

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO**

**Centro de Estudios Interdisciplinarios**

**“Especialización en Políticas y Gestión de las Infraestructuras.”**

**TRABAJO FINAL**

***“Bases para la gestión integrada de proyectos y obras de infraestructura para servicios urbanos en la ciudad de Rosario y su área metropolitana”***

Autor: Ing. Civil Fernando Tettamanti

Director: Ing. Fernando Arraigada

Año de presentación 2023

*“...no podemos resolver nuestros problemas con el mismo pensamiento que usábamos cuando los creamos” - Albert Einstein*

*“Por definición (...) una ciudad inteligente es aquella que combina infraestructuras tradicionales (Carreteras, edificios, redes y demás) con tecnologías para enriquecer la vida de los ciudadanos” - Chuck Robbins CEO y vicepresidente de CISCO*

*“El compromiso con el entorno (...), la cohesión social y la gestión eficiente de los recursos hacen a una ciudad inteligente, con o sin herramientas tecnológicas de por medio” Joan Enric Guitart, profesor de Dirección Estratégica, Universidad de Navarra, España.*

## Resumen

### – Infraestructuras Urbanas – Smart City – LEAN Construction – Metodología BIM –

La administración pública enfrenta constantemente el desafío de establecer parámetros rectores para la gestión de los procesos urbanos que inevitablemente siempre están cambiando. El dinamismo de los sistemas sociales, hoy más acelerado producto del creciente flujo y accesibilidad a la información, provoca una alta tasa de cambio en el desarrollo urbano y económico. Esta condición actual y futura es un verdadero reto para quienes ocupan los lugares de toma de decisión.

Hoy las ciudades inteligentes son comúnmente identificadas como aquellas urbes que cuentan con un alto grado de automatización y un elevado uso de tecnologías digitales aplicadas en sus procesos internos. La competitividad futura a nivel mundial de países, regiones y ciudades residirá en sus capacidades productivas, las cuales dependen de la calidad, de la capacidad y del nivel de oferta de infraestructuras que pongan a disposición de los ciudadanos. Siendo conscientes de eso, en este trabajo se sientan las bases para el diseño de un sistema de gestión inteligente de instalaciones y redes vinculadas a los servicios urbanos.

Lograr esa atractiva característica para Rosario y su región metropolitana, le demandará a la ciudad y a sus localidades aledañas la adhesión a programas de innovación, apoyados y sustentados por el esfuerzo de gobiernos y de las empresas del sector público o privado.

Esto requiere de voluntad política y visión a largo plazo.

La “inteligencia” para el desarrollo de nuestras ciudades reside entonces en poder determinar una identidad estratégica para la región, qué metodologías son coherentes con las características culturales de la población y seleccionar, en base a los recursos disponibles, qué instrumentos tecnológicos debemos implementar para optimizar los procesos de toma de decisión y obtener así el mayor rendimiento de los activos. Para lograrlo será necesario coordinar un sinfín de variados intereses a través de un sistema que ordene personas, procesos y herramientas.

La filosofía de gestión “lean” persigue esta misma lógica y aunque tiene sus orígenes en Japón luego de la segunda guerra mundial y proviene de la industria manufacturera, tiene directa aplicación en el mundo de la construcción. En este trabajo se toman de referencia sus conceptos rectores y se plantea cómo *argentinar* sus pilares fundamentales, permitiéndonos definir un marco de integración para lograr eficiencia en la comunicación y confiabilidad en la información que es generada en el universo de las infraestructuras urbanas.

Junto al desarrollo conceptual, se presentan variados casos de estudio a modo de referencia, tanto externos como también proyectos piloto desarrollados dentro del área metropolitana Rosario. Estos muestran el potencial de una propuesta que permite agilizar los procesos de cada una de las partes interesadas durante la factibilidad, diseño, planificación, ejecución y operación de las redes.

En la búsqueda de generar justicia y equidad urbana sostenible en el tiempo, la implementación tecnológica de la “Smart City” debe ser vista simplemente como el medio que permite resolver eficientemente las complejidades técnicas, financieras, legales y administrativas que se suscitan dentro del territorio, con el único y real objetivo de institucionalizar la identidad proactiva de una Comunidad Inteligente.

Durante la primera parte del documento, en la **Introducción**, se detalla un análisis situacional, dando lugar no solo al diagnóstico del contexto local actual, sino también a la descripción de casos afines con similar problemática; que si bien, no se corresponden directamente con el medio de estudio, son considerados como referencias reales para validar un cierto nivel de funcionamiento comprobado. Luego se enumeran los objetivos particulares que definen la búsqueda de este trabajo en particular, donde la hipótesis, a modo de cierre deja plasmada la intención y representa el punto de partida para el posterior desarrollo.

Seguido a esto, en el **Desarrollo**, se exhiben primeramente de manera sintética los saberes que dan sustento al diseño de la iniciativa. Acompañan a la descripción de los ejes directores de la propuesta principal, un plan de acción básico que permite ponerla en marcha y un análisis de factibilidad técnica-económica asociado a ella.

**Concluyendo, este trabajo expone una serie de justificaciones conceptuales, teóricas y prácticas para comenzar la gestión política, administrativa y técnica necesaria para sentar las bases hoy de cómo pensamos a las infraestructuras de mañana.**

---

## Índice

### 1. Introducción.

1.1 Alcances y metodología

1.2 Análisis del contexto

1.2.1 Caracterización del Área Metropolitana de Rosario (AMR)

1.2.2 Infraestructuras de redes y partes interesadas.

1.2.3 Diagnóstico de la gestión actual.

1.2.4 Antecedentes. Casos de estudio y referencias externas.

1.3 Hipótesis y objetivos.

### 2. Desarrollo

2.1 Marco teórico

2.1.1 Ciudades inteligentes (Smart City). Nuevo paradigma para el desarrollo

2.1.2 Modelo de gestión LEAN. Aplicación en el sector Público

2.1.3 Gemelos digitales. Modelos de información 3D

2.2 El sistema: "GIIUr : Gestión integrada de infraestructura urbana de Rosario"

2.2.1 Descripción y conceptualización (CIMr\_1 y CIMr\_2)

2.2.2 Fases de implementación y plan de acción

2.2.3 Análisis de factibilidad. Matriz FODA

2.2.4 Proyectos piloto de implementación en AMR

### 3. Conclusiones

3.1. Conclusiones de las experiencias locales

3.2. Conclusiones generales

### 4. Anexos

### 5. Bibliografía

---

## Agradecimientos

Luego del cursado académico de la Especialización, los viajes, las entrevistas, las presentaciones y los trabajos de campo realizados, este documento logra compilar experiencias personales, investigaciones, saberes y deseos relacionados a la búsqueda de una mejor calidad de vida para mi ciudad, Rosario y su entorno. Fueron 4 largos años de trabajo constante y de estudio intermitente, pero con un entusiasmo inalterable.

Gracias a la Universidad Nacional de Rosario por brindarme la oportunidad de seguir formándome en estas lides. La casa de altos estudios que me vió ingresar en 1995 al Instituto Politécnico Superior, luego me permitió matricularme como TCO en 2009 y recibirme más tarde como ingeniero civil en 2014.

Al IDR por el compromiso que asume para con el desarrollo de la región y el esfuerzo de su director Juan Carlos Venesia, quien, junto a colaboradores y docentes, diseñaron y administran una especialización con gran calidad académica y de alto impacto para nuestra sociedad. Realmente es un placer haberlos conocido y les agradezco hayan aceptado mi participación en la primera cohorte.

Gracias Fernando Arraigada por el acompañamiento durante esta búsqueda y en las innumerables revisiones del texto.

Durante los dos últimos años de este período de gran crecimiento profesional y personal, el mundo entero sufrió una pandemia debido al COVID-19 y el haber podido completar este trabajo luego de tanto tiempo, es gracias al invaluable soporte y apoyo de mi familia y amigos. Gracias Moka.

Gracias a las múltiples fuentes de inspiración y colaboraciones para poder lograrlo.

Agradezco también a mis socios y compañeros en PLEXA Ingeniería con quienes aprendí y sigo aprendiendo continuamente sobre tecnicismos, pero principalmente, a trabajar en equipo y a pensar creativamente.

Creo en las grandes ideas, pero también en los pequeños aportes individuales que hacemos cada uno y en comunidad.

No creo que “ya esté todo inventado”. Al menos no, mientras tengamos educación pública, libre y gratuita para todos.

Fer Tettamanti

---

## Introducción

### Alcance y metodología

Este trabajo tiene como propósito general presentar las bases de los lineamientos conceptuales, procedimientos prácticos e implementación de metodologías y herramientas para mejorar la administración de proyectos y obras, vinculadas con las redes de infraestructura urbana. El método o naturaleza del mismo abarca cuestiones del tipo teórico, pero también de conceptualización, descripción de los acontecimientos, de investigación y trabajo de campo. Se basa en el relevamiento de documentos públicos, bibliografía, publicaciones especializadas y conversaciones no estructuradas con diferentes actores vinculados al tema. Todo esto a través de encuentros presenciales o virtuales, seminarios, visitas a universidades y empresas, a pie de obra y en oficinas y pasillos de diferentes organismos públicos.



## Análisis del contexto

### Caracterización geográfica y política del espacio

El Área Metropolitana de Rosario (AMR) la cual lleva como cabecera a la ciudad homónima, constituye el área objetivo de análisis e intervención para este trabajo. Este conglomerado urbano se encuentra ubicado al sureste de la provincia de Santa Fe y está conformado por un conjunto de 33 localidades que, vinculadas por cercanía geográfica, comparten procesos de formación, donde su evolución y desarrollo conjunto están ligados históricamente.



Ilustración 1: Vista aérea del área central de Rosario (PUR – Parte III Capítulo 3)

Con una extensión de más de 2.100 km<sup>2</sup> se encuentra inscripta dentro de un polígono irregular con un perímetro aproximado de 370 km de longitud, de los cuales 123 km (la tercera parte) lo conforma un amplio frente ribereño sobre un caudaloso río de llanura, el Paraná. (Ver Anexo 6 pág.80)

El territorio se desarrolla sobre un paisaje suavemente ondulado, típico de la región Pampeana, entre los 22 y 25 metros s.n.m. Atravesado de este a oeste por ríos y arroyos, combina esta favorable condición hidrográfica natural con suelos altamente productivos.

Con un uso de suelo principalmente destinado a la producción agrícola-ganadero, la región concentra gran diversidad de actividades productivas generando una importante red de comercios y servicios. Además del desarrollo vinculado al potencial agroexportador, las actividades industriales que generan mayor valor son la alimenticia, la metalmecánica y la petroquímica. Indudablemente todo esto se ve sostenido por los demás sectores de apoyo como la construcción, las TIC – tecnologías de información y comunicación- y la logística.

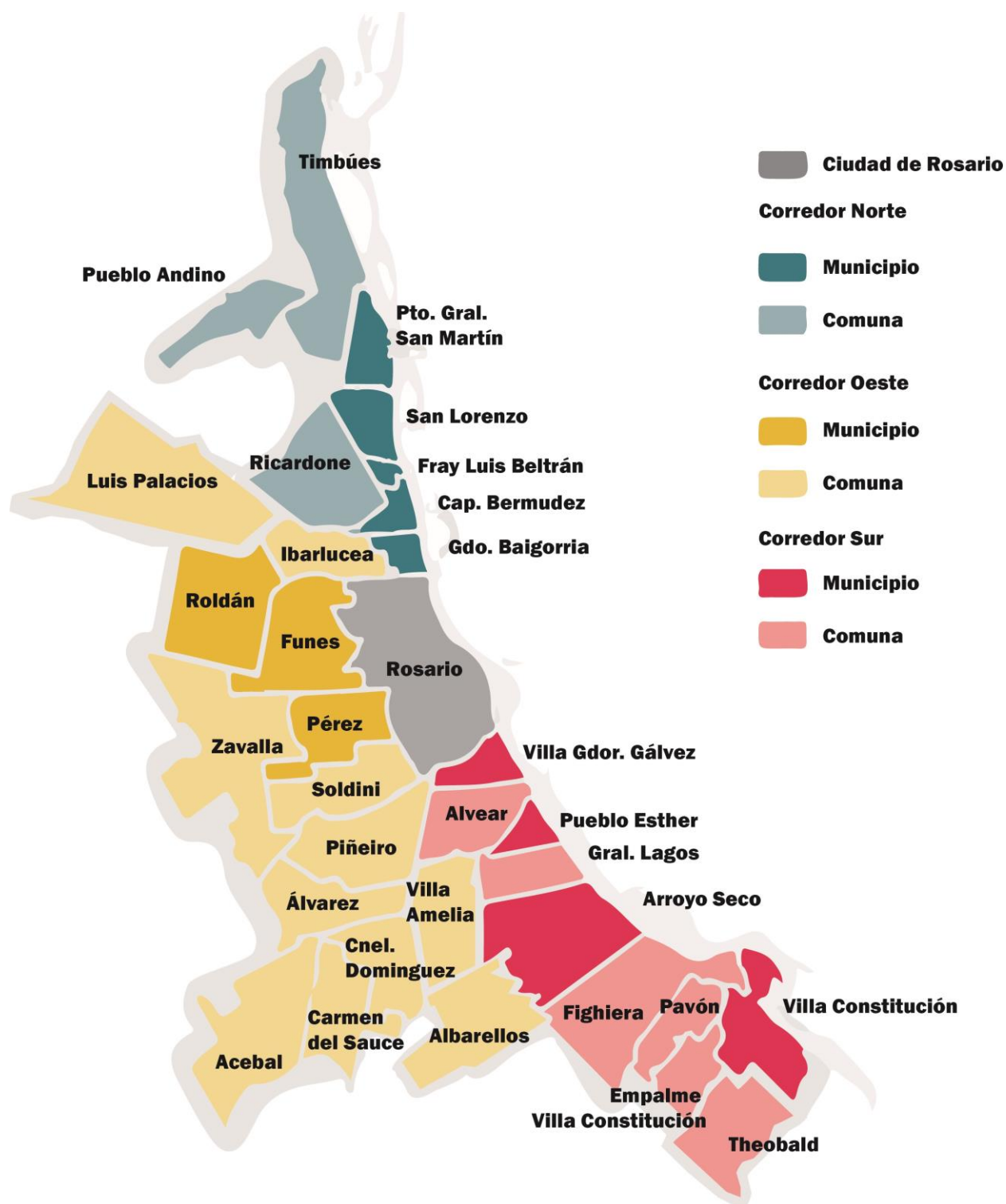


Ilustración 2: Distribución territorial de los municipios y comunas ECOM  
(Actualización 2022 – Elaboración propia en base a Archivo ECOM 2019)

En cuanto a la gobernanza, existe un espacio institucional de planificación, coordinación y promoción de políticas públicas con impacto regional en base a la asociación voluntaria y estratégica de 12 municipios y 21 comunas. El citado Ente Público No Estatal, se conoce como ECOM Rosario (Ente de Coordinación Metropolitana) y es reconocido por la ley provincial Nro. 13.532/2016

Este órgano es el principal impulsor de elaboración, desarrollo y ejecución de proyectos a escala local y regional con la perspectiva de consolidar un desarrollo territorial equilibrado e integrado en todo AMR.

Según las últimas publicaciones oficiales, hoy los datos demográficos corresponden al 2019. Con centro en la ciudad de Rosario, el AMR concentra más de 1.400.000 habitantes representando el 43% de la población de la provincia de Santa Fe y el 3.3% del total del país. Con una densidad cercana a los 700 hab/km<sup>2</sup> se evidencia un alto porcentaje de población urbana (98%) posicionándose como el núcleo de mayor peso a nivel provincial. Esta característica impacta notablemente en la demanda de infraestructura.

En las localidades y centros urbanos encontramos la mayor densidad de población y por lo general una concentración de actividades sociales y económicas. Asociado a esto, es también allí dónde se centralizan las redes de servicios públicos. Por otra parte, se vive un constante y acelerado proceso de expansión y completamiento urbano en sectores rurales, generándose loteos dispersos que, alejados de las centralidades históricas, hacen aún más compleja las factibilidades técnico-económicas de la llegada de servicios. Se conjugan así los factores de antigüedad y obsolescencia de las redes para sectores ya consolidados, a la vez que en las áreas todavía en desarrollo de urbanización se presenta la falta de infraestructura o la creación de servicios inconexos para dar respuesta a la población.

Teniendo un factor de ocupación de suelo urbanizado tan heterogéneo en cuestiones de cantidad y calidad de infraestructura, los dueños y los operadores de las infraestructuras se enfrentan a una compleja planificación de proyectos y obras. Los desafíos serán entonces mejorar la coordinación entre todas las partes interesadas y optimizar los procesos de gestión para lograr el mantenimiento y actualización de **redes existentes** con el menor impacto posible sobre la población y la creación de **nuevos tendidos** para abastecer los nuevos desarrollos residenciales e industriales dentro de ex áreas rurales y alejados de las centralidades urbanas.

## Infraestructura de redes y partes interesadas

### Servicios Urbanos

Las redes de servicios urbanos son un factor determinante en la competitividad de una región. Es ineludible la participación activa de los gobiernos, en este caso a nivel municipal y regional, para intervenir en el desarrollo de las infraestructuras debido a que estas contribuyen directamente al impacto positivo en el progreso económico, social y cultural de una población.

En lo referente a redes de servicios urbanos, se clasificarán sectorialmente según el impacto que tienen sobre la población: Desarrollo Social o Desarrollo Económico. Manteniendo el objetivo de proponer bases para un programa de gestión y planificación integrada de obras de infraestructura, las agrupadas bajo la segunda caracterización son aquellas para las cuales aplica este trabajo.

### INFRAESTRUCTURAS URBANAS

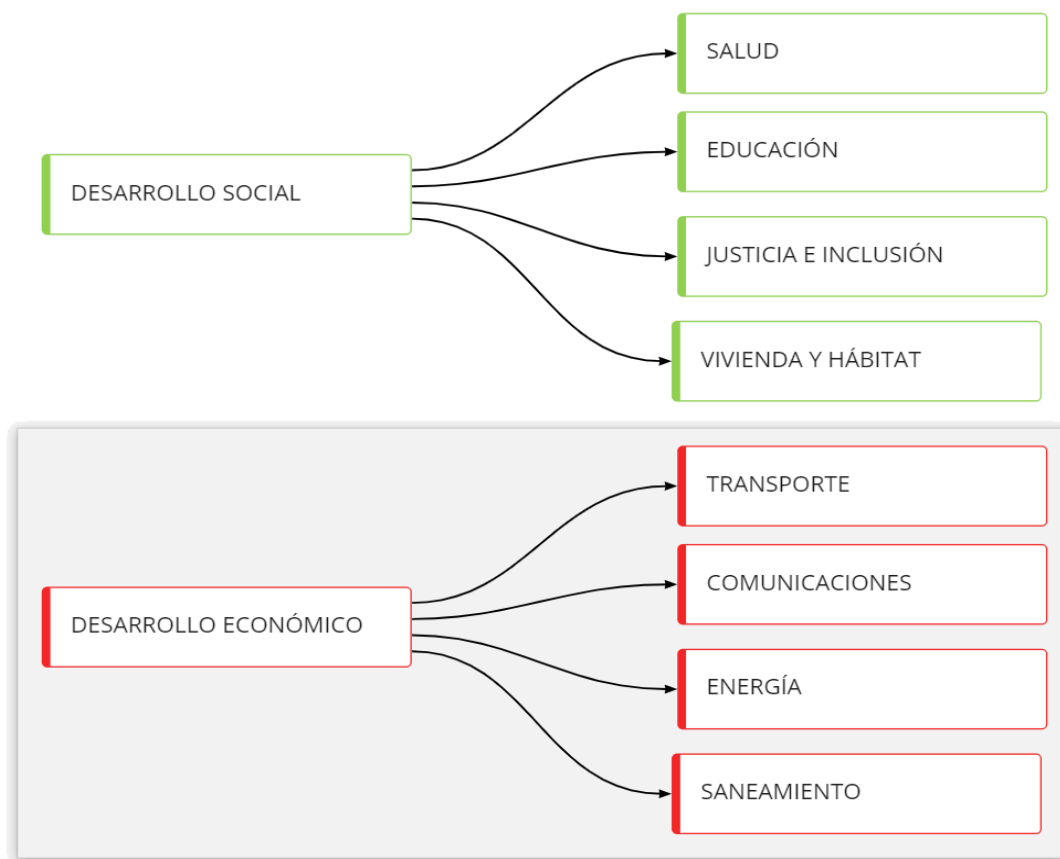


Ilustración 3: Clasificación según impacto en la población. *Elaboración propia*

A su vez, no se hará foco particular en cada una o en una única red de las mencionadas, sino que se apuntará al funcionamiento conjunto de todas ellas, debido a que el problema está identificado en cómo interactúan en un mismo espacio físico y político.

Tampoco se discriminará según su naturaleza constructiva o administrativa, siendo indiferentes a esta investigación si se tratase de redes de saneamiento o energéticas, si se presentan en trazados subterráneos o aéreos o si su operación recae en manos de reparticiones públicas, empresas estatales o privadas.

## INFRAESTRUCTURAS URBANAS

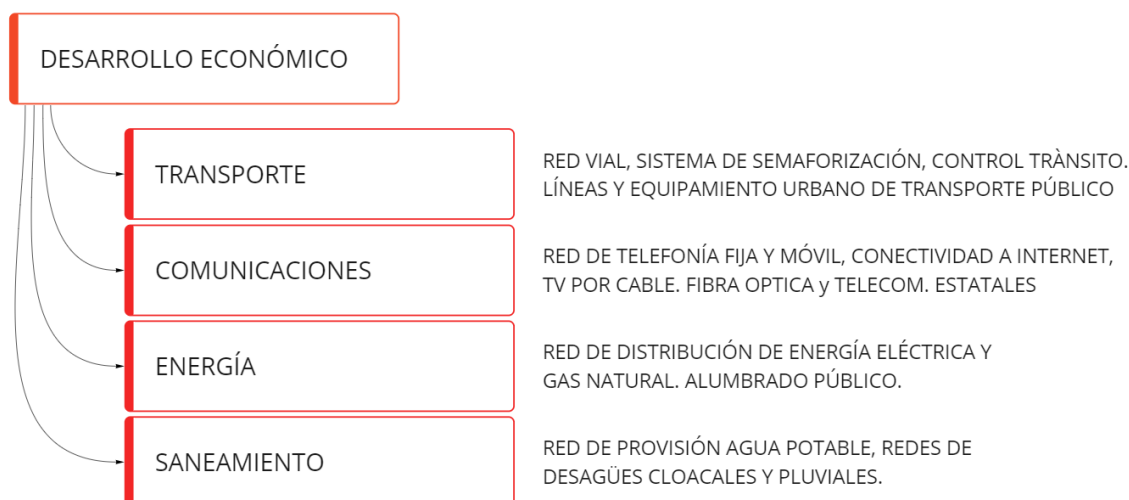


Ilustración 4: Clasificación según sector económico. *Elaboración propia*

El inventario de aquellas infraestructuras que hoy están en servicio, se encuentra en manos de las empresas prestadoras y bajo su responsabilidad gestionan la información. Conforme siga el avance de la urbanización en el área central y su expansión, los registros se incrementarán y será necesario incorporar mayor cantidad de datos e información sobre una lógica modernización de las redes, coherente mantenimiento preventivo, la incorporación directa de nuevas tecnologías y probablemente hasta el desmantelamiento de instalaciones obsoletas de transporte, telecomunicaciones y energía.

Las decisiones en cuanto a la planificación urbana, el desarrollo del mercado inmobiliario y de los servicios, deberán ser coordinadas en conjunto de acuerdo a los objetivos estratégicos y el horizonte económico-financiero regional ya que este es un elemento fundamental para la programación de inversiones y ejecución de nuevas obras.

El Estado, siendo una de las principales partes implicadas, deberá trabajar activamente para lograr una buena coordinación de intereses para beneficio de todos.

### Agentes involucrados

Los comúnmente llamados *stakeholders* (en inglés) son todas aquellas personas, grupos y entidades que tienen vinculación de cualquier tipo en los proyectos y se ven afectados por su eficiencia o rendimiento. Son interesados, directos o indirectos, en que los objetivos se cumplan y los procesos funcionen ya que en caso contrario les afectaría directamente.

“Los equipos de personas que trabajan en resolver problemas con un alto grado de complejidad, pueden ser analizados como sistemas complejos en sí mismos”

Marines Hernández, Luis Enrique (2018)

Los *stakeholders* o agentes interesados en la gestión de los proyectos y obras de infraestructura, son quienes mejor conocen los antecedentes históricos de cómo se vienen llevando adelante los procesos y sus problemas. Son los protagonistas. Son quienes participan en la toma de decisiones y que luego se verán afectados positiva o negativamente por ellas. La proyección de un ambiente transparente, de información descentralizada (pero en un mismo entorno común de datos), confiable y accesible, como solución futura a la problemática vigente debería ser también una búsqueda de estos agentes. Es de importante relevancia la identificación de todas y cada una de las partes, ya sean de carácter público o privado, para conocer y considerar sus necesidades sectoriales e intentar cumplir con sus expectativas dentro del sistema de gestión colaborativa propuesto.

Las redes de servicios públicos y el espacio que ocupan son propiedad de las empresas que las operan. La financiación para su crecimiento se da por inversión propia o son donadas por aquellos desarrolladores públicos o privados que las hayan ejecutado en base a convenios y obligaciones.

Estos trazados, por cuestiones legales siempre deberán estar implantados en terrenos públicos para ser aprobados o dentro de espacios comunes en loteos de administración privada como instalaciones internas.

#### a) El Estado - Gobernanza provincial, metropolitana, municipal y comunal.

Cada gobierno actúa sobre las infraestructuras a través de la estructura organizativa que cada administración define a tal fin. A modo de ejemplo, en 2023 y según publicación oficial, el organigrama en Rosario puede ser interpretado como una interacción entre las Secretarías del poder ejecutivo y las Comisiones del poder legislativo municipal.

Es responsabilidad del Estado garantizarle a la población accesibilidad de los servicios básicos, instrumentando planes de regulación y control de las empresas prestadoras.

Además de la estructura administrativa, la ciudad de Rosario cuenta internamente con un cuerpo normativo integral a través del cual logra establecer las herramientas necesarias

para plasmar la política urbana. (ver Anexo 1 pág. 70) Para la implementación del sistema planteado es necesario hacer el análisis ubicándose temporalmente y conociendo la rica historia de evolución en el ordenamiento urbano de la ciudad.

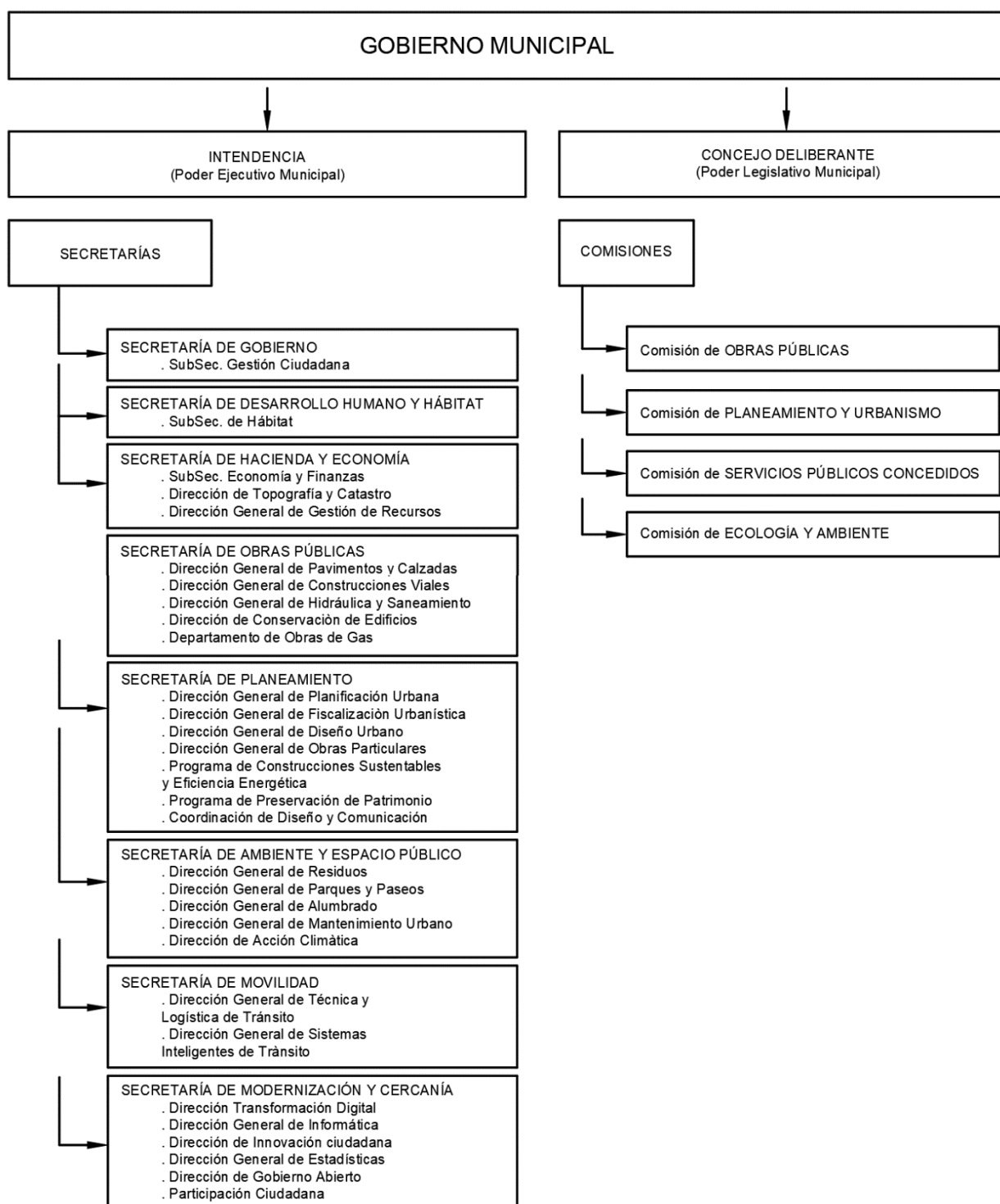


Ilustración 5: Organigrama estatal vinculado a infraestructura Urbana (2023). Elaboración propia

El estudio del entorno normativo es esencial para establecer una propuesta de acción. El relevamiento y clasificación de los planes, regulaciones y ordenanzas relacionadas con el sector en análisis, no es tarea fácil y ha de ser un proyecto de investigación en sí mismo.

Al menos como se muestra y comunica a nivel oficial a través del sitio web oficial de la administración municipal, se trata de un sistema con gran cantidad de información detallada pero que carece de un mapa conceptual claro de sus contenidos y sus interdependencias y relaciones. La redundancia de vínculos en la organización de la información y las diferencias entre la web, los documentos particionados y las versiones completas, son un claro ejemplo de la falta de un enfoque sistémico. Esta cuestión también impacta inevitablemente durante el desarrollo de la actividad profesional de todos aquellos que interactúan con las instituciones reguladoras del Estado relacionadas con obras públicas y particulares.

En el Anexo 1 (ver pág.70) de este trabajo se presenta esquemáticamente el resultado completo del exhaustivo relevamiento. A continuación, solo se muestran gráficamente y en una línea temporal los elementos identificados como directamente relevantes y sobre los cuales toma referencia este trabajo.

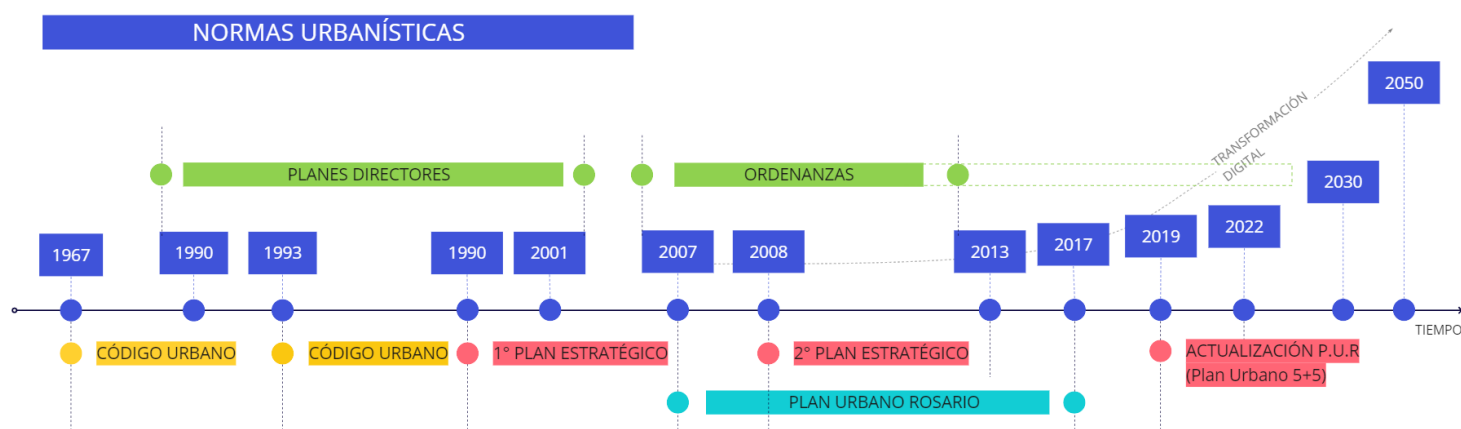


Ilustración 6: Línea temporal de sucesos en la gestión urbana del Rosario. Elaboración propia

El ECOM Rosario, como fue mencionado anteriormente, es la asociación voluntaria de municipios y comunas del área de estudio y se considera esencialmente como el órgano impulsor de la elaboración, desarrollo y ejecución de proyectos a escala metropolitana. Sus directrices y planes de acción, integran el ordenamiento urbano con las infraestructuras, equipamientos y servicios dentro de la región.

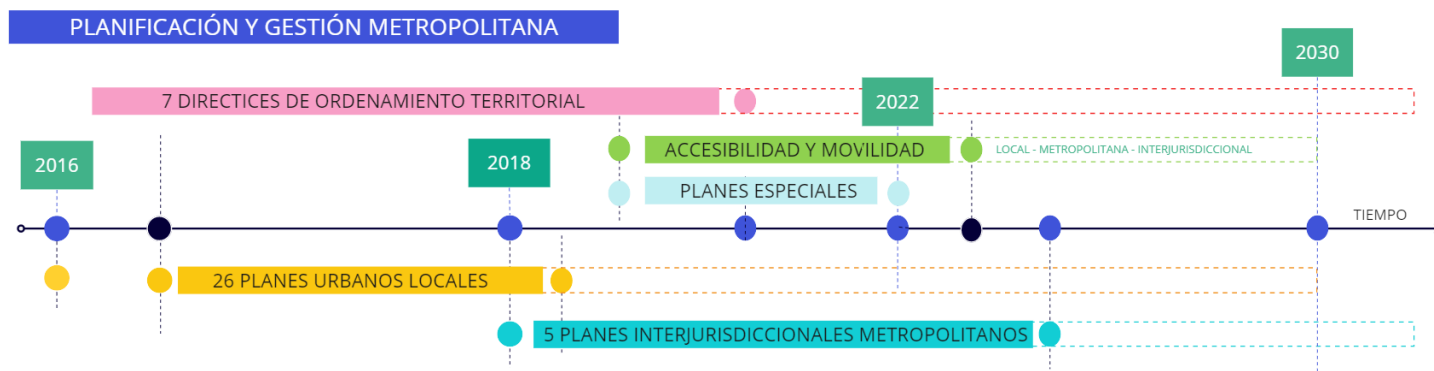


Ilustración 7: Línea temporal de productos emitidos por el ECOM con horizonte 2030. Elaboración propia

A nivel provincial, Santa Fe comenzó en el año 2008 un proceso de regionalización para alcanzar el desarrollo integral del territorio. A través de múltiples mecanismos de participación se fueron formulando instancias para el proceso de descentralización políticas y administrativa.

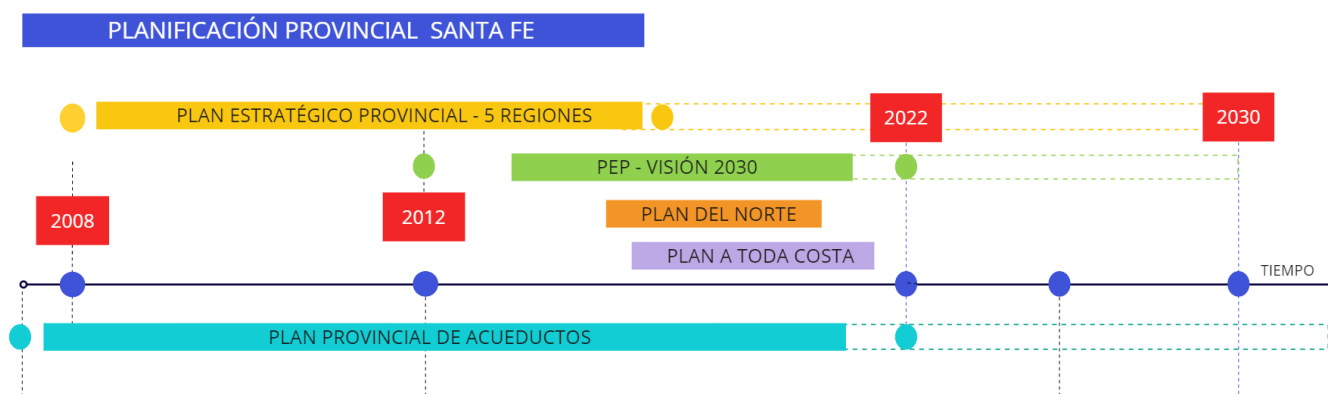


Ilustración 8: Línea temporal planes de desarrollo provincial Santa Fe. Elaboración propia

### b) Las Empresas y los Profesionales

I - Las empresas prestadoras de servicios y operadoras de las redes pueden clasificarse según su naturaleza, en empresas estatales o privadas. Luego cada una de ellas actúa dentro del territorio con un servicio particular o en varios sectores de manera simultánea.

En su conjunto son responsables de establecer los mecanismos que aseguren la calidad y cantidad en la provisión de los servicios y en definir los requisitos técnicos y económicos para llevarlo adelante.



Ilustración 9: Clasificación empresas de servicios públicos. Elaboración propia (\*)

II – Las empresas constructoras responsables de materializar y concretar, a través de la ejecución de obras, los objetivos que las organizaciones del grupo anterior definen previamente como parte de sus planes de inversión y desarrollo.

III - Los profesionales vinculados con las anteriores, que pueden ser subcontratados y son responsables del diseño de proyectos, donde se definen las características técnicas necesarias para dar respuesta a las necesidades planteadas por las empresas en distintas etapas.

(\*) la cantidad y nombres de empresas pueden cambiar y actualizarse en el tiempo.

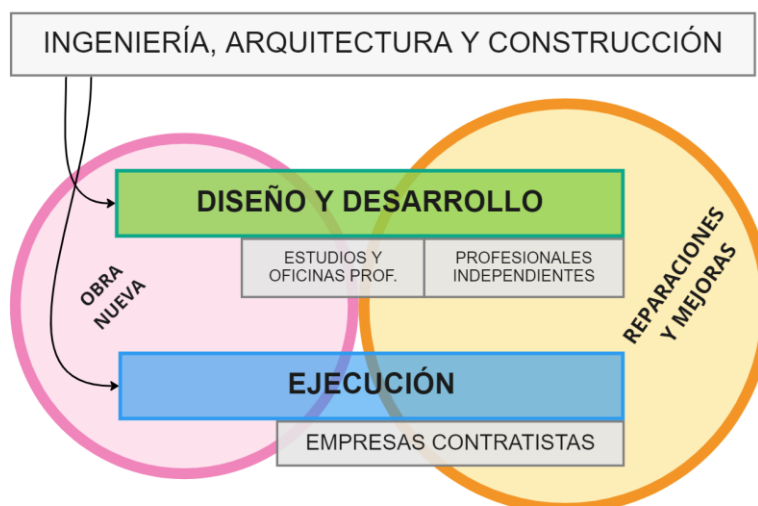


Ilustración 10: Clasificación empresas del sector IAC. *Elaboración propia*

### c) Sector social y académico - Instituciones y Universidades

Este grupo incluye no solamente a los ciudadanos en su conjunto, sino que justamente a las asociaciones civiles que los nuclean según sus actividades y/o relación con las demás partes interesadas. Por ejemplo, los organismos de Defensa del Consumidor a nivel local, provincial y nacional, la Cámara Argentina de la Construcción o la Asociación de Empresarios de la Vivienda como para mencionar algunos importantes y con gran capacidad de influencia dentro del rubro.

También deben ser consideradas aquí las universidades y las instituciones ligadas al estudio y desarrollo político o tecnológico de los procesos asociados con la evolución de la población en materia de urbanismo, servicios, competitividad y calidad de vida.

### d) Usuarios

Asociando directamente el término *Usuario* al “consumidor final” de los servicios, es fácil darse cuenta que Usuarios somos todos los anteriores. No importa que rol cumplamos dentro de la sociedad, finalmente todos los que vivimos en el AMR lo somos y deberíamos actuar en consecuencia.

En la práctica, durante el ciclo de vida de los proyectos para obra pública se genera un importante flujo de información que es manejado por todos estos diferentes grupos de sectores.

Este trabajo hace foco en el impacto que tiene la fragmentación de los datos sobre la gestión durante las diferentes fases y etapas del análisis de factibilidad, diseño, ejecución y operación de obra pública u obra privada que se implante en espacio público e interactúe con las primeras. También en el efecto multiplicador de complejidad, que tiene la diversidad de actores, intereses y lugares de implantación de cada servicio. Pero nada tiene que ver lo aquí desarrollado, en la relación o vínculo comercial usuario final con las empresas prestadoras de servicios.

Hoy, al no existir una coordinación organizacional conjunta de quienes intervienen el territorio ni un registro integrado de los proyectos dentro del mismo, se genera un trabajo ineficiente provocando aumentos en el costo y plazos de diseño y ejecución. Existen ejemplos de proyectos muy bien desarrollados técnicamente, pero imposibilitados económicamente. U otros que bien podrían ser financiados, pero ya sin impacto porque responden a necesidades desactualizadas.

Cada proveedor de servicios u operador de las redes, ya cuenta en menor o en mayor medida con modelos analógicos o digitales para la gestión propia. Un escenario superador a éste dentro de la administración pública, ubicaría al Estado en un rol de rector general de las intervenciones en el espacio público al compatibilizar información hasta ahora inconexa. La gestión integrada que propone este trabajo, apunta a que todos los agentes intervinientes tomen un rol activo en la planificación de las infraestructuras y dependiendo de cada papel, establecer un control de acceso al entorno común de datos que le permita alcanzar y compartir toda la información necesaria para el desarrollo de su actividad.

Es necesario mejorar las competencias del estado en relación a la gestión de la planificación, diseño y ejecución de proyectos, como también de las instituciones o empresas a cargo de llevarlos adelante.

### Diagnóstico de la gestión actual.

Para establecer el punto de partida sobre el cual se realiza el estudio y a partir de qué parámetros se diseñará la iniciativa de un nuevo sistema, se realizó el relevamiento presentando hasta aquí. Mediante recopilación de datos oficiales, artículos periodísticos y notas especializadas y entrevistas a funcionarios públicos, profesionales y empresarios de la construcción se consigna el siguiente diagnóstico que nos permite comprender el estado actual y las problemáticas recurrentes que se presentan.

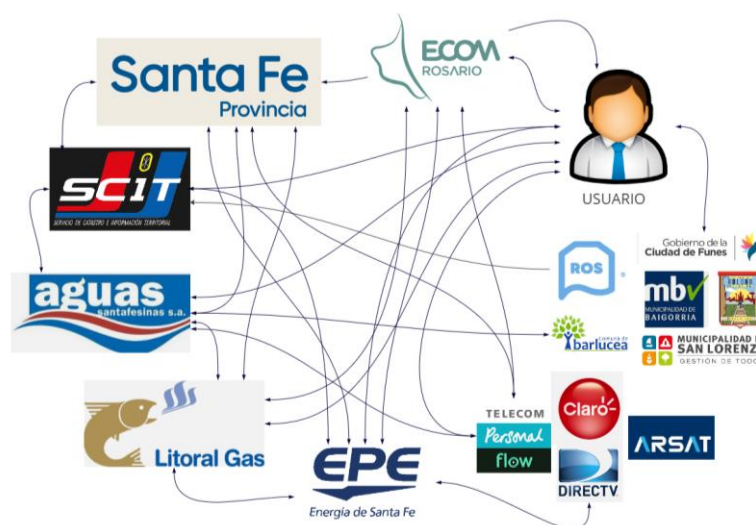


Ilustración 11: Interacción actual de Stakeholders. *Elaboración propia (\*)*

(\*) la cantidad y nombres de empresas pueden cambiar y actualizarse en el tiempo.

La interacción punto a punto genera naturalmente cierto nivel de caos como se advierte en la representación gráfica y esto les requiere a los actores mucho esfuerzo administrativo para evitar pérdida de tiempo e información durante el proceso.

En cuanto al camino concreto que transita o atraviesa un proyecto de infraestructura urbana, lo que nos muestra el proceso actual ya adoptado y entendido como la forma “que se hace” (ver Anexo 3 pág.74) son tres situaciones que están generando desperdicios:

- Es necesario sondear y estudiar interferencias<sup>(\*)</sup> dos veces porque no hay información de base y al ser diferentes entidades, no se confía en el estudio anterior.
- No se registra debidamente la información en la etapa con mayor nivel de seguridad y confiabilidad de los datos, durante la ejecución o al momento de entrega del activo y pasa a manos del propietario
- Se realiza un proyecto ejecutivo previo a licitar y conocer quién será el responsable de ejecutar. Quien por lo general dispone de cierta experiencia y tecnología que suele presentar cambios al diseño planteado. Alterando especificaciones, costos y plazos



Ilustración 12: Diagrama simplificado del proceso relevado de proyecto de obra pública. Elaboración propia

<sup>(\*)</sup> Se conoce al estudio o sondeo de *interferencias* al trabajo de relevamiento sobre la existencia de redes que incluye varias actividades como, por ejemplo, a) solicitar registros oficiales a las empresas que entregan informes, planos o planchetas conforme a obra dentro de las áreas a intervenir y b) practicar excavaciones puntuales para intentar localizar los activos, dando veracidad a los datos recopilados antes de comenzar las obras. El objetivo es reducir la incertidumbre y aumentar la confiabilidad de la información. Lamentablemente, en la mayoría de los casos los proyectistas y contratistas no logran la seguridad esperada hasta que no comienzan las intervenciones.

## Análisis PEST

Este tipo de análisis permite identificar y agrupar en distintos temas, los factores externos que afectan al objeto de estudio. En este caso, es utilizado para presentar gráficamente una clasificación de los comentarios más recurrentes percibidos o recibidos en forma directa durante las entrevistas realizadas como parte del diagnóstico a una muestra de agentes interesados y vinculados a proyectos y obras de infraestructura. (ver Anexo 2 pág.73)

Se identifican entonces como Oportunidades y Amenazas según cuatro tipos de factores internos, a los conceptos clave que fueron relevados. La consigna fue “cómo y por qué sería útil y necesario implementar un nuevo sistema informático de gestión y administración de proyectos y obras de infraestructura, que tenga el objetivo común de mejorar el funcionamiento actual”

### Factores externos: Oportunidades y Amenazas

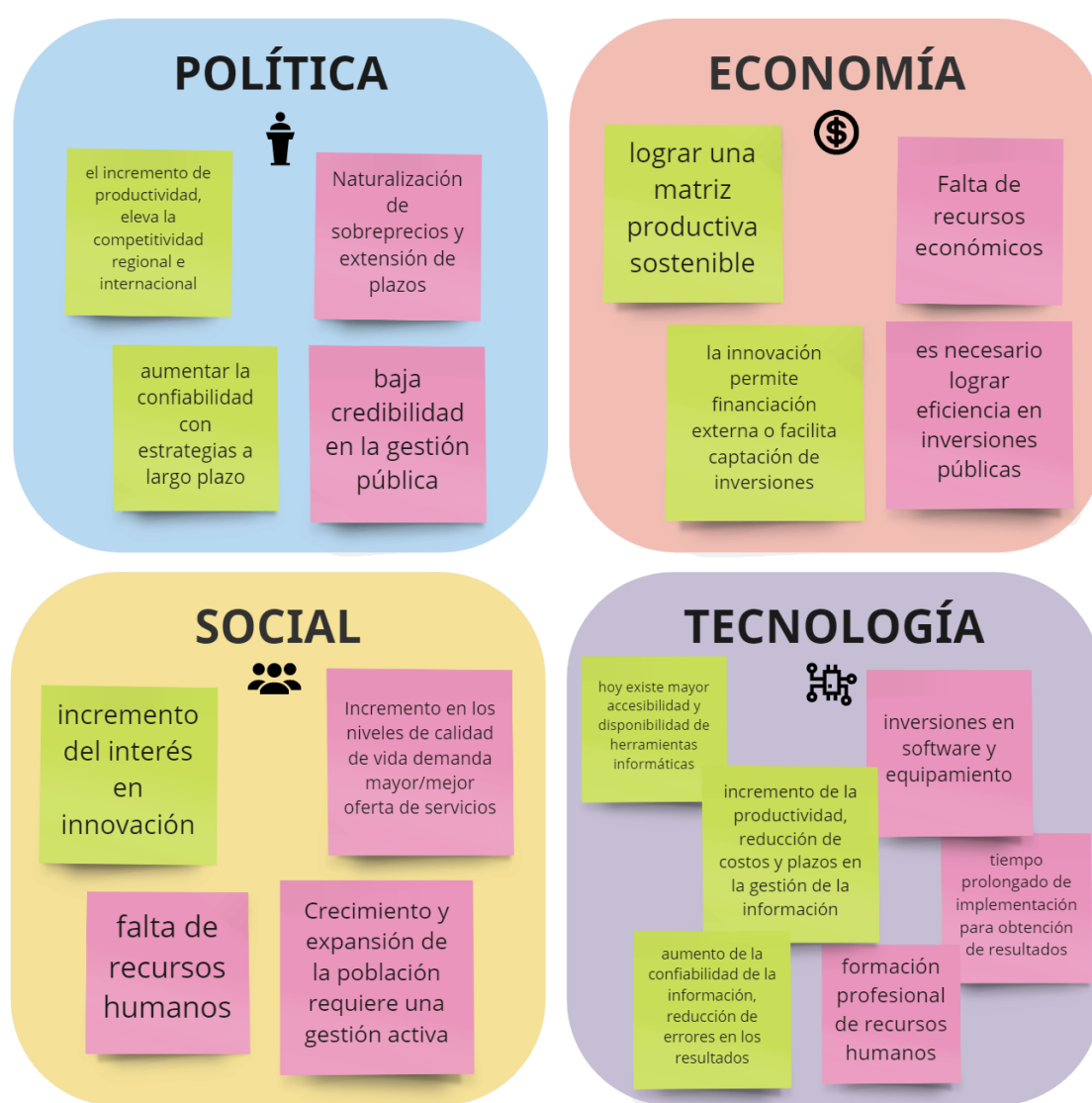


Ilustración 13: Matriz PEST. Elaboración propia

En los apartados previos se han expuesto los factores determinantes que afectan a la gestión eficiente de los proyectos. Caracterizar la gestión actual dentro del marco normativo y administrativo son elementos centrales del diagnóstico. Estos elementos son sumamente necesarios para lograr un correcto desarrollo constructivo y operativo de las redes de infraestructura y proponer un plan de acción que contemple soluciones al problema. Del análisis de la información recabada y de la evaluación de los factores mencionados, se reconocen tres eventos desfavorables en la gestión eficiente para el desarrollo de las infraestructuras urbanas en el Área Metropolitana de la ciudad de Rosario.

### Los tres puntos críticos

#### **a. Planificación sectorial descoordinada – islas de eficiencia (o ineficiencia)**

A pesar de que se planifican, construyen y operan múltiples redes en un espacio común, la ciudad donde interactúan, los agentes involucrados no tienen participación colaborativa y el Estado municipal solo está presente en regulaciones generales y obras de su propia incumbencia. El accionar durante el día a día bajo condiciones de emergencia frente a cortes o faltas de servicio, parecería justificar la falta de coordinación a mediano y largo plazo.

*Implementación digital aislada y parcializada.* A partir de 2019 existe en funcionamiento un plan de digitalización para la gestión de información para proyectos privados. El intercambio y registro de presentaciones municipales está migrando a un entorno completamente digital. Si bien es un avance parcial dentro del camino hacia una digitalización más amplia, la información registrada sigue requiriendo del manejo, interpretación y administración de cada clúster individual.

#### **b. Inventarios registrados con bajo nivel de confiabilidad - trazabilidad -**

El trazado físico real de las redes de servicios y el estado de funcionamiento de las mismas, no está registrado, en algunos casos está registrado con muy baja confiabilidad y en otros no es conocido directamente por el Estado municipal o las empresas que operan las redes. Ni siquiera por los operarios quienes intervienen directamente el espacio urbano.

Las redes subterráneas presentan la complejidad de no ser visibles directamente y las instalaciones aéreas tienen la complejidad complementaria de haber sido planificadas (en el mejor de los casos), proyectadas y desarrolladas bajo condiciones y entornos de mayor informalidad. Aparece también el problema de infraestructuras en desuso en ambas modalidades.

### **c. Productividad de las intervenciones – mejora continua -**

En un inminente escenario de implementación de herramientas tecnológicas, dentro del marco de la Ciudad Inteligente, también se plantea un interrogante. ¿El desarrollo de aplicaciones digitales y la instalación de nuevos dispositivos, responden a una planificación integrada con los sistemas de información o son instalados arbitrariamente como islas desconectadas entre sí?

La complejidad de planificar los proyectos, recae en que los parámetros técnicos de diseño y planificación de cada una de las infraestructuras varían según sea su naturaleza y las metas o tiempos de proyectos de cada área pueden diferir en años o hasta en décadas. Este factor que se presenta naturalmente como una amenaza, es sin dudas el principal condicionante que caracteriza la complejidad del caso. Por lo tanto, debe ser considerado junto con las otras cuestiones preponderantes como un catalizador destacado que incentive al trabajo mancomunado entre la administración pública y los operadores privados en la búsqueda de posibles soluciones. El objetivo común será la búsqueda de aunar esfuerzos que persigan un accionar sostenido, planificando a mediano y largo plazo, gestionando las operaciones a través de herramientas de monitoreo permanente de las obras existentes y proyectando de manera integral aquellas tareas necesarias a ejecutarse en el futuro.

**Toda estrategia deberá contemplar un significativo incremento en la**

**ACCESIBILIDAD**

**y la**

**CONFIABILIDAD**

**de la información.**

#### **Antecedentes y casos de estudio**

Es evidente que la problemática en la gestión de infraestructuras urbanas, se presenta con similares características en otros lugares y sociedades. Aunque con enormes diferencias culturales, las administraciones públicas, empresas de servicios y la comunidad académica de otros países y ciudades, también están desarrollando estrategias para intentar dar soluciones acordes a sus necesidades vinculadas con inversiones más eficientes en espacio público, prestación de servicios de calidad para la población, seguridad en la gestión de la información e integración del usuario a los procesos de toma de decisión.

Tomados como referencia para el desarrollo de este trabajo, se presentan sintéticamente a continuación tres casos con gran impacto positivo. Son experiencias de implementación fuera del área de estudio. Todas ellas abordadas desde un rol externo y del tipo espectador, algunas fueron simplemente consultadas y otras experimentadas personalmente.

En el mundo: Berlín, Alemania

<https://twitter.com/choracity?lang=es>

## Conscious City Lab



Dentro de un marco de colaboración interdisciplinaria, la Universidad Tecnológica de Berlín, vincula al Estado con asociaciones civiles, empresas públicas y privadas para la discusión y toma de decisiones en cuanto al desarrollo de territorio en cuestiones de infraestructura y servicios. Desde antes del 2018, el “Conscious City Lab” viene trabajando con el gobierno de la ciudad digitalizando y modelando virtualmente la morfología y el comportamiento urbano. Este trabajo les permite simular escenarios futuros relacionados con las propuestas que se presentan. Luego se discuten multisectorialmente en base a los intereses particulares de los datos reflejados en las predicciones.

El objetivo es lograr procesos transparentes donde cada parte involucrada pueda tomar decisiones en base a información concreta y validada dentro un sistema informático confiable que nuclea los datos de forma estructurada.



En Sudamérica: Medellín, Colombia

<http://www.edu.gov.co/>



En septiembre de 1993 el concejo de Medellín y la Alcaldía, crean una primera versión de lo que hoy es la Empresa de Desarrollo Urbano, para el ordenamiento territorial de la ciudad. Bajo el lema “Planificar para no improvisar” y adoptando a la innovación como eje de acción, implementan tecnologías 4.0 a partir del 2016. El PUI (Proyectos Urbanos Integrales) utiliza en la actualidad, herramientas de modelado digital 3D, inteligencia artificial y BigData para la gestión de los proyectos que se emplazan en el territorio.

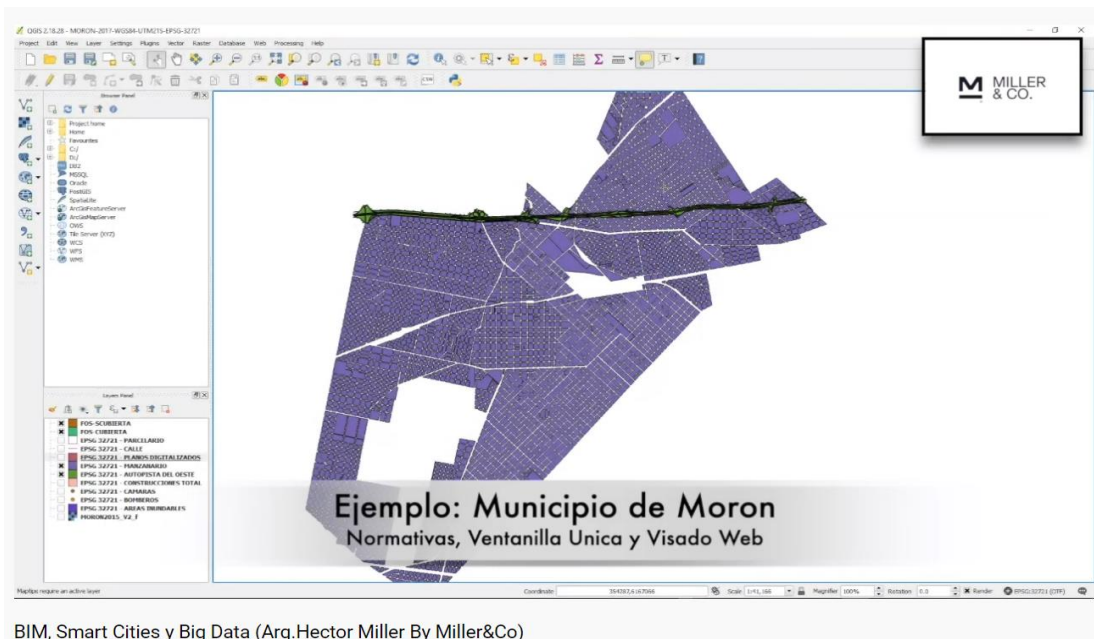
Entendiendo al ciudadano no solo como usuario, sino como comitente de los proyectos y las obras, el proceso de diseño, validación y posterior ejecución es comunicado a todos los involucrados, pero desde de un entorno confiable de datos centralizados. Las escalas de modelado llevadas adelante para la planificación urbana integrada son a) Micro (LOTE), b) Media (Barrio) y c) Macro (Ciudad o Distrito).

Instrumentando lo social, lo físico y lo institucional, el PUI tiene como objetivo formular, priorizar y materializar proyectos, evitando una ejecución desarticulada de obras e incrementando el impacto positivo a través de herramientas y acciones interinstitucionales coordinadas que permitan sumar la participación de la comunidad a la gestión pública y privada.



En Argentina: Morón, Buenos Aires.

<https://homeofbim.com/smartcitiesargentina/>



BIM, Smart Cities y Big Data (Arq.Hector Miller By Miller&Co)

En abril del 2020 cuando la cuarentena por COVID-19 recién comenzaba, nos comunicamos por videollamada con el Ing. Fabián Calcagno de la compañía Miller&Co. En dos oportunidades comentó sobre las implementaciones llevadas adelante en el municipio de Moron, provincia de Buenos Aires. Básicamente se trata de un sistema informático que opera sobre un modelo geométrico que permite una gestión integrada y la interacción entre los diferentes actores.

A través de la digitalización de los catastros, es posible la articulación de datos privados y gubernamentales a través de un sistema estructurado e integrado en múltiples capas. Esto lógicamente requirió diseñar y desarrollar desde el inicio, los procesos legales y administrativos que definieron el marco normativo, la metodología de trabajo y los protocolos de aplicación. El objetivo es lograr una base de datos confiable, sin versionados y transparente donde todos puedan tener acceso a la misma información en tiempo real. El desafío radica en la escalabilidad en las operaciones y la automatización, debido a que la carga de datos es siempre proporcionada por un agente externo. Allí entonces cobra relevancia el concepto de visado electrónico web de los datos vectoriales y alfanuméricos ingresados por procesos de “ventanilla única” para ser luego parte de las sucesivas iteraciones para la toma de decisión y aprobación de los proyectos en cada una de las áreas de aprobación.



Estas implementaciones contemplan los proyectos privados y de desarrollo inmobiliario (PropTech) considerado desde la línea municipal hacia adentro y con una mirada del tipo transaccional. También los de infraestructura y servicios urbanos, desde la línea municipal hacia afuera (GovTech) haciendo foco en la gestión pública y la regulación normativa. No obstante, desde la perspectiva del usuario y ese es el nuevo paradigma de la gestión urbana, ya se genera un nuevo enfoque común donde a ambas industrias se les presenta un desafío en común dentro del territorio: la sostenibilidad del medio y la calidad de vida de las personas que lo habitan.



Ya para Abril del 2022, cuatro años después de la primer entrevista, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires los contrata para un consultoría BIM a nivel medio financiada por BID para el desarrollo de una integración de datos para una mejor interoperabilidad y sincronización entre plataformas.



*“Una ciudad SMART es la que toma decisiones inteligentes. Eso se logra a partir de datos confiables y el análisis comparativo entre diferentes escenarios”*

## Hipótesis y objetivos

Se enumeran a continuación los objetivos generales que este trabajo persigue, intentando lograr en el lector un espacio de reflexión y análisis, que basado en el escenario actual le permita pensar en un futuro superador.

- a. *Generar un rol proactivo del Estado para reconocer la necesidad actual y futura de una gestión con interacción más ágil entre los actores, promoviendo a partir de ello, un ámbito de colaboración y acción conjunta entre todos los sectores involucrados dentro del territorio.*
- b. *Proponer la evolución en la regulación normativa y su implementación, incorporando la transformación digital de las instituciones y con ella, la utilización de herramientas digitales que permitan sistematizar la evaluación de proyectos, el diseño, la planificación estratégica de obras de infraestructura y el registro adecuado de las redes en servicio.*
- c. *Establecer las bases para el diseño de mecanismos prácticos y simples de control e inspección de las intervenciones en la vía pública y su registro oficial mediante procedimientos que logren mantener en el tiempo, toda información confiable sobre el tendido de redes aéreas y subterráneas.*

La siguiente frase, enunciada como hipótesis, define las pautas de la investigación que en este documento se desarrolla y muestra aquello que se pretende lograr a través de la implementación de las propuestas.

*“La utilización de herramientas digitales dentro de sistemas informáticos estructurados y basados en metodologías LEAN, permiten a los proyectos relacionados con las infraestructuras urbanas, mejorar los análisis de factibilidad, la confección del diseño, la ejecución de las obras y la eficiencia en la operación y el mantenimiento.*

*Superando de esta manera los inconvenientes originados por la gestión desarticulada entre responsables y partes interesadas, quienes actúan aisladamente, no planifican de forma colaborativa y toman decisiones sobre información poco confiable.”*

## Desarrollo

### Marco teórico

El desarrollo económico de la población dentro del territorio está relacionado directamente con una adecuada gestión de las infraestructuras y esto a su vez, a la eficiencia de las inversiones públicas y privadas. Un sistema integrado y transparente, permite elevar la calidad y seguridad en las obras y los servicios, ajustar plazos de ejecución y maximizar el rendimiento de los recursos articulando cada parte del sistema.

La agenda de los Estados miembros de las Naciones Unidas incluye 17 Objetivos de Desarrollo sostenible (ODS) para el año 2030, de los cuales el 70% de ellos están íntimamente relacionados con la calidad de vida en las ciudades, que es donde se concentra precisamente la mayor cantidad de personas. En sintonía con las asociaciones civiles más influyentes del planeta, este trabajo está también relacionado y tiene intenciones de colaborar en el cumplimiento a algunos de ellos. Son cuatro los identificados con propósitos compartidos.



Ilustración 14: ONU-ODS relacionados con la problemática abordada. Adaptación propia [www.un.org](http://www.un.org)

Para conocer la distancia que separa nuestra realidad de dichos objetivos, es crucial comenzar a trabajar sobre diagnósticos, datos, registros, trazabilidad, análisis y proyecciones sobre las redes de infraestructuras. Instalaciones que según su nivel de funcionamiento podrían acercarnos, en primera instancia, a una gran parte de los indicadores necesarios.

En los siguientes apartados se presentan los conceptos rectores que dan sustento teórico a las propuestas que permitirían lograrlo. Luego, relacionando estos fundamentos con el análisis del contexto actual, se enuncia el plan de acción para implementarlas de manera sistémica. Dando así, los primeros pasos en la búsqueda de solucionar los problemas identificados y lograr cumplir con los objetivos fijados.

## Nuevo paradigma de desarrollo: Ciudades inteligentes (Smart Cities)

Toda ciudad que emprenda el camino y aspire a convertirse en una Smart City debe ser consciente que esa meta no solo consiste en instalar sensores que monitoreen cada pequeño rincón de la ciudad y arroje indicadores del funcionamiento, sino que debe ser lo suficientemente organizada para gestionar toda la información capaz de generar.

Las ventajas en cuanto a la sistematización y análisis de datos son enormes. Los avances tecnológicos nos presentan para ello posibilidades sin precedentes y no deberíamos continuar sin considerarlo. El manejo de las redes de infraestructura urbanas puede incrementar sus niveles de eficiencia mediante una gestión ordenada de la información ya existente.

Una definición elemental de ciudad inteligente es aquella que permite describirla como una ciudad en donde se planifica y se toman decisiones a través de información objetiva y confiable.

*“Podemos entender que lejos de una política de fuerte implementación tecnológica, una gestión inteligente sería diseñar y promover sistemas más eficientes que otorguen una mayor productividad a los procesos del sector público de manera de maximizar el rendimiento de los recursos del estado: capital humano y financiero.” Smart Enough City. Ben Green 2018*

Las ciudades inteligentes o “Smart Cities” son principalmente sustentables, digitales e inclusivas. Para lograr reunir estas características que las definen es necesario diseñar los procesos urbanos de forma que se adecuen a los nuevos paradigmas de gobernanza. La búsqueda de mayor rendimiento de los recursos y la mayor eficiencia en los procesos se vuelve fundamental.

Como proceso interno entonces de una ciudad inteligente, el desarrollo de infraestructuras deberá responder a los nuevos paradigmas del crecimiento sostenible. Lo cual no bastará con la simple tarea de digitalizar el “statu quo” de las organizaciones, de los procedimientos y los archivos. Sino por el contrario, será necesario diseñar las políticas y los mecanismos de acción y gestión de los mismos, de acuerdo a los conceptos modernos de innovación. El objetivo es democratizar el acceso y utilización de la información con alto rendimiento, a través de las tecnologías digitales.

Habiendo sido la ciudad de Rosario autoproclamada como tal, y como cabecera del área metropolitana, sus gobernantes podrían asumir la responsabilidad y tomar la iniciativa a modo de ejemplo para las demás localidades.

Además de los ya presentados anteriormente, existen números casos más de aplicación exitosa y desarrollo científico que es necesario analizar, conocer y adaptar a la cultura local. Las políticas exigen coherencia con el nivel socio-cultural de cada región. Eso demandará ser conscientes de que no se pueden tomar prestados los conceptos extranjeros y aplicarlos directamente. Como referencias a estudiar podríamos sumar y mencionar las experiencias paradigmáticas en Australia, Reino Unido, España y Alemania. Si nos comparamos con las principales potencias mundiales y aunque en Latinoamérica vivimos otra realidad en cuanto al desarrollo tecnológico, dentro de este grupo de países, Argentina cuenta con un lugar privilegiado en relación a las tecnologías y acceso al conocimiento. Por lo tanto, entendiendo que todavía transitamos estamentos propios de la 2da y 3ra revolución industrial, será necesario un mayor esfuerzo por parte de aquellos que gozan del poder de tomar decisiones y de los profesionales capacitados que los asesoran, en vistas de poder realizar un salto disruptivo hacia la 4ta revolución industrial y la era digital.

En nuestro país existe una gran cantidad de casos aislados y presentes en múltiples industrias que ya han tomado la iniciativa de comenzar en el camino de una gestión ordenada de información a través de un sistema centralizado de base de datos, elaboración de modelos predictivos y el uso de herramientas digitales. Muchos de estos ya tienen impacto en las administraciones públicas a niveles de descentralización de trámites, comunicación y a nivel privado en el transporte de pasajeros, el manejo de la energía, la operación de redes y servicios, etc.

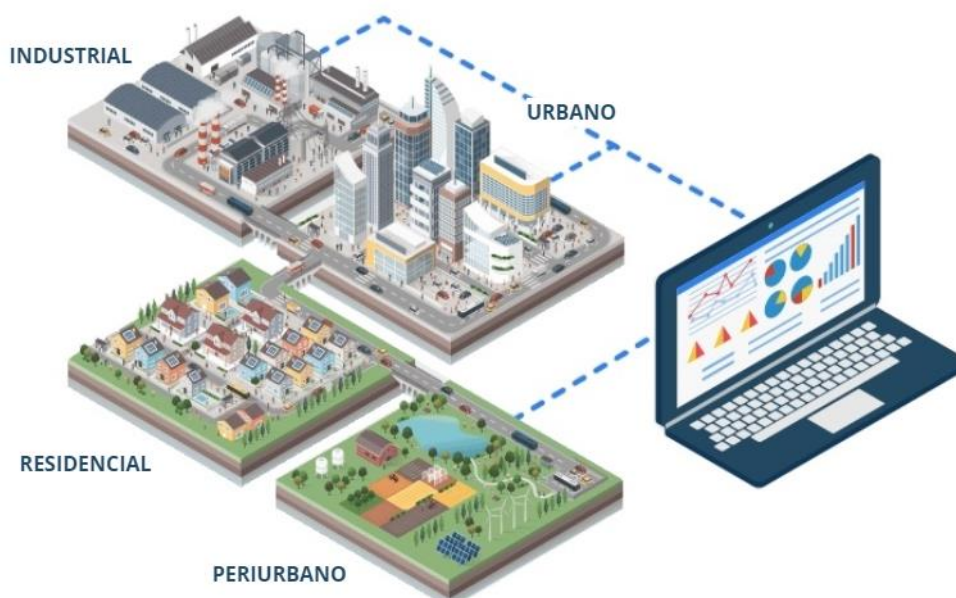


Ilustración 15: Ciudad 4.0 con indicadores de funcionamiento de infraestructuras por áreas y usos de suelo.

*Adaptación imagen web*

***El objetivo de este trabajo es continuar con la expansión estatal en materia de transformación digital que, aunque fue iniciada anteriormente, encontró su gran potencial con el advenimiento de la pandemia en 2020. El vector de cambio para este caso, deberá ser la relegada industria de la construcción. Se presentarán las bases para el desarrollo de sistemas de información para los usuarios, las empresas y el sector público y de aplicación en las etapas previas y durante la ejecución de las obras, donde todavía es necesario lograr un mayor impacto positivo con la tecnología.***

¿Pero se trata simplemente de inundar con sensores y recursos tecnológicos todo el entorno físico de las infraestructuras?

Claro que no. Es necesaria una fuerte componente de innovación en aspectos humanos. Requiere de una base filosófica que enmarque un cambio cultural en organizaciones y personas. Luego de esto, sí es posible que un abordaje ingenieril, tecnológico y metodológico pueda ser hoy considerado como verdaderamente "inteligente". Se plantea a continuación y en base ello, el "cómo" y el "por qué" es posible dar con soluciones a los problemas de raíz.

### **Modelo de gestión: LEAN en el Sector Público**

Los gobiernos a todo nivel son responsables a futuro de una mejor educación, mejor salud, mejores servicios. En definitiva, deben enfocarse en la calidad de vida de sus contribuyentes que esperan disponer y hacer uso de las obras lo antes posible. Todos deseamos ver los cambios rápidamente. No obstante, para lograr ese tan preciado objetivo deben existir políticas de estado y planes estratégicos a largo plazo.

En la actualidad, es necesario obtener mayores beneficios e impacto positivo de las inversiones con que cada uno cuenta, en el menor tiempo posible. Las inversiones para poder lograrlo y cumplir con tamañas expectativas son enormes. Es por eso que la administración pública está en jaque como nunca antes. Los recortes de presupuesto ya no consiguen resolver estos problemas y eventualmente hasta ponen en riesgo la calidad de los servicios tal y como los conocemos.

Para intentar actuar sobre estas cuestiones, quienes lideran el sector público deberían voltearse y mirar que está pasando en el sector privado. Las técnicas que el modelo productivo LEAN utiliza en las diferentes industrias, pueden no solo mejorar la gestión pública sino transformarla en algo distinto. Un enfoque del tipo LEAN dentro del sector público, podría cambiar la perspectiva tradicional que solo contempla dos opciones para la negociación de los servicios y las infraestructuras: la calidad y el costo. Hablamos de incorporar a ellos, la eficiencia de los procesos y el rendimiento de los recursos.

La filosofía LEAN tiene sus bases en el Sistema de Producción Toyota (TPS). LEAN planteaba inicialmente el mejoramiento de los procesos de manufactura de productos y de servicios en base a la eliminación de desperdicios. Entendiendo como tal, a toda actividad o tarea que no agregue valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. Bajo esta consigna principal se define un comportamiento cultural y una línea de pensamiento que persigue a través de la mejora continua un objetivo a largo plazo: maximizar el rendimiento de los recursos y lograr la satisfacción del cliente. Reducir costos y mejorar la calidad. Incrementar la eficiencia de los procesos y desarrollar intelectualmente a las personas para solucionar los problemas y obtener los resultados buscados.

Si bien esta filosofía se inició en la industria automotriz y tuvo rápidamente un fuerte impacto en las demás del tipo manufactura, hoy luego de más de 30 años está presente en la industria de los servicios, en la construcción, en el cuidado de la salud y también en la administración pública. Existe desde 2008, el fórum internacional “Lean In the Public Sector” (LIPS). El cual congrega organizaciones que desarrollan programas de investigación y aplicación de la filosofía LEAN implementando diferentes herramientas en proyectos relacionado con la actividad pública.

*“Cuando el foco de la gestión está puesto en las personas –los ciudadanos-, las diferencias entre actividad pública y privada se diluyen dentro de cualquier análisis.”*

Los 5 pilares o principios del pensamiento LEAN son: identificar y generar valor, perseguir el flujo continuo de trabajo, mejorar haciendo foco en los procesos, planificar desde los objetivos y fomentar la mejora continua. En un sistema LEAN toda estrategia será diseñada entonces desde la perspectiva del cliente o usuario y deberá actuar siempre minimizando a) los desperdicios propiamente dichos, b) la variabilidad del entorno y c) la baja flexibilidad de los sistemas.

En base al análisis y diagnóstico realizado en apartados anteriores, se detecta a nivel administrativo (oficinas ministeriales y prestadores de servicios) una gran variabilidad en el tiempo y calidad de las respuestas. Cuando se trata de la gestión de los trámites y los proyectos para obtener las aprobaciones necesarias para ejecutar las obras, pueden pasar meses entre idas y venidas burocráticas.

Si bien no es el alcance principal de este proyecto instruir sobre LEAN, se describen igualmente de manera sintética algunos de los criterios que utiliza para la resolución de problemas y se detallan otros que forman parte de la propuesta aquí desarrollada.

LEAN promueve el enfoque sistémico para lograr primero la Eficiencia del Flujo, antes de perseguir solo la Eficiencia de los Recursos.

## La paradoja de la eficiencia

Comúnmente un usuario: consumidor final, repartición pública, empresa prestadora de servicios, empresa privada, desarrollador o profesional independiente, considera que al momento de comenzar un proyecto que involucra alguna infraestructura, el camino será algo así:



Ilustración 16: Proceso asumido actualmente. *Elaboración propia (\*)*

Pero, aun asumiendo los impases, esperas y tiempos improductivos entre respuestas, requerimientos cambiantes y burocracia propia de las entidades involucradas, no es hasta que se ponen en marcha los trámites, que se entiende que los mecanismos tradicionales presentan un proceso más parecido a:

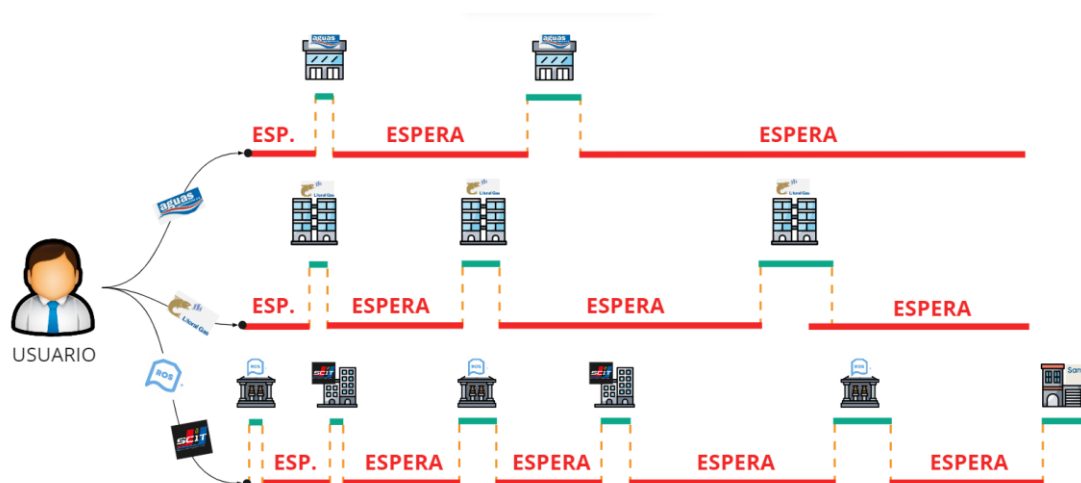


Ilustración 17: Proceso experimentado en la actualidad. *Elaboración propia (\*)*

El funcionamiento o lógica del sistema tradicional que vemos en la gran mayoría de las organizaciones que intervienen, busca lo que se reconoce como **EFICIENCIA DE RECURSOS**. Esto persigue la ocupación máxima de los recursos disponibles de una organización estando en contacto con múltiples actividades y personas. Este modelo erróneamente supone que se tendrán operaciones más eficientes o un negocio más rentable.

Lamentablemente, no es así y solo se conseguirá tener “islas de eficiencia” (y hasta a veces de ineficiencia) incapaces de dar las respuestas esperadas por el cliente o usuario en tiempo y forma.

(\*) la identidad de empresas y entes públicos son ilustrados a modo de ejemplo y podrían cambiar según el caso de estudio.

Este modelo actual de gestión no permite estimar plazos de ningún tipo y se hace imposible poder, diseñar, planificar, ejecutar y evaluar los procesos necesarios para lograr los objetivos del estado, de las empresas y de los usuarios, cualquier sea su condición.

Con un enfoque LEAN, en donde que pone al usuario en el centro de una gestión técnica-administrativa y se persigue maximizar el valor a él entregado, el esquema de acción sería de esta otra manera:



Ilustración 18: Proceso previsible y confiable. *Elaboración propia (\*)*

De esta manera es posible dar respuesta en tiempo y forma a quien lo necesita, coordinando los distintos requerimientos con los recursos disponibles. Lograremos así mejor impacto positivo en proyectos e intervenciones habiéndose planificado y analizado de forma colaborativa cada detalle. La factibilidad será más confiable ya que cuenta con todas las apreciaciones y puntos de vista diferentes de todos los involucrados.



Ilustración 19: Interacción actual de Stakeholders. *Elaboración propia*

Un proceso de ventanilla única para la interacción del usuario con un entorno común de datos, permitiría dar mayor previsibilidad en cuanto a plazos y una elevada confiabilidad en las respuestas obtenidas. Eso para la gestión de todo proyecto u obra de infraestructura, de cualquier magnitud y en cualquiera de sus etapas de desarrollo o evaluación.

(\*) la identidad de empresas y entes públicos son ilustrados a modo de ejemplo y podrían cambiar según el caso de estudio.

## LEAN en la construcción

El modelo de gestión productiva sin desperdicios asociado a la construcción se lo conoce como LEAN CONSTRUCTION. Este se basa en los mismos 5 pilares filosóficos presentados anteriormente y son llevados a la práctica específica a través de 3 metodologías de trabajo. Técnicas y procedimientos complementarios que pueden combinarse según sean los objetivos del proyecto, los recursos invertidos en la implementación y el grado de madurez que la organización tenga en estas lides.

### a. IPD: Integrated Project Delivery (Desarrollo Integrado de Proyectos)

Está enfocado a los modelos de contrato y vinculación colaborativa entre múltiples actores y prácticas empresariales para aprovechar el talento y los puntos de vista. El equipo de trabajo y desarrollo se basa en la confianza y transparencia con objetivos comunes que prevalece sobre las diferentes metas individuales. Es un desafío global en la actualidad lograr el cambio cultural fundamental para poder llevarlo adelante. Manejar información de manera transparente dificulta la corrupción y permite a todos los involucrados diseñar la mejor estrategia propia y del conjunto para conformar un acuerdo del tipo “ganar-ganar”

Técnicamente los contratos del tipo IPD evidencian este concepto. Los contratos de Participación Público-Privada (PPP), tienen ciertos rasgos colaborativos como los de compartir riesgos y beneficios en las inversiones. De la conjunción de características compatibles entre ambos, estaríamos en presencia de una evolución en el formato de vinculación contractual entre empresas privadas, estatales y el mismo gobierno local.

### b. LPS: Last Planner System (Sistema del último planificador)

Fomenta la participación temprana y el compromiso durante todo el proceso de los responsables de cada área o sector ligado al desarrollo de un proyecto. Se trata de involucrar en el proceso a quienes realmente tienen poder de decisión o que directamente llevarán adelante las tareas. La eficiencia del flujo se logra gracias a la elaboración colaborativa de una planificación de actividades, una comunicación transparente y una estructura organizativa funcional al objetivo común.

Durante la ejecución, el equipo trabaja coordinada y sistemáticamente para resolver anticipadamente las restricciones que cada tarea comprometida tiene asociada. Al ir liberando restricciones y gestionando imprevistos o imprevisibles se va avanzando en el plan. Periódicamente se presentan indicadores de rendimiento, se analizan porcentajes de concreciones y las eventuales razones de no cumplimiento frente a lo esperado. Esta metodología es aplicable tanto para ejecución de obra como para resoluciones de proyecto y procesos administrativos de evaluación y aprobación.

### c. VDC: Virtual Design & Construction (Diseño y Construcción virtual)

Este concepto da lugar a una de las herramientas más potentes que tenemos a disposición. El modelado de información de proyectos en etapas tempranas de diseño, nos permiten conocer al detalle una gran cantidad de datos útiles, incluyendo la simulación de un abanico de proyectos probables. Este escenario resulta muy atractivo para tomar decisiones. La ciudad es un espacio vivo que cambia en cada instante y el modelado tridimensional desarrollado bajo el enfoque **VDC** permite responder a la misma lógica cumpliendo su objetivo de ser un emisor y receptor multipunto de información generada de manera colaborativa.

El **BIM (Building Information Modeling / Manager)**, es una metodología de trabajo colaborativo que coordina a todos los participantes, ordena los procesos y consta de herramientas que permiten la generación y gestión de representaciones digitales sobre las características físicas y funcionales de las construcciones. No solo permite obtener el beneficio más trivial de generar documentación para ejecución como visualizaciones 2D de un único modelo en 3D que se actualiza ante cada modificación eliminando el re visionado de datos, sino que los beneficios de su aplicación exceden al espacio geométrico y su representación. Las “dimensiones” del modelo van más allá de los 3 ejes coordenados y pueden incluir: tiempo, costos, eficiencia energética y planes de mantenimiento.



Ilustración 20: Ecosistema y actores del BIM. Juan Felipe Pons Achell

Asumiendo la necesidad de mejorar los procesos actuales de toma de decisión frente al desarrollo de las infraestructuras, es necesario un cambio de paradigma que nos permita avanzar hacia una mejor administración de los recursos. Recursos que son limitados para afrontar las infinitas necesidades que se presentan dentro de la evolución de una ciudad o un conglomerado de núcleos urbanos.

Analizando los 5 pilares conceptuales que nos ofrece la filosofía LEAN en conjunto con herramientas y metodologías personalizadas y direccionadas al rubro de la construcción, ¿qué podemos aplicar en la gestión de infraestructuras? Con la intención de convertirlo en un entorno

inteligente o smart, encontramos dos elementos claves como a) poner el foco en el cliente o dueño y b) asegurar que la información en que basamos las decisiones sea confiable.

Como cualquier actividad pública, el beneficiario de las infraestructuras –usuarios– son los ciudadanos y el manejo de la información recae en manos del Estado, administrado por los gobiernos de turno quienes son los responsables de administrar y hacer cada vez más rentables las inversiones que mejoran la calidad de vida de las personas. El siguiente gráfico nos muestra el impacto de aplicar BIM en proyectos de infraestructura. Cómo el contar con información confiable de manera anticipada en el tiempo, a través de simular virtualmente las condiciones de diseño, ejecución y operación, impacta positivamente en los costos del proyecto.

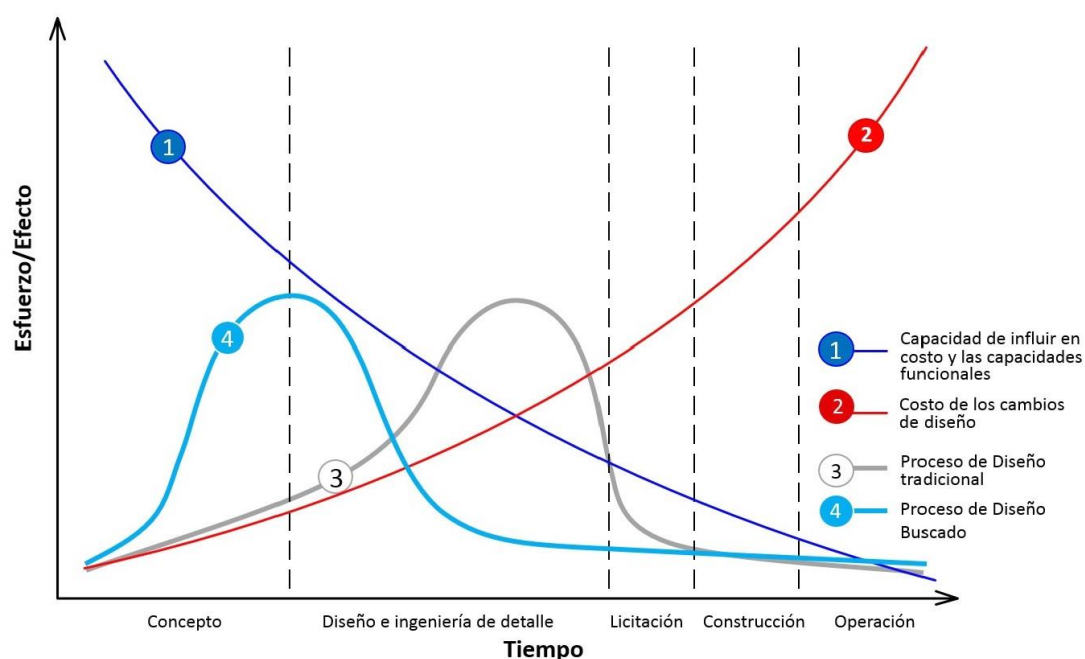


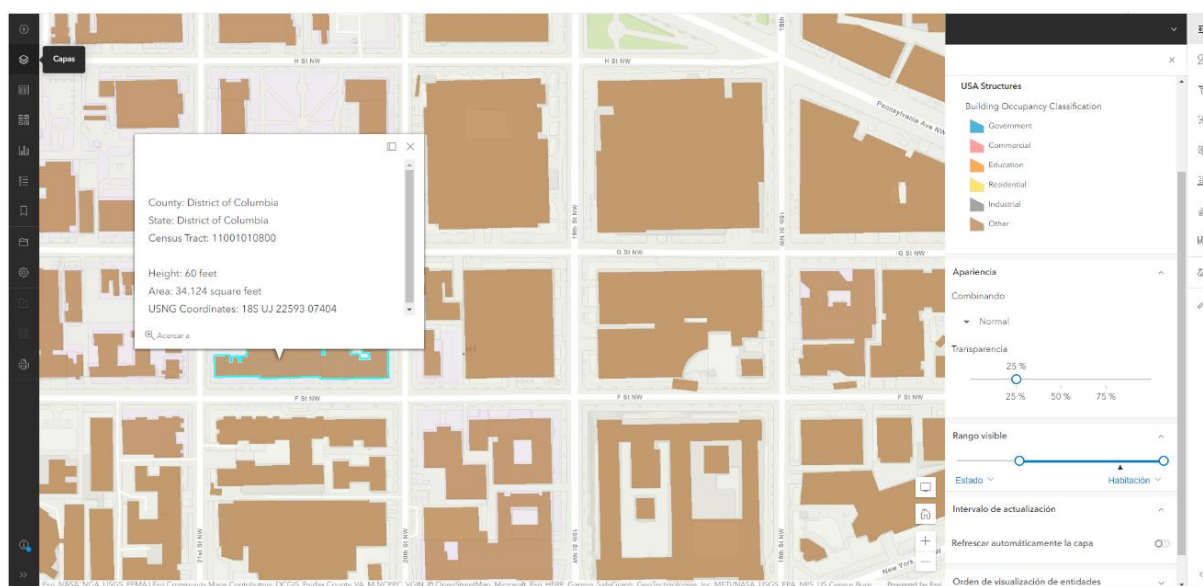
Ilustración 21: Curva tiempo-costo-impacto-esfuerzo. Mac Leamy (buildingSMART)

Como conclusión, se reconoce que aplicar el concepto VDC modelando digitalmente el proyecto de manera anticipada con metodología BIM, colabora para poder anticipar las decisiones en etapas tempranas de proyecto donde estas cobran mayor relevancia. Obtenemos aquí ya no solamente un beneficio para los agentes de la industria EAC (Ingeniería, Arquitectura y Construcción) sino que queda en evidencia y se puede interpretar de las curvas (1) y (4) que el trabajo colaborativo durante las primeras etapas de análisis permite mejorar la eficiencia en procesos y rendimientos de inversiones para toda etapa de gestión.

Existe un marco regulador de procesos para la aplicación y se trata de la norma internacional ISO 19650 "Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM. Gestión de la información al utilizar BIM" que define una serie de estándares cuyo contenido pretende dar soporte a los agentes participantes en cualquiera de las fases del ciclo de vida de Infraestructuras y Edificios, mediante la aplicación de la metodología BIM (Building Information Management) (ver Anexo 4 pág.75)

Los **Sistemas de Información Geográfica (GIS por sus siglas en inglés)** son herramientas computarizadas capaces de capturar, almacenar, analizar y representar datos espaciales. El mapeo de eventos según su posición geográfica o georreferenciación, en conjunto con operaciones para la manipulación de información dentro de una base de datos, nos da la pauta de que se trata de una cartografía de orden superior.

Este potente conjunto de funcionalidades, se convierte en un gran aliado para la administración pública. Dentro del territorio, es posible modelar el espacio geográfico y obtener indicadores visuales para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión.



**Ilustración 22: Composición y vinculación de elementos CIM. Captura ArcGIS**

En la actualidad estos sistemas son conocidos y utilizados a nivel municipal y provincial en las reparticiones de catastro e información territorial (por ej. SCIT Santa Fe). Considerando entonces que los GIS son de aplicación corriente, el concepto de ciudad modelada digitalmente toma relevancia. Si a esta base de geo posicionamiento la integramos con modelos BIM de construcción e información, podremos nutrir a la base cartográfica existente de más y mejores atributos que describan a cada una de las redes de infraestructuras subterráneas y aéreas presentes en el territorio.

Esta integración entre GIS y BIM da forma un concepto llamado **City Information Modeling (CIM)** que relaciona a los edificios y redes con su ubicación dentro del terreno. Cruzando todos estos datos, el CIM pone a las infraestructuras en relación con su localización y permite a los gestores de servicios, a los desarrolladores inmobiliarios y los representantes de las administraciones locales o metropolitanas, poder tomar decisiones informadas e “inteligentes”

Esta tecnología permitiría realizar simulaciones cada vez más precisas sobre planes de mantenimiento o ampliación de las redes en sincronización con el tránsito, semaforización y demás procesos urbanos.

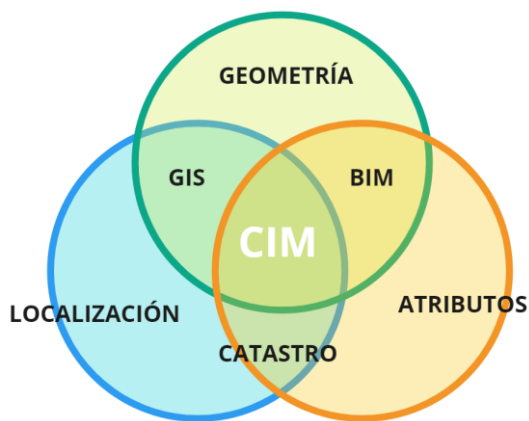


Ilustración 23: Composición y vinculación de elementos CIM. *Elaboración propia*

Una oficina para la gestión CIM es necesaria para la armonización de los procesos y la seguridad en la calidad de los datos. Ese entorno digital es un repositorio que ya se extiende más allá del entorno de los datos de proyecto y puede abarcar aspectos relacionados a los legal, contratos, planificación, y administración de cambios. El objetivo es lograr que la información esté disponible para todos los usuarios que tengan autorización, desde el inicio hasta el final de un desarrollo específico.

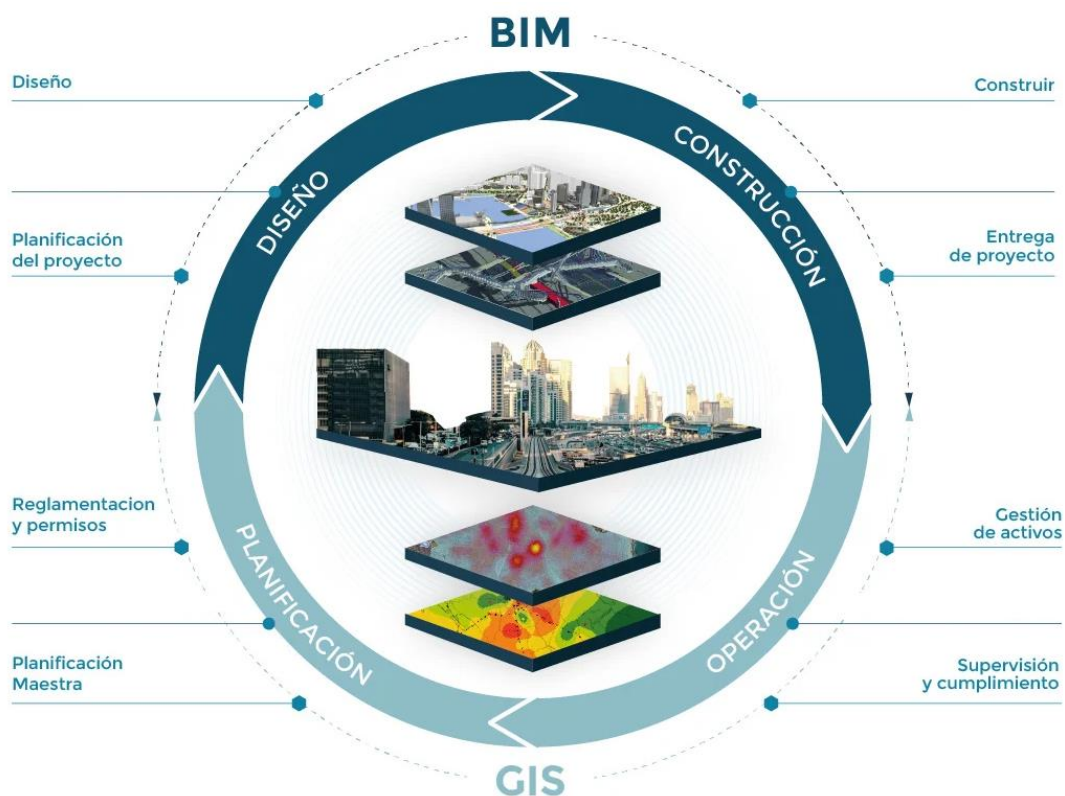


Ilustración 24: Desarrollo CIM en distintas etapas de proyectos. *Adaptación Plan e-Zigurat, Barcelona*

El resultado de esa integración generará el nuevo concepto de gestión de información digital para las infraestructuras urbanas de Rosario: **GIIUr**, el cual se detalla más adelante en este trabajo.





Ilustración 26: Representación CIM Uso de suelo Residencial. Aerometrex /spatialsource.com

Nuevamente, cabe mencionar y aclarar que estos conceptos y herramientas no son propias de un futuro cibernético y utópico, sino que convivimos día a día con ellas. Al igual que el actual uso de tecnología GIS en el entorno gubernamental, ciertos gemelos digital son accesible para cualquiera de nosotros a través de la aplicación globalmente conocida como Google Maps.



Ilustración 27: Modelo 3D edificio de malla de la Costa central de Rosario. GoogleMaps

Según hemos visto, existen posibilidades tecnológicas y marcos de trabajo concretos para gestionar lo que podría convertirse en una solución al catastro de las redes de infraestructura. Muchos de ellos ya son conocidos por la administración pública y otros podrían requerir todavía de una curva de aprendizaje.

El desafío es lograr una cierta compatibilidad de todos estos recursos, de manera tal que nos permita abordar una solución direccionada al problema específico.

## El sistema GIIUr: “Gestión integrada de infraestructura urbana Rosario”

Hoy en día el registro y los inventarios de redes de infraestructura urbana, presentan alta incertidumbre y muy baja confiabilidad. La falta de seguridad en la información que manipula el Estado y los prestadores de servicios al momento de planificar, diseñar, ejecutar o intervenir en obras nuevas, de ampliación, para mantenimiento o reparación pone en riesgo físico y económico a las empresas contratistas, a sus empleados, a los vecinos y a sus bienes.

Esta realidad hace necesaria la búsqueda y la implementación de un sistema de gestión integrado que le otorgue mayor trazabilidad a las intervenciones multi-servicios que se sucedan desde ahora en adelante.

El estado de las redes y los activos, afectan al nivel de servicio que tales infraestructuras brindan en el área metropolitana Rosario y es consecuencia directa de cómo las administraciones gubernamentales y las empresas prestadoras sientan bases para sus objetivos estratégicos o sufren por la falta de ellos.



Ilustración 28: Ciclo de gestión y desarrollo de proyectos. Elaboración propia para [plexa.ar](http://plexa.ar)

Anteponer el rédito político estacional en el diseño de un plan de inversiones en infraestructura por parte del municipio y/o de las empresas prestadoras, es no reconocer o desconocer la importancia del mismo sobre el desarrollo de una sociedad. El horizonte temporal para el análisis de la obra pública trasciende períodos de vigencia en el poder de un equipo de gobierno. Los problemas que resultan de una deficiente gestión de proyectos de infraestructura son principalmente aquellos que evidencian una incompatibilidad entre la planificación estratégica y la necesidad real.

El sistema GIIUr propone, además de una adopción tecnológica probada en el mundo, un cambio de paradigma en la creación, gestión y administración de la información. Democratizando el acceso a ella durante el desarrollo de las obras y proyectos de infraestructura urbana, GIIUr se convierte en un moderador para el intercambio y genera fluida interacción de todo el ecosistema con el usuario, ubicándolo en el centro de los procesos.

GIIUr es un entorno común de datos, gobernado oficialmente por el Estado y gestionado por los usuarios y partes interesadas vinculadas al desarrollo de las infraestructuras urbanas.



Ilustración 29: Interacción de Stakeholders en GIIUr. Elaboración propia (\*)

Una interpretación gráfica del concepto y la organización de agentes, puede también ser la de círculos concéntricos dónde el núcleo está compuesto por el sistema, la información que administra y los operadores internos. Los usuarios que solicitan información, son a la vez, los mismos responsables de hacer crecer la plataforma y mantener su evolución en el tiempo. Ya que GIIUr se nutre de los datos que ellos mismos también generan y entregan.

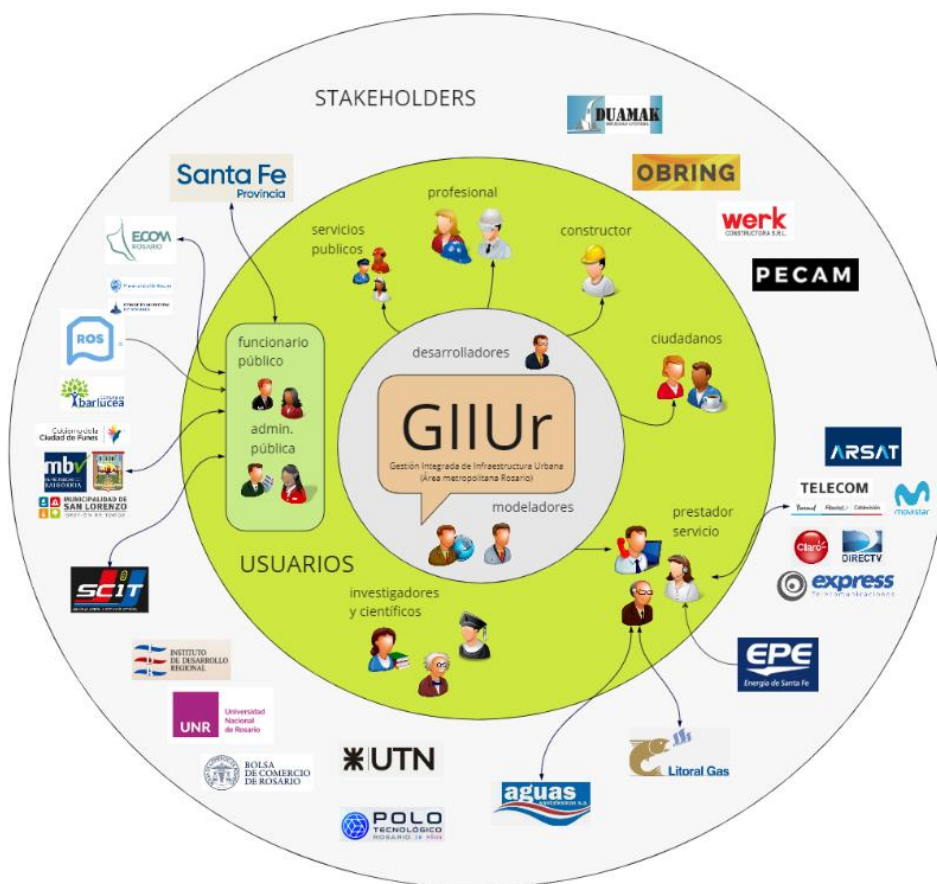


Ilustración 30: Interacción de Stakeholders en GIIUr. Elaboración propia (\*)

(\*) la identidad de empresas y entes públicos son ilustrados a modo de ejemplo y podrían cambiar según el caso de estudio.

## Descripción y conceptualización del sistema

El ambiente de la ciudad es complejo, debido a que incluye no solo construcciones e instalaciones estáticas, sino que cada una de ellas se conforma de objetos con atributos dinámicos. Toda la información generada en el entorno urbano puede ser muy útil si la gestionamos de manera inteligente. Para extraerla eficientemente, antes de una masiva generación de datos es necesario organizar primero el marco para su administración.

El modelo digital de infraestructuras urbanas propone un enorme salto de calidad para los procedimientos en la administración del inventario físico de las mismas. Este nivel superior en la gestión pública se convierte en un objetivo real cuando tomamos conocimiento de las potentes herramientas digitales que hoy en día tenemos a disposición.

Con el avance de la ciencia informática y la accesibilidad a nuevas tecnologías, resulta de suma importancia diseñar sistemas y procesos coherentes a los recursos disponibles para poder capitalizarlos. Para eso es fundamental establecer los objetivos que perseguimos al implementarla. La finalidad de este proyecto es hacer más ágil y mejorar la confiabilidad en la toma de decisión por parte de los funcionarios públicos, de aumentar la productividad de las empresas con actividades vinculadas a las redes de infraestructura y maximizar el rendimiento de las inversiones que el conjunto de la sociedad eroga.

Este trabajo aborda el estudio, de la gestión de infraestructuras urbanas en el área metropolitana de Rosario, de manera global y con el objetivo de plantear las bases para el desarrollo de un sistema de coordinación que mejorará la comunicación e información entre Estado, empresas y usuarios. Este análisis no genera límite alguno y alienta a pensar una posterior expansión de los modelos a nuevas zonas de la provincia, urbanizaciones cercanas y en un todo, la incorporación de la construcción privada y obras particulares.

Debemos entender que la búsqueda entonces es encontrar mayor eficiencia en los procesos del Estado y eso requiere hacer foco en dos cuestiones principales:

- . **la gestión** (ver LEAN en el sector Público, paradoja de eficiencia)
- . **la información** (ver CIM=BIM+GIS)

La configuración del sistema GIUr aquí propuesto, se resuelve a través de dos estructuras principales interconectadas.

Por un lado, tendremos los modelos digitales de la ciudad y sus redes, representadas a través de CAPAS vinculadas (CIMr:1) y la participación colaborativa de todos los actores involucrados, dentro de entorno regulado y con diferentes niveles de accesos organizado en MODULOS complementarios (CIMr:2).

Se presentan a continuación ambas partes constitutivas del mismo, sobre las que luego ahondaremos en detalles internos y de su vinculación.

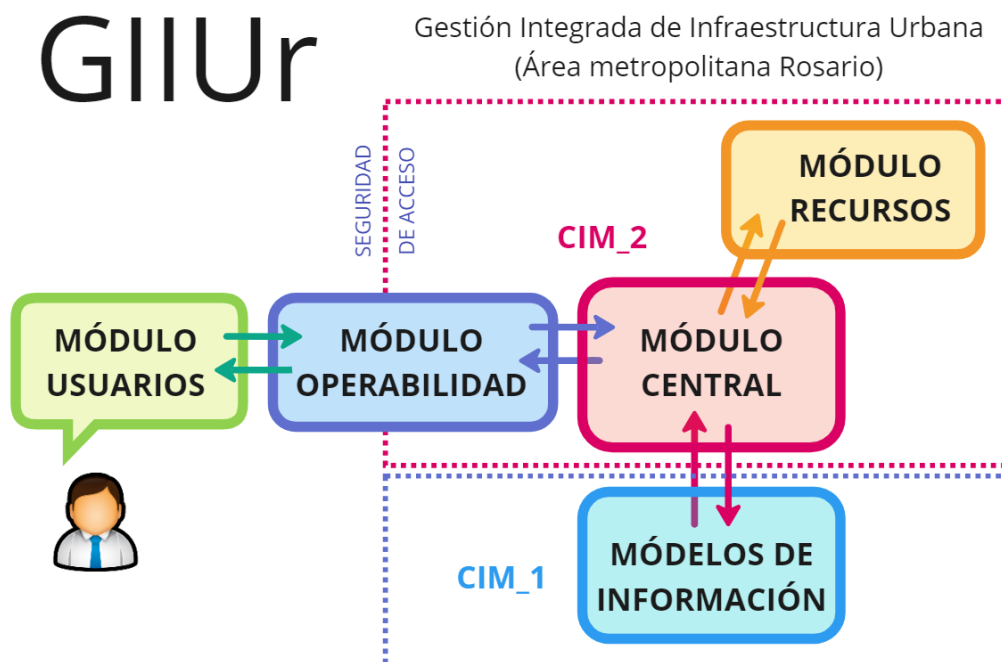


Ilustración 31: Esquema global Sistema GIIUr. *Elaboración propia*

La propuesta está basada en un cambio de la semántica que el formato tradicional concibe para los registros relacionados a la construcción de la ciudad, es decir, las representaciones gráficas en planos 2D.

La semántica, interpretada como la relación entre significante y significado sería, para el escenario tradicional, la interpretación de grafismos a través de referencias y convenciones para la transmisión de información. En contraposición a esto, los modelos tridimensionales y paramétricos permiten registrar y almacenar mayor cantidad de capas de información para su interpretación directa. Esto además permite una clasificación más eficiente a nivel cualitativo. En definitiva, la interacción del usuario con el modelo “gemelo digital” en un potencial escenario futuro, resultará en una visualización directa en tres dimensiones y enriquecida por datos relacionados con el comportamiento y el funcionamiento del elemento o conjunto de elementos registrados.

Las ventajas serán directamente proporcionales a la creatividad con que se diseñe la implementación, la rigurosidad con que se maneje el sistema y la exactitud de los datos manipulados dentro del modelo a lo largo del tiempo. Para garantizar la confiabilidad de estos atributos, nos valdremos de las metodologías, herramientas e instrumentos descritos en el marco teórico de este trabajo bajo la filosofía de trabajo LEAN.

Sistema de modelado de información CIMr:1.

Los modelos digitales conceptuales, tienen como objetivo proporcionar al usuario información sobre la forma, la ubicación y eventualmente el comportamiento de los elementos, para favorecer la interpretación directa de los datos dentro del entorno de aplicación.

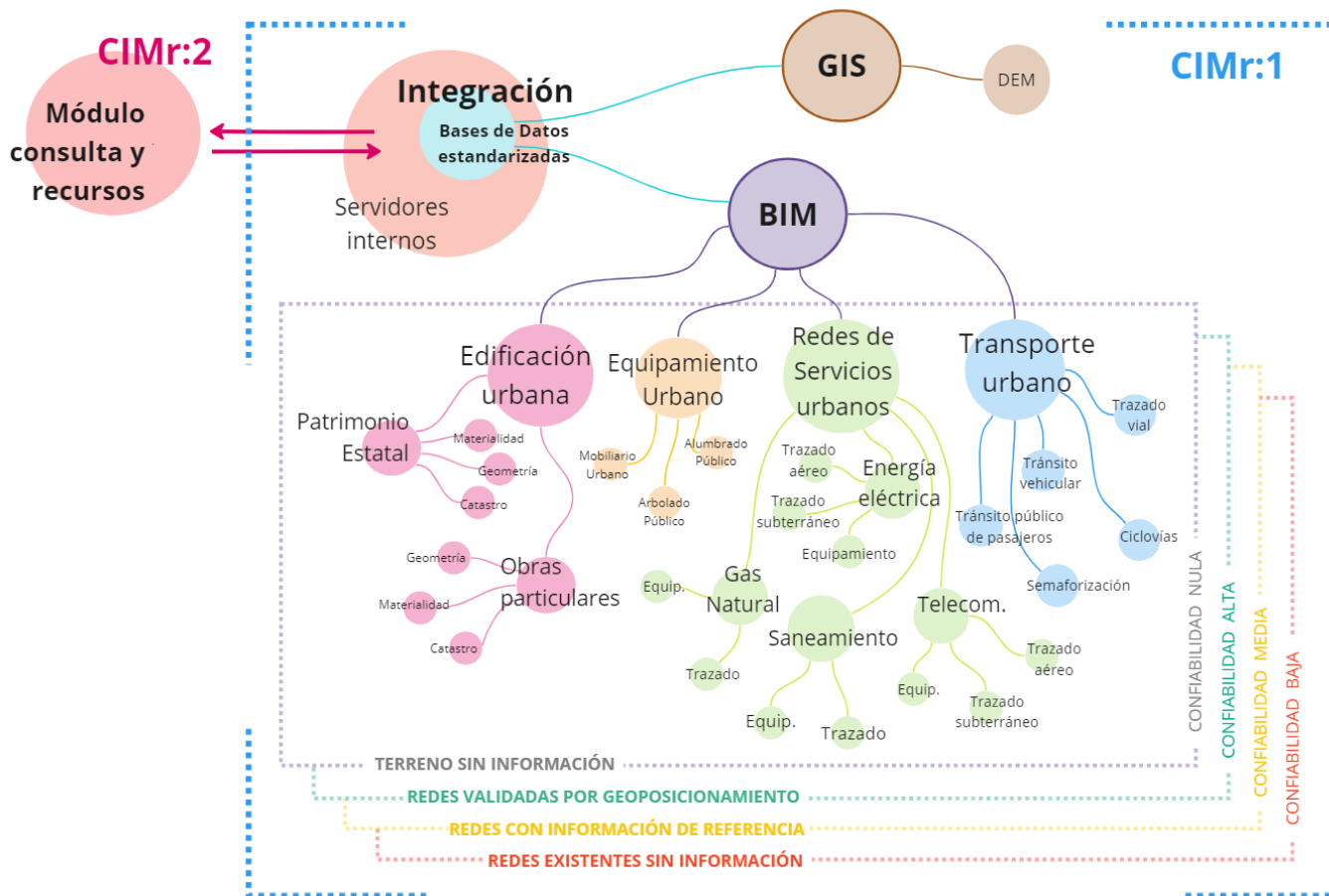


Ilustración 32: Esquema de información organizada por CAPAS en CIMr:1. *Elaboración propia*

La organización de los módulos, capas y nodos está ligada no solo a cuestiones operativas sino que intenta describir también el camino administrativo y la interacción entre los datos, operadores y procesos de validación.

El subsistema **CIMr:1 - City Information Modeling** (Modelado Urbano de Información), consta específicamente de la información digital agrupada en *capas* dependiendo de las tipologías características. Esa estructura de *capas* donde se alojan los modelos digitales y se establecen los niveles de detalles y visualización, contemplan además la clasificación según la fuente y la fiabilidad de los datos.

Este sistema es escalable desde el modelo de ciudad hacia las construcciones privadas vinculadas a Obras Particulares. Como en una nueva urbanización, una vez consolidadas las redes dentro del territorio, el “gemelo digital” podrá evolucionar rápidamente desde el espacio público a incluir luego las parcelas privadas bajo un mismo esquema de modelado de información BIM. Esta expansión incremental más abarcativa del modelo podrá ser objeto de estudio de trabajos futuros.

Dentro del camino que conduce al desarrollo de una ciudad inteligente, la ciudad de Rosario cabecera del área ya ha comenzado a transitar el camino de gobierno digital. Gracias a esa implementación hoy se colectan datos, se procesan y utilizan dentro de diversas plataformas públicas y privadas. Es necesario aumentar el alcance de la digitalización y avanzar en el mismo sentido sobre temáticas relacionadas con la planificación. Esa es la intención de la propuesta aquí desarrollada.

### Sistema de coordinación e interacción – CIMr:2

El sistema **CIMr:2 - City Infrastructure Manager** (Gestor de Infraestructuras Urbanas), está relacionado con la comunicación, el intercambio y la administración de la información. Se articula a través de módulos compuestos cada uno por los distintos grupos de stakeholders y se vinculan entre sí a través de acciones de carga y consulta de datos. Se trata de un espacio digital que opera conceptualmente bajo procesos similares a los de la gestión actual, pero estandarizado y automatizado según protocolos de interacción BIM+GIS. Aquí dentro encontramos la “Mesa de Entrada y Salida” del sistema.

Con el objetivo de poder generar procesos colaborativos, el módulo de interoperabilidad sugerido dentro del Sistema CIMr:2 permite la implementación de una entrada única para el alta de datos y una posterior derivación interna automática para la carga al modelo. Dependiendo de la naturaleza del proyecto y de los agentes intervinientes, se da el análisis, su aprobación y la trayectoria administrativa acorde a las normativas vigentes. Será extremadamente necesario que la carga de datos sea ejecutada por cada usuario externo y que habiendo sido incorporados sin excepciones bajo los protocolos técnicos establecidos luego puedan ser utilizados y consumidos por los demás agentes del ecosistema. Lógicamente es imprescindible para ello un control de acceso y tener una trazabilidad de las acciones, chequeables y validables de cada usuario dentro del sistema.



proceso de presentaciones administrativas y técnicas que luego deberán ser aprobadas en base a la normativa vigente por los diferentes estamentos para finalmente ser incorporada en los registros oficiales.

Esta herramienta logra reducir tiempos y facilitar las tareas de evaluación, control y aprobación de cada presentación, con visados electrónicos parciales acumulativos. La información que ingresa es catalogada directamente en la base de datos común y pasa a ser parte del modelo virtual que allí se conforma. El módulo de recursos contiene toda restricción normativa o condición de borde necesaria para el análisis comparativo de lo que “es” con lo que “debería ser”. La actualización de datos entonces se da de manera inmediata dentro de un entorno colaborativo manteniendo un trabajo interdisciplinario, simultáneo y sinérgico. La virtualidad en este caso, comparte con la realidad la misma característica de estar en continuo proceso de evolución. La integración informática resulta en una digitalización total de los registros y posibilita la interacción en tiempo real de los responsables de los procesos de toma de decisión con toda la información disponible y actualizada.

### Fases de implementación

Para poder abordar el análisis y plantear una misma solución del problema vamos a identificar dos escenarios de acción:

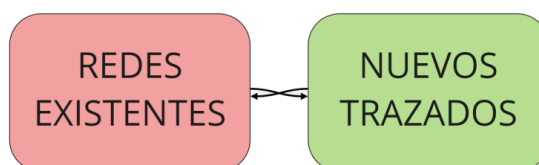


Ilustración 34: Estrategia para el abordaje del problema. *Elaboración propia*

Siendo que las *REDES EXISTENTES* se ubican en áreas pobladas (en inglés conocidas como *brownfields*) y su relevamiento y detección es complejo por cuestiones operativas y el impacto negativo que esto trae a la población, se orientan las primeras etapas de implementación a *NUEVOS TRAZADOS* sobre asentamientos sin precedentes (*greenfields*). No obstante, el plan aquí descrito tiene como objetivo lograr un mapeo y catastro de redes completo en el área de estudio. Poder contar con información permitirá no solo adquirir conocimiento sobre el inventario, sino también ir redefiniendo los procesos y ser cada vez más efectivos. El plan de acción será progresivo y con instancias periódicas de revisión.

### Gestión administrativa

Deberá establecerse una reglamentación que contemple diferentes etapas para la implementación de manera de generar valor a la administración pública y a quienes tributan, a los usuarios, a las empresas prestatarias de servicios y al sector de la construcción directamente relacionado a la evolución del sector.

Para poder lograr los beneficios de un sistema basado en la transparencia y la participación colaborativa, es indispensable que todos los involucrados acuerden en la construcción de un objetivo común. El marco para llevar a cabo el consenso deberá ser el que disponga cada Asamblea o Concejo de las localidades a través de la actividad parlamentaria.

El ECOM Rosario, deberá asumir su rol como principal articulador en este sentido. Además, deberá convertirse en el gestor de la infraestructura urbana, aunque la propiedad y la operación de las mismas quede en manos de la empresas prestadoras o administraciones privadas. Esa posición, sí le confiere la responsabilidad de ser el dueño y custodio de la base de datos y de todos los procedimientos que actúen sobre ella frente a cualquier otra figura gubernamental. La participación de los poderes del Estado será determinante para asegurar la confiabilidad y seguridad de los datos en el tiempo.

Durante las etapas de investigación y diagnóstico, han sido detectados varios antecedentes en el poder legislativo de la ciudad de Rosario relacionados con las cuestiones que aquí se esbozan. Se trata de proyectos de ordenanzas o expedientes de audiencias públicas. No han tenido avances más que eso y no han sido hasta el momento reglamentadas, publicadas ni implementadas. Los mismos se mencionan a continuación para que puedan ser utilizados como punto de partida o referencia, en el análisis y posterior debate:

. Expte. N°154.164 Audiencia pública (24/10/2006)

#### **“COMISIÓN ESPECIAL DE COORDINACIÓN DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURAS”**

Aquí se plantea crear una comisión especial creada a los fines de coordinar las obras de infraestructura. Se deberá ampliar el rango de las actividades de su competencia para que sea desde allí donde se impartan los lineamientos para la gestión integrada y su implementación técnica-administrativa.

. Expte. N°195.048 Proyecto de Ordenanza (26/04/2012)

. Expte. N°235.445 Proyecto de Ordenanza (20/04/2017)

#### **“SISTEMA DE INFORMACIÓN TERRITORIAL Y MAPEO DE REDES SUBTERRÁNEAS”**

Estos expedientes que toman como referencia la Ordenanza Municipal.N°5650/93 proponen un sistema de información territorial que incluya información catastral de las redes subterráneas. Será necesario ampliar el campo de acción para incluir redes aéreas y en caso conveniente, a través de una integración con ENACOM, también la implantación de estructuras para radiobases, el rango de cobertura y el registro de radiofrecuencias y ondas electromagnéticas.

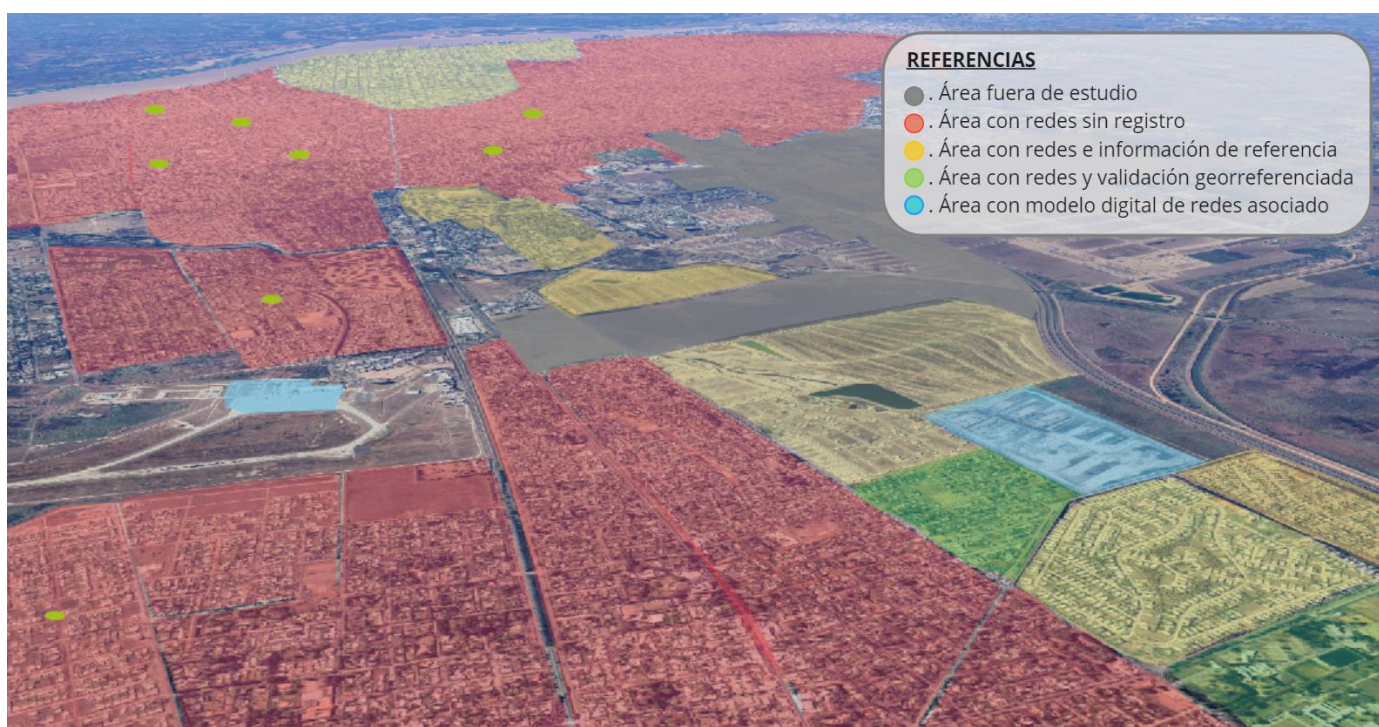
Legal y técnicamente será necesario también convocar a la delegación Rosario del Servicio de Catastro e Información Territorial de la Provincia de Santa Fe (SCIT) para generar un convenio de colaboración e intercambio de datos. La repartición provincial tiene un vínculo directo con la Administración Provincial de Impuestos (API) y esto está ligado directamente a la administración de activos.

### Mapeo de redes

Para lograr una ordenada secuenciación y administración de la información, se plantea en el sistema CIMr:1 organizar el mapeo de la información por capas clasificadas según:

- a) el tipo de infraestructura o servicios que provee, y
- b) del grado de confiabilidad de los datos.

Importante repasar en este punto, el concepto de confiabilidad. Se trata de indicar espacialmente qué probabilidad de éxito tendría un proyectista y/o un contratista de encontrar en el subsuelo el trazado o el equipamiento buscado, en la posición y en el estado que está registrado. Básicamente, se trata de disminuir la alta variabilidad con que hoy opera el sistema.



**Ilustración 35: Mapeo con construcción progresiva de la confiabilidad de registros (Simulación). Elaboración propia**

La base de datos que será tomada como referencia para el modelado 3D que conformará el “gemelo digital” es la alimentada por la información proveniente de dos fuentes principales:

1. El *relevamiento en gabinete* constará de las siguientes tareas,

. revisión y compilación de registros y antecedentes oficiales (municipales, comunales y empresas prestadoras) de redes, equipamiento e interferencias. La documentación más habitual son las planchetas o manzanos con detalles geométricos y de localización.

. catalogación de proyectos realizados recientemente, en curso o próximos futuros. Ya aprobados a nivel oficial o provenientes de información de desarrollos privados. Puede realizarse en base a legajos de anteproyecto, proyectos ejecutivos o planos de conforme a obra en formato digital o papel.

2. Los *relevamientos en campo* serán llevados adelante mediante,

. sondeos planificados o aperturas de emergencia en obra existente, con validación georreferenciada durante cualquier intervención del tipo mantenimiento, transformación, actualización o ampliación de las redes.

. sondeos planificados en obra existente y validados mediante georreferencia, que con fines administrativos tienen propósito técnico de obtener una mayor confiabilidad de un sector objetivo. Esta suele ser hoy una restricción para ejecutar una obra y/o desarrollar un proyecto.

. registros conforme a obra, con un seguimiento de la construcción validado mediante georreferenciación durante la ejecución y previo a la entrega de la misma.

A su vez, para cualquiera de los casos anteriores las empresas responsables de diseño, ejecución y mantenimiento deben ser las responsables de comunicar los conformes a obra a través de publicaciones con formatos estandarizados bajo protocolos. (ver Anexo 4 pág.75)

Para ello es que GIUr también necesita un marco técnico-normativo robusto, de manera que el compromiso de todos los involucrados en el uso –consulta y carga en el sistema- de redes virtuales, sea explícito.

La tecnología aplicada deberá ser aquella que permita lograr con los objetivos de precisión definido según el protocolo para cada status de confiabilidad. El abanico de posibilidades contempla las siguientes metodologías y tecnologías complementarias:

- . Relevamiento fotogramétrico
  - . Nubes de puntos con escáner laser
  - . Relevamientos Topográficos
  - . Relevamientos Geodésicos
  - . Georreferenciación, GPS y vinculación a IGN (Instituto Geográfico Nacional)
-

### Modelado 3D

En materia estrictamente operativa, las tecnologías para desarrollar modelos de información geométrica y atributos característicos de trazado de redes, hoy son accesibles y están disponibles en el mercado. En nuestro país, el sector privado las viene adoptando paulatinamente y con una suave curva de implementación. Sabemos que los beneficios que trae aparejado este cambio de paradigma es un hecho probado en el mundo y aquí ya empiezan a verse reflejados en aquellos proyectos donde se apuesta a la innovación.

La estrategia general para llevar adelante la creación virtual de la red de infraestructuras deberá seguir, según los estudios realizados y la experiencia personal, las condiciones culturales y metodológicas mencionadas en los puntos anteriores de este documento. Cabe mencionar en este punto que el concepto de “Grado de confiabilidad” se entrelaza con los LOD (Level of Development) o “Niveles de Desarrollo” entendidos como la evolución de los originales “Niveles de Detalle” que va adquiriendo un modelo.

Hoy en día es posible acceder a programas y software libres para el desarrollo de modelos. Existen además múltiples plataformas para la visualización online, formatos abiertos para compartir los trabajos durante el proceso de diseño con por ejemplo en .IFC y un ecosistema de programadores que constantemente generan aplicaciones específicas para integrar a los modelos y automatizar gestión de costos, planificación, documentación, etc.

No obstante, es el gigante de la industria *Autodesk* quién ofrece un paquete completo de módulos específicos con muy buena interoperabilidad.

a) Para proyectos de escala regional o urbana:

. **INFRAWORKS** ...para el modelado conceptual de entornos urbanos.

. **CIVIL\_3D** .....para modelos de obras lineales, piping, vial, ferroviaria, movimiento de suelos, redes de servicios urbanos, etc.

b) Para proyectos de escala de lote:

. **REVIT** .....para modelos del tipo arquitectura, estructuras e instalaciones internas

. **NAVISWORK** .....para integración entre obras civiles, mecánicas, piping, etc.

c) Para trabajo colaborativo e integración de especialidades

. **BIM 360** .....espacio en la nube para conectar procesos, equipos de trabajo y datos que estos generan

d) Para relevamiento fotográficos y actualización “conforme a obra”

. **RE-CAP**..... para visualización, generación e inspección de procesos en campo.

Importante destacar nuevamente la importancia de la estructuración de datos y procesos para lo cual las normas ISO 19.650 colaboran en la definición de estándares para evitar problemas en el intercambio de información. [\(ver Anexo 4 pág.75\)](#)

La compañía *ESRI* ofrece para la integración CIM una plataforma GIS conocida como *ArcGIS* que presenta compatibilidad con el esquema completo de Autodesk o con formatos abiertos IFC.

En general, los sistemas informáticos requieren de dos pilares fundamentales como ser el Software y el Hardware, y este caso no es la excepción. El equipamiento también deberá incluir, además de las computadoras para modelado, todo lo necesario para administrar los servidores para almacenamiento y consulta de los datos que se vayan generando.

### **Plan de acción e instancias de revisión.**

#### ***Etapas 1 – Comunicación del proyecto y mapeo diagnóstico***

Para comenzar de manera ordenada y evitando subjetividades que pudieran entender la propuesta como una complejidad técnica y burocrática adicional a los procesos actuales, en esta primera etapa es fundamental captar la atención y transmitir la necesidad del cambio y las bondades de un sistema de este tipo.

Esta fase de sensibilización requerirá una gestión política para lograr integrar a las partes interesadas del sector y dejar implantada la idea de que no se trata de intromisiones cruzadas en la administración interna de cada municipio, no habrá problemas de confidencialidad en aspectos comerciales, ni se busca tampoco justificar el incremento en la recaudación fiscal mediante más impuestos. Las actividades se clasifican en:

- . Diseño de procesos y determinación de equipo de trabajo
- . Asignación de presupuesto y objetivos asociados
- . Definición de la magnitud del problema. Confección de indicadores gráficos. Diagnóstico
- . Publicación de la propuesta y presentaciones en los distintos ámbitos
- . Establecer convenios de colaboración. Solicitud de información a las partes involucradas
- . Análisis del marco regulatorio. Borrador de normativas y acuerdos
- . Desarrollar internamente los primeros bocetos digitales para realizar *demos* junto con los stakeholders y para poder presentar información durante los procesos de toma de decisión.
- . Revisión de alcances Etapa 2 y cierre Etapa 1 con registro y publicación de indicadores

Plazo estimado: 2 años y medio

---

## ***Etapa 2 – Definición técnica-administrativa y proyecto piloto***

Una vez en marcha el proceso de redacción de normativas, regulaciones y acuerdos entre las partes, sumado a los procesos políticos se deberá proceder con tareas de índole técnico, en campo y gabinete, ya directamente relacionadas con el desarrollo, la recopilación, la generación, la estructuración y la administración de la información para organizar la base de datos. Se debería comenzar con la implementación en una fase beta con el sistema en versión preliminar. Las actividades a realizar serían:

- . Adecuación del equipo de trabajo. Asignación de presupuesto y espacio físico.
- . Desarrollo del Módulo CIMr\_1. Infraestructura informática y protocolos de integración GIS-BIM
- . Tratamiento legislativo de Leyes, Ordenanzas y Resoluciones.

### Proyecto Piloto:

- . Incorporación de una muestra finita de usuarios, que logren una representatividad de todo el ecosistema de operación futura, para colaborar en el desarrollo e interacción con el sistema en desarrollo
- Relevamiento parcial de redes subterráneas y aéreas existentes. Modelado BIM de resultados
- . Relevamiento total área urbanizada con nuevas redes de infraestructura. Modelado BIM de proyectos
- . Modelado integrado GIS-BIM de las áreas en estudio.
- . Revisión de alcances Etapa 3 y cierre Etapa 2 con registro y publicación de indicadores

Plazo estimado: 4 años

## ***Etapa 3 – Accesibilidad del usuario y puesta en marcha***

Con la base de datos funcional en su versión 01 y estando ya reglamentado el escenario normativo, será momento de incorporar paulatina y abiertamente a todo el universo de los usuarios para comenzar a trabajar sobre el sistema en estado operativo. Las actividades a realizar serían:

- . Recopilación de modelos previamente realizados
- . Integración GIS (Georreferencias) – BIM (civil, eléctrico, saneamiento, acondicionamiento térmico, eficiencia energética, etc.)
- . Instrucción y capacitación de usuarios a través de charlas, cursos y seminarios utilizando como sedes los Colegios Profesionales y múltiples ámbitos educativos.
- . Conformación de modelo CIMr:1\_2 Integrado para consultas

Proyecto Piloto (Ampliación):

- . Relevamiento parcial de redes subterráneas y aéreas existentes: trazado y atributos de facilidades que requieran intervención.

Plazo estimado: 5 años

***Etapas 4 – Funcionalidad total***

Para establecer y analizar el grado de éxito de la solución en el tiempo; y poder diseñar indicadores de resultados para cada etapa, se utilizarán algunas pautas concretas que fragmentan la complejidad. Los objetivos particulares que se deberán lograr a través de la aplicación e implementación de la propuesta, son:

- a. Aumentar la confiabilidad de los proyectos, reduciendo la incertidumbre y la variabilidad de en las etapas de factibilidad, diseño y ejecución de las obras.
  - b. Acotar los plazos y reducir los costos de diseño y ejecución de la obra pública.
  - c. Aumentar el conocimiento de las redes existentes a través de una mayor confiabilidad en los registros.
  - d. Disminuir la informalidad en los trabajos, evitar accidentes personales de los trabajadores y daños involuntarios a otras infraestructuras, elevando la seguridad y la eficiencia durante la construcción, mantenimiento y operación de las facilidades.
  - e. Evitar proyectos de infraestructura que sean técnica-financieramente poco rentables y socialmente de poco impacto, optimizando así las inversiones públicas.
  - f. Controlar los mecanismos favorecidos por los sobre precios en la inversión pública.
-

## Análisis de Factibilidad

Según lo expuesto y argumentado en los apartados anteriores, técnica y operativamente es posible iniciar y llevar adelante progresivamente este proyecto. El acceso a las tecnologías es global y los recursos humanos puede formarse y especializarse de manera remota en caso de exceder las capacidades del entorno local. Hoy el trabajo realizado a kilómetros de distancia, tiene prácticamente igual rendimiento e impacto sobre el problema que si estuviera a pie de obra.

En la provincia existe hoy un sistema integrado para la gestión interna y operación del servicio de distribución de energía eléctrica, implementado por EPE y que lleva características similares. Este abordaje sectorial demuestra que es técnicamente factible y útil. En este caso, donde el mapeo inicial de las redes será netamente del tipo catastral, es decir la ubicación y propiedad de artefactos y trazados geométricos, la complejidad disminuye considerablemente.

A nivel político y legal, será necesario tomar las decisiones y asumir el compromiso a largo plazo para adecuar la normativa vigente y definir con las partes involucradas una consensuada implementación. Un sistema bajo estas características hoy tiene un alto nivel de viabilidad. Ahora bien ¿es factible a nivel económico ponerlo en marcha en el área de estudio: la región Metropolitana de Rosario?

Siendo conscientes del nivel de crecimiento que tendrá la población y la probable obsolescencia y/o desgaste de las redes existentes, podemos imaginar las inevitables intervenciones futuras. El único camino para preservar las inversiones es la implementación de una gestión estatal eficiente que asegure la sostenibilidad de los recursos y los niveles de servicio dentro de las ciudades. Hablaremos entonces de los costos de **no** implementar un sistema que tenga estos objetivos y que sea potenciado con nuevas herramientas y metodologías.

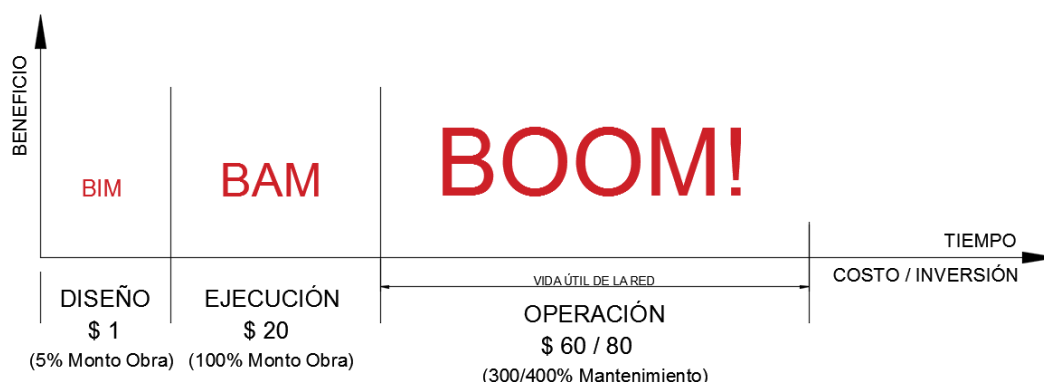


Ilustración 36: Relación de inversiones por etapas de proyecto. Patrick McLeamy, Barcelona 2018

Como se ha enunciado ya, la gestión de infraestructuras atraviesa diferentes etapas. Podemos identificar 3 fases, iniciando el proceso desde que se detecta una necesidad específica hasta que se encuentra operativa la obra dando respuesta a la situación que diera origen a su concepción y desarrollo.

La primera vinculación entre el Diseño y la Ejecución es bien conocida. El costo de proyecto se estima generalmente en el 5% del monto de obra, y que dependiendo de la complejidad podrá variar alrededor de ese valor. Es decir que, habiendo analizado ya el impacto positivo del diseño sobre la ejecución posterior a través de la curva del McLeamy (*Ilustración 21* pág. 36), podemos también considerar que por cada peso invertido en el modelo BIM de manera anticipada tendrá un impacto 20 mayor durante la etapa siguiente.

Usualmente la tercera de las etapas es la menos conocida y es aquella que tiene lugar durante toda la vida útil de la facilidad. Estudios realizados por especialistas permiten estimar que los costos en operación durante la vida útil asociados a mantenimiento son aproximadamente un 300% para lograr mantener el nivel de prestación y servicio tal como era en el momento de iniciar la actividad post ejecución. Aquí es donde el valor que un sistema integrado de información queda en evidencia. Si logramos contar con un modelo desarrollado bajo estrictos protocolos y dentro de una base de datos segura, podríamos gestionar y administrar de mejor manera toda la vida útil de las redes con la tercera o cuarta parte de los costos que hoy asumimos.

Esto nos permitirá predecir el estado de cada componente y realizar un mejor mantenimiento preventivo. Considerando adicionalmente que la diferencia entre los costos entre el mantenimiento preventivo y correctivo, es del orden del 40%, los beneficios económicos quedan a la vista.

*Fuentes de financiación propuestas:*

- . Crédito nacional e internacional para el desarrollo basado en ODS 2030 (Banco Nación Argentina y Banco Mundial)*
  - . Unificación o asignación conjunta de presupuesto con área de catastros provincial y local.*
  - . Asignación presupuestaría en Secretarías, subsecretarías y oficinas relacionadas con la gestión de activos en infraestructura, de gobiernos locales, regionales o provinciales.*
  - . Pago de canon a la explotación inmobiliaria de suelo, en trámite aprobados para el desarrollo de nuevos loteos o urbanizaciones.*
  - . Inversiones de empresas prestadoras de servicios para el relevamiento y registro de activos.*
  - . Presupuesto nacional en Universidades y Facultades relacionadas con la industria IAC (Ingeniería, Arquitectura y construcción)*
  - . Impuesto y sellado en trámites solicitados de usuarios.*
-

El costo de iniciar la implementación de estas tecnologías relacionadas con el sector de la construcción y de los servicios urbanos, no generaría impacto en los presupuestos de obras ni en los balances económicos propios de las empresas.

Con un mínimo aporte que se obtuviera de una repartición o intervención específica, no solo estaremos haciéndolo impactar positivamente en ese servicio puntual, sino que en todos los demás ya que las redes comparten y se entrelazan en un mismo territorio. El beneficio es transversal y con ello, se incrementa el valor que las infraestructuras otorgan al desarrollo económico de una ciudad o región.

Simplemente como dato para entender el mercado actual de recursos humanos vinculados a tareas de modelado y desarrollo tecnológico, se presenta un cuadro de roles y costos.

Costos de referencia RRHH en el mercado de modelado BIM

ID	Descripción	Alcance		Costo
1	Costo Modelo 3D	ARQ-EST-MEP GEOMETRICO	a nivel de lote	3-5 US\$/m2
2	Costo Modelo 3D	GEOMÉTRICO	a nivel fuera de lote	300-500 US\$/ha – estimación-
A	Costo operador GIS	-	-	5-10 US\$/hs
B	Costo operador BIM	-	-	10-15 US\$/hs

*Ilustración 37: Costos de referencia BIM. Elaboración propia*

La gestión de proyectos LEAN, es el modelo adoptado como base para la propuesta de este trabajo. Esta forma de pensarlo, nos acerca a un concepto interesante y que pareciera ser ideal para planes de implementación a largo plazo. Fundamentalmente si los objetivos están relacionados con la innovación y el desarrollo de tecnología, puede ser difícil establecer con precisión los montos de inversión inicial y tener controlada una previsión de los costos futuros. Entonces la estrategia presupuestaria puede y debe cambiar el foco tradicional. La competitividad productiva de una región está prácticamente definida por la calidad de servicios públicos e infraestructura con que cuenta y este es un impacto socio-económico indirecto a tener en cuenta. La erogación económica, en este caso, trasciende al simple rendimiento financiero de cualquier otro tipo de inversión.

Si reconocemos que es necesario cambiar y sabemos que el camino para la solución de los problemas es la adopción de un sistema como GIUr, tenemos que empezar a prepararlo cuanto antes. LEAN propone definir objetivos de PLAZO, CALIDAD y FUNCIONALIDAD en función de los recursos disponibles y revisar el plan las veces que sea necesario si los escenarios internos y externos no se presentan tal cual fueron estimados. Esto nos permite evitar cualquier excusa que surja para aplazar el inicio de las actividades.

## Análisis FODA

## SISTEMA INTEGRADO DE INFRAESTRUCTURA GIUr

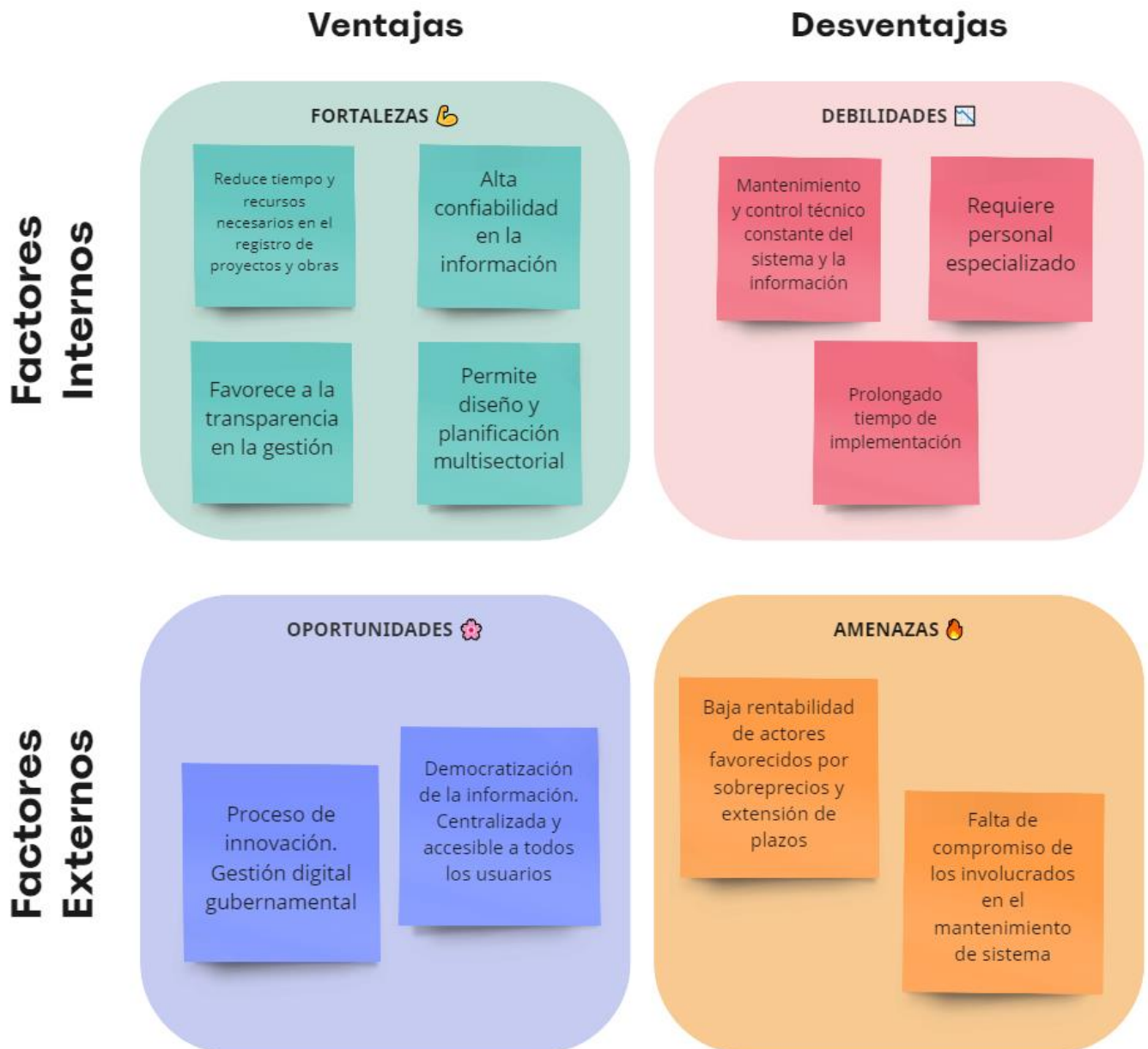


Ilustración 38: Matriz FODA. Elaboración Propia

## Proyectos piloto de implementación en AMR

Durante el desarrollo de este trabajo, se llevaron adelante algunos trabajos de campo relacionados con la propuesta aquí planteada. El objetivo fue poner en marcha ciertos criterios prácticos a modo de pruebas, aunque los proyectos a los que se tuvo acceso y en donde se pudo lograr una participación directa, no contaban con recursos para mayores desarrollos tecnológicos fuera de lo expresamente requerido por parte de los comitentes. Raramente los presupuestos asociados a proyectos y obras de infraestructura contemplan hoy inversiones para innovación. No obstante, esas limitaciones no imposibilitaron que el equipo de trabajo y los profesionales intervinientes empleáramos nuestro tiempo y equipamiento para investigación y desarrollo.

Ha sido muy fructífero. Se ha logrado hoy captar la atención de las partes interesadas para apostar conjuntamente a las estrategias de transformación digital. Los resultados, no siempre exitosos y las metas no siempre cumplidas tal y como se esperaban, tampoco han sido impedimento para lograr muy buenas conclusiones prácticas y dar cuenta sí de algunos resultados excelentes a distintos niveles de implementación que nos permitirán seguir adelante.

### Infraestructura privada. Barrio Cerrado (Funes)

Desarrollo de modelo digital geométrico de infraestructuras barrio cerrado existente y en funcionamiento, en base a datos previos y relevamiento de redes subterráneas.

#### **Problema**

Necesitando realizar obras de mantenimiento y otras para la incorporación de nuevas conexiones, la administración del loteo no podía definir de qué manera llevarlo adelante ni qué costo tendría la intervención, debido al desconocimiento de las redes de servicios subterráneas ya constituidas y en funcionamiento del barrio: Desagües cloacales, Agua potable, Incendio, Electricidad y Telecomunicaciones.

El comitente solicitó el relevamiento e información de lo existente.

#### **Solución**

Primeramente, se realizó un relevamiento topográfico espacial plan altimétrico de la red vial y de todas las cámaras de servicios visibles. Luego, a través de cateos (excavaciones manuales en sectores sin vereda y con superficie vegetal) se descubrieron puntos característicos de la traza, hasta progresivamente poder tener listada la posición de algunos puntos singulares de los tramos y empalmes de las cañerías.



Ilustración 39: Imágenes representativas del proceso de relevamiento. *Elaboración propia en Plexa ing.*

Adicionalmente se realizó un modelo 3D de todas las instalaciones conforme a obra relevadas. El armado virtual nos permitió recrear y asumir con distintos niveles de precisión y confiabilidad los tramos no excavados pero que naturalmente se vinculan con los puntos singulares descubiertos. El paquete de entregables consistió en un abanico de información tradicional sumado a documentos con identidad más innovadora:

- . legajo de planchetas tradicionales (planos A4 esquemáticos) como representación de los datos obtenidos para cada uno de los servicios,
- . para cada servicio, representaciones planialtimétricas con profundidades y progresivas de ubicación de puntos singulares relevados y otros supuestos, según
- . un informe de análisis de confiabilidad de las trazas logradas.
- . link de acceso al visualizador online del modelo 3D para la obtención a demanda de los puntos de la traza que pudieran ser necesario.

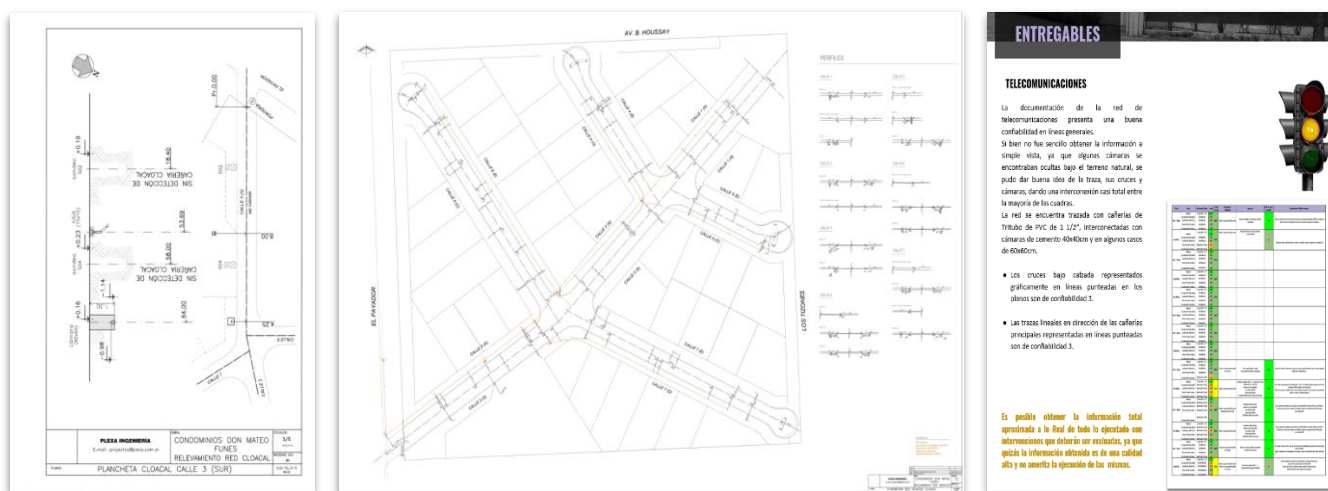
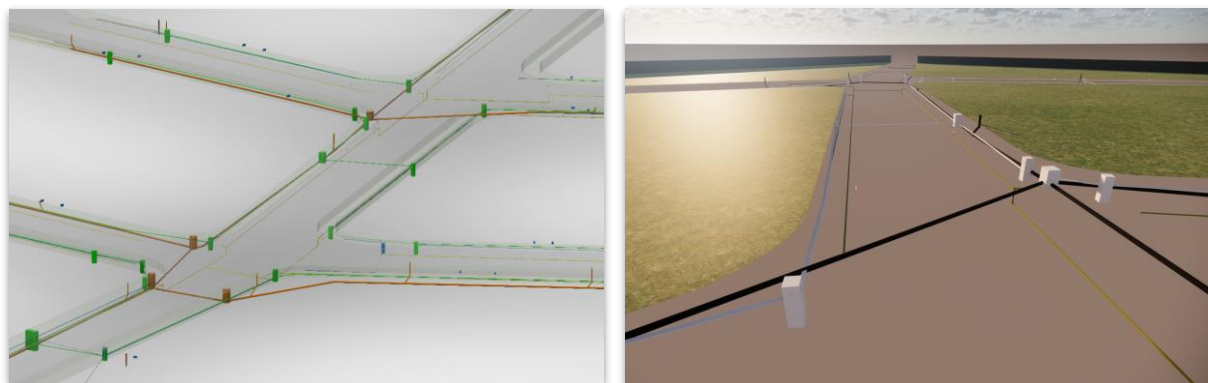


Ilustración 40: Imágenes representativas de entregables. *Elaboración propia en Plexa ing.*

*Equipo de trabajo: Dos ingenieros civiles, más dos operarios para excavaciones y asistencia en campo. Un ingeniero civil en gabinete y un modelador técnico.*

*Tiempo de desarrollo: 2 semanas*

*Aprendizaje:* La falta de registros durante la ejecución por parte del contratista original, la poca información y la baja confiabilidad de la documentación de proyecto, repercute en la toma de decisiones de quienes operan, gestionan y financian las redes y los servicios.



**Ilustración 41: Imágenes representativas del modelo 3D. Elaboración propia en Plexa ing.**

*Objetivos futuros:* Poder lograr un modelo digital de información para tener un conocimiento integral de las trazas subterráneas y su relación con los usuarios dentro del territorio. Porque a través de ese tipo de base de datos gráfica, se pueden consultar y tomar dimensiones en escala real y exportar información según sea necesaria. Esto requerirá una gestión ordenada en la actualización del modelo y una estructuración de datos coherentes para mantener en el tiempo la confiabilidad de la información que nos provea.

El comitente y una de las empresas contratistas ya han manifestado su interés en hacer aportes económicos para el desarrollo anticipado de modelos digitales 3D. El objetivo es que en próximos loteos, se pueda coordinar el diseño de múltiples infraestructuras detectando interferencias e inconvenientes en el diseño antes de comenzar la ejecución.

### *Infraestructura pública. Barrio histórico (Granadero Baigorria)*

El proyecto se da a partir de un acuerdo que aprueba la permuta de terrenos entre dominios públicos y privados. Esto provoca el cambio en la traza de múltiples redes ubicadas en las calles afectadas al convenio: Gas natural, Agua potable, Electricidad, Cunetas y alcantarillas para desagües pluviales.

## Problema

Frente a los múltiples agentes involucrados en las gestiones administrativas, responsables de proyectos y empresas contratistas se prevén desvíos considerables en presupuestos y plazos planificados.

El comitente solicita un equipo para la gestión, coordinación y seguimiento del proyecto.

## Solución

Se implementan metodologías de trabajo LEAN para la planificación (LPS). Se habilitan múltiples plataformas para el entorno común de datos (CDE) a través de un sistema informático como reservorio único para el almacenamiento de información (GoogleDrive) y otras gráficas, como tableros de comunicación abierta y transparente entre los interesados (TRELLO - MIRO). Todo esto con accesibilidad online a través de internet y en tiempo real.

Lograr una detallada trazabilidad de los acontecimientos, es fundamental para tener indicadores sobre los procesos de solicitud de cambio y tiempos por cada etapa de proceso. Por cuestiones de confidencialidad y acuerdos preexistentes, no fue posible desarrollar la integración de diseño a través de modelos 3D para todas las especialidades intervinientes. Sí fue implementada una plataforma para planificación y seguimiento, y otra para la comunicación durante el control de la ejecución. Se convino realizar un libro de obra digital a través del cual se comunicaron ordenes de servicio y notas de pedido.

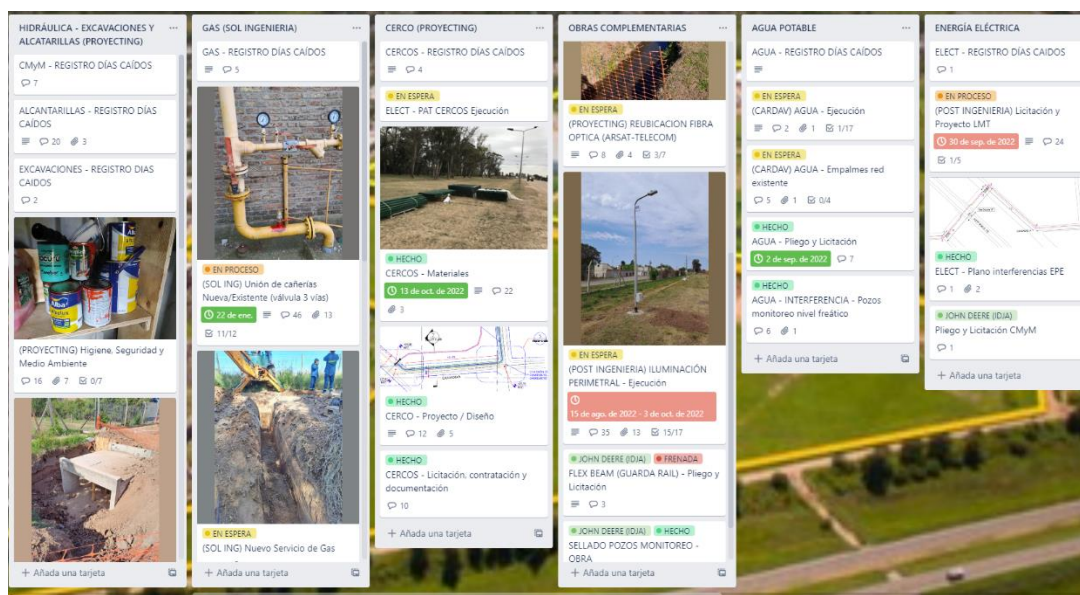


Ilustración 42: Entorno común de datos para comunicación y registro de ejecución. *Elaboración propia en Plexa ing.*

Una gestión anticipada a nivel político, administrativo y comercial entre los participantes, eliminaría conflictos vinculados a la seguridad de los datos. El sistema objetivo de este trabajo propone un alto nivel de información compartida y por eso, contempla controles de acceso a la misma según el rol que ocupada cada usuario.

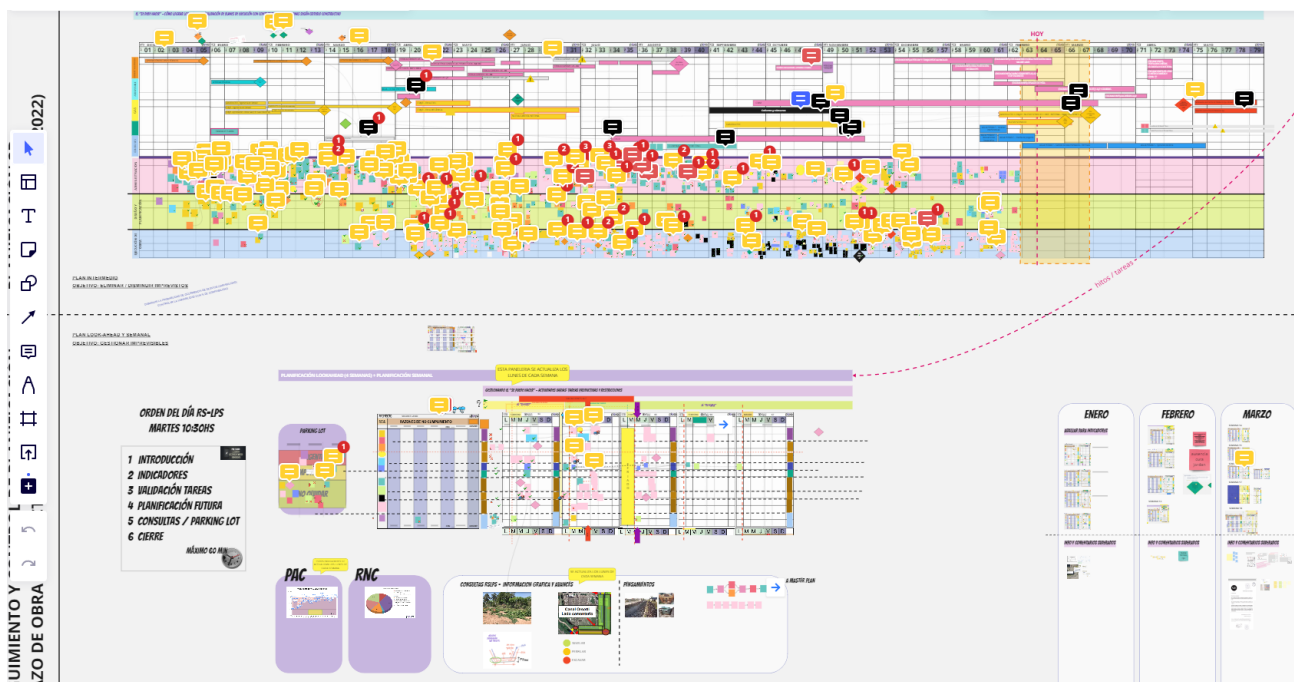


Ilustración 43: CDE para planificación y seguimiento ADMIN-DISEÑO-EJECUCIÓN. Elaboración propia en Plexa ing.

Se diseñó un esquema de trabajo para la coordinación de actores y la obtención de indicadores asociados a la gestión Administrativa y sus vínculos con las tareas de Diseño y posterior (o solapado) procesos de ejecución. Lo denominamos **Planificación 3D** y se trata de un marco complementario a los modelos de información.



Ilustración 44: PLANIFICACIÓN 3D. Esquema de articulación ADMIN-DISEÑO-EJECUCIÓN. Elaboración propia en Plexa ing.

Tiempo de desarrollo: 2 años

Equipo de trabajo: Ingeniero Director de proyecto, ingeniero de campo, dos ingenieros de gestión LEAN, dos técnicos en Higiene y Seguridad. Ingeniero coordinador de diseño, equipos de diseño por cada contratista (gas, agua, hidráulica, electricidad), un equipo de topografía.

*Aprendizaje:* se invierten demasiados recursos –plazo y costos- para la gestión de proyecto y aprobación oficial debido a la gran incertidumbre de lo existente a modificar y las demás redes que si bien no serán afectadas comparten el mismo entorno.

*Objetivos futuros:* A nivel de usuarios, evolucionar los contratos relacionados con la provisión de servicios tradicionales de diseño y planificación, pudiendo asignar presupuesto a tareas de modelado 3D para la integración de redes y obras varias previo a la ejecución. A nivel de las reparticiones públicas, diseñar e implementar un sistema de ventanilla única y un gemelo digital 3D para el registro de redes y obra pública con mayor confiabilidad frente a la consulta de empresas y operadores de infraestructuras.

La empresa comitente ya incorpora en sus contratos con constructoras algunas pautas de trabajo propuestas como elementales y cierta obligatoriedad para ser implementadas durante el proyecto. Queda en conocimiento de la existencia y potencial ventaja de la implementación de modelos 3D para futuras intervenciones en el área urbana.

## Conclusiones

### Conclusiones sobre los casos de estudio

Sin lugar a dudas existe una forma diferente de hacer las cosas y la tecnología es una herramienta fundamental para ello. Las posibilidades de generar y compartir información con mayor velocidad y calidad, hoy es posible. No es fácil. Los programas y las computadoras no resuelven los problemas por sí solas. Los sistemas innovadores no son puramente informáticos o digitales y requieren equipos de personas bien organizadas, de comportamiento analógico, con mentalidad creativa e ideas claras de qué objetivos esperan conseguir. El cómo llevar adelante los procesos de cambio, estará siempre en revisión porque justamente de eso se trata, de cambiar. Aquí es donde se vuelve esencial el trabajo metodológico para no perderse en el intento. El compromiso con la meta y el avance paulatino dentro del camino en la mejora continua, son las claves para estar funcionalmente cada vez mejor.

La experiencia lograda durante los últimos cuatro años de trabajo profesional y de estudio en Europa y Argentina ha sido de los más enriquecedor. Gracias a los comentarios recibidos sobre los borradores de este trabajo durante el desarrollo y el haber podido responder al pedido de realizar proyectos piloto para validar las ideas en casos prácticos, he podido llegar a las siguientes conclusiones:

*. Las personas somos reacias al cambio y necesitamos, en la gran mayoría de los casos, que algún agente externo nos ponga en un escenario de disconformidad para comenzar a innovar. Para innovar es necesario dar el primer paso, así no sea más que simplemente seguir obligadamente las indicaciones de alguien más.*

*. Los planes y los sistemas pueden cambiar, porque los proyectos que involucran personas presentan un nivel de variabilidad para nada despreciable. Lo importante es que los procesos sean claros, estén diseñados en base a los objetivos y sean coherentes con los recursos disponibles. Esto permitirá un re direccionamiento en la gestión, sin perder el rumbo y adecuándose a la realidad del momento.*

*. Las herramientas no son soluciones, son solo eso: herramientas. Las buenas se presentan con múltiples posibilidades de ser abordadas y prometen un sinfín de prestaciones. Pero depende del esquema de funcionamiento que se le quiera dar, en base al problema específico que se pretenda solucionar y el uso que los operarios hagan de ellas.*

*. La información base o de referencia con bajo nivel de confiabilidad alarga los plazos de desarrollo en relación a los planificado. Genera problemas de seguridad y calidad en las obras durante su ejecución. ¡Confirmado! Todos los involucrados, no importa de qué lado del escritorio estén sentados, saben, que tener una plancheta o un informe de interferencias es lo mismo que ir al terreno con los ojos vendados.*

---

*. La coordinación de proyectistas y la integración de diseños aislados, representados gráficamente en formato de visualización 2D carece de impacto positivo sobre la confiabilidad del proyecto a nivel ejecutivo.*

*. Con el tiempo, aunque el cambio en desarrollo sea catalogado como “tortuoso” y parezca imposible de llegar a algún lado con la implementación, si colabora poco a poco con el trabajo de las personas, simplificando sus tareas diarias y disminuyendo niveles de conflicto propios y ajenos, será naturalmente adoptado.*

Los resultados obtenidos en casos locales de aplicación y de entrevistas fueron:

*. Mejor entendimiento de las problemáticas comunes en los proyectos de infraestructura, ya sea en relación a la gestión pública o a los procesos de diseño, ejecución y certificación.*

*. Registro de múltiples indicadores cualitativos y cuantitativos de administración, diseño y ejecución de obras de infraestructuras urbanas (y rurales)*

*. Trazabilidad confiable de actividades realizadas versus tareas planificadas, con comentarios e imágenes de respaldo.*

*. Modelos 3D con bajo nivel de desarrollo que, aun así, en su estado más elemental han conseguido evitar conflictos e interferencias de forma anticipada.*

*. Diseños multidisciplinarios que no han adoptado una metodología de diseño 3D, han sufrido un sinnúmero de cambios e inconvenientes en etapa de ejecución por interferencias con obras aledañas en proceso y otras existentes no declaradas.*

## Conclusiones generales

El estado debe evolucionar y crecer de manera sustentable. Una herramienta para poder lograrlo, es el desarrollo eficiente de las infraestructuras en un entorno colaborativo.

Es necesario contar con voluntad política y visión estratégica a largo plazo para concertar un plan de innovación sostenido entre todos los responsables de la gestión pública. Para obtener la innumerable cantidad de beneficios en que esto se traduce a inversiones rentables, el período de implementación debe ser continuo. Es crucial el trabajo estandarizado y sistemático a lo largo del tiempo para cuidar que los procesos se cumplan y se mantengan, asegurando así una base de datos saludable. Esta línea de acción estratégica debe ser considerada como una política de estado, independiente a los gobiernos que la administren. El horizonte de la implementación y funcionamiento excede al de una década de evolución constante y estará posteriormente cargado de infinidad de oportunidades de mejora e innovación.

La propuesta de gestionar las infraestructuras de servicios de manera colaborativa bajo un único sistema digital GIIUr, inspirado en la metodología BIM, presenta grandes ventajas frente al sistema tradicional de archivos físicos, con planchetas digitalizadas y modelos aislados. La comparación se basa, como hemos presentado, principalmente en un cambio de las funciones semánticas en el manejo de la información. El camino propone la migración desde los documentos digitales o en formato físico que requieren la interpretación del usuario de manera visual, para pasar a tener registros y herramientas que nos permitan disponer de forma automática y el tiempo real de la información actualizada que permita analizar también la funcionalidad de cada sistema y sus elementos.

La gestión vertical y horizontal permite alcanzar el rango completo de actores dentro del marco de infraestructura municipal y regional. Para asegurar estas características del sistema de integración multisectorial es fundamental la colaboración y compromiso de los agentes intervinientes. A partir de módulos CIMr:1\_2 estructurados coherentemente, puede conseguirse una alta eficiencia debido a que la información es más completa y confiable. Esto permite incrementar el rendimiento de los recursos, mejorando los proyectos y además, evitando principalmente las pérdidas económicas y de tiempo debido al alto grado de incertidumbre generada por la falta de registros confiables y en la transparencia de los procesos.

Para que realmente se logre un cambio y se pueda llevar adelante esta implementación de manera que impacte positivamente tanto en los modelos de negocio como en los procesos y herramientas, es indiscutible la responsabilidad de gobiernos locales y el ente de coordinación. Es muy difícil que simplemente con iniciativas privadas de baja escala, se consiga un resultado a corto-mediano plazo que logre abarcar a toda la comunidad.

Involucrar a las universidades sería también un punto importante para el desarrollo y la implementación. Esto generaría un doble impacto. Por el lado operativo, le daría un mayor sustento técnico y sería de gran utilidad para enmarcar este proyecto dentro de las industrias del conocimiento. Y dentro de un enfoque académico, sería una oportunidad de comenzar a ofrecer cursos de postgrados para formar competencia en estos temas y paulatinamente incorporarlas hasta lograr planes de estudios completamente alineados con el futuro cercano.

El cambio cultural y la evolución científica requerirá trabajar no solo en las herramientas, sino en metodologías, procesos, innovaciones constructivas, automatización, robótica, inteligencia artificial antes que el sector privado evolucione independientemente y la “vida real” supere a la administración pública. Debería ser una excelente oportunidad para practicar contratos IPD promoviendo la vinculación entre tres grupos con diferentes tipos de intereses en el desarrollo social (Estado), el económico (Empresas) y de la innovación (Universidad).

A nivel económico, el financiamiento del programa estaría resuelto. Sería una gestión auto sustentada mientras el desarrollo se mantenga en el tiempo, y motivado directamente por sus propios objetivos: a) obtener menores costos de inversión para diseño y construcción; b) alcanzar reducciones de costos e incertidumbre, maximizando el rendimiento en la operación; c) reducir los tiempos de ejecución de proyectos y obras; d) asegurar menor impacto y mayor calidad de los servicios brindados a los ciudadanos y usuarios.

Adicionalmente cabe considerar que alcanzando los objetivos citados, se harían viables proyectos que de otra manera no podrían serlo debido a elevados niveles de incertidumbre en la estimación de presupuestos.

El sector de la construcción y los entes públicos necesitan nuevas herramientas para poder incrementar el rendimiento de su actividad. La población usuaria demanda conscientemente una mayor calidad y seguridad en la prestación de los servicios. Solo resta decir entonces que en entornos de máxima variabilidad económica, tecnológica y social como en la Argentina, adoptar una identidad LEAN en el Estado, es una responsabilidad inevitable.

Al igual que con las ciudades inteligentes, siempre las noticias vienen de la mano de las nuevas tecnologías y cómo estas se vuelven imprescindibles para desarrollar cualquier actividad en el futuro. Si bien son sumamente necesarias para llevar a cabo mejoras productivas en relación al rendimiento de los recursos y la eficiencia de los procesos, lo imprescindible son las personas que las utilizan y se nutren de ellas. Los aspectos fundamentales para lograr el desarrollo de los recursos humanos en la adaptación frente a los cambios que el avance del tiempo impone, son una educación y capacitación coherente a los objetivos planificados y un cambio cultural que permita una adaptación progresiva y eficaz.

Es imprescindible entonces la necesidad de que los gobiernos desarrollen una política de Estado con visión estratégica y se comience a transitar una transformación digital en los procesos de planificación, construcción y gestión de infraestructuras, donde las personas que lideren el cambio sean quienes intelectualmente entiendan los beneficios del cambio tecnológico como algo absolutamente necesario.

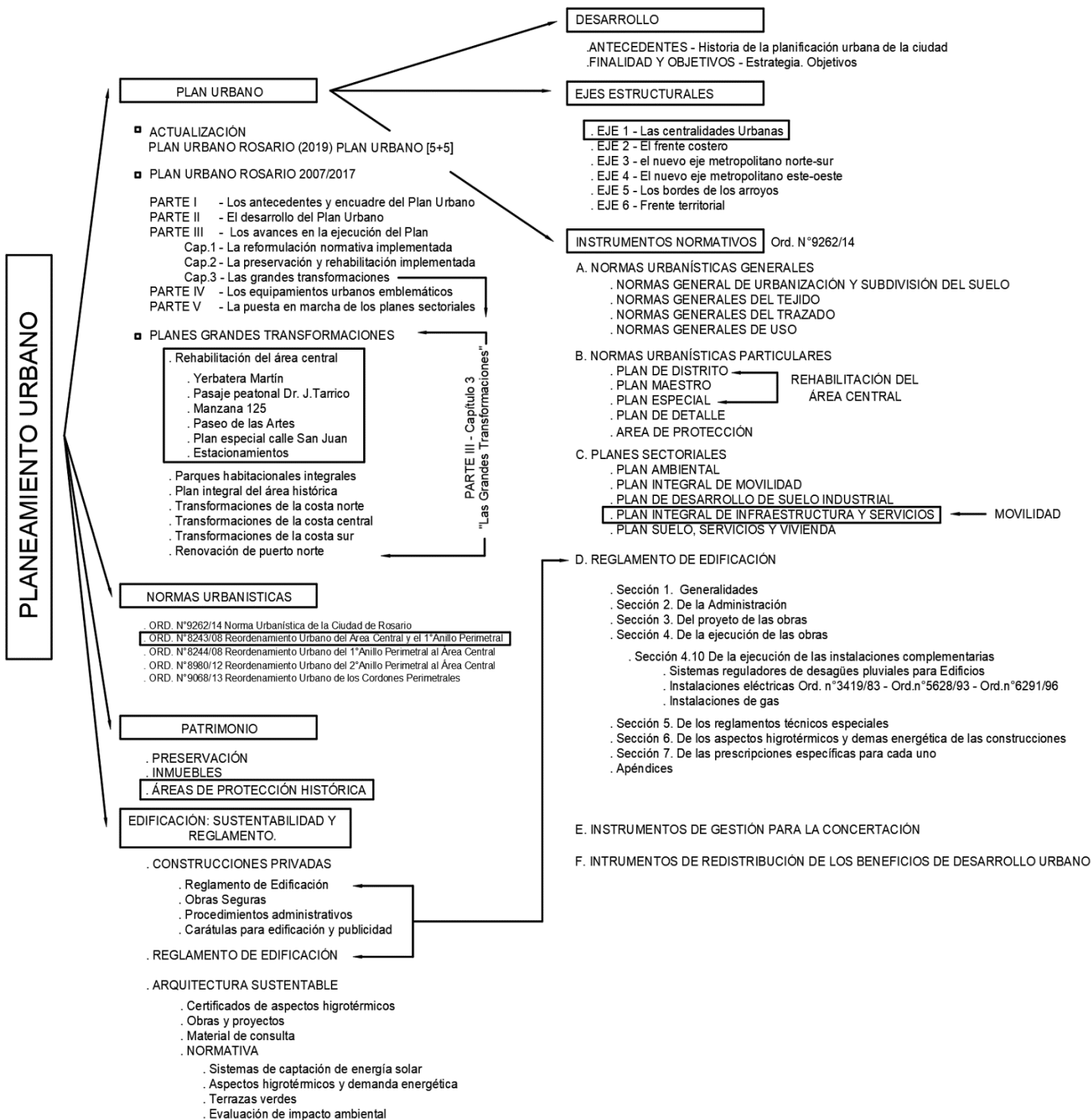
Es momento de empezar a trabajar hoy para que en un mediano plazo, podamos contar con información de calidad de los activos ubicados a nivel subterráneo o la vista de cualquiera por sobre el nivel de calzada.



Anexos

Anexo 1 – Relevamiento. Marco Normativo de Planificación Urbana de Rosario (2020)

Se presenta aquí el esquema del marco normativo municipal vigente hasta el año 2020 relacionado el planeamiento urbano, la planificación estratégica y la reglamentación de construcción. Se eliminan los errores en la comunicación de los contenidos, pero se deja evidencia de la redundancia en los vínculos.



Esta investigación sobre el marco normativo no es parte de los objetivos específicos de este trabajo, pero sí fue un complemento necesario para ubicar legislativamente el entorno de aplicación. Queda planteada una necesidad de profundizar en el análisis y la revisión de la organización de esta red de contenidos para lograr una mejora a futuro con el objetivo de favorecer su comprensión por parte de todos los agentes interesados.

A su vez, existe una estructura de Ordenanzas municipales que rigen el comportamiento administrativo de los proyectos y su ejecución. Para obras particulares, por ejemplo, en el área central de Rosario – la más densamente poblada y con mayor antigüedad de redes en toda la extensión de territorio en estudio para este trabajo – se reconocen las siguientes regulaciones.

#### Permiso de Obra, Certificación de Factibilidad de servicios y Eficiencia

- . ORD. N°8269/08 Código Tributario Municipal - Tasa revisión de Planos e Inspección de Obras.
- . DECRETO N°1453/08 Reglamentación (Ord.n°8269/08) de trámites de edificación/demolición.
- . ORD. N°8952/12 Modificación al Reglamento de Edificación: Incorporación de Certificación de Factibilidad de Servicios de energía eléctrica.
- . DECRETO N°2365/17 Modificación (Decreto.n°1453/08) presentación final de planos conforme a obra de instalaciones: Sanitarias, Electricidad y Gas.
- . ORD. N°9897/18 Modificación al Reglamento de Edificación: Incorporación de Certificación de Factibilidad de Servicios de agua y desagües cloacales.
- . ORD. N°8757/11 Modificación al Reg. de Edificación: Incorporación de Certificación de Aspectos Higrotérmicos y Demanda energética de las Construcciones.
- . DECRETO N°2131/18 Reglamentación (Ord.n°8757/11) de Aspectos Higrotérmicos.

Para ejecutar obras de infraestructura, podemos encontrar un sistema normativo en constante evolución. Se expone como una muestra, las directrices que regulan las intervenciones sobre las redes y la apertura de la vía pública.

#### Ejecución de Obras en la vía Pública

- . ORD. N°8120/06 Tramitación de permisos de Apertura de Vía Pública por situaciones de emergencia.
- . DECRETO N°2358/07 Reglamentación (Ord.n°8120/06) de trámites de obras en la Vía Pública.
- . DECRETO N°1142/09 Modificación (Decreto 2358/07) de trámites de obras en la Vía Pública.
- . DECRETO N°0621/10 Modificación (Decreto 2358/07) de trámites de obras en la Vía Pública.
- . ORD. N°8907/12 Modificación (Ord.n°8120/06) Tramitación de permisos de Apertura de Vía Pública Conexiones domiciliarias.
- . DECRETO N°1696/18 Modificación (Decreto 2358/07) de trámites de obras en la Vía Pública.
- . DECRETO N°2526/18 Modificación (Decreto 2358/07) de trámites de obras en la Vía Pública.

Cabe mencionar que además de la complejidad del marco normativo global que rige el accionar del estado y las empresas en relación a las infraestructuras urbanas, la ciudad cuenta con un “Reglamento de Edificación de la Ciudad de Rosario” (Ord.N°4975/90) que sufrió 112 modificaciones hasta el 2020. La cifra no es menor y se pone en evidencia la dificultad administrativa cuando encontramos que en su publicación oficial actual, está basada en una antigua recopilación realizada el 30 de marzo de 2009 como parte del Programa de Actualización Normativa de ese mismo año.

Generalmente cuando las reglas no están claras para aquellos que planifican y ejecutan las obras, se dilapidan los recursos y se incurre en mayor gasto público –porque los privados lo trasladan al aumentar sus cotizaciones- y extendiendo los plazos de obra frente al posible riesgo debido al desconocimiento. Lo mismo ocurre con las empresas y agente agentes responsables de mantener y operar las redes.

Puede interpretarse claramente que la legislación debe ser muy flexible y dinámica para regular las necesidades que se van generando en el contexto urbano. Los mecanismos tradicionales pueden no ser lo suficientemente eficientes para responder a esa dinámica. Allí es donde un proceso de digitalización debe ser evaluado para agilizar la administración. Pero cuidado, simplemente digitalizar el contenido de una Ordenanza no será suficiente. Será necesario un análisis estratégico a largo plazo, y el diseño de un sistema que permita simplificar y automatizar el flujo de la información. Hoy en día, redes de inteligencia artificial podrían colaborar en la organización y publicación del contenido.

El objetivo de este trabajo sí es poder establecer los lineamientos básicos que permitan incorporar las ordenanzas y resoluciones como parte constitutiva de los recursos necesarios dentro de los procesos de toma de decisión. (Módulo RECURSOS de CIMr:2)

Históricamente la normativa se ha adecuado a los procesos ya consumados como solución a una necesidad de los ciudadanos. Este caso no es la excepción, pero es deber de quienes consigan desarrollar esa visión estratégica, ser optimistas y creer que siempre existe un punto en la línea temporal donde todavía se puede comenzar a cambiar el rumbo de las cosas. Más aun, ya habiendo detectado que no es conveniente seguir en la misma dirección en que la inercia de nuestro accionar nos ha venido marcando.



## **ANEXO 2 – Relevamiento y entrevistas con profesionales referentes**

Metodología de investigación para desarrollo del apartado “Antecedentes, diagnóstico local actual y análisis de la problemática”

Entrevistas personales, videoconferencias y trabajos en conjunto con profesionales vinculados con la actividad de planificación, proyecto, gestión, fiscalización, control y ejecución de las infraestructuras de servicios urbanos.

Ingenieros civiles con experiencia en diseño, ejecución de obras de infraestructuras en saneamiento, vial y energía eléctrica:

Ing. Emanuel Savaidis de CARDAV (empresa contratista)

Ing. Martín Molina de EPE (empresa prestadora)

Ing. Contia Oitavén de ASSA (empresa prestadora)

Ing. Nicolás Torres (Consultor diseño y gestión Gas Natural)

Ingenieros en desarrollo de bases de datos globales de BIM-GIS

Ing. Fabián Calcagno de MILLE&Co. Buenos aires

Ing. Diego Truco (Padua, Italia)

Profesionales con experiencia en procesos urbanos, gestión LEAN y/o Smart Cities

Jonas Schörr - Consciuous City Lab (Berlin, Alemania)

Arq. Téc. Juan Felipe Pons Achell (Castellò - Barcelona. España)

Arq. Martín Cabezudo (ECOM)

Ing. Marisa Palazzo MR (Apertura vía Publica / Hidráulica)

Ing. Pablo Bellitieri (Consultor diseño y gestión Agua potable e Hidráulica)

### **ANEXO 3 – Relevamiento. Proceso de planificación y desarrollo de obras de infraestructura.**

En la actualidad la práctica común para desarrollo de infraestructura de saneamiento: desagües cloacales, pluviales y abastecimiento de agua potable se efectúa de la siguiente manera:

1. La empresa proveedora o prestadora del servicio en conjunto con el Estado, detectan una necesidad de la población o un conjunto sectorizado de la misma.
  2. Se abre una licitación privada para determinar las interferencias en la zona a intervenir.
  3. La empresa adjudicataria realiza el relevamiento según lo solicitado. La confiabilidad de los resultados es de BAJA confiabilidad, según indican los experimentados.
  4. Se realiza un anteproyecto técnico, en este caso hidráulicamente acorde a las necesidades detectadas en primera instancia.
  5. Se licita la realización de la obra que hará realidad lo planificado. En este ítem, no solo se incluye la ejecución de la misma sino también el proyecto ejecutivo a manos de la empresa privada basado en los informes preliminares y la información histórica que tiene el ente estatal en sus archivos. La confiabilidad en cuanto a interferencias es media debido a que se deberá chequear toda esa información previa (esto genera costos extra cada vez que se comienza con una obra de estas características en la ciudad y es el estado quien lo financia cada vez).
  6. Se realiza de manera auto gestionada por el privado (muchas veces, a riesgo antes de conocer a quien se adjudicará la obra por una cuestión de plazos establecidos de obra) el proyecto ejecutivo que será luego sujeto a aprobación por el ente responsable. Se sumará en esta instancia sondeos propios o investigaciones de la empresa contratista para tener en cuenta durante el proceso de ida y vuelta buscando la aprobación. Confiabilidad de la información en esta etapa es MEDIA.
  7. Por lo general el Ente estatal NO quiere la responsabilidad de entregar el proyecto ejecutivo, subcontratar la ejecución y fiscalizar el correcto desarrollo de la misma.
  8. Al comenzar la obra la empresa contratista, por lo general privada, asume la responsabilidad de otorgarle una ALTA confiabilidad al sistema cuando en el peor de los casos, interseca a un caño o cable con maquinaria durante las tareas.
-

## ANEXO 4 – EN-ISO 19.650 - Normativa de estandarización de procesos BIM

La Organización Internacional de Normalización o Estandarización, conocida como ISO por sus siglas en inglés, se dedica a la creación de normas y estándares para asegurar la calidad, seguridad y eficiencia de productos y servicios.

A partir de las normas PAS 1192 desarrolladas por expertos británicos, el CEN (Comité Europeo de Normalización) y la ISO han decidido unificar todo tipo de saberes respecto a la gestión de la información bajo BIM en las normas EN-ISO 19.650. Esta norma se presenta en 5 partes y tiene como objetivo definir el marco, los requisitos y los principios necesarios para la adquisición, uso, y gestión de la información de proyectos y obras, durante todo el ciclo de vida de los mismos. La norma está destinada a los agentes participantes en las fases de diseño, construcción y puesta en servicio (Fase de Desarrollo) y aquellos cuyas actividades se relacionan con la gestión de operación y mantenimiento de esos activos resultantes (Fase de Operación).

Para la aplicación en este caso particular nos focalizaremos en la EN-ISO 19.650 partes 1,2 y 3 vigentes a partir del año 2018. Estos capítulos imparten los “Conceptos y Principios”, “Procesos y gestión durante el desarrollo” y “Procesos y gestión durante la operación” respectivamente, y son reglas fundamentales para la gestión de la información en el uso de BIM para la plataforma CIMr:1.

Luego, los capítulos 4 y 5 hacen foco en el “Intercambio de información” y la “Seguridad de la información”, cuestiones que deberán ser tenidas en cuenta para el desarrollo de los protocolos internos e infraestructura informática para el segmento CIMr:2

El sistema integrado de planificación de infraestructuras urbanas que aquí se plantea, deberá estar alineado con los criterios establecidos por esta norma internacional de manera de poder promover la transparencia administrativa y la igualdad de participación, además de garantizar un correcto funcionamiento, sostenibilidad de los procesos en el tiempo y la confiabilidad de la información.

El Estado municipal, en este caso el contratante, es quien deberá establecer junto con las Empresas prestadoras de servicios un conjunto de especificaciones respecto a la información que se produce: cómo, cuándo, por quién y para quién. Esto se conoce como *Requisitos de Información* y la norma los clasifica y describe según:

### Requisitos de la Información

OIR: Requisitos de Información de la Organización

PIR: Requisitos de Información del Proyecto (Fase Desarrollo)

AIR: Requisitos de Información del Activo (Fase Operación)

EIR: Requisitos de Intercambio de Información entre partes

Con el objetivo de trabajar de manera colaborativa sobre una misma plataforma y en tiempo real, para poder obtener las ventajas de información confiable en cada instante, es necesario definir un *Entorno Común de Datos* donde almacenar los datos de manera compartida. Además, para lograr un cierto nivel de eficiencia y confiabilidad, es necesario determinar una convención sobre la calidad de los registros y la EN-ISO 19.650-1 los define en 4 estados:

#### Entorno Común de Datos : CDE

- WIP : Estado EN CURSO.  
Información en desarrollo por el equipo de trabajo.
- S : Estado COMPARTIDO.  
Información que puede ser consultada por quienes tienen acceso.
- P : Estado PUBLICADO.  
Información autorizada para su uso.
- ARC : Estado ARCHIVO.  
Información compartida, publicada y registrada.

El modelo global, digital, unificado y accesible para todos los agentes según su rol, deberá ser gestionado por reparticiones pertenecientes a los gobiernos municipales sobre una base informática gobernada digitalmente por el ECOM. La tecnología para llevarlo adelante serán herramientas del entorno BIM (Building Information Modeling) que escalado al entorno urbano, el CIM (City Information/Infrastructure Manager) incorpora niveles superiores de información donde se conjugarán los datos del PropTech (información privada) y el GovTech (información pública estatal).

Para la ejecución del modelado BIM de los proyectos y las construcciones, la EN-ISO 19.650-2 pone en evidencia la necesidad de establecer un Plan de ejecución BIM (BEP, BIM Execution Plan) coherente por parte del administrador de la base de datos y/o contratante para que el equipo de desarrollo o el contratado tenga un claro escenario inicial para llevar adelante la implementación. El BEP debe contener los siguientes elementos básicos para garantizar una correcta integración general:

#### Plan de ejecución BIM : BEP

- a. nombres y el perfil profesional de las personas que gestionan la información.
- b. estrategia de entrega de información
- c. estrategia de vinculación de los modelos
- d. matriz de responsabilidades (participación, ejecución y entrega)
- e. métodos y procedimientos de producción
- f. normas de regulación
- g. infraestructura tecnológica

En etapa final del proceso se atiende las especificaciones relacionadas a los entregables y según corresponda la naturaleza del caso, la norma los define como:

## Entregables

PIM : Modelo de Información del PROYECTO - Fase de Diseño

AIM : Modelo de Información del ACTIVO - Fase de Operación

A modo de resumen y para comprender gráficamente la interrelación de cada apartado mencionado, se presenta a continuación un gráfico publicado por una agencia referente mundial.



## **ANEXO 5 – Relevamiento. Aproximación a la temática del este trabajo.**

### **Justificación del problema seleccionado para el TP**

#### ***Por pertenencia***

Personalmente como profesional vinculado a la construcción creo que es necesario para agilizar los procesos de gestión, generando mayor confiabilidad técnica al desarrollo de proyectos a través de la descentralización y democratización de la información. Se reducirían tiempos de los procesos y todo el sistema sería más eficiente.

Como ciudadano y vecino del área central de la ciudad, es necesario un cambio en la gestión y eso resultaría en mejorar la calidad, disponibilidad y acceso de los servicios actuales y futuros.

El programa académico de la especialización está estrechamente vinculado al desarrollo de contenido para el abordaje de esta problemática y más aún con el perfil del graduado, ya que este TP no busca resolver técnicamente las soluciones particulares, sino que plantea un enfoque sistémico sobre una posible gestión de las infraestructuras. Un sistema integrado que permita la participación de todos los agentes involucrados y canales de comunicación coherentes con un marco de implementación ordenada de herramientas digitales y manejo de la información que favorezcan al rendimiento del trabajo.

La organización a la cual represento como uno de los directores, tiene como objetivo diseñar y gestionar proyectos y herramientas para ciudades inteligentes, asociados principalmente a la eficiencia de procesos y rendimiento de recursos en actividades relacionadas con el sector de la construcción.

#### ***Por relevancia***

El problema de gestión eficiente de infraestructura urbana afecta al estado porque la obra pública es un sector que demanda cuantiosas inversiones. No trabajar por un buen rendimiento de los recursos en ella, resulta en no cumplir con los niveles de servicio necesarios por falta de fondos, tiempo o dentro de las prioridades, dejar de invertir o desarrollar otras cuestiones relacionadas al ejercicio del estado para cubrir las necesidades de la población.

Para los ciudadanos, usuarios de las redes, el sistema de infraestructura tiene impacto en su nivel de calidad de vida y en el desarrollo de sus actividades.

Para las empresas prestadoras de servicios y/o las constructoras, la falta de gestión coordinada con el estado redundaría en mayores costos a la hora de presupuestar las obras o indefinición de plazos para la planificación. La falta de información confiable concluye en aumento de precios y plazos en cuestiones administrativas previas al desarrollo de las obras que

en sí es el evento que genera valor para quienes la utilizarán y son a la vez quienes lo financian indirectamente a través de estado local.

### ***Por Acotación***

La exploración del problema se realizará a través de relevamiento de la situación actual a través de los actores involucrados, la normativa vigente y antecedentes desarrollados en relación al mismo.

La propuesta de acción se presentará desde el enfoque de gestión pública, como una alternativa al marco administrativo actual. El sistema será determinado a nivel estratégico y en base a conceptos que definen a una ciudad inteligente, aplicando herramientas digitales con el objetivo de garantizar una gestión segura y transparente, que administre información en una base de datos confiable.

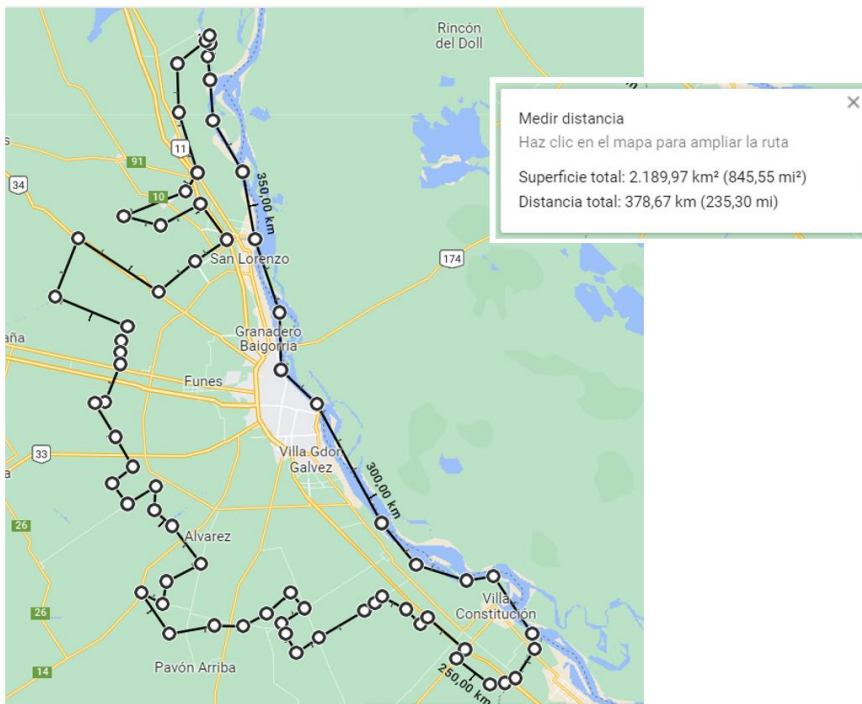
### ***Por Viabilidad***

A través del estudio del sistema actual, la posibilidad que nos da hoy la tecnología de información, será posible generar un sistema integrado que vincule, empresas, Estado y usuarios para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través de las infraestructuras de servicios urbanos. Mi actividad laboral puede vincularse con estos objetivos y así lograr conocer las problemáticas y posibles soluciones desde dentro del ecosistema.

---

## ANEXO 6 – Demografía: Habitantes, Usuarios y Población servida

Datos geográficos aproximados de Área Metropolitana. Fuente: GoogleMaps



Rosario Área central de la ciudad cabecera de la región Metropolitana Rosario.

Fuente Población y estadísticas ciudad ROSARIO anuario\_2018

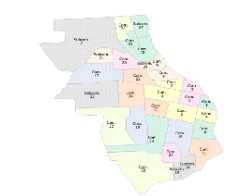
### DATOS DEMOGRÁFICOS 2018

	TOTAL	VARONES	MUJERES	SUPERFICIE	DENSIDAD
COMISARIA 1ra		32521	14414	1.690	19243.5
COMISARIA 2da		47053	20214	2.550	18452.3
COMISARIA 3ra		41750	18277	2.030	20566.4
	121324.00	52905.00	68419.00	6.27	

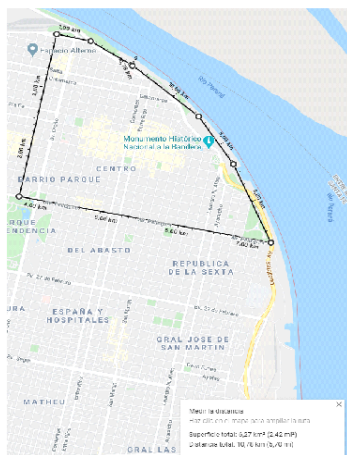
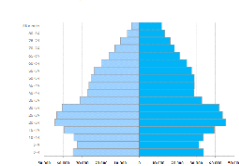
Corrección por ajuste ponderado por seccional respecto a la superficie del Área central

	TOTAL	SUPERFICIE	DENSIDAD
COMISARIA 1ra	32521	1.690	19243.5
COMISARIA 2da (*)	39995	2.167	18452.3
COMISARIA 3ra (*)	35738	Densidad prom. 1.738	20566.4
	108254.05 hab	19347.85397	<b>5.60 km2</b>

Seccionales policiales



MAPA QUE MUESTRA LA DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR SECCIONALES



## Bibliografía

### Publicaciones y Artículos

- Ghassan Aouad, Angela Lee and Song Wu. Taylor and Francis (2007) *Constructing the Future - nD Modeling. USA*
- Municipalidad de Rosario. (2008) *PER+10 Plan Rosario Metropolitana. Estrategias 2018. Argentina*
- Lean construction Institute (2014) *LCI Glossary. USA*
- Xun Xu, PhD Student (2014) *From Building information modeling to city information modeling.*
- Juan Felipe Pons Aschell (2014) *Introducción a LEAN CONSTRUCTION. España*
- Niklas Modig y Pär Ahlstrom (2015) *“This is Lean. Resolviendo la paradoja de la eficiencia”.* Estocolmo, Suecia.
- Bonenberg, Wojciech, and Xia Wei. (2015) *“Green BIM in Sustainable Infrastructure.”* Elsevier
- CICOMRA (2016) *Ciudades inteligentes. El aporte de las TIC a la comunidad. Casos testigo y la visión del sector privado.* Editorial Autores de Argentina.
- Ministry of Business, innovation and Employment (2017) *National construction pipeline report.* Auckland, New Zealand.
- Lawrence A. Melton FRICS (2017) *Infrastructure management: current practices and trends.* RICS London
- Marine s Hernández, Luis Enrique (2018) *Mapping disciplinary mobility for tackling complex problems.* Turin, Italy.
- Arq. Mirta Levin. (2019) *Caracterización actual del Área Metropolitana de Rosario.* Revista BCR. Argentina
- BuildingSMART Spanish Chapter (2019) *Introducción a la Serie EN-ISO 19650.*
- ECOM (2019) *“ECOM-La construcción y consolidación de un plan Metropolitano”.* Rosario, Argentina.

- Dirección General de Estadísticas (2019) *Anuario de población y estadística vitales*. Rosario, Argentina
- LIPS (lean in public sector) (2019) India Brochure
- Nicolàs Clusellas, Eduardo Maertli, María José Martelo. (2019) *Un gobierno inteligente. El cambio de la Administración Pública de la Nación Argentina 2016-2019*. [www.boletínoficial.gob.ar](http://www.boletínoficial.gob.ar). Argentina
- Belén Maiztegui (2020) *Plan de ordenamiento territorial en Rosario: Estrategias para la articulación de un área metropolitana*.
- Giuliano Dall'Ò, Alessandro Zizhi, Marco Torri. (2020) *Green BIM and CIM: sustainable Planning Using Building Information Modeling*. REDE. Italia
- Juan Felipe Pons Aschell. (2021) *LEAN CONSTRUCTION II*. España

#### Conferencias, webinars y contenido audiovisual

- Jeremy Rifkin. (2018) *La tercera revolución industrial*. Teatro el Círculo. Rosario, Argentina
- Patrick Mac Leamy. (2018) *Revisión del sector de la construcción del futuro*. SUMMT Barcelona - [vimeo.com/261293147](https://vimeo.com/261293147)
- IDR (2019) 1º Encuentro Ciudades Inteligentes. Bolsa de Comercio de Rosario, Argentina
- Graña y Montero. (2020) Proyectos de obra pública + Lean construction. Portal de Ingeniería Perú.
- 
- IDR (2020) DM “Uso de suelo, Saneamiento y Territorio – El eje oeste Metropolitano”

#### Sitios Web

- ECOM [ecomrosario.gob.ar/amr](http://ecomrosario.gob.ar/amr)
- CIPPEC [cippec.org/](http://cippec.org/)
- SMART Building [Smart.org](http://Smart.org)

- MILLER&Co [govtechhub.org/](http://govtechhub.org/)
- AEROMETREX [aerometrex.com.au/](http://aerometrex.com.au/)
- OpenAI.com
- ESRI [esri.com/](http://esri.com/)
- CORVALLIs [corvallis.it/](http://corvallis.it/)
- URBAN IMPACT <https://www.urbanimpact.agency/>

### Artículos Web

- [caf.com/es/actualidad/capacitacion/2021/06/govtech-y-el-futuro-del-gobierno/](http://caf.com/es/actualidad/capacitacion/2021/06/govtech-y-el-futuro-del-gobierno/)
  - [rosario3.com/noticias/Litoral-Gas-responsabilizo-a-la-constructora-por-la-fuga-de-gas-20190213-0047.html](http://rosario3.com/noticias/Litoral-Gas-responsabilizo-a-la-constructora-por-la-fuga-de-gas-20190213-0047.html)
  - [.aeinse.es/noticias/bim-bam-boom-hacia-donde-se-mueve-la-gestion-de-proyectos](http://.aeinse.es/noticias/bim-bam-boom-hacia-donde-se-mueve-la-gestion-de-proyectos)
  - [mundohvacr.com.mx/2017/08/bim-ban-boom-la-onda-expansiva-del-diseno-modelado-virtual/](http://mundohvacr.com.mx/2017/08/bim-ban-boom-la-onda-expansiva-del-diseno-modelado-virtual/)
  - [https://www.researchgate.net/publication/327667279\\_Customised\\_Collaborative\\_Urban\\_Design\\_-\\_A\\_Collective\\_User-based\\_Urban\\_Information\\_System\\_through\\_Gaming](https://www.researchgate.net/publication/327667279_Customised_Collaborative_Urban_Design_-_A_Collective_User-based_Urban_Information_System_through_Gaming)
  - <https://www.bbc.com/news/science-environment-65174512>
  - [biblus.accasoftware.com/es/desaparecen-las-pas-1192-las-normas-britanicas-sobre-el-bim-se-unen-en-la-iso-19650/](http://biblus.accasoftware.com/es/desaparecen-las-pas-1192-las-normas-britanicas-sobre-el-bim-se-unen-en-la-iso-19650/)
  - [mckinsey.com/industries/public-and-social-sector/our-insights/applying-lean-production-to-the-public-sector](http://mckinsey.com/industries/public-and-social-sector/our-insights/applying-lean-production-to-the-public-sector)
-