AR	1
	CN	0
	AP	0

Fuente: Elaboración propia.

Con el modelo propuesto, los datos de la realidad actual de Villa Alemana y sobre el supuesto de que el estanque ubicado en “Chile Nuevo” fue el último en ser instalado, se busca comprobar si realmente fue la ubicación óptima en cuanto a la distancia total que existe hasta los puntos definidos como de concentración de demanda. Como se muestra en la tabla 4.6.3 y luego en la figura 4.6.2, los resultados obtenidos con el modelo indican que la mejor ubicación para el estanque mencionado era en el punto definido en Arrieta, dado que desde Chile Nuevo hasta los puntos de concentración, hay una distancia total de 12km para recorrer con las instalaciones, versus 7,3km desde Arrieta hasta los mismos puntos, dejando una diferencia de 4,7km a favor de Arrieta.

4.7. Escenario +5

Sobre el supuesto de que cada estanque tiene la misma capacidad y por ende cubre una misma cantidad de clientes enrolados, con la utilización del modelo ante la proyección de crecimiento territorial se puede conocer anticipadamente la cantidad de estanques que se necesitan a futuro. Considerando a su vez que la construcción de un estanque tarda hasta 2 años desde su aceptación hasta la construcción misma, se realiza un análisis proyectado a 5 años luego del crecimiento anteriormente propuesto, es decir, para el año 2.023.

Tabla 4.7.1 Proyección +5 años

Año	U.H. solicitadas	Clientes totales	9,2% Villa Alemana
2018	134.325	17.406	1.601
2019	109.392	14.175	1.304
2020	89.038	11.538	1.061
2021	86.062	11.152	1.026
2022	101.768	13.187	1.213
2023	125.525	16.266	1.496
			7.703

Fuente: Elaboración propia.

Al considerar las instalaciones existentes como parte de este análisis, y los datos actuales de la población, se establece que Villa Alemana debería poseer un nuevo estanque cada 7.000 nuevos clientes. En la tabla 4.7.1 se muestra el aumento de la proyección anterior, sobre el supuesto de los datos entregados por Crystal ball, la fórmula 4.1.1 que entrega la cantidad de clientes incorporados en el año proyectado (pág.37) y un ingreso constante de 9,2% de los clientes incorporados a la red ESVAL, dejando un total de 7.703 clientes para el sector de Villa Alemana, por lo tanto, para el año 2.023 se requiere construir 1 estanque nuevo.

Para seguir con el procedimiento establecido, se identifican las ubicaciones candidatas y los puntos potenciales de demanda. Cabe recordar que este análisis se realiza sobre el resultado obtenido previamente, por ende se consideran los estanques instalados y el crecimiento previo. A continuación en la figura 4.7.1 se muestran todos los puntos a considerar para la proyección al año 2.023, incluyendo los resultados del modelo para el año 2.018.

Figura 4.7.1 Puntos relevantes modelo +5 años



Fuente: Elaboración propia en base a SIGEC (Intranet ESVAL)

Al igual que en el modelo anterior, se consideran los estanques actuales como ubicaciones candidatas ya que se pueden instalar segundos estanques para cubrir la demanda sin necesidad de adecuar un nuevo terreno para la construcción. De esta forma quedan definidos para segundo estanque Almirante Latorre, Troncal Sur, Avenida Primera, Alsacia y Rinconada, y para ubicación nueva Estero de Quilpué, Los Arrayanes, Chile Nuevo y Ruta F. En la tabla 4.7.2 se muestran los resultados de las distancias entre los puntos mencionados.

Tabla 4.7.2 Distancias entre puntos y ubicaciones candidatas +5

Distancia (h) (Km)		Puntos de concentración		
		1	2	3
Segundo estanque	AL	5,7	5,89	6,84
	TS	4,13	2,85	2,38
	AP	4,18	4,43	6,8
	AS	1,9	3,05	6,04
	RI	1,67	1,35	3,77
Ubicación nueva	EQ	3,26	1,45	1,7
	LA	1,01	1,21	3,91
	CN	2,44	4,32	6,91
	RF	5,49	3,48	1,64

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran los datos utilizados para el análisis en Solver en la situación presentada para 5 años después del primer análisis y los resultados entregados por el programa:

a) Restricciones definidas para el modelo:

Restricciones	
Asignación	$\sum_{j=1}^9 y_{ij} = 1 \quad i=1,\dots,3.$
N° de instalaciones	$\sum_{j=1}^9 x_j = 1$
Consistencia	$y_{ij} \leq x_j \quad i=1,\dots,3; j=1,\dots,9.$
Naturaleza de las variables	$x_j, y_{ij} \in \{0,1\} \quad i=1,\dots,3; j=1,\dots,9.$

Fuente: Elaboración propia.

b) Resultado variable de decisión “ x_j ” para 1 estanque:

Tabla 4.7.3 Resultados variable “ x_j ” +5

x_j	AL	0
	TS	0
	AP	0
	AS	0
	RI	0
	EQ	1
	LA	0
	CN	0
	RF	0

Fuente: Elaboración propia.

c) Resultado ubicaciones a utilizar:

Tabla 4.7.4 Resultados obtenidos en Solver +5

Distancia (h) (Km)		Puntos de concentración		
		1	2	3
Segundo estanque	AL	0	0	0
	TS	0	0	0
	AP	0	0	0
	AS	0	0	0
	RI	0	0	0
Ubicación nueva	EQ	1	1	1
	LA	0	0	0
	CN	0	0	0
	RF	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

a) Distancias resultantes del modelo:

Tabla 4.7.5 Resultados distancias obtenidas +5

	1	2	3	
AL	0	0	0	0
TS	0	0	0	0
AP	0	0 </td <td>0</td> <td>0</td>	0	0
AS	0	0	0	0
RI	0	0	0	0
EQ	3,26	1,45	1,7	6,41
LA	0	0	0	0
CN	0	0	0	0
RF	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4.7.2 Resultado modelo propuesto +5



Fuente: Elaboración propia en base a SIGEC (Intranet ESVAL)

5. Conclusiones y recomendaciones

Tomando en cuenta lo propuesto en el análisis anterior, se puede decir que al generar un modelo de proyección de crecimiento poblacional, y definir si fuese del tipo densidad poblacional o territorial, se pueden identificar las localidades en las que será necesario realizar nuevas instalaciones y de esta manera comenzar los trabajos necesarios.

Luego utilizando las solicitudes ya existentes y conocimiento previo del territorio analizado, se definen con facilidad las ubicaciones en que se podrían realizar las instalaciones necesarias para la localidad, incluyendo dentro del análisis en qué dirección se generaría el crecimiento territorial.

Al ser un modelo generado en base a una proyección de crecimiento, las distancias calculadas no son las que se utilizarán al momento de realizar las conexiones reales, puesto que las cañerías y matrices se mueven a través de las calles, las cuales no necesariamente están definidas al momento de utilizar el modelo de localización. Por ende las distancias se modificarán al momento de comenzar los trabajos de construcción.

Al considerar que el modelo busca disminuir las distancias totales entre los puntos potenciales de demanda y los estanques a construir, es que se debe destacar que existirán casos en que la conexión se hará directamente hacia el estanque más cercano, y no necesariamente hacia el recién instalado en la localidad. Por lo que la demanda de cada estanque podría variar según su uso y cercanía a nuevas construcciones y ampliaciones de territorio urbano.

Con el modelo propuesto, se logra trabajar de manera proactiva frente a las situaciones que se presentan constantemente dentro de la empresa. Al ser capaces de prever la necesidad de estanques en una localidad definida y considerar la expansión territorial que tendría la zona urbana, se pueden anticipar los trabajos pertinentes con un margen de al menos 2 años, lo que permite a los potenciales clientes descartar contratiempos relacionados con conexión, y con ello avanzar acorde a lo planificado y teniendo claros cuáles son los puntos a considerar dentro de sus trabajos.

Como se muestra en la validación del modelo, al utilizar un modelo de localización como el propuesto que entregue la ubicación con las distancias mínimas entre los puntos relevantes dentro de una localidad, se pueden disminuir considerablemente las distancias a recorrer cuando fuera necesario hacer nuevas instalaciones, y por ende se disminuye la cantidad de material a utilizar.

Actualmente se tiene una deserción de proyectos que provoca la pérdida de crecimiento potencial todos los años. Lo que con el modelo propuesto se podría controlar y a su vez aumentar la incorporación de nuevos clientes, especialmente aquellos que surgen de solicitudes Fuera del Territorio Operacional. Sólo desde 2016, existen más de 2.000 solicitudes de U.H. para los sectores que se definen como puntos potenciales de demanda, y

que estarían cubiertos con la instalación de los estanques resultantes del modelo, sin embargo, son parte de proyectos que desertaron durante las primeras etapas por falta de la infraestructura sanitaria necesaria para su continuidad.

Finalmente con el modelo propuesto, se logra disminuir no sólo la deserción de clientes potenciales asociadas a proyectos FTO, sino que también los tiempos asociados al proyecto, ya que en la actualidad se tendría que esperar a que se genere la aprobación y posterior construcción de la infraestructura necesaria para poder avanzar en el proyecto, en cambio con el modelo se tendría este trabajo realizado anticipadamente, y sin interferir en los potenciales proyectos.

6. Bibliografía

Contreras, V., Giamporcaro, k., & Rodulfo, F. (Octubre de 2014). *Métodos de proyección para la demanda*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2018, de <http://www.authorstream.com/Presentation/valentinacontrer-2304172-metodos-de-proyeccion-para-la-demanda/>

Cooper, L. G., & Nakanishi, M. (1998). *Market Share Analysis*. Pennsylvania: Publicaciones Universidad de Pennsylvania.

ESVAL.SA. (s.f.). *ESVAL, web corporativa*. Recuperado el abril de 2016, de <http://portal.esval.cl/quienes-somos/>

Fernández, F. (1994). *Tesis Doctoral: Un problema de localización Max-Min con restricciones*. Universidad de Sevilla, Sevilla.

Ingenio Empresa. (19 de Junio de 2016). *Ingenio Empresa*. Recuperado el 17 de Abril de 2018, de <https://ingenioempresa.com/matriz-de-vester/>

Morgan, J. N., & Sonquist, J. A. (1963). *Problems in the analysis of survey data, and a proposal*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2017, de https://cs.nyu.edu/~roweis/csc2515-2006/readings/morgan_sonquist63.pdf





Urbina, G. B. *Evaluación de Proyectos, cuarta edición*. Graw Hill.

Vidal, J. P. (Septiembre de 2009). *Modelo para la localización de supermercados orientada al cliente*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2018, de Repositorio U de Chile: http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2009/cf-vidal_jv/pdfAmont/cf-vidal_jv.pdf

Villarreal, D. F. (2016). *Introducción a los modelos de pronósticos*. Recuperado el Septiembre de 2018, de http://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion_a_los_Modelos_de_Pronosticos.pdf

Weber, A. (1909). *Modelo de localización industrial*.

7.2. Formulario Solicitud de Factibilidad

SOLICITUD DE FACTIBILIDAD DE DACIÓN DE SERVICIOS SANITARIOS			
N° SOLICITUD		FECHA	
FORMULARIO N°1			
1. ANTECEDENTES DE LA PROPIEDAD PARA LA CUAL SE SOLICITA FACTIBILIDAD			
NOMBRE PROPIETARIO		RUT	
CALLE PROPIEDAD	N°	ROL S.I.I.	N° LOTE Y MANZANA
ENTRE CALLE		Y CALLE	
SECTOR / POBLACIÓN	COMUNA	CIUDAD	
N° CLIENTE (SI CUENTA CON SERVICIO)	FONO(S)	E-MAIL	
2. ANTECEDENTES SOBRE LA FACTIBILIDAD			
SOLICITA CERTIFICADO DE: <input type="checkbox"/> Factibilidad de Agua Potable <input type="checkbox"/> Factibilidad de Alcantarillado			
PARA LOS FINES DE: <input type="checkbox"/> Construir <input type="checkbox"/> Regularizar <input type="checkbox"/> Ampliar <input type="checkbox"/> Otro / Especificar _____			
TIPO DE UNIDAD HABITACIONAL <input type="checkbox"/> SOCIAL <input type="checkbox"/> NO SOCIAL			
TIPO DE CONSTRUCCIÓN: <input type="checkbox"/> Casa <input type="checkbox"/> Edificio <input type="checkbox"/> Condominio <input type="checkbox"/> Local Comercial <input type="checkbox"/> Industria / Taller <input type="checkbox"/> Estab. Educacional <input type="checkbox"/> Conj. Habitacional <input type="checkbox"/> Caseta Sanitaria <input type="checkbox"/> Otro / Especificar _____	N° DE UNIDADES: <input type="checkbox"/> N° casas <input type="checkbox"/> N° edificios <input type="checkbox"/> N° pisos <input type="checkbox"/> N° de departamentos <input type="checkbox"/> N° de locales <input type="checkbox"/> N° de alumnos (E. Educ.) <input type="checkbox"/> N° de habitaciones (Hotel / Motel)	ANTECEDENTES PARA DISEÑO: <input type="text"/> N° total de habitantes <input type="text"/> Consumo Estimado A.P.(m3/día) <input type="text"/> Caudal de Aguas Servidas (U.E.H.) <input type="text"/> Consumo Estimado A.P.(m3/día) (para conexión provisional, si requiere)	SITUACIÓN DE LA PROPIEDAD: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Sitio Eriazo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Existe fuente particular de A.P. SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Existe sistema particular de Alc.
3. ANTECEDENTES SOBRE LA SITUACIÓN DE LA VIVIENDA			
¿ EL PROYECTO CONSIDERA LA EXISTENCIA DE BOCAS DE ADMISIÓN O TAPAS DE CÁMARA DE INSPECCIÓN BAJO LA COTA DE SOLERA? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			
MARQUE CON "X" EN EL RECUADRO EL ESQUEMA QUE MEJOR REPRESENTA LA POSICIÓN DE LA VIVIENDA RESPECTO A LA CALLE:			
 <p>Construcción SOBRE nivel de calle</p>	 <p>Construcción AL MISMO nivel de calle</p>	 <p>Construcción BAJO nivel de calle</p>	
4. ANTECEDENTES SÓLO PARA CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES			
CAUDAL INSTALADO DE A.P. <input type="text"/> (Lt/min) ó (m3/mes)	DESCARGA DE A.S. DOMÉSTICAS <input type="text"/> (Lt/min) ó (m3/mes)	DESCARGA DE AGUAS DOMÉSTICAS MÁS RILES <input type="text"/> (Lt/min) ó (m3/mes)	
GASTO ESTIMADO A.P./FUENTE PROPIA <input type="text"/> (m3/día)	VOL. DESCARGA DIARIA (V.D.D.) <input type="text"/> (m3/día)	VOL. DESCARGA MENSUAL (U.D.M.) <input type="text"/> (m3/mes)	
GIRO O DESTINO <input type="text"/>	CODIGO ACTIVIDAD ECONÓMICA <input type="text"/>	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Utilización de Agua Potable SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Generación de RILES	
5. ANTECEDENTES DEL PETICIONARIO Y DEL PROYECTISTA			
NOMBRE PETICIONARIO		RUT PETICIONARIO	
FONO/FAX SOLICIT.	DIRECCIÓN POSTAL		
NOMBRE PROYECTISTA		RUT PROYECTISTA	
PROFESIÓN O N° REGISTRO PROYECTISTA	E-MAIL		
CALLE	N° (BLOCK, DEPTO)	COMUNA	FONO / FAX
<input type="checkbox"/> Copia simple escritura de propiedad o documento que acredite legalmente condición de propietario. <input type="checkbox"/> Copia simple Boleta de Pago de Agua Potable de la propiedad (si ya es cliente)			

6. ANTECEDENTES DE UBICACIÓN DE LA PROPIEDAD (Responsabilidad del solicitante)



Complete ubicando el lote de su propiedad en la posición que más se ajusta dentro del esquema, incluyendo además el nombre de todas las calles cercanas.

En caso que el esquema anterior no se ajuste a la ubicación de su propiedad, haga un dibujo simple sin olvidar el nombre de las calles cercanas.

7. INFORME TÉCNICO DE FACTIBILIDAD (USO EXCLUSIVO DE ESVAL S.A.)

TÉCNICO ESVAL _____ FECHA INFORME _____

PLANCHETA _____ CUENCA _____ SECTOR _____ ESTANQUE _____

A.P. _____ ALC. _____ A.P. Y ALC. _____ ENTRE CALLES _____

N° CLIENTE ESVAL EXISTENTE _____ DIÁMETRO M.A.P. EXISTENTE _____

Si:

- Propiedad dentro de área de concesión
- Propiedad dentro de zona rural
- Propiedad mantiene deuda
- Servicio suspendido
- Servicio eliminado
- Instalación clandestina
- Predio no ubicado
- Acreditar dominio
- Faltan antecedentes
- Edificio acogido a ley de copropiedad

Si:

- Condominio acogido a ley de copropiedad
- Propiedad cuenta con servicio de Agua Potable
- Propiedad cuenta con servicio de Alcantarillado
- Sistema propio de presión A.P.
- Sistema particular de elevación mecánica de Alc.
- Sistema particular de Alcantarillado (S.N.S.)
- Requiere extensión de red Agua Potable
- Requiere extensión de red Alcantarillado
- Compromiso refuerzos Alc.
- Compromiso refuerzos A.P.

Si:

- Arranque largo
- U.D. larga
- U.D. bajo cota
- Comunidad de desagüe
- Servidumbre predial
- Servidumbre a favor de ESVAL S.A.
- Requiere cámara desgrasadora
- Riles
- Incorporarse a sistema de alc. de: _____

PUNTO DE CONEXIÓN DE AGUA POTABLE

MATRIZ EN CALLE	∅ (mm)	MAT.	P° (mca)

PUNTO DE EMPALME DE ALCANTARILLADO

COLECTOR EN CALLE	∅ (mm)	MAT.	Prof. (m)

OBSERVACIONES

OBSERVACIONES

www.esval.cl

DECRETO SUPREMO N°50
 ARTICULO 12: La tramitación administrativa correspondiente al proyecto y construcción de las instalaciones de A.P. y Alcantarillado, con templa las siguientes etapas: 1.- Otorgamiento de la Factibilidad de servicios solicitada y retirada en oficina comercial transcurrido 20 días. 2.- Presentación del Proyecto. 3.- De la iniciación de obras (ejecución de instalaciones interiores una vez visitado el proyecto. 4.- Autorización de Conexión y Empalme de las instalaciones de Agua Potable y de Alcantarillado de aguas servidas, una vez que se entrega el plano definitivo. 5.- Certificado de las instalaciones.
 ARTICULO 17: Una vez otorgada la factibilidad, el proyectista deberá entregar al prestador la siguiente información: a) Proyecto informativo de la instalación domiciliaria, confeccionado y firmado en 2 copias por un proyectista, a los que se refieren los Artículos 9 y 10 del pte. Reglamento. b) Cuando se trate de una instalación que cuente con fuente propia de A.P., se deberá entregar, además, la información necesaria de estas instalaciones. c) Cuando existan viviendas con el nivel de piso terminado bajo la cota de la solera, el proyectista deberá presentar al prestador una solución técnica que evite el arregamiento de la vivienda debido a la construcción del colector público, la que deberá quedar consignada en el proyecto correspondiente. d) Número del certificado de factibilidad.
 ARTICULO 18: El prestador archivara provisionalmente una copia del proyecto informativo si no formulare observaciones sobre el dentro de un término de 30 días. Conforme a dicho proyecto se fijaran los valores de los aportes de financiamiento reembolsables, exigidos en el certificado de factibilidad. Conjuntamente con la entrega del proyecto, el interesado deberá acompañar el informe del revisor independiente a que alude el art. 25 en su caso.
 ARTICULO 19: Para construir las instalaciones domiciliarias el propietario, deberá hacer entrega del proyecto a un contratista, quien deberá proceder a firmar la copia del proyecto informativo que se encuentra en poder del prestador o en el servicio de salud correspondiente.

