



Universidad de Concepción
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía
Departamento de Geografía

Magister en Análisis Geográfico

"Propuesta de un Modelo Espacial para la determinación de la brecha de Agua Potable Rural a través de las Localidades Semiconcentradas"

Región del Biobío

Autor: Yasna Bustamante Gajardo
Geógrafo PUCV
Profesor Guía: Rodrigo Sanhueza

Concepción, Junio 2016



INDICE

RESUMEN	4
I.- INTRODUCCIÓN	5
II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
III.- OBJETIVOS.....	8
3.1.-Objetivo General.....	8
3.2.-Objetivos Específicos.....	8
IV.- METODOLOGÍA.....	8
4.1.- Variables de Análisis.....	9
4.2.- Herramientas del Sistema de Información Geográfico a utilizar.....	11
4.2.1- Model Builder.....	12
V.- MARCO DE REFERENCIA	13
5.1.- Evolución de la Política Agua Potable/ MUNDO	13
5.2.- Evolución de la Política Agua Potable/ Rural en Chile	14
5.3.- Planificación de las Obras de Infraestructura MOP	17
VI.- ANÁLISIS	19
6.1.- Análisis de las áreas urbanas y rurales para determinación de la cobertura de Agua potable.	20
6.2.- Cobertura de Agua Potable Áreas Urbanas normadas por instrumentos de Planificación (IPT).....	21
6.3.- Cobertura Actual de Agua Potable Rural	24
6.4. Desarrollo del Modelo de Análisis	28
6.5. Calculando la Brecha	43
VII.- CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFÍA	48



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ejemplo Áreas urbanas IPT, INE y la cobertura de la empresa sanitaria, área TOP, en Comuna de Quillón	22
Figura 2 : Comparación entre límites urbanos (IPT), INE, TOP	24
Figura 3: Ejemplo de la Distribución espacial de las red de Agua Potable Rural existente (Área del ejemplo comuna de Coihueco y su entorno rural.....	27
Figura 4: Expresión gráfica del Modelo de Análisis Espacial	29
Figura 5: Paso 1 del Modelo, Análisis de Proximidad.....	31
Figura 6: Paso 2 del Modelo, Contabilización de viviendas en las áreas buffer	33
Figura 7: Resultado final del Modelo, Identificación y categorización de Localidades Semiconcentradas, Semidispersas y Dispersa	39
Figura 8: Análisis de la Cobertura de la red de agua potable sobre la identificación de las localidades Semiconcentradas, Semidispersas y Dispersas.	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 : Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural, Región del Biobío (1964-2016)	25
Gráfico 2: Distribución de las Localidades semiconcentradas, Semidispersas y Dispersas por Provincia	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Extensión Territorial de cada Instrumento en la Región del Biobío.	23
Tabla 2 : Resultados de la Clasificación de las Localidades en Semiconcentrada, Semidispersa y Dispersa	37
Tabla 3: Resumen estadístico de las Localidades por Tipo y Provincia.....	41



RESUMEN

Las actuales estimaciones de cobertura de sistema de agua potable rural de la región del Biobío tienen discrepancias de acuerdo al ente público que hace la estimación. La Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) ha señalado que en el área rural posee un 63% de cobertura de agua potable, las estimaciones que se realizan en esta investigación no supera el 27%, esto podría explicarse porque existen 73 Sistemas de Agua Potable Rural (APR) que actualmente operan dentro del límite urbano definido por los IPT o 29 APR según el Límite Urbano Censal (LUC). La coordinación de los organismos del Estado y sus marcos normativos para utilizar una única definición de lo que se debe entender por Urbano y Rural parece evidente, al finalizar este estudio se presenta una conclusión sobre esto.

El siguiente trabajo tiene como propósito identificar aquellos territorios donde la población aún no cuenta con un servicio de agua potable rural (APR) de estándar ministerial y que, por lo mismo, constituyen la brecha por cubrir en las localidades Semiconcentradas. Para poder identificar esta brecha se analizan cinco variables; *catastro georreferenciado de viviendas rurales Pre censo 2011, localidades Semiconcentradas, Semidispersa y Dispersa, límites urbanos definidas por Planes reguladores y límites urbanos censales, situación base de los APR y los territorios operacionales (TOP) de las empresas sanitarias.*

Este trabajo entrega como producto final un modelo espacial replicable a otras regiones, que permita el análisis previo al desarrollo de un proyecto de Agua Potable Rural, donde se releve el contexto de la distribución espacial de la población y las viviendas sobre un determinado territorio, lo cual viene a orientar la planificación de las inversiones en Agua Potable Rural en el mediano y largo plazo.



1.- INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las Metas del Milenio (objetivo 7), instaban a “reducir a la mitad la proporción de personas que no tienen acceso a agua potable segura para el 2015” (HabitadColombia,2004), estas indicaciones están aparejadas a la Resolución A/RES/64/292, del 28 de julio de 2010, en la cual la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró que debía asegurarse el acceso al agua potable salubre y al saneamiento y que este debía entenderse como un derecho humano fundamental para de esa forma encontrar un completo disfrute de la vida y de todos los demás derechos humanos (ONU , 2010.). Las cifras a nivel mundial muestran las fuertes diferencias en lo que respecta acceso de agua potable entre zonas rurales y urbanas. La primera de ellas cuenta con una 16% de población que no utiliza fuentes de agua mejorada, mientras que la población urbana lo es solo de un 4%.

La temática de agua constituye una de las áreas de trabajo más importantes del planeta en este momento. Es producto de la fuerte dependencia en sus recursos naturales, que nuestra región (América Latina), es especialmente vulnerable a los impactos que pueda generar el cambio climático. En este aspecto, el cambio climático impactará todos los usos del agua, que en la región¹ van desde la generación de energía, pasando por la agricultura, industria y el consumo doméstico².

El Ministerio de Obras Públicas (MOP) tiene la misión de “recuperar, fortalecer y avanzar en la provisión y gestión de obras y servicios de infraestructura para la conectividad, la protección del territorio y las personas, la edificación pública y el aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos; asegurando la provisión y cuidado de los recursos hídricos y del medio ambiente, para contribuir en el desarrollo económico,

¹ . Como lo consigna la "Agenda del Agua de las Américas" del año 2012, los glaciares de donde se extrae agua para consumo, han visto reducida su cubierta en una cuarta parte en los últimos 30 años, lo que se suma a que el 60% de la población de América latina, se encuentra en zonas costeras las que podrían sufrir por su emplazamiento, inundaciones, aumentos del nivel del mar e intrusión salina entre otros impactos.

² AA.VV. (2012). Agenda del Agua de las Américas: Metas, soluciones y rutas para mejorar la gestión de los recursos hídricos, VI Foro Mundial del Agua, Marsella.



social y cultural, promoviendo la equidad, calidad de vida e igualdad de oportunidades de las personas” (Ministerio de Obras Públicas, 2014).

Dentro de los objetivos de Contribuir a la equidad y mejorar la calidad de vida de nuestros ciudadanos, uno de los productos estratégicos del MOP y en particular, de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), es la provisión de “Servicios de Infraestructura Hidráulica de Agua Potable Rural en localidades Concentradas y Semiconcentradas”.

En general, el propósito de este trabajo es identificar aquellos territorios donde la población aún no cuenta con un servicio de agua potable rural (APR) de estándar ministerial y que, por lo mismo, constituyen la brecha por cubrir en las localidades Semiconcentradas. Para poder identificar esta brecha se analizan cinco variables; *catastro georreferenciado de viviendas rurales Pre censo 2011, localidades Concentradas y Semiconcentradas, límites urbanos definidas por Planes reguladores y límites urbanos censales, situación base de los APR* y los territorios operacionales (TOP) de las empresas sanitarias.

Este trabajo busca además proponer una metodología de análisis previo al desarrollo de un proyecto de Agua Potable Rural, donde se releve el contexto de la distribución espacial de la población y las viviendas sobre un determinado territorio, lo cual viene a orientar la planificación de las inversiones en Agua Potable Rural en el mediano y largo plazo.



2.- Planteamiento del Problema

La denominación de lo “urbano” y “rural”, que parece ser una forma bastante simple de clasificar el territorio, en realidad es mucho más compleja y tiene implicancias en la forma de abastecer de agua a la población, particularmente de la que habita en lugares alejados de los centros urbanos de mayor concentración. Al menos dos instituciones³ trazan sobre el territorio una línea que delimita lo urbano y lo rural. Estas instituciones trazan esta línea en función de los objetivos propios, ello finalmente se refleja en una expresión territorial distinta.

En la Región del Biobío, en el caso de la población urbana, la dotación de agua potable alcanza valores superiores al 99,5%⁴ según la Superintendencia de Servicio Sanitario (SISS). La cobertura en el área rural es de 62,79%⁵, según la Dirección de Obras Hidráulicas, sin embargo en ésta no se consideran los sistemas de agua potable rural externos⁶, que se estima alcanzarían a unos 400 sistemas⁷, que atenderían a unas 20 mil viviendas.

De acuerdo con el INE en 2011, se contabilizan 79 áreas urbanas que suman 54.593 hectáreas. Por otra parte existen 108 áreas urbanas normadas definidas en los Planes Reguladores Comunes (PRC), correspondientes a 91.735 hectáreas a lo cual habría que agregar otras 2.298 hectáreas del PRICH⁸ y 40.851 hectáreas del PRMC⁹, totalizando 134.884 hectáreas. Una cifra casi 2,5 veces superior a la superficie que el INE considera como urbana, lo que claramente afectaría el porcentaje de cobertura en el área rural.

Dado lo anterior se hace necesario elaborar una metodología de análisis que integre las problemáticas anteriores a fin de identificar donde se localizan los territorios que aún no tienen un abastecimiento de Agua Potable Rural a fin de disminuir la brecha de infraestructura de este tipo de servicio.

³ Instituto Nacional de Estadísticas (INE) mediante el Límite Urbano Censal (LUC) y el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MNVU) mediante la Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC).

⁴ SISS (2012), Informe anual de Coberturas de Servicios Sanitarios.

⁵ DOH (2014), Propuesta Desarrollo, Programa de Agua Potable Rural en la Región del Biobío, Desafíos Actuales y Futuros.

⁶ APR Externos: Sistemas de agua potable que la DOH no reconoce como propios.

⁷ Estimación preliminar que durante el Precenso 2016, se espera despejar.

⁸ PRICH, Plan Regulador Intercomunal de Chillán.

⁹ PRMC, Plan Regulador Metropolitano de Concepción.



3.- Objetivos

3.1.-Objetivo General

Elaborar una propuesta metodológica a través de un modelo espacial para la determinación de la brecha de Agua Potable Rural analizando la distribución espacial de las localidades Semiconcentradas.

3.2.-Objetivos Específicos

3.2.1.-Construir un modelo de Análisis para la identificar la brecha de agua potable a partir de los criterios de establecidos por la dirección de Obras hidráulicas.

3.2.2.-Analizar las áreas definidas por los planos reguladores comunales y los limites censales de INE y su relación con las localidades Semiconcentradas.

3.2.3.- Analizar la situación base y oferta planificada de sistemas de agua potable rural de la región v/s la población rural.

4.- Metodología

La unidad de análisis será la Región del Biobío, esta es la segunda región en cantidad de habitantes del país con 1.861.562 y la primera en número de habitantes localizadas en áreas rurales con 333.256 según las cifras oficiales del Censo 2002.

Para efectos de este trabajo se va definir como “*Brecha*” a las localidades que teniendo los parámetros o el carácter de semiconcentrado no tienen solución actual de agua potable rural por parte de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP.



A continuación se define el cómo se abordarán cada uno de los objetivos planteados en este trabajo:

- *Objetivo 3.2.1* : a través del catastro georreferenciado de las viviendas rurales del Pre censo 2011, se identificarán las localidades semiconcentradas bajo el criterio de 8 viviendas por kilómetro de red y una población de 80 habitantes. Para definir estas localidades se utilizará Model Builder, herramientas de Análisis y de Administración de datos del software Arcgis.
- *Objetivo 3.2.2* :Desarrollado el objetivo anterior se superpondrán las coberturas vectoriales (polígono) las áreas definidas a fin de contrastar aquellas localidades que estando en áreas urbanas definidas por PRC y /o límite urbano censal (LUC) tienen sistemas de agua potable rural y aquellas localidades que no.
- *Objetivo 3.2.3* :Una vez definida las localidades anteriores se espacializará la situación base¹⁰ y la oferta planificada¹¹ de sistemas de agua potable rural a fin de identificar a las localidades que presentan brecha de infraestructura de este tipo de servicio.

4.1.- Variables de Análisis

4.1.1.- *Viviendas Precenso 2011*¹²: Catastro georreferenciado de las viviendas rurales de la región estas corresponden a 131.229 que representan el 19,6 % de 670.085 universo total de viviendas de la región. Información de levantamiento SIRGAS 2000 UTM, Huso 18 S. Como atributo se tiene los campos de provincia, Comuna , Localidad, entidad y categoría (Aldea, Caserío, Parcela o Hija, Fundo, etc).

¹⁰ Corresponde a las iniciativas de inversión existentes que consideren alguna mejora o ampliación de sistemas de APR

¹¹ Iniciativas de inversión programadas en un mediano y largo plazo en su etapa de ejecución

¹² Nota: La etapa de Precenso es un proceso que ocurre 1 año antes del Censo y tiene por objetivo levantar todas las viviendas del país a objetivo de definir los sectores de empadronamiento, si bien son datos preliminares tienen un valor importante para realizar este tipo de análisis



4.1.2.- *Limites urbanos PRMC y LUC*: Los limites urbanos están definidos por el instrumentos de planificación territorial (IPT) entre ellos está los Planes reguladores comunales (PRC), planes intercomunales (PRI) y planes reguladores metropolitanos (PRM) los cuales se rigen por la Ley general de Urbanismo y Construcciones. Los PRC definen áreas urbanas cuyo último fin es la normar el uso de suelo y las normas de edificación. Actualmente en la región existen 31 planos reguladores que delimitan áreas urbanas.

Para el caso de Limites Urbanos Censales (LUC) generados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), como lo define su nombre, su objeto es censal. Los LUC diferencian a la población y viviendas que se encuentran en áreas urbanas y en localidades rurales. En la región para el proceso de Pre censo 2011 se delimitaron 79 entidades urbanas.

4.1.3.- *Situación Base de Agua Potable Rural (APR)*: Corresponde al catastro georreferenciado de los sistemas de agua potable rural existentes, en ejecución y programados. Servirá como insumo para determinar si una localidad semiconcentrada existente tiene o no un proyecto de APR en cualquiera de sus etapas (Idea, Prefactibilidad, Diseño y Ejecución)

4.1.4.- *Territorio Operacional de Agua Potable*¹³: Territorio dentro del cual el concesionario (empresa sanitaria) se ha comprometido a prestar el servicio de abastecimiento de agua potable, de manera exclusiva y excluyente y respecto del cual tiene derechos y obligaciones que surgen del Marco Regulatorio y de los respectivos Decretos de Concesión. Se cuenta con las áreas georreferenciadas de estos territorios operacionales para la región, los cuales se insertan en las áreas urbanas normadas, con el cual se puede estimar cuantas viviendas (áreas urbanas) son abastecidas por este tipo de servicio .

¹³ SISS



4.2.- Herramientas del Sistema de Información Geográfico a utilizar

Dentro del Ministerio de Obras se ha instaurado la herramienta de los SIG como parte esencial del quehacer de cada dirección a una escala Nacional y Regional. Durante el 2008, se crea el Sistema de Información Transversal del MOP (SITMOP), el cual tiene una orgánica de funcionamiento institucionalizado y cuenta con equipos y software especializado para ello.

Para el desarrollo del presente trabajo es esencial en análisis espacial a través de las herramientas de los sistemas de información geográfica, se utilizará para ello el software Arcgis 10.2. específicamente.

Para construir el Modelo espacial de análisis se utilizara Model Builder, Herramientas de Administración de Datos y Herramientas de Análisis, Estas ultima se destacan las herramientas de proximidad basadas en entidades (capas vectoriales) que se utilizan para descubrir las relaciones de proximidad. Estas herramientas generan como salida información tablas o entidades de zona de influencia. Las zonas de influencia generalmente se utilizan para delinear las zonas protegidas alrededor de las entidades o para mostrar las áreas de influencia¹⁴. A continuación se describen algunas de ellas.

Cuadro N° 1: Descripción de Herramientas de Proximidad

Herramientas	Descripción
<i>Zona de influencia</i>	Crea polígonos de zona de influencia alrededor de entidades de entrada a una distancia especificada.
<i>Crear polígonos de Thiessen</i>	Crea polígonos de Thiessen a partir de entidades de puntos. Cada polígono de Thiessen contiene una única entidad de entrada de puntos. Cualquier ubicación dentro de un polígono de Thiessen está más cerca de su punto asociado que de cualquier otra entidad de entrada de puntos.

¹⁴<http://desktop.arcgis.com/es/desktop/latest/tools/analysis-toolbox/an-overview-of-the-proximity-toolset.htm>



<i>Generar tabla de cercanía</i>	Calcula las distancias y demás información de proximidad entre entidades en una o varias capas o clases de entidad. A diferencia de la herramienta Cerca, que modifica la entrada, Generar tabla de cercanía escribe los resultados en una tabla independiente nueva y permite la búsqueda de más de una entidad próxima.
<i>Zona de influencia en anillos múltiples</i>	Crea varias zonas de influencia a distancias especificadas alrededor de las entidades de entrada. Estas zonas de influencia se pueden fusionar y disolver de forma opcional con valores de distancia de zona de influencia para crear zonas de influencia no superpuestas.
<i>Cercano</i>	Calcula la distancia y la información de proximidad adicional entre entidades de entrada y la entidad más cercana en otra clases de entidad o capa.
<i>Distancia de punto</i>	Determines the distances from input point features to all points in the near features within a specified search radius.
<i>Vecinos de polígonos</i>	Crea una tabla con estadísticas basadas en la contigüidad de polígono (superposiciones, bordes coincidentes o nodos).

La herramienta de proximidad dentro del modelo de espacial se considera relevante, ya que permitirá visualizar la distribución espacial de las viviendas en localidades, a través de la definición del criterio de la Dirección de Obras Hidráulicas para localidades Semiconcentradas, este es 8 viviendas por 1 km de red y 80 habitantes.

4.2.1- Model Builder

Para construir un modelo de análisis como se plantea en el objetivo número 3.2.1, se utilizara las herramientas de Arcgis 10.2 para la construcción de Model Builder. Este es un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo de geoprocésamiento. Los modelos de geoprocésamiento automatizan y documentan los procesos de análisis espacial y de administración de datos. Los modelos de geoprocésamiento se crean y modifican en Model Builder, donde un modelo se representa como un diagrama que



encadena secuencias de procesos y herramientas de geoprocésamiento utilizando la salida de un proceso como entrada de otro proceso.

Como producto de este trabajo se tendrá la construcción de un Moldeo espacial, a través del ambiente de Model Builder de Arcgis, que permita ver la distribución de la espacial de las viviendas y la identificación de localidades Semiconcentradas. Modelo que además tiene un fin de ser replicable en otras regiones del país y por su puesto perfectible.

5.- Marco de Referencia

5.1.- Evolución de la Política Agua Potable/ MUNDO

El año 1977, se realiza las XXX Asamblea Mundial de la Salud, estableciendo que los gobiernos firmantes y la OMS, debía implementar programas de agua y saneamiento básico para “que todos los ciudadanos del mundo en el año 2000, para de esta forma tener un grado de salud que les permita llevar una vida social y económicamente productiva»¹⁵.

Cuatro años después y en la misma senda, la Declaración de Alma Ata (1978), ratifica los acuerdos establecidos que proyectaban al año 2000. Estos acuerdos se sintetizan¹⁶ en los que se denominó, “Salud para Todos en el año 2000”. En esta, se entendía como "**salud para todos**", aquella que "obliga a suprimir los obstáculos que se oponen a la salud (malnutrición, ignorancia, agua no potable y viviendas no higiénicas), así como a resolver problemas puramente médicos, como la falta de médicos, de camas de hospital, de medicamentos y de vacunas"¹⁷.

¹⁵ 2. AGUA Y SANEAMIENTO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Realización: Fundación HÁBITAT COLOMBIA Bogotá, Colombia, febrero de 2004

¹⁶ http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol35_4_09/spu02409.htm

¹⁷ http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol35_4_09/spu02409.htm



En esta época, las más importantes instituciones y agencias internacionales, como La Organización Mundial de la Salud, la Organización de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), se comprometían a trabajar en la cobertura de las necesidades básicas de la población con un planteamiento integral denominado Atención Primaria en Salud.

Para el año 1980 y en la Asamblea General de las Naciones Unidas, se proclama el Decenio Internacional del Agua y Saneamiento. En este periodo (1981-1990) los gobiernos debían establecer estrategias que permitieran "cubrir las necesidades básicas de agua y saneamiento. Por esta época estudios de la OMS estimaban "que un 80% de las enfermedades de origen hídrico existentes en los países en desarrollo eran producto de la contaminación del agua"¹⁸ (Fundación HÁBITAT COLOMBIA, 2004 pág. 8).

5.2.- Evolución de la Política Agua Potable/ Rural en Chile

Para el año 1960, el porcentaje de población rural con disposición de conexión domiciliar de agua potable, no sobrepasaba el 10% (Parra, 2010). Durante este decenio comenzaron a generarse las primeras políticas encaminadas a realizar una reforma agraria, la cual tenía como base mejorar las condiciones de los asentamientos campesinos. Serán los gobiernos de Alessandri y sobre todo con Frey Montalva (1964-1970), los que promuevan lleven adelante el *Programa de Agua Potable Rural* (1964). Este programa que adopta los lineamientos del Plan Nacional de Saneamiento Rural, es parte de los acuerdos alcanzados durante la XIIª Asamblea Mundial de la Salud¹⁹ del año 1959, que estableció como prioritario el abastecimiento público de agua.

El Plan Básico de Saneamiento permitió, entre los años 1964-1970 crear la Oficina de Saneamiento Rural (OSR.) dependiente del ex Servicio Nacional de Salud (SNS), que tenía como objetivo ejecutar las medidas tendientes a procurar el cumplimiento de plan.

¹⁸ 2. AGUA Y SANEAMIENTO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Realización: Fundación HÁBITAT COLOMBIA Bogotá, Colombia, febrero de 2004

¹⁹ El acuerdo "Carta de Punta del Este" del año 1961, firmada por los Ministros de Salud de América Latina, estableció como meta el abastecimiento de agua potable al 50% de la población rural, en la década 1960-1970. (Parra, 2010)



Importante de consignar y terminado el decenio, es la creación de la Unidad de Agua Potable Rural, perteneciente al Departamento de Obras Civiles de la Corporación de Reforma Agraria (CORA).

En el año 1977, plena Dictadura Cívico-Militares, es creado el Servicio de Obras Sanitarias, SENDOS²⁰, el que debía ejecutar y gestionar el agua potable y alcantarillado de las áreas urbanas como rurales.

Entre 1981 y 1985 SENDOS, traspaso los servicios de Agua Potable Rural (administración, operación y mantenimiento) a los Comités de Agua Potable Rural, además de implementar la micro medición en los sistemas a nivel individual o por arranque, permitiendo de esa forma realizar cobros individuales que a la fecha se prorrateaban entre los usuarios, situación que se había constituido en un punto crítico y de conflictividad al interior de la organizaciones²¹.

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), institución que mediante su ayuda financiera permitía la implementación de este Plan Nacional desde su puesta en marcha entrega a SENDOS hasta 1989 y a la dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Publicas hasta el 1991, la ejecución de este. Con el cambio en lo que respecta al ejecutor del programa entre los años 1990 y 1992, la responsabilidad de este pasa a recaer en Ministerio de Obras Públicas a través de la Unidad Ejecutora Programa BID, instancia que más tarde se haría cargo bajo el nombre de Departamento de Programas Sanitarios (DPS). "Luego de ello, se pone término a la vida legal de SENDOS, a partir de la promulgación de las leyes por medio de las cuales se reforma el sector (1989): se suscriben contratos nuevos con el BID, destinados a internalizar los cambios institucionales efectuados dentro del programa de agua potable rural, para modificar la definición del organismo ejecutor (1990), y se crea la Unidad Ejecutora BID-

²⁰ organismo dependiente del Ministerio de Obras Públicas y creado en el año 1977. Con la creación del SENDOS, se concentra en un solo organismo toda la gestión del agua potable y alcantarillado, tanto en las áreas urbanas como rurales

²¹ Esta situación derivó en la implementación de procedimientos básicos de contabilidad y cobranza para todos los Comités del país.



Obras Sanitarias en la Dirección de Planeamiento del Ministerio de Obras Públicas (Villarroel, 2012, pág. 7) ²²

Para el año 1993, la ejecución recayó en la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO), la cual solo la ejerció por un breve y limitado espacio de tiempo, esto debido a que terminado este, el MOP paso a constituirse como el organismo a cargo del Programa de Agua Potable Rural, a través de la Dirección de Planeamiento (DIRPLAN) entre 1994-2001, y desde el 2002 a la fecha, se mantiene bajo la administración del Departamento de Programas Sanitarios (DPS), dependiendo de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH). En la actualidad, la DOH ha resuelto la creación de una Subdirección de Agua Potable Rural, de la cual se desprenden los Departamentos de Proyectos y Gestión Comunitaria.

En los próximos años el MOP continuará desarrollando sistemas de agua potable rural abarcando las localidades rurales Semiconcentradas a lo largo de todo el país. Estas localidades corresponden a aquellas que tienen entre 8 y 15 viviendas por kilómetro de red de agua potable y más de 80 habitantes. Esto luego de que la cobertura en las zonas concentradas, es decir que tienen más de 15 viviendas por kilómetro de red y sobre 150 habitantes, alcanza hoy en día a más del 99% a nivel nacional.

²²Villarroel, 2002. Asociaciones Comunitarias de Agua Potable Rural en Chile: Diagnóstico y Desafíos



5.3.- Planificación de las Obras de Infraestructura MOP

El Ministerio de Obras Públicas al entregar por ley a cada Dirección Operativa, la función de planificar y ejecutar las obras de infraestructura que atañen a cada una de ellas, consiguió que el proceso de Planificación que ellas desarrollan se inicie o tenga su génesis en discusiones de problemas entre la ciudadanía y las autoridades políticas del territorio local o nacional. También ocurre que, las iniciativas de inversión surgen como respuesta a un conjunto de demandas sociales contingentes. Es decir, según el planteamiento anterior, la Planificación que efectúa cada Dirección Operativa, se inicia desde una etapa de programación y no incurre en un análisis territorial de las necesidades de inversión.

Por otro lado, en el afán de lograr sus objetivos “eficientemente”, las Direcciones abandonan la mirada territorial del impacto que provoca la iniciativa de inversión que gestionan. Es así como en sus estudios de pre-inversión, gran cantidad de información territorial, que no aporta al logro de sus objetivos, no es utilizada aunque esta sea relevante para otro sector público e incluso el privado.

En general cada uno de los sectores de la administración pública, formula iniciativas de inversión, para solucionar determinadas dificultades en los territorios, actuando bajo el marco de sus respectivas competencias. Sin embargo, al ser los problemas causados por múltiples variables, que requieren para su solución, de competencias que están radicadas en servicios de distintos sectores, obviamente quedan áreas de los problemas sin solución. Es por esto que una adecuada distribución de los recursos regionales, coordinados sectorialmente, equitativos en la intervención y enfocados al desarrollo territorial, es una necesidad.

En el marco del Programa de Modernización del Ministerio de Obras Públicas, Componente de Planificación Integrada, se crea el comité de Planificación Integrada²³. Este Comité debe considerar que la escala de análisis dentro de la Planificación

²³ Resolución N°2390, Créase en a contar del 1 de Julio de 2013, en cada una de las 15 regiones del país, El comité regional de planificación Integrada MOP, Coordinada por la Dirección Regional de Planeamiento.



Territorial, adquiere una importancia relevante, ya que es necesario estudiar varios niveles de detalle al describir un sistema, puesto que la información muy detallada es capaz de ser sumada o agregada para poder producir una mayor generalidad (lo que no ocurre a la inversa). Dicho de otra manera, hay que moverse desde lo detallado y particular a lo amplio y general. Es así como a nivel regional debe utilizarse una escala territorial que permita, al momento de realizar un análisis de un sistema, visualizar características territoriales que a nivel nacional es imposible observar.

Desde el punto de vista de cuándo y cómo aplicar este análisis territorial, cabe mencionar al autor Henry Mintzberg (citado en Dirección de Planeamiento et al, 2014) y quién afirma que “ *la planificación no es un medio para crear estrategias sino para hacer operativas las estrategias creadas por otros medios*”, esto nos presenta una respuesta a la situación demostrada sobre el inicio del proceso de Planificación, ya que las iniciativas al surgir en un entorno político y social reconoce intenciones, metas y propuestas, que son determinantes para iniciar el proceso de planificación y que no se genera necesariamente como resultado de los estudios y cálculos de los planificadores.



6.- Análisis

La preocupación en torno a la protección, gestión y uso eficiente del agua cada vez es mayor a nivel global. En 2030, la demanda proyectada de agua se traducirá en un déficit hídrico global de un 40%²⁴, agudizado por el cambio climático²⁵. Más aún, el aumento de la demanda tanto urbana y rural ha generado un aumento sostenido del consumo de agua.

En la actualidad gran parte de las áreas urbanas de la Región, y del País, son atendidas por empresas concesionarias de servicios sanitarios, agua potable y alcantarillado, actuando sobre lo que se conoce como Territorio Operacional (TOP), autorizado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios en el marco de la normativa establecida en el DFL N° 382, de 1988 del Ministerio de Obras Públicas (MOP), Ley General de Servicios Sanitarios. Por otro lado, la Subdirección de Agua Potable Rural, perteneciente al MOP, tiene como propósito gestionar el abastecimiento de agua potable a localidades rurales Concentradas y Semiconcentradas, ejecutando la inversión necesaria para otorgar este servicio y realizar la asesoría respectiva a las organizaciones responsables de la administración, operación y mantenimiento de los sistemas, aplicando parcialmente la ley citada anteriormente. En relación a lo anterior, los sistemas Agua Potable Rural (APR) están excluidos del régimen de explotación bajo concesión y del régimen tarifario aplicado a los servicios públicos que entregan el servicio a través de las redes exigidas por la urbanización (empresas sanitarias concesionarias). Cabe mencionar que está ad portas el envío al Congreso Nacional del Proyecto de Ley que regula los servicios sanitarios rurales.

²⁴ Water Resources Group, 2009

²⁵ IPCC, 2014, p.14



6.1.- Análisis de las áreas urbanas y rurales para determinación de la cobertura de Agua potable.

Como se mencionó anteriormente la definición de lo “urbano” y “rural”, resulta compleja y tiene implicancias en la forma de abastecer de agua a la población, particularmente de la que habita en lugares alejados de los centros urbanos de mayor concentración. Se ha identificado que dos instrumentos de diferentes entidades públicas trazan sobre el territorio una línea que delimita lo urbano de lo rural. El trazado de esta línea es en función de los objetivos propios de cada institución, así por ejemplo el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) define y diferencia a la población urbana y rural a partir de su límite urbano censal (LUC), categorizando así las entidades urbanas sobre los 2.000 habitantes²⁶, cabe mencionar que la definición de este límite es solo con fines censales y existe metodología establecida para ello en dicha institución. De esta forma a la fecha según Precenso 2011²⁷ se contabilizaron de forma preliminar para la Región del Biobío 79 entidades de carácter urbana, y 5.759 entidades rurales; en cuanto a las viviendas que resulta ser el dato significativo para la estimación de la cobertura de agua potable rural, se señala lo siguiente, se contabilizaron 672.052 viviendas, de ellas 541.419 son viviendas urbanas y 130.633 viviendas rurales.

Esta forma de clasificación de la población urbana y rural, a través del LUC tiene implicancia directa en políticas públicas, asignación de programas, beneficios y otros.

Por otro lado la Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC), norma el uso de suelo urbano a través de la delimitación de áreas urbanas que debe tener cada Plan regulador Comunal, la delimitación de estas áreas obedece a criterios propios de cada municipio y contempla las posibles áreas expansión urbana de la comuna, cabe mencionar además que los límites urbanos fueron realizados en distintos años. Contabilizando las áreas urbanas sobre los cuales actúan los Instrumentos de planificación urbana (Planes reguladores comunales) se tiene que existen 108 áreas urbanas normadas vigentes a la fecha. La figura 1, muestra la diferencia de estos

²⁶ CHILE : CIUDADES, PUEBLOS, ALDEAS y CASERÍOS, INE 2005

²⁷ Corresponde a la fase previa del Censo, donde se levantan las viviendas y edificaciones, las personas que habitan las viviendas y se categorizan las entidades de población según criterios.



límites plasmados en el territorio y que no necesariamente tienen que coincidir, dado que obedecen a criterios y fines distintos, propios de cada institución.

6.2.- Cobertura de Agua Potable Áreas Urbanas normadas por instrumentos de Planificación (IPT)

En relación a la cobertura de agua potable en las áreas urbanas y como se mencionó anteriormente, esta se realiza a través de lo establecido en DFL N° 382²⁸, donde se indica el régimen de concesiones para el otorgamiento de los servicios de producción y distribución de agua potable, recolección y disposición de las aguas servidas, como el único que habilita para el otorgamiento de estos servicios en el área urbana del país.

A lo largo de nuestro país existen 60 empresas sanitarias²⁹ operando principalmente en áreas urbanas. En la Región del Biobío, las empresas sanitarias que operan son ESSBIO y Aguas San Pedro, esta última tiene una menor participación en la entrega de este servicio. La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) es el organismo normativo y fiscalizador de las empresas concesionarias que prestan los servicios de agua potable y alcantarillado. También debe controlar y fiscalizar los residuos líquidos generados por establecimientos industriales, en el ámbito de su competencia, y los vertidos de las plantas de tratamiento de aguas servidas.

Las empresas sanitarias como se mencionó anteriormente operan principalmente en las áreas urbanas normadas, es decir, que cuentan con un Plan Regulador Comunal, pero también existen excepciones³⁰. Actualmente en la región existen 78 territorios operacionales y dos de ellos operan en las localidades de Carampangue y Ramadillas entidades urbanas consideradas por INE, pero que no cuentan con un Plan Regulador Comunal, la Figura 1 gráfica las diferencias de cada límite y la Tabla 1 indica la diferencia en hectáreas de cada instrumento. Cabe mencionar que estas diferencias se visualizan en casi todos las áreas urbanas normadas de la región que además tiene un LUC definido por INE. El caso de la Comuna de Quillón se tomará como referencia

²⁸ Ley General de Servicios Sanitarios

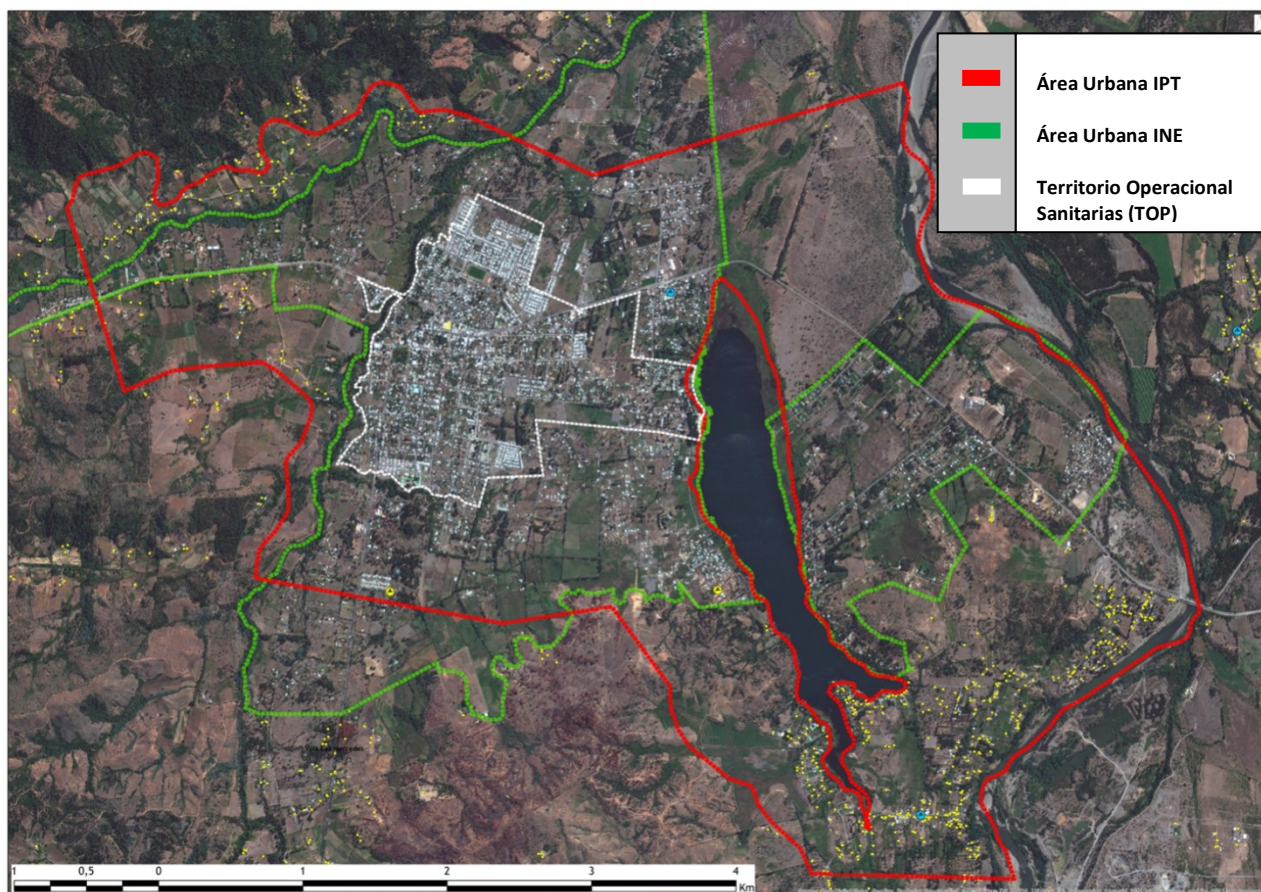
²⁹ www.siss.cl

³⁰ Pueden existir solicitudes de prestación de servicios sanitarios para proyectos desarrollados fuera de las zonas de concesión de Essbio y que cumplan las condiciones establecidas en el artículo 52 bis del DFL MOP N° 382/88 o ampliaciones de territorio operacional, la empresa deberá realizar un estudio de factibilidad técnica económica.



para graficar de manera significativa estas diferencias entre los distintos límites mencionados.

Figura 1: Ejemplo Áreas urbanas IPT, INE y la cobertura de la empresa sanitaria, área TOP, en Comuna de Quillón



Fuente: Elaboración propia a partir de INE (2011), MINVU (2014), DOH (2016), SISS (2014).



Tabla 1 : Extensión Territorial de cada Instrumento en la Región del Biobío.

Instrumento	Servicio	Áreas	Hectáreas
LUC	INE	79	54.593
IPT	SEREMI-MINVU	108	134.884
TOP	SISS	78	36.130

Fuente: INE (2011), SISS (2014), SEREMI MINVU (2014)

La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) informa una cobertura urbana del 99,5%, esta cobertura de casi del 100% puede ser cuestionada, si se analiza la Figura 1, dado que el porcentaje declarado por la SISS está en directa relación a límite operacional de la empresa sanitaria y que no necesariamente puede cubrir toda el área urbana declarada por Plan Regulador Comunal (PRC). El levantamiento de viviendas urbanas por el Precenso 2011, se contabilizaron 541.419 viviendas urbanas, dados los datos informados por la SISS, el total de clientes urbanos que cuentan con el servicios de agua potable y saneamiento corresponde a 513.395 viviendas, existiendo una diferencia de 28.024 viviendas que no son contabilizadas como usuarios de este servicio.

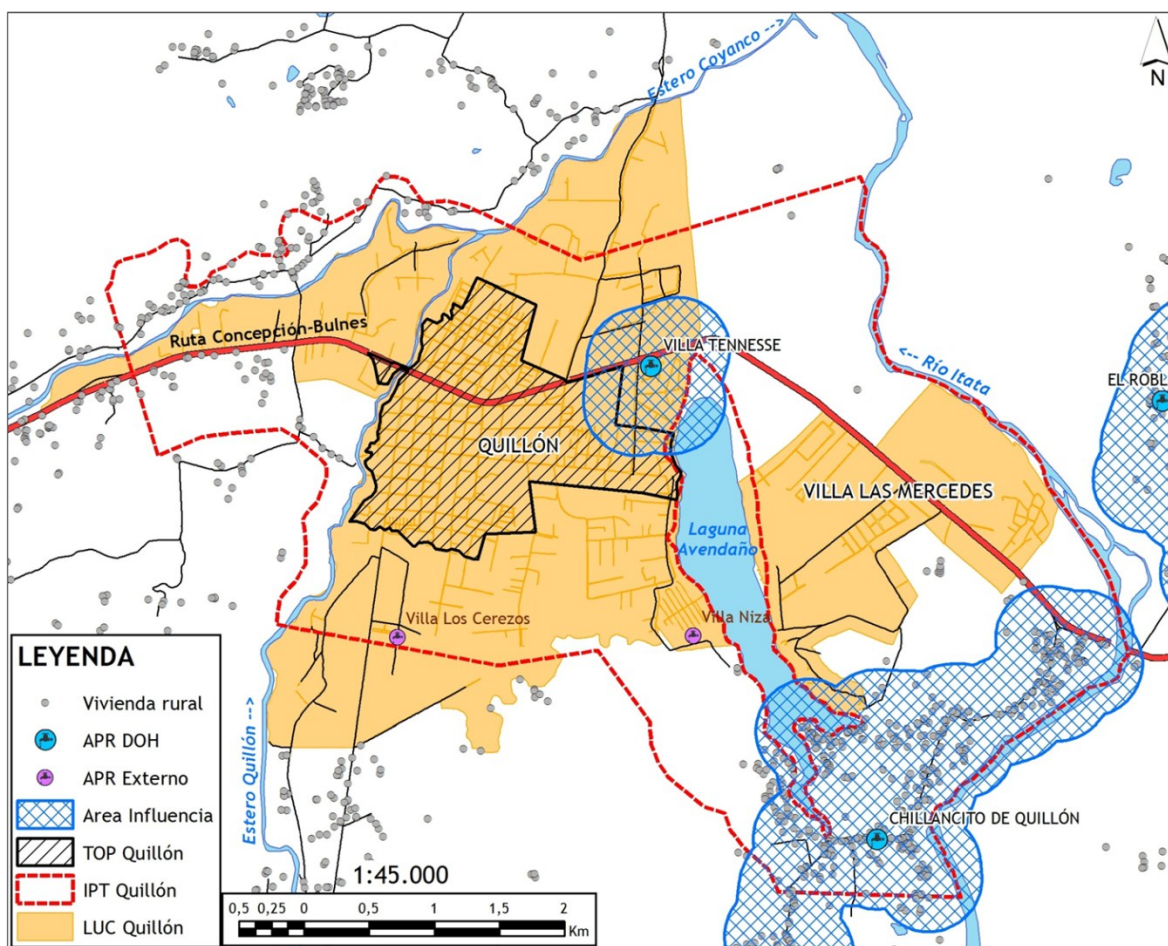
Por lo tanto existe un número de viviendas que estando en áreas normadas por PRC, no tienen acceso al servicio entregado por la concesionaria. Cabe preguntarse cómo se abastecen de agua potable estas viviendas, las respuestas posibles son, distribución por camión aljibe, Sistemas de Agua Potable Rural en ambiente urbano³¹(construidos por la DOH³²) o Sistemas de Agua Potable externos³³ y en algunos casos distribución por camión aljibe , la Figura 2 grafica de forma clara la explicación de que en aquellas áreas urbanas con PRC interactúan sistemas de APR DOH y Externos.

³¹ Puede ocurrir que inicialmente la entidad era rural y evoluciona a un ambiente de carácter urbano y normado

³² Dirección de Obras Hidráulicas, perteneciente al Ministerio de Obras Públicas (MOP)

³³ APR Externos: Sistemas de agua potable que la DOH no reconoce como propios.

Figura 2 : Comparación entre límites urbanos (IPT), INE, TOP



Fuente: Elaboración propia a partir de : INE (2011), MINVU (2014), DOH (2016), SISS (2014).

6.3.- Cobertura Actual de Agua Potable Rural

El programa de Agua Potable Rural surge en el año 1964, cuando formaba parte de la Dirección de Planeamiento, este servicio era construido a para aquellas localidades rurales consideradas “Concentradas”, cuyo criterio para tal definición fue tener una población superior a 150 habitantes y una densidad igual o superior a 15 viviendas por kilómetro de red. Para que se construyera un sistema de APR, requería y requiere de un nivel de organización por parte de la localidad beneficiada, durante los años 1964 y 1970 se formaron cooperativas de APR, existiendo a la fecha en la región, 21 de estos



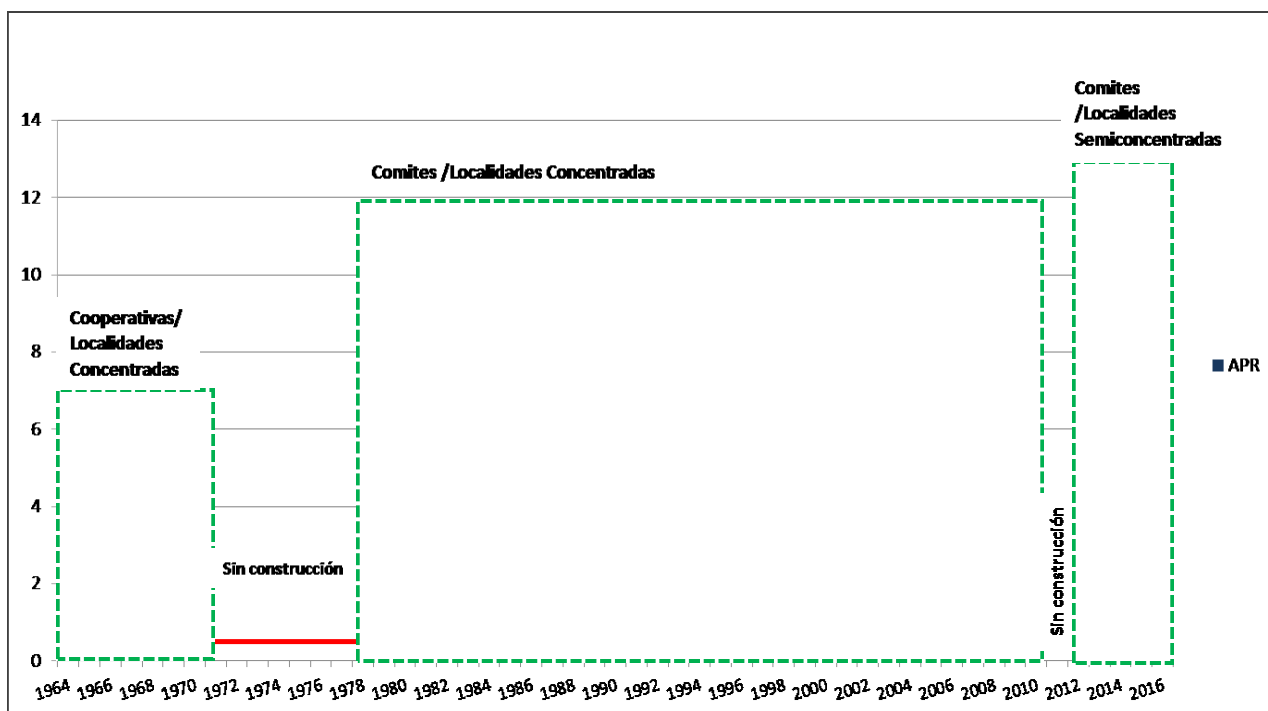
servicios con este nivel de organización. Cabe mencionar que desde los años 1971 a 1977 no se construyeron servicios de Agua Potable Rural en la región (ver Grafico1).

Desde el año 1978 a la fecha, este nivel de organización se denominó Comités de Agua Potable Rural, actualmente existen 200 comités operando en la región.

La construcción de sistemas de APR en localidades concentradas concluyó con la construcción de 179 sistemas, se indica que a la fecha las localidades consideradas como concentradas se encuentra cubierta la demanda por este servicio en un 99,9%.

Concluido el programa de APR para localidades concentradas, durante el año 2011, se reformuló el programa el cual se denominó Programa Localidades Semiconcentradas (PLS). Para que una localidad tuviera el carácter de Semiconcentradas se consideró una densidad igual o superior a 8 viviendas por km de red y con una población superior a 80 habitantes. Comenzado el programa se han construido 12 sistemas de APR de carácter semiconcentrado, y durante el año en curso se estima concluir con otros 12. El gráfico 1 da cuenta de la evolución de los programas de APR y de la construcción por año.

Gráfico 1 : Construcción de Sistemas de Agua Potable Rural, Región del Biobío (1964-2016)



Fuente: Elaboración propia a partir de Planeamiento 2015



Continuando con el análisis de las cifras preliminares del Precenso 2011, para el área rural de la región se contabilizaron 130.633 viviendas.

Según la cuantificación actual de las cifras que entrega la Dirección de Obras Hidráulicas en el área rural, se informa un 62,8%³⁴ de cobertura con sistemas de APR, lo que equivale a 53.227 viviendas, sin embargo en ésta cuantificación no se incluyen los APR externos³⁵, que se estiman en 400 sistemas³⁶.

A partir de nuestra información podemos calcular que existen 77.406 viviendas que se desconoce si están dotadas o no de agua potable rural, conocer este valor es clave para una correcta implementación de los programas de abastecimiento de agua potable rural. Del mismo modo conocer la distribución espacial y densidad de las viviendas ayuda en la configuración de las localidades Concentradas, Semiconcentradas y Dispersas, estas últimas no cumplen con el criterio de semiconcentrado lo que implica que no existe hasta ahora por parte de este ministerio solución para otorgar este servicio, de igual forma se desconoce cuál es el universo de viviendas correspondiente a esta categoría. Explicada la complejidad de poder precisar tanto la cobertura como la determinación de la brecha de agua potable rural, se elabora la siguiente propuesta de análisis geográfico a través de los sistemas de información geográfico.

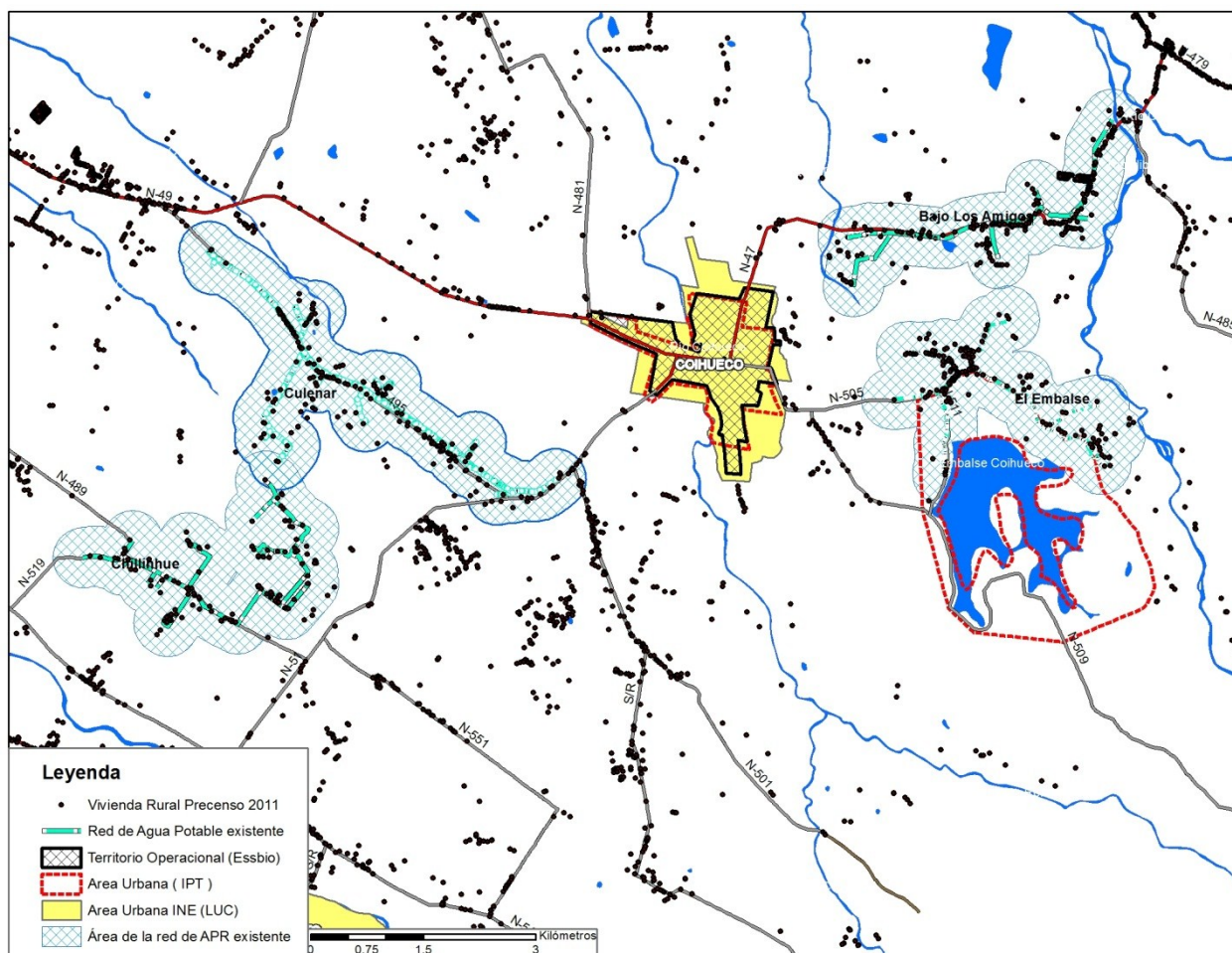
³⁴ DOH (2014), Propuesta Desarrollo, Programa de Agua Potable Rural en la Región del Biobío, Desafíos Actuales y Futuros.

³⁵ Idem 35

³⁶ Estimación preliminar que durante el Precenso 2016, se espera precisar.



Figura 3: Ejemplo de la Distribución espacial de las red de Agua Potable Rural existente (Área del ejemplo comuna de Coihueco y su entorno rural)



Fuente: Elaboración propia a partir del catastro de las red de APR, Dirección de Planeamiento



6.4. Desarrollo del Modelo de Análisis

A partir del número de viviendas rurales georreferenciado por el Precenso 2011, se configurará espacialmente las localidades que cumplen con el requisito de semiconcentrado, es decir una densidad igual o superior a 8 viviendas por km de red y con una población superior a 80 habitantes. Para el desarrollo de este modelo se dejará fuera de análisis las localidades consideradas “concentradas” dado que estas se encuentran cubiertas por sistemas de agua potable rural, y se insertan dentro de las localidades Semiconcentradas.

Tal como se describió en la metodología se construirá un modelo análisis a través de Model Builder dónde se utilizan principalmente los parámetros de proximidad y herramientas de geoprocesamiento.

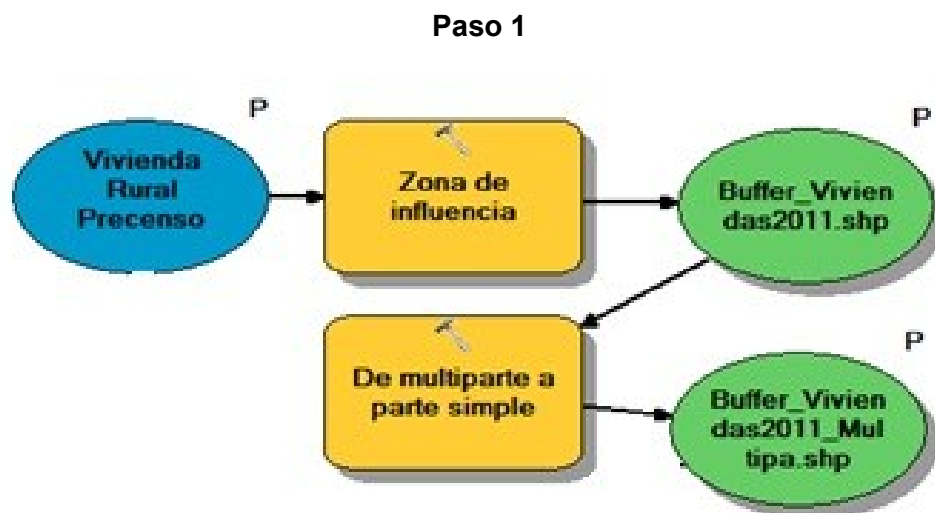
El modelo desarrollado es un modelo simple que pretende espacializar el concepto de las localidades Semiconcentradas, que a la fecha esta estimación se realiza solo en terreno. Además se espera tener como resultado la clasificación de las viviendas que no cumplen con este criterio. El modelo propuesto está constituido por seis pasos secuenciales, para su construcción se basó principalmente en herramientas de análisis y herramientas de administración de datos, a continuación se describen cada de unos de los pasos y los resultados obtenidos. La figura 4 da cuenta de la expresión total del modelo construido.





6.4.1. Paso 1

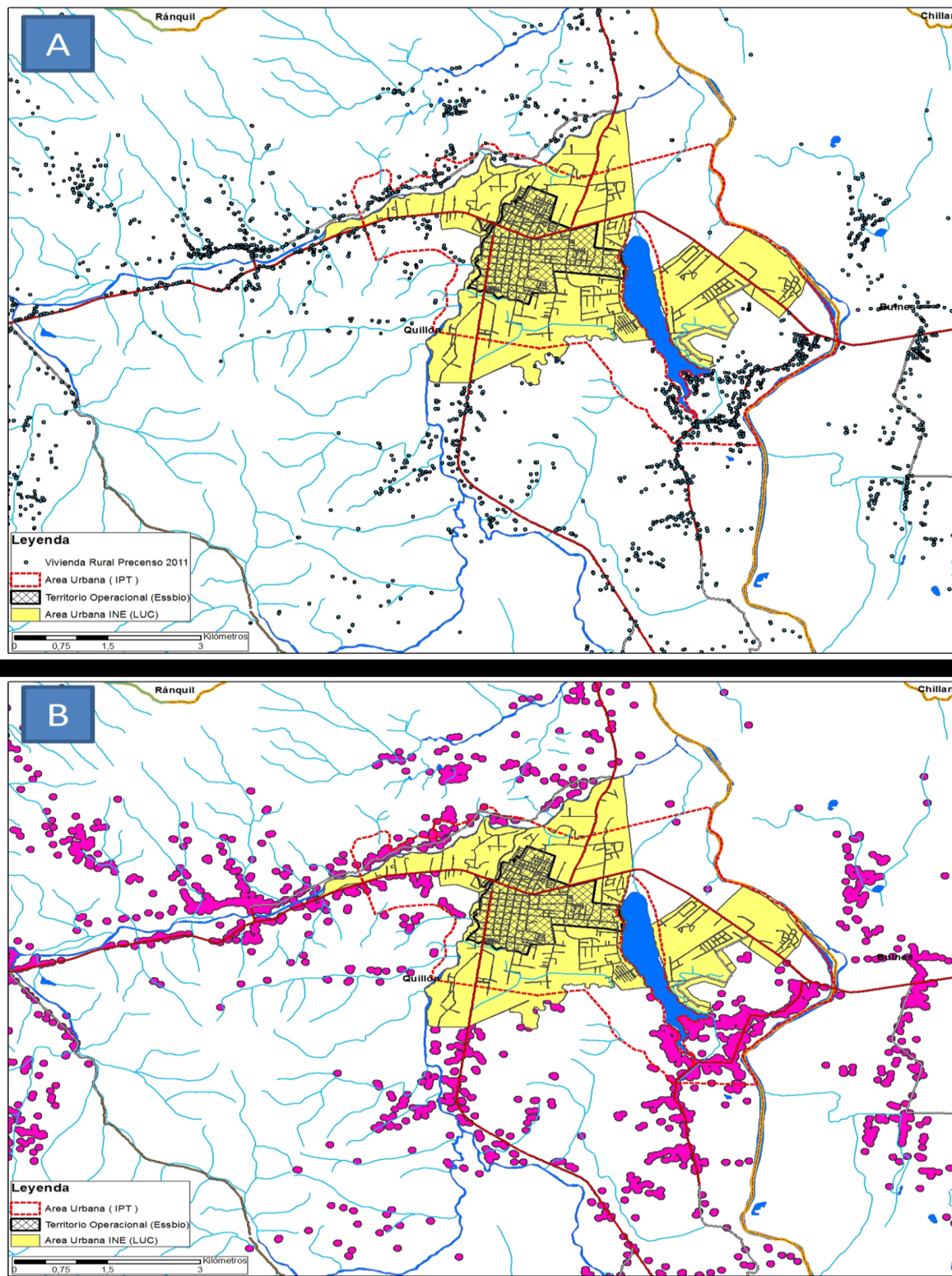
Con la cobertura tipo shape de las viviendas rurales del Precenso 2011, y bajo el criterio de localidades Semiconcentradas (igual o superior a 8 viviendas por km red y una población superior a 80 habitantes) se realiza el siguiente supuesto; la organización espacial de las viviendas deberían estar a 125 metros equidistantes entre si distribuidas en los 1.000 metros de red como minimo. Bajo este supuesto se requiere aplicar las *herramientas de análisis*, dentro de esta, la de *proximidad* (Zona de Influencia), donde, cada vivienda tendrá un área de influencia de 62,5 metros a fin de cumplir con esta equidistancia de 125 metros. Este paso está compuesto de dos herramientas una de análisis (Zona de Influencia) y la otra de administración de datos (Entidad/ de multiparte a parte simple), esta última se aplica, puesto que se requiere identificar todos los polígonos y no una agrupación de estos que por defecto entrega la herramienta de proximidad.



La figura 5 ejemplifica este paso, en la imagen A se visualizan las viviendas georreferenciadas e imagen B el área de influencia de 62,5 metros de cada vivienda. De esta forma se contabilizan 37.552 polígonos con estos parámetros para la región del Biobío.



Figura 5: Paso 1 del Modelo, Análisis de Proximidad



Fuente: Elaboración propia a partir de viviendas Precenso 2011 y Model Builder de Arcgis 10.2



6.4.2. Paso 2

Este paso también requiere de las *herramientas de análisis*, específicamente las de *superposición*, con este paso se busca cuantificar las viviendas en las aéreas de cada buffer esto se realiza a través del proceso unión espacial y como producto se obtiene el número de las viviendas contenidas en estas áreas. La figura 6, gráfica este paso, la imagen B corresponde al buffer calculado en el paso anterior (62,5 mts) y la imagen C el resultado de la unión espacial (join count).

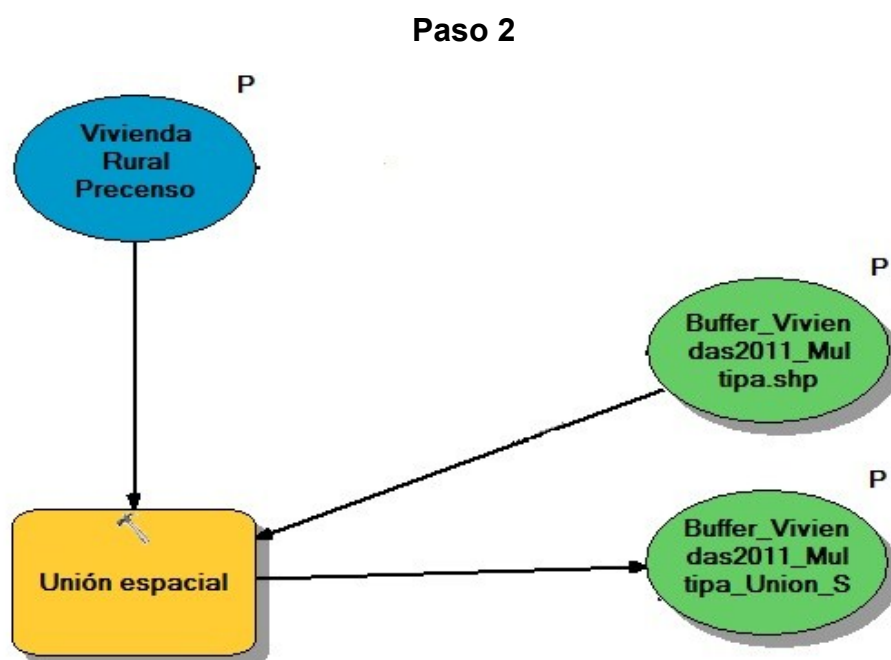
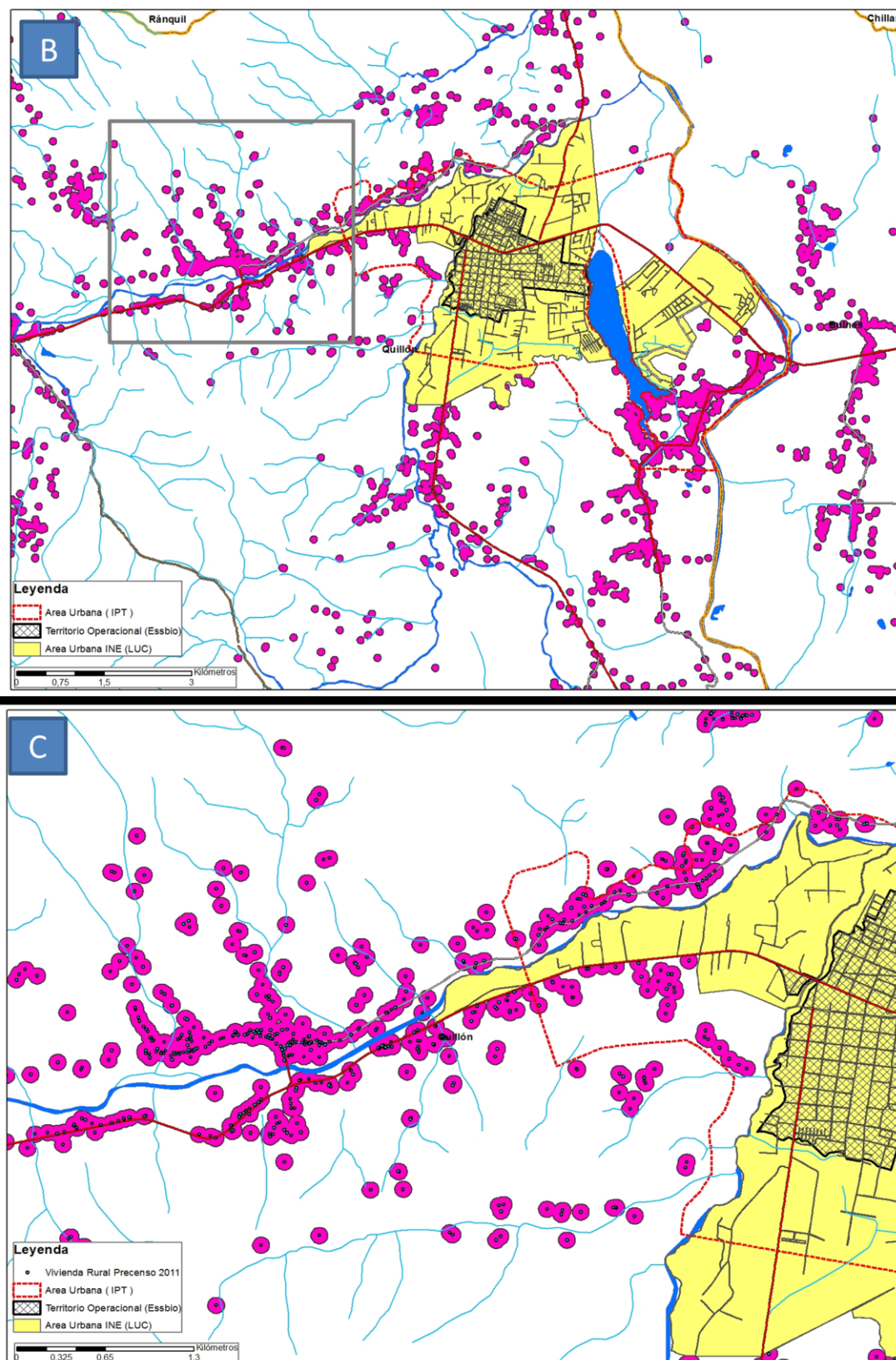


Figura 6: Paso 2 del Modelo, Contabilización de viviendas en las áreas buffer

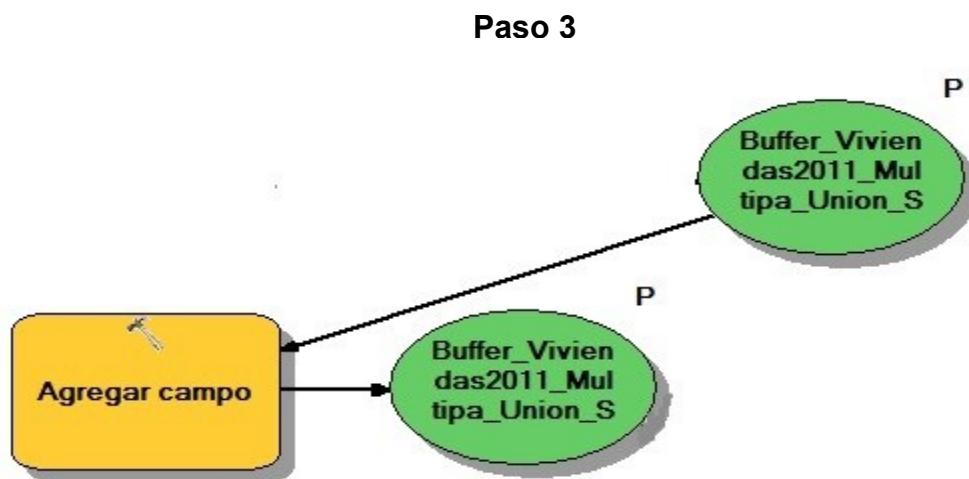


Fuente: Elaboración propia a partir de viviendas Precenso 2011 y Model Builder de Arcgis 10.2



6.4.3.Paso 3

La construcción de este paso requiere de las herramientas de administración de datos, puesto que se tiene que trabajar con la tabla, donde está contenido el resultado de join count, mediante la *herramienta campo*, se agregara un campo denominado “Tipo”, este albergara la categoría de la entidad de las localidades a analizar.



6.4.4.Paso 4

Considerando la condición para determinar si una localidad es semiconcentrada, también se ha de clasificar aquellas otras localidades que no cumplirán con este criterio de semiconcentrado. La Dirección de obras Hidráulicas a través de su Unidad de Agua Potable Rural solo considera el universo semiconcentrado y Disperso (hoy a la fecha), por lo tanto lo que no es semiconcentrado, queda fuera de una solución de APR, es decir el universo de viviendas que se encuentran dispersas. La conjugación de las viviendas también cobra relevancia para este análisis, los criterios actuales de la Unidad de Agua Potable, Rural es considerar que por cada vivienda un total de 5 habitantes en las zonas rurales, cifra que está muy por encima de lo estimado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el cual es de 3,5 habitantes por vivienda (como promedio



nacional) estimación del Censo 2002³⁷. Entendiendo que cada estimación tiene un fin, a modo de propuesta y a fin de ajustar estas cifras para el objetivo de este trabajo, se considerara que por cada vivienda rural de la región se estimaran 4 personas que habitan una vivienda. De esta forma para que haya 80 habitantes (criterio de semiconcentrado) debe existir 20 viviendas ($20 \text{ viv.} * 4 \text{ pers.} = 80 \text{ hab.}$). Con este supuesto se identifica un nuevo tipo de localidad definido como “Semidisperso” que está en una fase intermedia del semiconcentrado y disperso. Esta nueva categoría de localidad puede evaluarse y considerar una solución de APR, bajo un programa sistemas de agua potable rural progresivo.

Por lo tanto la propuesta de clasificación para considerar el tipo de localidad seria la siguiente:

- Más de 20 Viviendas y a menos de 125 metros de distancia, se consideran Localidades Semiconcentrada.
- Entre 8 y 19 viviendas y a menos de 125 metros de distancia, se denominara Localidad Semidispersa.
- Entre 1 y 7 viviendas y a menos de 125 metros de distancia, condición que recibe el nombre de Localidad Dispersa.

Dada consideración previa el Paso 4 se construye con las herramientas de administración de datos, como se requiere hacer consultas a la tabla, se debe utilizar las herramientas de vistas de capa y tablas (seleccionar capa por atributo) y a través de las herramientas de Campos se calculara el campo según el tipo de localidad que se quiere clasificar; Semiconcentrada, Semidispersa, Dispersa. La gráfica siguiente muestra la secuencia de estos cálculos y como resultado se puede apreciar la Tabla 2, que contiene esta clasificación.

³⁷ Síntesis de Resultados , Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas



Paso 4

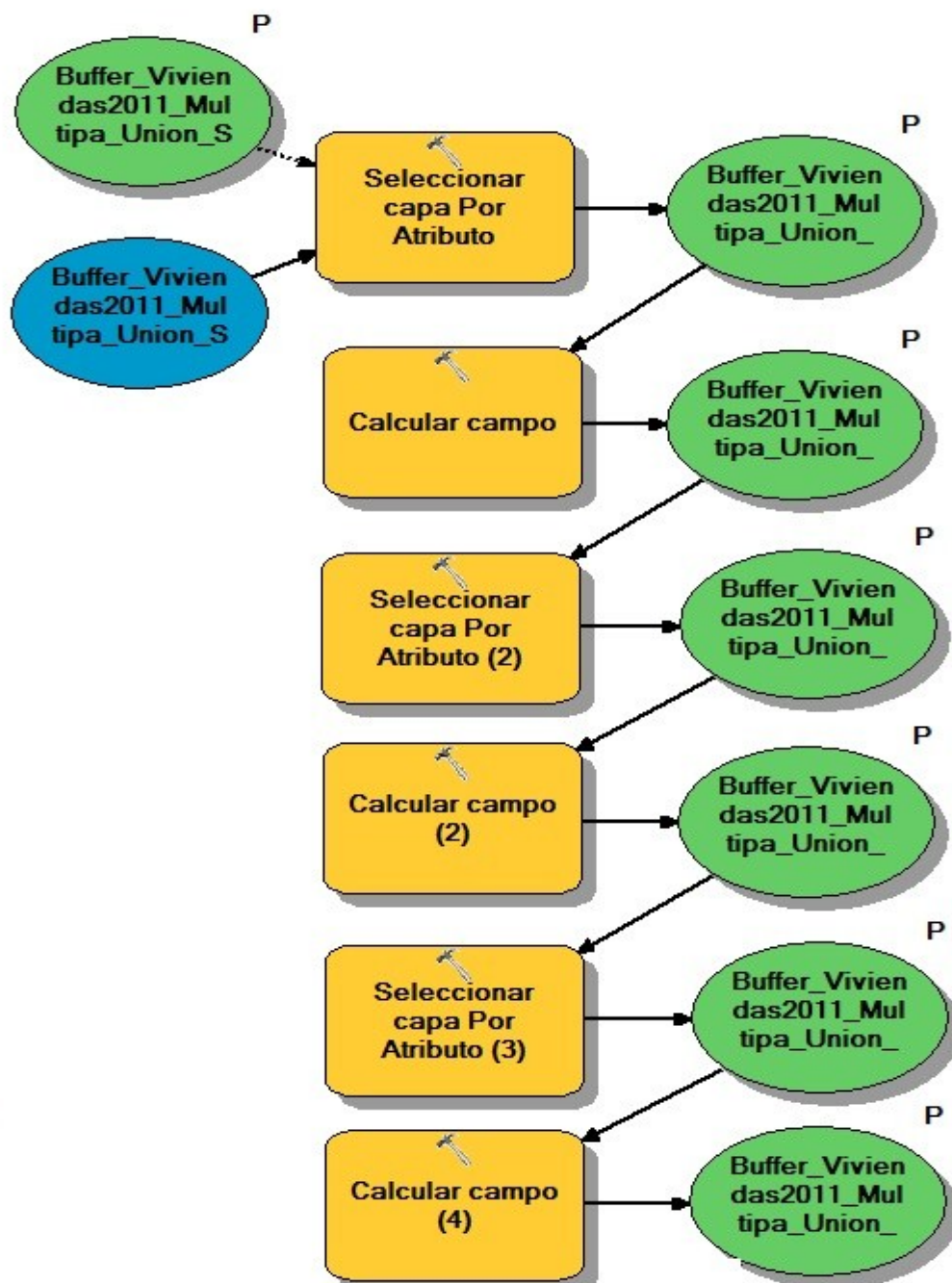




Tabla 2: Resultados de la Clasificación de las Localidades en Semiconcentrada, Semidispersa y Dispersa

Join Count	Provincia	Comuna	Distrito	Localidad	Entidad	Categoría	Locali 1	Tipo
236	Biobío	Quilleco	Quilleco	Las Águilas	Alto Quilleco	Parcela - Higuera	Completa	Semiconcentrado
230	Biobío	Los Ángeles	Humán	Natre Rarínco	Avenida Las Industrias	Otro	Completa	Semiconcentrado
230	Nuble	Treguaco	Treguaco	Hernán Brañas	Hernán Brañas	Aldea	Completa	Semiconcentrado
225	Nuble	Chillán	Rinconada d	Cato	Fundo Quinquigua	Fundo	Completa	Semiconcentrado
223	Biobío	Yumbel	La Aguada	La Aguada	La Aguada	Fundo	Parte de	Semiconcentrado
220	Nuble	Buines	Los Tilos	Tres Esquinas	Tres Esquinas	Caserío	Parte de	Semiconcentrado
217	Biobío	Yumbel	Rere	Rere	Rere	Aldea	Completa	Semiconcentrado
212	Arauco	Contulmo	Elicura	Calebu	Ignacio Melmán Dos	Comunidad Indígena	Completa	Semiconcentrado
208	Concepción	Hualqui	Quilacoya	Quilacoya	Quilacoya	Aldea	Completa	Semiconcentrado
206	Biobío	Laja	Laja Norte	Cantera	Cantera	Caserío	Completa	Semiconcentrado
206	Nuble	Ránquil	Nipas	El Centro	El Centro	Caserío	Completa	Semiconcentrado
203	Arauco	Arauco	Lavapié	Lico	Lico	Aldea	Completa	Semiconcentrado
202	Biobío	Cabrero	Charrúa	Charrúa	Charrúa	Aldea	Completa	Semiconcentrado
200	Biobío	Los Ángeles	El Peral	El Peral	El Peral	Aldea	Completa	Semiconcentrado
198	Nuble	Conhuco	Bustamante	Bustamante	Bustamante	Aldea	Completa	Semiconcentrado
8	Nuble	Niquén	Tiuquilemu	Virhuín	Virhuín Arriba	Caserío	Completa	Semidisperso
8	Nuble	Niquén	Tiuquilemu	Santa Josefina	Santa Josefina	Caserío	Completa	Semidisperso
8	Nuble	Niquén	San Vicente	San Vicente	San Vicente	Caserío	Completa	Semidisperso
8	Nuble	Niquén	San Gregorio	Las Rosas	Las Rosas	Caserío	Parte de	Semidisperso
8	Nuble	Niquén	Tiuquilemu	Las Miras	El Espinal	Caserío	Completa	Semidisperso
8	Nuble	Niquén	Tiuquilemu	Los Maitenes	Los Maitenes	Caserío	Completa	Semidisperso
8	Nuble	Niquén	San Vicente	Canchique	Canchique	Caserío	Completa	Semidisperso
8	Biobío	Santa Bár	Mininco	Los Maitenes	Los Maitenes	Caserío	Completa	Semidisperso
8	Biobío	Los Ángeles	Los Guanac	Los Troncos	Peñaflor	Parcela - Higuera	Completa	Semidisperso
8	Biobío	Los Ángeles	Los Guanac	Los Troncos	Peñaflor	Parcela - Higuera	Completa	Semidisperso
8	Nuble	Quillón	Coyanco	Peñablanca	Peñablanca	Caserío	Completa	Semidisperso
8	Nuble	Chillán	Rinconada d	Cato	Santa Bernardita	Fundo	Completa	Semidisperso
8	Nuble	Chillán	Boyén	San Juan	Paso el Gato	Caserío	Completa	Semidisperso
7	Arauco	Tirúa	Tirúa Sur	Tranicura	Tranicura	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Tirúa	Tirúa Sur	Quilquico	Quilquico	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Tirúa	Tirúa Sur	Quilquico	Quilquico	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Tirúa	Tirúa Sur	Quilquico	Quilquico	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Tirúa	Tirúa Sur	Quilquico	Quilquico	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Tirúa	Tirúa	Ponotro	Ponotro	Comunidad Indígena	Parte de	Disperso
7	Arauco	Tirúa	Quidico	Las Huellas	Las Huellas	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Tirúa	Quidico	Las Huellas	Las Huellas	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Tirúa	Tranaquepe	Miquihue Chico	Miquihue Chico	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Tirúa	Tranaquepe	Miquihue Grande	Miquihue Grande	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Tirúa	Tranaquepe	San Ramón	San Ramón	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Tirúa	Tranaquepe	Miquihue Grande	Miquihue Grande	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Contulmo	Mahulique	Guallepén Bajo	Juana Millahual	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Contulmo	Mahulique	Guallepén Bajo	Juana Millahual	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Contulmo	Huillínco	Pichihuilinco	Pichihuilinco	Parcela - Higuera	Completa	Disperso
7	Arauco	Cañete	Antiquina	Lautaro Antiquina	Juanico Antilao	Comunidad Indígena	Completa	Disperso
7	Arauco	Cañete	Pocuno	Pocuno	Pocuno	Parcela - Higuera	Parte de	Disperso
7	Arauco	Cañete	Lanahue	Tranguilvoro	Tranguilvoro	Parcela - Higuera	Completa	Disperso
7	Arauco	Contulmo	Contulmo	Buchoco	Buchoco	Parcela - Higuera	Completa	Disperso

Fuente: Elaboración propia a través de Model builder en Arcgis 10.2



6.4.5. Paso 5

Clasificada las localidades según tipo, y mediante las herramientas de administración de datos, específicamente vistas de capa y tablas (aplicar simbología de capa), se aplicara la siguiente simbología a fin de identificar claramente la diferencia entre ellas

- Color Verde = Semiconcentradas (Más de 20 Viviendas y a menos de 125 metros de distancia)
- Color Amarillo: Semidispersas (Entre 8 y 19 viviendas y a menos de 125 metros de distancia)
- Color Rojo: Dispersas (Entre 1 y 7 viviendas y a menos de 125 metros de distancia).

La figura 7, es el resultado de esta clasificación, se pueden apreciar la espacialización de las diferentes categorías de localidades en el área utilizada como ejemplo.

Paso 5

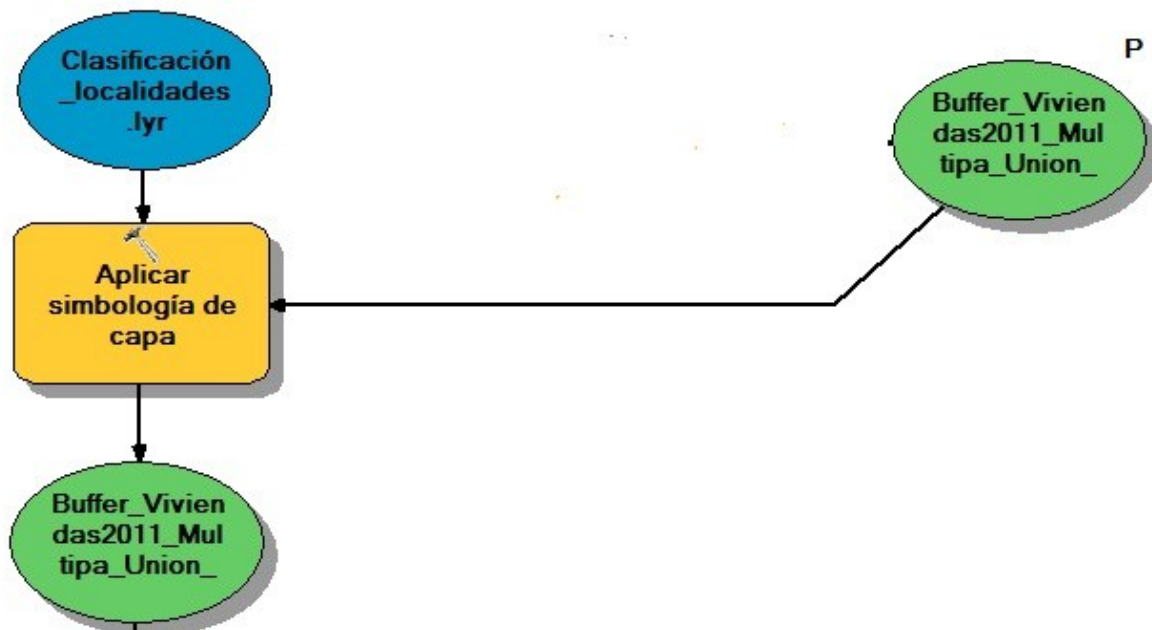
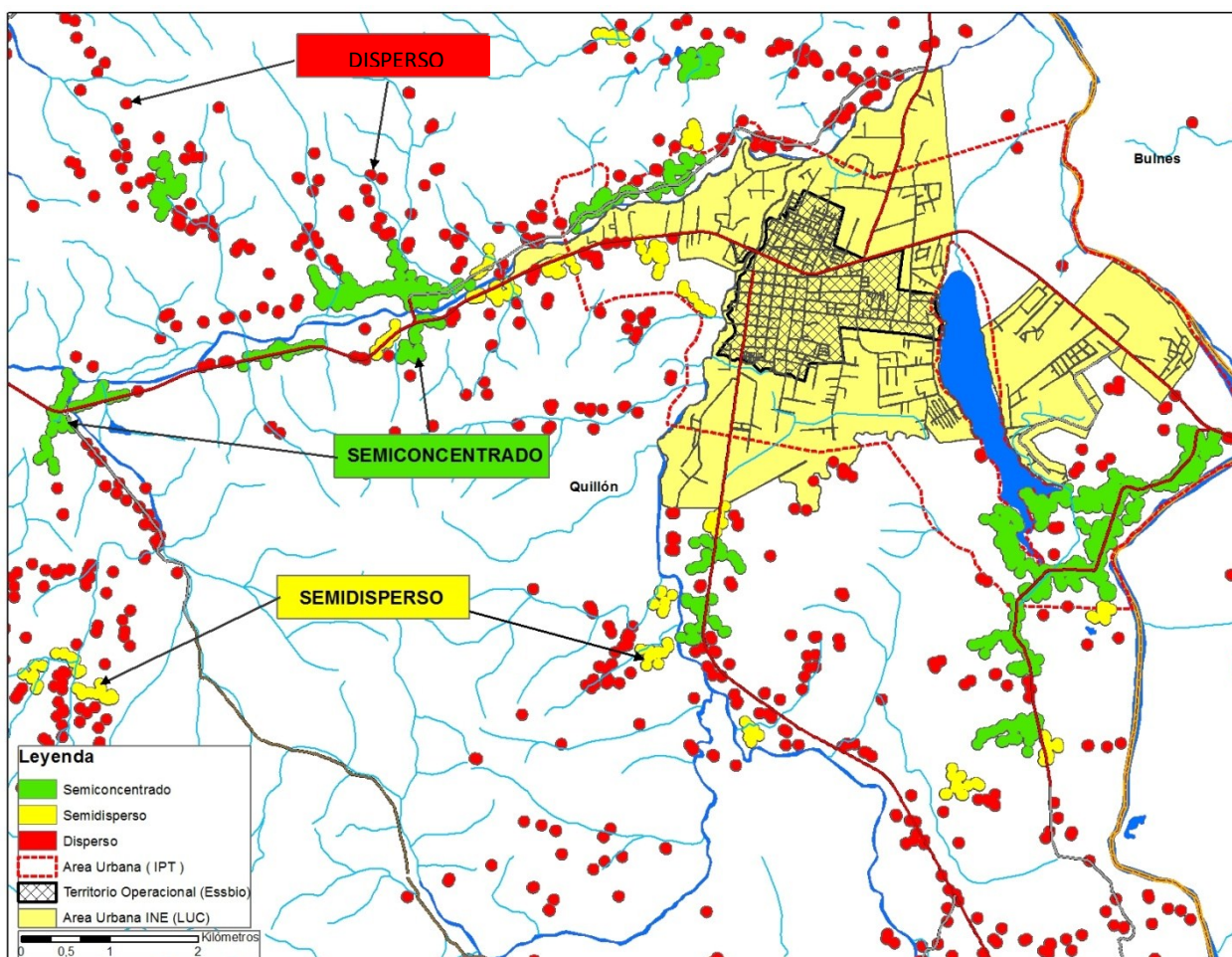


Figura 7: Resultado final del Modelo, Identificación y categorización de Localidades Semiconcentradas, Semidispersas y Dispersa



Fuente: Elaboración propia a través de Model builder en Arcgis 10.2



6.4.6. Paso 6

Este paso dentro del modelo se considera como complementario, si bien no ayuda a la definición de las localidades a través de la espacialización viviendas y los criterios definidos, si puede ayudar a entender a la cuantificación de las localidades a través de las herramientas de análisis. De esta forma se aplica el resumen de estadísticas y se obtiene la Tabla 3.

Paso 6

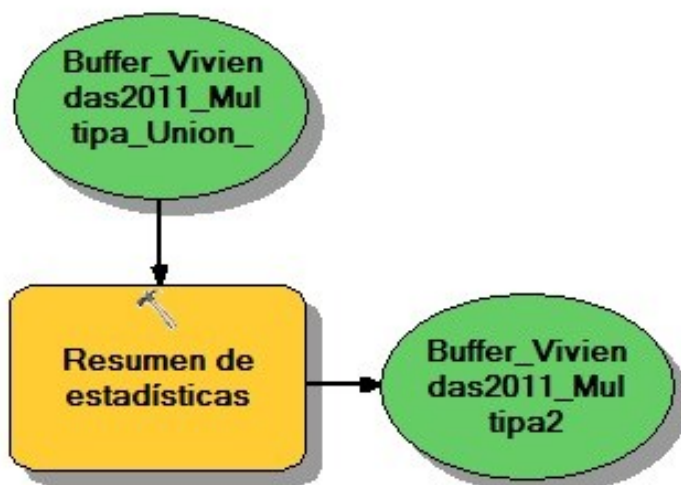




Tabla 3: Resumen estadístico de las Localidades por Tipo y Provincia

Buffer_Viviendas2011_Multipa2					
OBJECTID *	Tipo	Provincia	FREQUENCY	SUM Join Count	COUNT Tipo
1	Disperso	Arauco	4221	7406	4221
2	Disperso	Biobío	11688	21787	11688
3	Disperso	Concepción	3915	7041	3915
4	Disperso	Ñuble	15394	27890	15394
5	Semiconcentrado	Arauco	76	6430	76
6	Semiconcentrado	Biobío	260	14783	260
7	Semiconcentrado	Concepción	71	5139	71
8	Semiconcentrado	Ñuble	374	22480	374
9	Semidisperso	Arauco	178	2013	178
10	Semidisperso	Biobío	543	6172	543
11	Semidisperso	Concepción	124	1374	124
12	Semidisperso	Ñuble	708	8118	708

Fuente: Elaboración propia a través de Model builder en Arcgis 10.2

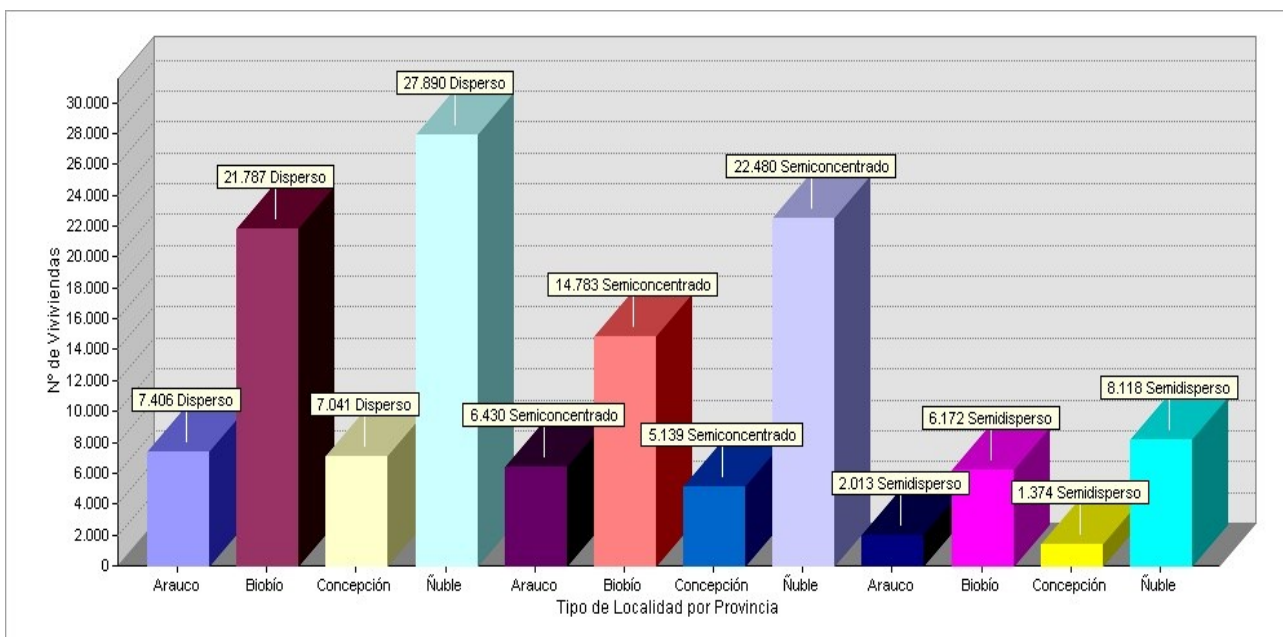
Algunos antecedentes relevantes que se pueden derivar de la tabla son;

Se identifican 37.552 localidades definidas por el modelo espacial y los parámetros medidos, de ello 35.218 corresponden a localidades Dispersas, 1.553 localidades corresponden a Semidispersas y 781 a Semiconcentradas.

La distribución de las localidades por Provincia es la siguiente, la Provincia de Ñuble tiene la mayor concentración localidades Dispersas 15.394, le sigue la Provincia de Biobío con 11.688 localidades, Arauco con 4.221 y la menor cantidad de localidades dispersas se encuentran en la Provincia de Concepción con 3.915 localidades. En cuanto a las localidades Semiconcentradas 374 se localizan en Ñuble, 271 en Concepción, 260 localidades en Biobío y 76 localidades en Arauco. Por último las localidades Semidispersas, 708 se localizan en Ñuble, 543 en Biobío, 178 en Arauco y 124 en Concepción. (Ver Gráfico 2).



Gráfico 2: Distribución de las Localidades Semiconcentradas, Semidispersas y Dispersas por Provincia



Fuente: Elaboración propia a partir de Arcgis 10.2

Al analizar la distribución de las viviendas de acuerdo al tipo de localidades se tiene que de las 130.633 viviendas rurales identificadas en el Precenso 2011, se debe señalar que 64.124 viviendas se encuentran en localidades de tipo Dispersas, 48.832 viviendas se encuentran en localidades Semiconcentradas y 17.677 en localidades Semidispersas.

En cuanto a la distribución de viviendas por Provincia se tiene que para las localidades Dispersas 27.890 viviendas se encuentran distribuidas en las Provincia de Ñuble, 21.787 en Biobío, 7.406 en Arauco y 7.041 en Concepción. Para las localidades Semiconcentradas, 22.480 viviendas localizadas en Ñuble, 14.783 en Biobío, 6.430 en Arauco y 5.139 viviendas en Concepción. Por último para las localidades Semidispersas, se tiene que 8.118 viviendas en Ñuble, 6.172 en Biobío, 2.013 en Arauco y 1.374 viviendas en Concepción.

Según los datos señalados la Provincia de Ñuble y Biobío concentran el mayor número de todas las localidades presentes y número de viviendas.(Ver Gráfico 2).



6.5. Calculando la Brecha

Realizados los análisis de Agua Potable en áreas urbanas normadas y no normadas, la cobertura de APR existentes y los resultados obtenidos del análisis del Modelo, se pueden representar en la siguiente tabla.

Tabla 4 :Dotación de Agua Potable en viviendas de la Región del Biobío.

Región Biobío	ESSBIO + AGUAS SAN PEDRO	APR	APR	Vivienda Dispersa *2	Déficit Urbano /Rural	Precenso 2011
		DOH	2016 *1			
Urbano	511.630	18.017	-	-	11.772	541.419
Rural	1.765	35.056	2.214	81.801	9.797	130.633
TOTAL	513.395	53.073	2.214	81.801	21.569	672.052

Fuente: INE (2011), SISS (2014), DOH (2016), DIRPLAN 2016

1*: Número de arranques a construir por la DOH durante el año 2016. Considerar que 1 arranque es igual a una vivienda

2*: Número de viviendas rurales que no cumplen con el criterio de semiconcentrada de la DOH, para la construcción de un APR. El total considera Localidades Dispersas y Semidispersas

Área Urbana:

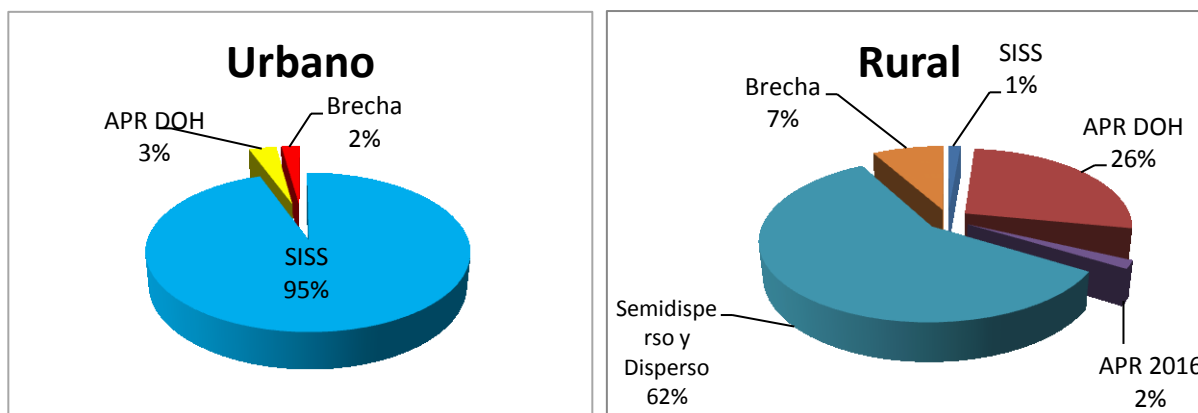
El INE registró 541.419 viviendas³⁸ como urbanas. Las empresas concesionarias dotan a 511.630 viviendas³⁹ lo que equivale a un 94,5%, asimismo 18.017 viviendas (3,33%) son atendidas por APR de la DOH. Las restantes 11.772 viviendas (1,84%), bien podrían no contar con agua potable o contar con un nuevo arranque no registrado por el concesionario.

³⁸ INE, Precenso 2011.

³⁹ SISS (2014) Informe anual de Coberturas de Servicios Sanitarios.



Gráfico 3: Aproximación de la Brecha en área urbana y rural de Agua Potable



Fuente: INE (2011), SISS (2014), DOH (2016)

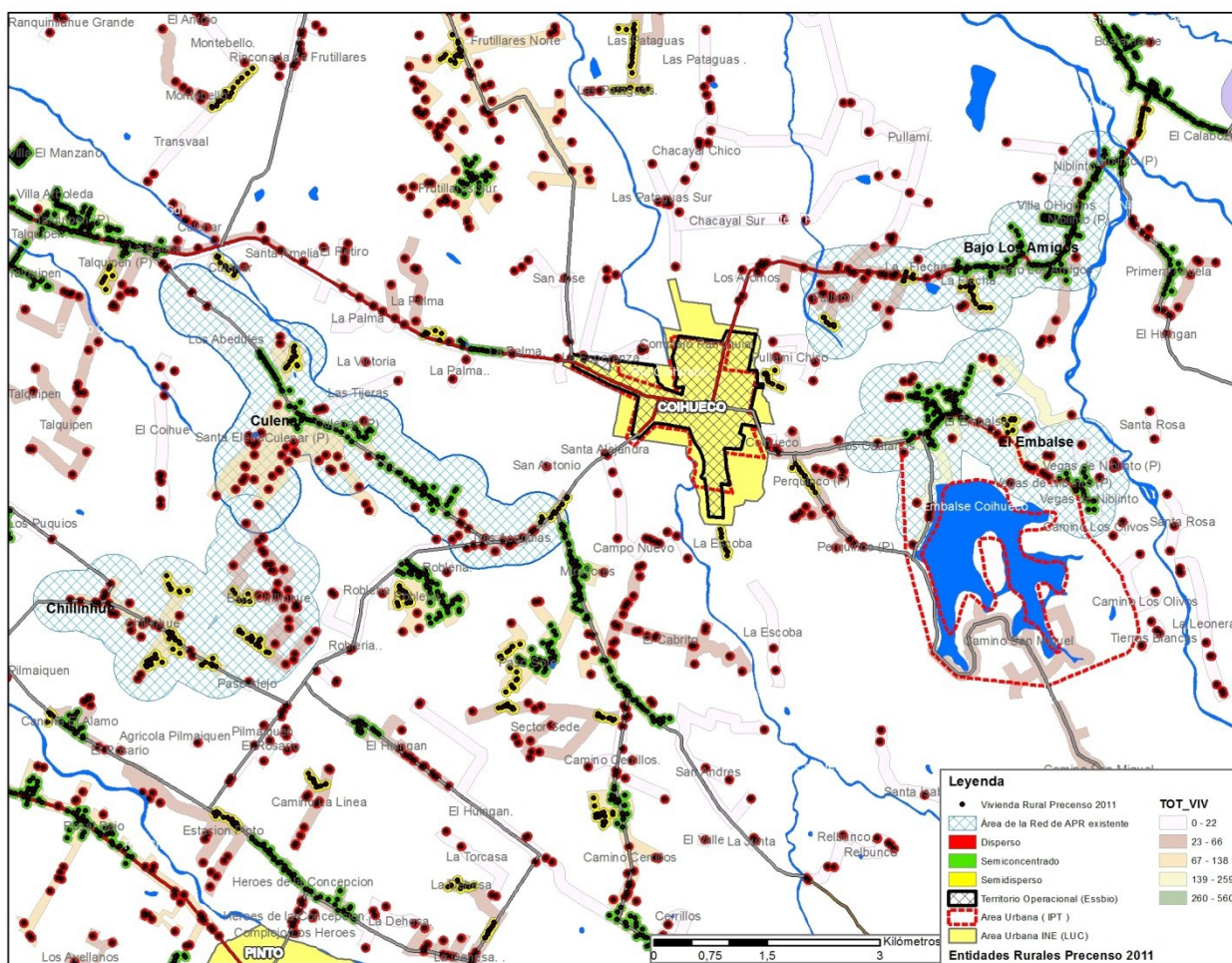
Área Rural:

El INE registra 130.633 viviendas como rurales. La DOH dota de agua potable a 35.056 viviendas (26,7%). Las empresas concesionarias dotan a 1.765 viviendas (1,3%). La DOH dotara a 2.214 viviendas (1,7%) durante 2016. Por otro lado, el programa de la DOH, abarca las localidades Semiconcentradas. Las localidades Dispersas y Semidispersa no califican, en esta condición se encuentran 81.801⁴⁰ viviendas rurales (62%). De este modo son 9.797 viviendas rurales en áreas Semiconcentradas que no son atendidas por la DOH y que constituyen la brecha. La figura 8 ejemplifica la complejidad del análisis en relación a las localidades y a la determinación de la cobertura de agua potable rural.

⁴⁰ Las viviendas en localidades dispersas se abastecen mediante sistemas individuales (pozo, noria o vertiente) y/o mediante camión aljibe o bien con sistemas de agua potable rural externos del cual no existe registro



Figura 8: Análisis de la Cobertura de la red de agua potable sobre la identificación de las localidades Semiconcentradas, Semidispersas y Dispersas.



Fuente: Elaboración propia a partir de Arcgis 10.2



7.- Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados para este trabajo podemos concluir que; los valores de cobertura en el área urbana, son algo menores a los estimados originalmente, sin embargo, en el área rural esta cobertura cae del 63% al 27%, debido a que un 40% de los beneficiarios de APR son viviendas urbanas y no rurales.

Es necesario identificar adecuadamente los APR que se consideran externos, pues esta información es clave para una correcta planificación y toma de decisiones en la dotación de agua potable, como asimismo para estrechar la brecha de servicio de agua potable, conocido este universo podemos precisar cuál es el universo real de viviendas rurales Dispersas, Semidispersas y Semiconcentradas. Cabe mencionar que la Dirección de Planeamiento, Dirección de Obras Hidráulicas en conjunto con la Intendencia, MINVU y Salud, levantaron la necesidad al Instituto Nacional de Estadísticas poder registrar en el levantamiento del Precenso 2016 toda la infraestructura asociada a sistemas de agua potable rural, solicitud que fue acogida y que se espera contar pronto con estos resultados para mejorar este análisis.

La brecha de APR en viviendas rurales (7%), sólo se aplica a las viviendas que se encuentran en localidades Semiconcentradas, la cifra estimada corresponde a 9.797 viviendas rurales que hoy no son atendidas por la DOH y que constituyen la brecha a abordar por el programa. El 62% de las viviendas rurales, se encuentra en localidades que no se consideran Semiconcentradas y que no son factibles de dotar con agua potable por el actual Programa de Agua Potable Rural que desarrolla la DOH, de este modo no se consideran como parte de la brecha. Por lo tanto una conclusión que podría derivar de este análisis, es evaluar la posibilidad de implementar un nuevo programa de Agua Potable que permita dotar a las localidades Semidispersas y Dispersas, de carácter progresivo.

El modelo espacial construido permite identificar donde se encuentra la mayor concentración de localidades dependiendo del tipo de estas y el número de viviendas



contenidas en ella. De este modo se pudo apreciar que la Provincia de Ñuble tiene el 43,7% de las localidades Dispersas, el 47,8% de localidades Semiconcentradas y el 45,5 % de localidades Semidispersa, información relevante para analizar la planificación de la inversión en APR.

El modelo ayuda a configurar a la distribución espacial de la viviendas y le da el contexto territorial del análisis para la formulación de un proyecto de APR, en la Dirección de Obras Hidráulicas. Este modelo es replicable y perfectible para ser utilizado por otras regiones si así lo estiman.

En relación al insumo más importante de este modelo, las viviendas georreferenciadas del Precenso 2011, se debe tener en consideración que no resulta una información fidedigna, puesto que en algunos caso se pudo apreciar una omisión al ser contrastada con una imagen. Por lo tanto este levantamiento proveniente de INE, debe mejorar y se espera contar con nueva información a partir del Precenso 2016.

Por último se requiere coordinar a los organismos del Estado y sus marcos normativos de manera que se acuerde o distinga la definición de urbano y rural, y se replantee el análisis para la dotación de agua potable, orientando la inversión y políticas públicas.



Bibliografía

DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRAULICAS 2014, Propuesta Desarrollo, Programa de Agua Potable Rural en la Región del Biobío, Desafíos Actuales y Futuros.

DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO Y DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS, 2014, "Identificación de brechas para la disponibilidad de agua potable rural, Chile: todos con agua, Regiones piloto Atacama y Los Ríos"

FUNDACIÓN HÁBITAT COLOMBIA Bogotá, Colombia, febrero de 2004: AGUA Y SANEAMIENTO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, 2005 CHILE: CIUDADES, PUEBLOS, ALDEAS y CASERÍOS, Síntesis de Resultados

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS, Censo 2002

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, 2011. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos. Gobierno de Chile, Santiago.

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS, 2012, Informe anual de Coberturas de Servicios Sanitarios.

VILLARROEL, 2002. Asociaciones Comunitarias de Agua Potable Rural en Chile: Diagnóstico y Desafíos

Referencia WEB

http://www.bvs.sld.cu/revistas/spu/vol35_4_09/spu02409.htm

<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/help/analysis/geoprocessing/modelbuilder/modelbuilder-vocabulary.htm>