



“Estudio infraestructura de carga para Electromovilidad en Edificios”

Santiago, julio 2020

Contenido

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | Glosario de términos..... | 4 |
| 2 | Resumen Ejecutivo..... | 6 |
| 3 | Introducción | 11 |
| 4 | Metodología..... | 13 |
| 4.1 | Objetivos | 13 |
| 4.2 | Metodología del estudio..... | 13 |
| 5 | Normas comparadas a nivel global, normativa en Chile y pliego normativo RIC n°15 sobre carga de vehículos eléctricos | 15 |
| 5.1 | Normas internacionales sobre carga de vehículos en viviendas en casos seleccionados . | 15 |
| 5.1.1 | Unión Europea y su exigencia a los Estados Miembros..... | 16 |
| 5.1.2 | El Caso Inglaterra y la estrategia cero emisiones “Road to Zero”. | 18 |
| 5.1.3 | El Caso de California y el “California Green Building Standards Code” | 20 |
| 5.2 | Normativa relevante sobre estacionamientos en edificios en Chile | 26 |
| 5.2.1 | Introducción al Marco Legal..... | 26 |
| 5.2.2 | Ley General de Urbanismo y Construcciones - LGUC | 27 |
| 5.2.3 | Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones - OGUC | 28 |
| 5.2.4 | Planes Reguladores Comunales (PRC) | 29 |
| 5.2.5 | Ley sobre Copropiedad Inmobiliaria | 32 |
| 5.2.6 | Certificación Edificio Sustentable (CES) | 33 |
| 5.2.7 | Normativa eléctrica para la puesta en servicio de infraestructura para la carga de vehículos eléctricos..... | 34 |
| 5.3 | Pliego Técnico Normativo RIC N°15 (En trámite) | 36 |
| 6 | Análisis sobre la instalación de infraestructura de carga para electromovilidad en edificios .. | 41 |
| 6.1 | Determinación de casos a analizar | 41 |
| 6.2 | Aspectos a considerar para instalar infraestructura de carga de electromovilidad en edificios construidos | 44 |
| 6.3 | Aspectos que considerar para la implementación de infraestructura de carga para electromovilidad de edificios en etapa de diseño | 47 |
| 6.4 | Aspectos técnicos a considerar para implementar electromovilidad en edificios en general. | 48 |
| 6.4.1 | Aspectos para el diseño arquitectónico, estructural y constructivo. | 48 |
| 6.4.2 | Requerimientos técnicos respecto a la implementación de empalmes para electromovilidad en edificios | 49 |
| 6.4.2.1 | Instalación unitaria de cargadores para vehículos eléctricos | 49 |

| | | |
|---------|---|----|
| 6.4.2.2 | Instalación grupal de equipos de carga de vehículos eléctricos..... | 51 |
| 6.5 | Propuesta de solución de electromovilidad en edificios construídos y en diseño..... | 54 |
| 6.6 | Costos asociados a la implementación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en edificios | 60 |
| 6.6.1 | Costos para edificios en etapa de Diseño | 60 |
| 6.6.2 | Costos para edificios construídos | 63 |
| 6.6.3 | Porcentaje de incremento del costo de un edificio al incorporar electromovilidad | 66 |
| 6.7 | Visión de actores inmobiliarios sobre la instalación de electromovilidad en edificios. Análisis exploratorio. | 67 |
| 6.7.1 | Motivos de las inmobiliarias para instalar electromovilidad..... | 68 |
| 6.7.2 | Características y movimiento del mercado de electromovilidad en edificios | 69 |
| 6.7.3 | Aspectos considerados para implementar electromovilidad, consideraciones técnicas y comerciales | 70 |
| 6.7.4 | Aspectos críticos que considerar para normar la instalación de electromovilidad en edificios | 72 |
| 6.7.5 | Implementación de electromovilidad en edificios ya construídos..... | 73 |
| 6.7.6 | Aspectos más destacados por los entrevistados | 73 |
| 7 | Conclusiones | 75 |
| 7.1 | Resumen..... | 75 |
| 7.2 | Tabla comparativa..... | 77 |
| 7.3 | Recomendaciones | 78 |
| 8 | Bibliografía | 80 |
| 9 | Anexos..... | 84 |
| | Anexo 1: Cantidad de estacionamientos en comunas seleccionados según especificaciones del Plan Regulador Comunal..... | 84 |
| | Anexo 2: Costo de construcción edificio público (montos a Julio 2017) | 88 |
| | Anexo 3: Planta sala eléctrica | 90 |
| | Anexo 4: Planta canalización para cargadores eléctricos en edificios ya construídos. | 91 |

1 Glosario de términos

- Acometida eléctrica: Se llama acometida en las instalaciones eléctricas que une la red de distribución de la empresa de suministro y el tablero general.
- Batería del vehículo: Dispositivo de almacenamiento de la energía eléctrica del vehículo que se carga a través de corriente continua (CC). La capacidad de esta batería, junto a otras variables como el rendimiento del vehículo y estilo de conducción determinan su autonomía.
- BEV: Vehículo Eléctrico a Batería (BEV por sus siglas en inglés - Battery Electric Vehicle).
- CA: Corriente Alterna
- Canalización: Espacio destinado a la conducción ordenada de elementos de una instalación, dentro de una edificación o predio.
- Canalización eléctrica: Conjunto formado por conductores eléctricos, elementos que los soportan y accesorios que aseguran su fijación y protección mecánica (NCh4/2003).
- Cargador: Convertidor de potencia que realiza las funciones necesarias para cargar una batería.
 - Cargador a bordo: Cargador montado dentro del vehículo y diseñado para funcionar en el vehículo solamente.
 - Cargador Externo: Cargador conectado al cableado de la red suministro C.A. de la instalación (alimentación) y diseñado para operar completamente externo al vehículo. En este caso, se suministra al vehículo potencia eléctrica en corriente continua.
- CC: Corriente Continua.
- CES: Certificación de edificio sustentable, es un sistema nacional que permite evaluar, calificar y certificar el comportamiento ambiental de edificios.
- Conector: Dispositivo que, conectado por inserción a un dispositivo de entrada en el vehículo eléctrico o el cargador, establece una conexión eléctrica con el vehículo con el propósito de transferencia de energía eléctrica e intercambio de información. A través del conector se establece la alimentación del vehículo CC o CA y las funciones de comunicación tales como la de control piloto y de proximidad.
- Convertidor CA/CC: Conversor de energía que se encarga de transformar la corriente alterna que proviene de la red eléctrica a corriente continua para almacenarla en la batería del vehículo (de CA a CC). Se puede encontrar al interior del vehículo, así como al interior de los cargadores.

- Espacio para canalizaciones: Infraestructura destinada para instalación de canalización eléctrica, sea esta escalerilla portaconductores, tuberías, ducto de barras y dispuesta para el tendido de conductores eléctricos.
- Hormigón: Mezcla de cemento, agua, arena y pétreos en dosificaciones preestablecidas.
- Hormigón Armado: Hormigón reforzado con barras o mallas de acero, llamadas armaduras.
- Instalación eléctrica interior: Una instalación eléctrica es el conjunto de circuitos eléctricos que tiene como objetivo dotar de energía eléctrica a edificios, instalaciones, lugares públicos, infraestructuras, etc. Incluye los equipos necesarios para asegurar su correcto funcionamiento y la conexión con los aparatos eléctricos correspondientes.
- Losa: Elemento estructural plano, por lo general en posición horizontal y de hormigón armado, que separa un nivel de la edificación de otro o que puede servir de cubierta.
- PEV: Vehículo enchufable (PEV por sus siglas en inglés - Plug-in Electric Vehicle).
- SEC: Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
- Shafts: Según el artículo 1.1.2 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), Ducto (Shaft) es un conducto técnico generalmente destinado a contener las instalaciones de un edificio.

Tal como señala la OGUC, el objetivo de un shaft es la de contener un conjunto de cables y/o elementos que forman parte de un proyecto (cualquiera) de instalaciones, por tanto, se subentiende que esto implica necesariamente perforaciones o "pasadas" de un piso a otro. Es así, que estos "vacíos", dependiendo de su dimensión y posición en la superficie de una losa, condicionarán el cálculo estructural de la misma e incluso, en algunos casos, la de los elementos verticales que componen el diseño estructural (muros de carga). Esto, atendiendo la condición sísmica de Chile y el comportamiento de edificaciones durante el sismo.

- Vehículo eléctrico (VE): Vehículo motorizado apto para uso en carretera, como automóviles de pasajeros, autobuses, camiones, vehículos eléctricos de vecindario, motocicletas eléctricas y similares, propulsados fundamentalmente por un motor eléctrico que toma corriente de una batería recargable, celda de combustible, arreglo fotovoltaico u otra fuente de corriente eléctrica. También, se consideran vehículo eléctrico los vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHVE – Plug in Hybrid Electric Vehicle).

2 Resumen Ejecutivo

Con fecha 28 de diciembre de 2018, la Subsecretaría de Energía, aprobó el Convenio de Colaboración Técnica y Transferencia de Recursos entre la Subsecretaría de Energía, la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas y el Instituto de la Construcción, con el objetivo de aportar a la ampliación del alcance y a la mejora del modelo técnico de la Certificación de Edificio Sustentable (CES), en cuanto ésta permite evaluar, calificar y certificar el comportamiento ambiental de edificios en Chile y así fomentar su uso en distintos tipos de edificaciones.

El presente estudio se realiza en el marco de este Convenio de Colaboración Técnica, el cual permitirá aportar información que contribuya a definir los requerimientos de disponibilidad de instalaciones de carga de vehículos eléctricos (VE), de manera que estos puedan ser incorporados en la Certificación de Edificio Sustentable (CES), además de iniciar un debate conducente a una posible inclusión en la normativa nacional.

Este estudio ha tenido por propósito entregar insumos e información para apoyar la discusión técnica y económica sobre disponer de canalizaciones para la futura instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en estacionamientos de edificios, revisando alternativas constructivas y técnicas para su implementación. Esto, identificando alternativas y soluciones posibles para edificios ya construidos y para aquellos en etapa de diseño, junto a un análisis exploratorio sobre los impactos que puede generar la instalación de esta infraestructura en conjunto con actores del mercado inmobiliario.

Para alcanzar el objetivo del estudio, la consultoría realizó el análisis del mercado empleando una combinación de técnicas basadas en información primaria y secundaria, recopilada por medio de entrevistas presenciales e investigación de escritorio.

El reporte incluye una revisión bibliográfica de casos internacionales sobre cómo se ha enfrentado la temática de implementación de cargadores en estacionamientos de edificios y un levantamiento y revisión de normas constructivas existentes en Chile.

- **Análisis de normativas y/o casos internacionales**

Se revisaron las normas y/o casos internacionales de infraestructura de carga para VE de la Unión Europea y su exigencia a los Estados Miembros, el caso de Inglaterra y su estrategia Road to Zero¹ y el caso de California (California Green Building Standards Code)².

¹ HM Government, Department of Transport (2018). Road to Zero. Next steps towards cleaner road transport and delivering our industrial strategy. London, UK. Descargado en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/739460/road-to-zero.pdf

² Visto en: <https://codes.iccsafe.org/content/chapter/2057/>

En general, se observa que las políticas gubernamentales están desempeñando un rol relevante en el desarrollo de la electromovilidad a nivel global, tanto en la definición de objetivos y compromisos de acción, como en la definición de normas y estándares para la instalación de cargadores de acceso público y residencial. Nuestro país no está alejado de esto, es por eso que este estudio incorpora en el análisis los aspectos relevantes en discusión, tal como sucede con el Pliego Técnico Normativo RIC N°15 en trámite como con aquellos definidos por la normativa eléctrica, necesarios para la puesta en servicio de infraestructura para la carga de vehículos eléctricos.

- **Revisión de la normativa de Construcción y Urbanismo en Chile**

La normativa aplicable para este estudio corresponde a la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC), la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC), la Ley sobre copropiedad inmobiliaria, los Instrumentos de Planificación Territorial, tales como, Planes Reguladores Intercomunales, Planes Reguladores Comunes (PRC) y Planes Seccionales. Como se verá, existen comunas en que la regulación establecida sobre estacionamientos es poco estricta y otras en que se ha intentado controlar el crecimiento inmobiliario con normativa específica sobre este aspecto.

Adicionalmente, se han revisado aquellas normativas específicas, como son los reglamentos respecto de ductos, sus materialidades y usos, y, de esta forma, llegar a determinar la posibilidad de utilizar espacios ya existentes en el caso del análisis de edificios ya construidos. A saber, en el mes de abril de 2018, se aprobó la norma técnica que aprobó el Reglamento de la Ley N°20.808, sobre la forma y condiciones para garantizar la libre elección en la contratación y recepción de servicios de telecomunicaciones en Loteos, Edificaciones y Copropiedad Inmobiliaria. Este reglamento vino a regular la temática de telecomunicaciones en la legislación urbana y constructiva. A este respecto, los diferentes reglamentos, son estrictos en cuanto al uso exclusivo de los ductos para proyectos específicos; tales como telefonía, televisión pagada, internet, y cajas de ascensores.

El análisis sobre instalación de infraestructura de carga para electromovilidad en edificios ya construidos, implicaría implementar sistemas de cargadores a través de canalizaciones existentes, que, como se dijo anteriormente, no es posible dada la reglamentación vigente.

Intervenir o perforar las losas ya construidas puede debilitar las estructuras resistentes diseñadas para resistir un sismo, lo que puede producir riesgos y costos importantes.

Para esto, se ha revisado también la Norma Técnica para diseño sísmico en nuestro país, ya que, las perforaciones, pasadas, ductos, y shafts, necesariamente afectan el diseño estructural de un edificio, tal como se explica en el presente informe.

- **Selección de cantidad de estacionamientos de edificios a estudiar**

A partir de un análisis de normativas que exigen una determinada cantidad de estacionamiento por cada departamento construido en edificios ubicados en diversas comunas de Chile, esto es, las establecidas en el capítulo sobre estacionamientos en los diversos Planes Reguladores Comunales. En nuestro estudio se seleccionan, a partir de un análisis previo, tres casos de edificios con 80, 240 y 320 estacionamientos distribuidos en 4 pisos subterráneos para realizar el análisis técnico y de costos involucrados en la incorporación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos, tanto en edificios ya construidos como en edificios en etapa de diseño.

- **Soluciones técnicas para incorporar electromovilidad en edificios ya construidos**

Para este caso se plantea incorporar un sistema de cargadores para autos eléctricos, diseñado con sistema de escalerillas porta conductores, por ser de fácil instalación y menos invasiva a la estructura del edificio, como medio de canalización. Esto, condicionado a las dimensiones de los subterráneos. A la vez, se considerará como supuesto de base la cantidad de 80, 240 y 320 estacionamientos por edificio, distribuidos en 4 plantas subterráneas y se plantea una capacidad de conectores para 20 cargadores por shaft o ductos si el edificio lo permitiese, esto en virtud de lo que establece la norma aún en discusión, Pliego N° 15, respecto a que sólo podrán instalarse dos capas de conductores en una escalerilla portaconductores (EPC).

- **Soluciones técnicas para incorporar electromovilidad en edificios en etapa de diseño.**

Al igual que en el caso de los edificios ya construidos, se plantea incorporar un sistema de cargadores para autos eléctricos para una cantidad de 80, 240 y 320 estacionamientos por edificio distribuidos en 4 plantas subterráneas y se plantea una capacidad de conectores para 20 cargadores por shaft. Al incluirlos en la etapa de diseño, los shaft, canalizaciones y otros espacios requeridos para la infraestructura de carga vehicular estarán considerados previamente y la mayor cantidad de canalizaciones se ubicarán al interior de muros y/o losas de los estacionamientos subterráneos. De esta forma podemos comparar los costos involucrados en la infraestructura de carga con los edificios ya construidos.

En general para ambas situaciones se revisan soluciones asociadas a la instalación unitaria de cargadores como la instalación grupal de estos equipos y los requerimientos técnicos que se deben cumplir. En ambos casos, estas instalaciones se alimentarán a través de la acometida del edificio, cuya capacidad deberá incrementarse considerando la demanda que genera la electromovilidad. El pliego 15 (en trámite) define un factor de demanda, asociada a cargadores de VE, equivalente al 30% de la potencia instalada para el 100% de los estacionamientos.

- **Costos involucrados para incorporar electromovilidad en edificios ya construidos**

Los costos considerados en este análisis son los costos adicionales que se debería incurrir en los edificios a intervenir para permitir la instalación a futuro de cargadores de vehículos eléctricos. Se considera como costos adicionales los relacionados con el costo por aumento en capacidad de alimentador de acometida y costo por canalización a la vista desde empalme a cada estacionamiento.

- **Costos involucrados para incorporar electromovilidad en edificios en etapa de diseño**

Para el caso de edificios en etapa de diseño se consideran los costos asociados al aumento en capacidad de alimentador de acometida y a los que se incurrirían en la canalización preembutida desde empalme a cada estacionamiento. La implementación de infraestructura de carga una vez construido el edificio multiplica entre 3,8 y 5 veces el valor al compararse con su incorporación desde la etapa de diseño. Se debe destacar también la ventaja que significa, desde el punto de vista estético, el proyectar la canalización embutida hasta el estacionamiento, a diferencia de la solución post construcción, que se realiza a la vista.

- **Entrevistas realizadas a actores inmobiliarios y construcción**

Se realizaron entrevistas a actores del mercado, las cuales fueron conversaciones abiertas sin cuestionario, pero sí con temas predefinidos donde se recibió la visión y perspectiva de cada entrevistado sobre los riesgos y posibles costos asociados a la instalación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos en edificios.

Se realizaron 7 entrevistas, 6 a inmobiliarias con sede en la Región Metropolitana y 1 de una inmobiliaria de la región del Biobío a través de videoconferencia siendo estas las inmobiliarias y/o constructoras Almagro, Paz, Echeverría Izquierdo, Rezepka, CIDEPA, Patagon Land e Iterra de Concepción.

La información sistematizada se presenta en torno a diversos aspectos asociados a los motivos, características y movimiento del mercado de electromovilidad en edificios, también en aspectos técnicos, comerciales, normativos para la instalación de electromovilidad en edificios y otros más destacados por los entrevistados.

- **Conclusiones y recomendaciones**

Las conclusiones apuntan a identificar soluciones para la implementación de empalmes necesarios para alimentar la carga de vehículos eléctricos, considerando aspectos como la capacidad eléctrica de los edificios y la posible canalización hasta el punto donde se instale el cargador.

Se concluye que, si bien es posible normar los sistemas de canalización para la implementación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos, se debe garantizar las condiciones para que usuarios particulares puedan contratar a futuro empalmes adicionales exclusivos. Se debe disponer también del espacio suficiente para la instalación de medidores y conductores asociados a los empalmes. A medida que esta tecnología se masifique resultará más ventajoso implementar soluciones grupales a través de tableros eléctricos centralizados y trazados de canalización comunes para varios equipos cargadores, acompañado de sistemas de gestión de carga para regular la potencia, de manera de minimizar el impacto.

Al incluir instalación de infraestructura de carga de VE en edificios desde en etapa de diseño muestra una alta factibilidad y menores costos comparativos con un edificio ya construido, alcanzado un ahorro alrededor de un 80%, esto en la medida que se produzca una coordinación adecuada de las especialidades desde la etapa de diseño.

3 Introducción

La Estrategia Nacional de Electromovilidad (diciembre 2017) delineada por el Ministerio de Energía, el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones y el Ministerio de Medio Ambiente con el propósito de mejorar la eficiencia energética y la mitigación del efecto negativo de los gases en línea con la ruta energética 2050, contempla:

- 40% de los vehículos particulares sean eléctricos al 2050.
- 100% de los vehículos del transporte público sean eléctricos al 2040.

A su vez, en el corto plazo, la ruta energética 2018-2022 busca aumentar 10 veces la cantidad de vehículos eléctricos.

Con estos antecedentes es necesario mirar el futuro en el corto-mediano plazo.

La Estrategia Nacional de Electromovilidad, en lo relativo a urbanismo y construcción, indica que se revisará, y de ser necesario se impulsarán cambios a la normativa que posibiliten tanto la adaptación del parque habitacional existente, como que los nuevos proyectos inmobiliarios cuenten con facilidades para la instalación de equipos de carga, proveyendo de las canalizaciones adecuadas para la posterior instalación de dichos equipos de carga por parte de los proveedores, incluyendo los medidores de consumo, eventuales equipos de comunicación y la posibilidad de incorporar equipos de almacenamiento energético y uso de Energías Renovables No Convencionales - ERNC.

En los últimos años hemos presenciado el aumento de construcción de edificios a lo largo del país. En paralelo, presenciamos la irrupción de la electromovilidad y observamos como poco a poco en los últimos años se ha comercializado una mayor cantidad de vehículos eléctricos. De la misma manera se da cuenta de la progresiva instalación de cargadores eléctricos tanto en espacios privados como públicos, mayoritariamente en la Región Metropolitana

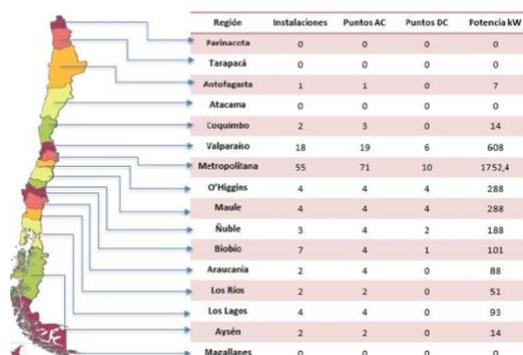


Ilustración 1: 112 Instalaciones de Carga con una potencia total de 4,2 MW. Fuente: Superintendencia de Electricidad y Combustible (diciembre 2019).

El catastro, realizado por la SEC en diciembre del 2019, como se presenta en la ilustración 1, indica que en Chile existían 112 electro cargadores y 6 electro terminales (terminales de buses eléctricos con infraestructura de carga). Destacan las iniciativas de empresas del rubro energético en la instalación de esta infraestructura y también iniciativas comunales como es la incorporación de flotas de vehículos eléctricos en municipios y en empresas de retail y comercio. Es importante mencionar el acuerdo entre COPEC S.A. y el Gobierno Regional de Santiago que, compromete la instalación de 104 cargadores para vehículos eléctricos en espacios públicos para cada una de las 52 comunas de la RM.

En el ámbito inmobiliario, también destacan desde el año 2018 los primeros edificios que incorporan cargadores de vehículos eléctricos, gatillados por iniciativas de las propias inmobiliarias y en algunos casos en convenio con empresas de energía. Sin embargo, estas experiencias por positivas que sean no responden a una planificación global del sector inmobiliario y, a veces, resultan ser más demostrativas que soluciones integrales de futuro. Una de las grandes razones es que no existen normas ni reglamentos que hoy regulen y/o incentiven su instalación. Es por esto que, este estudio tiene gran importancia, ya que está el interés de las autoridades y del sector de la construcción en avanzar en la elaboración de normativa con foco en el diseño de nuevos proyectos con electro cargadores incorporados en su fase de diseño (a lo menos la disposición de canalización para ello), y de la misma forma, evaluar la viabilidad de incorporarlos en edificios ya construidos.

4 Metodología

4.1 Objetivos

a. Objetivo General

Generar insumos e información para apoyar la discusión técnica sobre la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en estacionamientos de edificios revisando alternativas constructivas y técnicas para su implementación.

b. Objetivos Específicos

1. Identificar alternativas constructivas y técnicas para la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en edificios ya construidos.
2. Identificar alternativas constructivas y técnicas para la instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en la etapa de diseño de nuevos edificios.
3. Analizar las diferencias de incorporar infraestructura de carga entre edificios ya construidos y aquellos en etapa de diseño.
4. Realizar un análisis exploratorio, con actores del mercado inmobiliario, sobre los impactos que puede generar la instalación de infraestructura de carga de VE en edificios.

4.2 Metodología del estudio

Para cumplir con los objetivos recién descritos se llevó a cabo, en primer lugar, una revisión de antecedentes secundarios de algunas experiencias internacionales, tomando como criterio de selección algunos países y regiones que han estado a la vanguardia en la implementación de electromovilidad. Tal es el caso de la Comunidad Europea, de Inglaterra que ha avanzado de manera importante en la definición de normas y requerimientos para la instalación de infraestructura de carga para VE y del Estado de California en Estados Unidos³.

³ De acuerdo al reporte anual “Global EV Outlook 2019. Scaling-up the transition to electric mobility”, International Energy Agency – IEA, descargado en: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>, en el escenario actual, que muestra un desarrollo dinámico de políticas de implementación y avances tecnológicos para VE, China lidera el consumo de VE, seguido por la Unión Europea y Norte América, donde

En segundo lugar, se realizó una revisión de la normativa chilena de construcción con foco en edificios de altura, vivienda social, edificios comerciales y específicamente en estacionamientos. Se ha revisado también la Ley de Copropiedad inmobiliaria, analizando como esta puede influir en la incorporación de electro cargadores vehiculares. En este análisis se ha agregado una revisión de la Certificación de Edificio Sustentable (CES) y del Trámite Eléctrico TE6 de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), el cual establece la obligatoriedad de realizar este trámite para la puesta en servicio de las instalaciones para carga de vehículos eléctricos en todo el territorio nacional. Se incorpora también una breve revisión de la propuesta de Pliego Técnico Normativo RIC N° 15, el cual definirá los requisitos de seguridad para instalar cargadores de vehículos eléctricos, este se encuentra actualmente en trámite.

En tercer lugar, se realizó un análisis sobre la instalación y los componentes necesarios para incorporar infraestructura de carga de VE en edificios ya construidos.

En cuarto lugar, se elaboró un análisis de casos identificando tres tipologías para la instalación de cargadores para VE en edificios que se encuentran en etapa de diseño. Cada caso se elabora a partir de una cantidad determinada de estacionamientos, señalando los requerimientos constructivos y eléctricos necesarios para implementar electromovilidad en base a ciertos parámetros, el propósito de este ejercicio es que sea extrapolable en mayores o menores dimensiones y así calcular los costos según las características de distinto tipo de edificaciones.

Con todos estos elementos se realizó posteriormente un análisis comparativo, considerando las ventajas y desventajas de instalar cargadores en edificios construidos y por construir.

Por último, a través de un conjunto de entrevistas de carácter exploratorio se indagó acerca de la visión empresarial sobre la instalación de electromovilidad en edificios y su regulación.

El crecimiento es particularmente importante en Canadá y California, como en otros estados de Estados Unidos que han adoptado mandatos de cero emisión en vehículos (ZEV por sus siglas en inglés). Se debe destacar a Noruega en el caso de Europa, que es el país que a nivel global tiene el mayor porcentaje de VE sobre el total del stock de vehículos livianos (considerando todo tipo de combustibles y energía) en el año 2018. Ver página 15 y 32 del reporte.

5 Normas comparadas a nivel global, normativa en Chile y pliego normativo RIC n°15 sobre carga de vehículos eléctricos

5.1 Normas internacionales sobre carga de vehículos en viviendas en casos seleccionados

Las políticas gubernamentales han jugado un rol fundamental en el desarrollo de la electromovilidad en los países y regiones que están a la vanguardia de este proceso. Estas políticas suelen partir con la definición de una estrategia y un conjunto de compromisos de acción. Los primeros pasos se relacionan con asegurar la disponibilidad de vehículos en el mercado y disponer el acceso a puntos de carga en lugares públicos. En cuanto a la implementación de la infraestructura de carga se observa que esta ha venido acompañada de la definición de estándares de homologación para los cargadores⁴ y la regulación de su instalación en edificios.⁵

El número de cargadores para vehículos eléctricos ha seguido creciendo a nivel global, se estima que el año 2018 estos totalizaron 5,2 millones para vehículos livianos. La mayor parte de estos son de carga lenta⁶, instalados en hogares y lugares de trabajo, los que se complementan con aproximadamente 540 mil cargadores de acceso público (incluyendo 150.000 cargadores rápidos, 78% de los cuales están en China).⁷

Un estudio realizado en Gran Bretaña⁸ señaló que quienes poseían vehículos eléctricos preferían cargar en sus hogares o en su lugar de trabajo, sin embargo, reportaron su interés por que existiera una red extendida de cargadores – y más rápidos- en lugares de acceso público para permitir la realización de viajes largos.

⁴ Las 3 características principales que diferencian a los cargadores son: Nivel (El rango de potencia de salida que tiene el cargador), tipo (el enchufe y conector utilizado para cargar) y el modo (el protocolo de comunicación entre el vehículo y el cargador). De acuerdo con el reporte “Global EV Outlook 2018”, 41 países ya han especificado los estándares que deben considerar los cargadores en base a las características ya señaladas.

⁵ Ver IEA, “Global EV Outlook 2019. Scaling-up the transition to electric mobility”, descargado en: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>, página 6.

⁶ Este tipo de cargadores proveen una potencia inferior o igual a 22 kilowatts (Kw) y los cargadores rápidos proveen una potencia superior a 22 kW (IEA, 2019, pág. 38).

⁷ Para más información ver OP. CIT (IEA, 2019, pág. 9).

⁸ Hirst, David “Electric vehicles and infrastructure”, Briefing Paper, n CBP07480, 31 January 2020, House of Commons Library, UK. Pág. 11.

De los textos estudiados, presentamos las normativas y casos de la Unión Europea, del estado de California en Estados Unidos y de Gran Bretaña.

5.1.1 Unión Europea y su exigencia a los Estados Miembros

Desde un compromiso con la eficiencia energética y la sostenibilidad, la Unión Europea en el año 2018 modifica la directiva que regula la eficiencia energética en edificios. Desde la inclusión de nuevos artículos a la modificación de los ya existentes, para efectos de la electromovilidad, la nueva directiva DIRECTIVA (UE) 2018/844⁹ (publicada en el boletín oficial el 30 de mayo de 2018), sustituye el artículo octavo de la directiva por uno titulado “Instalaciones técnicas de los edificios, electromovilidad e indicador de aptitud para aplicaciones inteligentes” (Antes titulado “Instalaciones técnicas de los edificios”).

A continuación, se presenta una síntesis de la exigencia de la Unión Europea a sus estados miembros, una de múltiples experiencias internacionales, pero cuya importancia radica en la relevancia de la Unión Europea en el ámbito geopolítico. Se centrará la síntesis en la electromovilidad, fundamentalmente en la instalación de infraestructura de carga en edificios.

Artículo 8: “Instalaciones técnicas de los edificios, electromovilidad e indicador de aptitud para aplicaciones inteligentes”

- **Apartado 2:** Para edificios no residenciales nuevos y edificios no residenciales sujetos a reformas importantes que tengan más de 10 plazas de estacionamiento, los estados miembros deben velar porque se instale al menos un punto de recarga en el sentido de la Directiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo y del Consejo (*), y canalizaciones, más concretamente conductos para cables eléctricos, para al menos una de cada cinco plazas, que permitan la instalación futura de puntos de recarga de vehículos eléctricos, cuando el estacionamiento:
 1. Esté ubicado dentro del edificio y, si se trata de reformas importantes, las medidas incluyan los estacionamientos o la infraestructura eléctrica del edificio.
 2. Sea adyacente al edificio y, si se trata de reformas importantes, las reformas incluyan el estacionamiento o la infraestructura eléctrica del edificio.

⁹ DIRECTIVA (UE) 2018/844: <https://www.boe.es/doue/2018/156/L00075-00091.pdf>

La Comisión a su vez informará al Parlamento Europeo y al Consejo, antes del 1 de enero de 2023 sobre la potencial contribución de una política inmobiliaria de la Unión a la promoción de la electromovilidad, y propondrá, de ser necesario, medidas al respecto.

- **Apartado 3:** Los estados miembros establecerán los requisitos para la instalación de un número mínimo puntos de recarga en todos los edificios no residenciales con más de 20 plazas de estacionamiento antes del 1 de enero de 2025.
- **Apartado 4:** Los estados miembros podrán decidir no establecer o no aplicar los requisitos de los apartados 2 y 3 a edificios que sean propiedades de pymes y estén ocupados por estas, según lo define la Recomendación 2003/361/CE.
- **Apartado 5:** En relación con los edificios residenciales nuevos y edificios residenciales sujetos a reformas importantes con más de diez plazas de estacionamiento, los estados miembros velarán por que la instalación de ductos para cables eléctricos, para cada plaza de estacionamiento, permita la instalación futura de puntos de carga para vehículos eléctricos cuando:
 1. El estacionamiento esté dentro del edificio y, si se trata de reformas importantes, las medidas incluyan los estacionamientos o la infraestructura eléctrica del edificio.
 2. Sea adyacente al edificio y, si se trata de reformas importantes, las reformas incluyan el estacionamiento o la infraestructura eléctrica del edificio.
- **Apartado 6.** Los Estados miembros podrán decidir no aplicar los apartados 2, 3 y 5 a categorías específicas de edificios cuando: a) teniendo en cuenta los apartados 2 y 5, o se hayan presentado solicitudes de licencia de obra o equivalentes antes del 10 de marzo de 2021; b) las canalizaciones necesarias dependan de microrredes aisladas o los edificios estén ubicados en las regiones ultraperiféricas, en el sentido del artículo 349 del TFUE, si ello provocara problemas importantes para el funcionamiento del sistema energético local y pusiera en peligro la estabilidad de la red local; c) el coste de las instalaciones de los puntos de recarga y las canalizaciones exceda del 7 % del coste total de la reforma importante del edificio; d) un edificio público ya esté sujeto a requisitos comparables de acuerdo con la transposición de la Directiva 2014/94/UE.

- **Apartado 7:** Los estados miembros establecerán medidas para simplificar la instalación de puntos de recarga en edificios residenciales y no residenciales nuevos y ya existentes y resolverán las posibles barreras reglamentarias, incluidos los procedimientos de autorización y aprobación, sin perjuicio de la legislación en materia de propiedad inmobiliaria y arriendo de los estados miembros.
- **Apartado 8:** Los Estados miembros tendrán en cuenta la necesidad de políticas coherentes en materia de edificios, movilidad alternativa y ecológica, y planificación urbana.

Se debe destacar el caso de Noruega, que si bien no pertenece a la Comunidad Económica Europea, es uno de los países que más ha avanzado en electromovilidad en los últimos años. En Oslo, la capital de Noruega, se adoptaron en el año 2017 normas a nivel municipal para fortalecer la disponibilidad de cargadores privados, para lograr esto se estableció que todos los edificios nuevos deberán asegurar al menos en un 50% la carga vehículos eléctricos¹⁰.

Una de las lecciones aprendidas en Noruega se asocia con el hecho que los usuarios prefieren cargar los VE en sus hogares, esta carga se realiza durante la noche y de esta manera se comienza el día con la batería completa, lo que además resulta más conveniente desde el punto de vista económico¹¹.

5.1.2 El Caso Inglaterra y la estrategia cero emisiones “Road to Zero”¹².

El año 2018, el gobierno propuso las directrices para que al año 2040, todos los autos y SUV (Sport Utility Vehicle) nuevas sean cero emisiones en su llamado “Road to Zero”. Si bien, el gobierno del Reino Unido hoy se encuentra en proceso de salir de la Unión Europea, su política en materia de Electromovilidad aún se encuentra firmemente enraizada en las propuestas de la Unión Europea.

¹⁰ Ver: <https://www.iea.org/policies/8548-building-regulation-evse-oslo?country=Norway&q=norwa&type=Regulatory%20instruments>

¹¹ Erik Lorentzen, Petter Haugneland, Christina Bu, Espen “Hauge Charging infrastructure experiences in Norway - the worlds most advanced EV market”, EVS30 Symposium Stuttgart, Germany, October 9 - 11, 2017. Descargado en: <https://elbil.no/wp-content/uploads/2016/08/EVS30-Charging-infrastructure-experiences-in-Norway-paper.pdf>

¹² HM Government, Department of Transport (2018). Road to Zero. Next steps towards cleaner road transport and delivering our industrial strategy. London, UK. Descargado en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/739460/road-to-zero.pdf

Sin perjuicio de lo anterior, en Julio del 2019 y en línea con su estrategia “Road to Zero”, el gobierno británico puso en consulta pública una propuesta¹³ de políticas para Inglaterra (Gales, Irlanda del Norte, Escocia y Gibraltar deberán proponer políticas propias para el cumplimiento de objetivos) en materia de infraestructura de carga para vehículos eléctricos para edificios residenciales y no residenciales. El periodo de consulta fue del 15 de julio al 7 de octubre de 2019, y a la fecha de emisión de este informe, los resultados aún no están disponibles.

Dicho lo anterior, a continuación, se presenta una síntesis de las propuestas.

- ***Propuesta de política para edificios residenciales***

1. Se propone que cada edificio residencial nuevo con un espacio de estacionamiento asociado cuente con un cargador para vehículos eléctricos, por plaza de estacionamiento¹⁴.
2. Se propone que, para los edificios residenciales ya existentes, que estén bajo renovación y cuenten con más de 10 plazas de estacionamiento, se instalen ductos y rutas de cableado para infraestructura de carga de vehículos eléctricos en cada plaza de estacionamiento, para permitir la instalación de cargadores en el futuro.

- ***Propuesta de política para edificios no residenciales nuevos***

1. Se propone que todo edificio nuevo no residencial, y todo edificio no residencial que esté bajo renovación, con más de 10 plazas de estacionamientos, debe tener al menos un punto de recarga, además la instalación de ductos para un circuito de cableado para futuras instalaciones de puntos de recarga para vehículos eléctricos en uno de cada cinco espacios de estacionamiento.

¹³ Propuesta: (Electric Vehicle Charging in Residential and Non-Residential Buildings, 2019 descargado en: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/818810/electric-vehicle-charging-in-residential-and-non-residential-buildings.pdf)

¹⁴ Se propone que cada estacionamiento tenga un punto de carga, al no ser una obligación las empresas pueden optar por dejar un porcentaje menor de cargadores habilitados.

- **Propuesta para edificios no residenciales existentes que no estén siendo renovados.**
 1. Se propone el requisito, para el año 2025, que todo edificio con más de veinte plazas de estacionamiento debe instalar un punto de recarga común para vehículos eléctricos.

5.1.3 El Caso de California y el “California Green Building Standards Code”¹⁵

California ha sido líder en Estados Unidos en materia de normativa pro electromovilidad, ha estado a la vanguardia en eficiencia energética y, dentro de su normativa, ha dado grandes pasos para el futuro de los edificios residenciales.

California tiene códigos y normas de construcción que buscan asegurar que los edificios cumplan con estándares uniformes de seguridad y desempeño. Mientras los códigos especifican los requerimientos legales para los edificios, los estándares indican como cumplir con esos requerimientos. Los códigos y estándares se vuelven legalmente exigibles cuando las jurisdicciones locales los adoptan incorporándolos a través de una referencia o cuando los incluyen directamente en su legislación. Las ordenanzas locales gobiernan comúnmente los códigos de edificación de una comunidad, las normas de construcción y temas de seguridad municipal¹⁶. El California Green Building Code - CALGreen Code es el primer código mandatorio de estándares verdes de construcción en los Estados Unidos, esto es parte de un programa más amplio para la reducción de gases de efecto invernadero, promueve prácticas de construcción sostenibles para el medioambiente, incluye mandatos y algunas medidas de carácter voluntario. Actualmente todas las medidas relacionadas con vehículos de cero emisiones (ZEV por sus siglas en inglés) incluidas en el CALGreen Code son voluntarias.¹⁷ Sin embargo, los municipios pueden transformar estas medidas en obligatorias adoptándolas a través de una ordenanza. Las siguientes normas pueden ser implementadas a través de ordenanzas locales:

A4.106.8: Provee estándares para Vehículos Eléctricos Enchufables (PEV por sus siglas en inglés), incluyendo la conexión para futuras instalaciones de carga de VE en edificios residenciales.

¹⁵ Visto en: California Green Building Standards - CalGreen Code
https://calgreenenergyservices.com/wp/wp-content/uploads/2019_california_green_code.pdf

¹⁶ Ver en: <https://www.courts.ca.gov/1098.htm?rdeLocaleAttr=es>

¹⁷ Ver: Governor’s Office of Planning and Research. State of California “Zero-Emission Vehicles in California. Community Readiness Guidebook. Toward 1.5 million Zero-Emission Vehicles on California Roadways by 2025.” First edition, 2013. Descargado en: http://opr.ca.gov/docs/ZEV_Guidebook.pdf

A5.106.5.3: Entrega un estándar para conexiones de futuras instalaciones de carga de VE en centros comerciales, retail y otras ubicaciones no residenciales. Incluye también información acerca de los requerimientos mínimos de los estacionamientos de uso público.

A continuación, se presenta una síntesis del California Green Building Standards Code, capítulo 4 sobre normativa para edificación residencial, apartado 4.106.4 sobre infraestructura de carga para vehículos eléctricos, subapartado del apartado 4.106 referente a planificación.

- **Apartado 4.106.4.1:** Para nuevas viviendas unifamiliares, pareadas, o adosadas que tengan un garaje privado, o bien, dos edificaciones que compartan un garaje privado o casas en general que contemplen un garaje privado se debe: instalar los ductos para cables eléctricos necesarios para un circuito dedicado de 208/240 V.
 1. **Apartado 4.106.4.1.1:** Sobre la identificación. Todos los ductos y panales del ducto deben ser identificados como "EV Capable", es decir, el ducto es adecuado para la instalación de un punto de recarga para vehículos eléctricos.

- **Apartado 4.106.4.2:** Sobre nuevas edificaciones para múltiples familias, ya sea edificios de departamentos, condominios u otra edificación destinada a alojar a múltiples familias, y por esto entender, 17 o más unidades habitacionales construidas en el mismo predio, el 3 por ciento de todas las plazas de estacionamiento, y en ningún caso menos de una, deben ser destinadas a puntos de recarga para vehículos eléctricos, ya sea instaladas o con capacidad futura para su instalación.
 1. **Apartado 4.106.4.2.1. Ubicación del Espacio para carga de VE (Espacio VE).** Los documentos constructivos deben indicar la ubicación de los Espacios VE. Donde existan estacionamientos de uso común se debe proveer al menos un Espacio VE y deben estar disponibles para el uso de todos los residentes.
 2. **Apartado 4.106.4.2.2 Dimensiones del espacio destinado para puntos de recarga de VE (Espacio VE).** El espacio para punto de recarga debe ser diseñado cumpliendo lo siguiente:

1. El largo mínimo de cada "Espacio VE" debe ser de 18 pies (5.486 mm).
 2. El ancho mínimo de cada "Espacio VE" debe ser de 9 pies (2.743 mm).
 3. Uno de cada 25 espacios, pero uno como mínimo, debe tener un pasillo de un ancho mínimo de 8 pies (2.438 mm). Un pasillo de un ancho mínimo de 5 pies (1.524 mm) puede ser permitido si el ancho mínimo de un Espacio VE es de 12 pies (3.658 mm).
3. **Apartado 4.106.4.2.3:** De necesitar un espacio para un punto de carga individual, entonces se deben instalar los ductos para cables eléctricos necesarios para un circuito dedicado de 208/240 V.
 4. **Apartado 4.106.4.2.4:** De necesitar espacio para puntos de carga múltiples, se debe proporcionar las especificaciones técnicas y los planos para los ductos, cableado, amperaje necesario y cálculos de carga eléctrica, sobre el sistema local y de red que garantice la carga adecuada y segura de todos los vehículos eléctricos en todas las ubicaciones de forma simultánea. El plano del diseño debe considerar un circuito eléctrico con una potencia mínima de 40 amperes.
 5. **Apartado 4.106.4.2.5:** Sobre la identificación: Todos los ductos y paneles de los ductos deben ser identificados como "EV Capable", es decir, el ducto es adecuado para la instalación de un punto de recarga para vehículos eléctricos.
- **Apartado 4.106.4.3** Para nuevos hoteles y moteles. Todos los nuevos hoteles y moteles por construir deben proporcionar estacionamientos y lugares capaces de instalar infraestructura de carga para vehículos eléctricos, desde la construcción inicial o potencial construcción futura.
 - **Apartado 4.106.4.3.1** Sobre el número de espacios requeridos para carga para vehículos eléctricos. El número mínimo requerido de espacios de estacionamiento con capacidad de infraestructura de carga para vehículos eléctricos dependerá del número total de estacionamientos que tendrá la edificación según la siguiente tabla (ver tabla 1).

Tabla 1 - Espacios requeridos para carga de vehículos eléctricos según cantidad de estacionamientos.

| Número total de Estacionamientos | Número requerido de espacios para recarga de vehículos eléctricos |
|----------------------------------|---|
| 0-9 | 0 |
| 10-25 | 1 |
| 26-50 | 2 |
| 51-75 | 4 |
| 76-100 | 5 |
| 101-150 | 7 |
| 151-200 | 10 |
| 201 y más | 6 por ciento del total |

Fuente: 2019 California Green Building Standards Code. Tabla 4.106.4.3.1. del apartado 4.106.4.3.1.

- **Apartado 4.106.4.3.2 Dimensiones del espacio destinado para puntos de recarga de VE (Espacio VE).** El espacio para punto de recarga debe ser diseñado cumpliendo lo siguiente:
 1. El largo mínimo de cada "Espacio VE" debe ser de 18 pies (5.486 mm).
 2. El ancho mínimo de cada "Espacio VE" debe ser de 9 pies (2.743 mm).
- **Apartado 4.106.4.3.3 Espacio requerido para punto de recarga individual.** Cuando se requiere instalar un punto de recarga individual el "Espacio VE" debe ser diseñado de acuerdo con lo establecido en la sección 4.106.4.2.3.
- **Apartado 4.106.4.3.4 Espacio requerido para punto de recarga múltiple.** Cuando se requiere instalar un punto de recarga múltiple el "Espacio VE" debe ser diseñado de acuerdo con lo establecido en la sección 4.106.4.2.4.
- **Apartado 4.106.4.3.5 Identificación.** Los tableros eléctricos o sub-tableros deben ser identificados de acuerdo con la sección 4.106.4.2.5.
- **Apartado 4.106.4.3.6 Espacio VE accesibles.** Además de los requerimientos señalados en la sección 4.106.4.3, los espacios VE para hoteles y moteles y todos los SAVE, una vez instalados, deben cumplir con las normas de accesibilidad para puntos de carga de VE del Código de Construcción de California, Capítulo 11B.

El Apéndice A5 del CalGreen incluye medidas voluntarias para edificios no residenciales. Estas medidas no son mandatorias, pueden ser adoptadas por una ciudad, un condado y provee de medidas adicionales que los diseñadores, constructores y propietarios pueden considerar para la planificación, diseño y el proceso de construcción.

- **Apartado A5.106.5.3 Carga de VE.** La construcción debe cumplir con los requisitos de la sección A5.106.5.3.1 y A5.106.3.2 para facilitar la instalación futura de equipos de suministro de vehículos eléctricos.
 - **A5.106.5.3.1 Tier 1.** La tabla A5.106.5.3.1 debe ser utilizada para determinar la cantidad de espacios requeridos para la futura instalación de equipos de suministro de Vehículos Eléctricos de carga múltiple.
 - **A5.106.5.3.2 Tier 2.** La tabla A5.106.5.3.2 debe ser utilizada para determinar si los espacios requeridos corresponden para la futura instalación de equipos de suministro de vehículos eléctricos individuales o múltiples.

Tabla A5.106.5.3.1

| Cantidad actual de espacios para estacionamientos | Tier 1 Cantidad de espacios requeridos para cargadores de VE |
|---|--|
| 0-9 | 0 |
| 10-25 | 2 |
| 26-50 | 3 |
| 51-75 | 5 |
| 76-100 | 7 |
| 101-150 | 10 |
| 151-200 | 14 |
| 201 y más | 8 por ciento del total* |

*. El cálculo de espacios debe redondearse al número entero más cercano.

Tabla A5.106.5.3.2

| Cantidad actual de espacios para estacionamientos | Tier 1 Cantidad de espacios requeridos para cargadores de VE |
|---|--|
| 0-9 | 1 |
| 10-25 | 2 |
| 26-50 | 4 |
| 51-75 | 6 |
| 76-100 | 9 |
| 101-150 | 12 |
| 151-200 | 17 |
| 201 y más | 10 por ciento del total* |

*. El cálculo de espacios debe redondearse al número entero más cercano.

- **A5.106.5.3.3 Identificación.** En el listado de circuitos del tablero de distribución eléctrico, se debe identificar la protección de sobrecorriente para la futura instalación del SAVE como "EV CAPABLE" (es decir, el ducto es adecuado para la instalación de un punto de recarga para vehículos eléctricos). Las canalizaciones para la instalación de un punto de recarga en el estacionamiento deben estar marcadas de manera visible y permanente como "EV CAPABLE".
- **A5.106.5.3.4** Los futuros espacios de carga califican como estacionamientos de acuerdo con lo señalado en la sección A5.106.5.1 de estacionamientos de vehículos de aire limpio.

5.2 Normativa relevante sobre estacionamientos en edificios en Chile

5.2.1 Introducción al Marco Legal

En el caso específico de este estudio, se ha revisado la normativa existente para estacionamientos en Chile en cuanto a cantidad y características de estacionamientos para edificios residenciales. La determinación de la cantidad de estacionamientos o “calzos” dentro del diseño de edificio, determinará, finalmente, la cantidad de cargadores para autos eléctricos, su posición y su distribución respectiva. Es así como, tenemos comunas en la que normativa de estacionamiento, establecidas en el instrumento de regulación (Plan Regulador Comunal) es más bien “laxa” y, en cambio, tenemos la situación contraria en otras comunas del país, en la cuales las autoridades comunales han tratado de controlar la explosión inmobiliaria que les afecta, a través de normativa específica para estacionamientos, transformando este aspecto, en protagonista de los proyectos residenciales.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones define en su artículo 1.1.2 que un edificio corresponde a *“toda edificación compuesta por uno o más recintos, cualquiera sea su destino”*. La Ley General de Urbanismo y Construcciones estableció en su artículo 131 que existen dos tipos de unidades a ser consideradas *“unidades repetidas”*, por un lado *“la casa aislada o pareada, ya sea de uno o dos pisos, que se repite en el conjunto (habitacional)”*, y por otro *“los edificios en altura con piso tipo repetido”*. Se puede entender entonces que existen dos tipos de edificios: *“la vivienda”* de hasta 2 pisos de altura, y *“los edificios en altura”*, los que corresponderían a la edificación que tiene 3 pisos o más.

El presente estudio se focalizará en la normativa aplicable a los estacionamientos edificados como parte de la dotación de un edificio en altura, ya sea este de oficinas o departamentos, los cuáles según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones los define como edificación colectiva (artículo 1.1.2. *“la constituida por unidades funcionales independientes, tales como departamentos, oficinas y locales comerciales”*).

La normativa urbana aplicable a los estacionamientos en edificios en altura está contenida en los siguientes textos en orden de prelación:

1. Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC).
2. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC).
3. Ley sobre copropiedad inmobiliaria.
4. Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), tales como, Planes Reguladores Intercomunales, Planes Reguladores Comunales (PRC) y Planes Seccionales.

La Ley General de Urbanismo y Construcciones establece en el artículo 47° que las comunas que deberán contar con Plan Regulador Comunal¹⁸ son:

1. Comunas sujetas a Planificación Urbana-Regional o Urbana-Intercomunal, es decir, que forman parte de una unidad urbana superior a 500.000 habitantes.
2. Todos los centros poblados de una comuna con más de 7.000 habitantes.
3. Los centros poblados de una comuna que sean afectados por una destrucción parcial o total.
4. Los centros poblados de una comuna que la SEREMI de Vivienda y Urbanismo determine.

Debido a la cantidad y variedad de los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), y a su carácter local, en el presente apartado nos referiremos únicamente a las normas con carácter nacional, más adelante en el documento nos referiremos a cómo los IPT han abordado el tema de los estacionamientos.

5.2.2 Ley General de Urbanismo y Construcciones - LGUC

El DFL N°458, MINVU, de 1975 establece la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC). Dicha ley ha tenido varias modificaciones sucesivas. La última fue publicada el 13 de febrero de 2019.

La LGUC en materia de estacionamientos delega en la Ordenanza General el determinar la cantidad y características de los estacionamientos que deberá contener cada edificación y en los IPT la posibilidad de proponer límites diferentes a lo establecido en la Ordenanza.

En el artículo 28 quáter letra c, se establece que los instrumentos de planificación urbana comunal deberán ajustarse a *“el mínimo de estacionamientos que estarán localizados en el interior del predio que determine la Ordenanza General”*, sumando que en *“el caso de viviendas, será uno por cada dos unidades, a menos que el propio instrumento contemple límites diferentes, sean inferiores o superiores, por razones de congestión o densidad”*. También señala que *“sin perjuicio de respetar lo dispuesto en el artículo 8 de la ley N° 19.537, sobre copropiedad inmobiliaria”* y que *“Tratándose de usos distintos del habitacional, se estará a lo que determine la Ordenanza General en función del destino e intensidad de ocupación”*.

En el artículo 41° se establece que una de las disposiciones sobre las que se pueden referir los Planes Reguladores Comunales son los estacionamientos.

¹⁸ Para mayor información ver: www.observatorios.minvu.cl, que presenta el listado de comunas a seleccionar por región y muestra el estado en cada comuna (vigente, formación, elaboración, etc.)

En el artículo 165° se permite, en los grupos de Viviendas Económicas (las construidas en conformidad a las disposiciones del DFL N° 2 de 1959, siempre que la superficie edificada no supere los 140 m² y reúna lo exigido en título 6 de la OGUC), la incorporación de locales destinados, entre otros, a estacionamientos, siempre que no excedan el “30% del total de la superficie edificada en los conjuntos habitacionales formados exclusivamente por edificios de departamentos de 3 o más pisos”, dicha limitación de porcentaje no regirá en las zonas en que el Plan Regulador admite los destinos señalados.

5.2.3 Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones - OGUC

El Decreto Supremo MINVU N°47 de 1992, fija el texto de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). El texto ha tenido varias modificaciones sucesivas. La última fue publicada el 30 de septiembre de 2019.

La OGUC fija las dimensiones mínimas que deberán tener los estacionamientos, delegando en los IPT fijar mínimos de dotación requerida. Además, contempla algunas salvedades que permiten reducir el número de estacionamientos requerido.

El artículo 2.4.1 establece que *“todo edificio que se construya deberá proyectarse con una dotación mínima de estacionamientos de acuerdo con lo que fije el Instrumento de Planificación Territorial respectivo”* consignando dos salvedades:

1. *“Tratándose de proyectos relacionados con Monumentos Nacionales, zona típicas, inmuebles o zonas de conservación histórica, o que se emplacen al costado de vías de más de 100 años de antigüedad o de paseos peatonales, el Director de Obras Municipales deberá autorizar excepciones a las disposiciones de este capítulo”.*
2. *“Salvo que el respectivo instrumento de planificación territorial lo prohíba, los proyectos que se emplacen cerca de una estación de tranvía o de ferrocarril urbano o interurbano, a una distancia de menos de 300 ó 600 metros según se trate de proyectos de vivienda o de equipamiento de servicios, respectivamente, podrán rebajar hasta la mitad la dotación de estacionamientos requerida”.*

El artículo 2.4.1. bis complementa al artículo anterior señalando que *“Todo edificio que se construya deberá proyectarse con una dotación mínima de estacionamientos para bicicletas, de acuerdo con lo que fije el Plan Regulador Comunal en función de la carga de ocupación o de la cantidad de estacionamientos para automóviles del proyecto. Esta exigencia podrá cumplirse descontando parte de los estacionamientos requeridos para automóviles”.*

El artículo 2.4.2 establece que *"los estacionamientos subterráneos en predios de dominio privado serán considerados como una actividad complementaria a cualquier uso de suelo"* salvo que se prohíban expresamente en el IPT.

El mismo artículo señala que *"Los estacionamientos contemplados en un proyecto deberán tener un ancho mínimo de 2,5 m, un largo no inferior a 5 m y una altura libre mínima de 2 m bajo vigas o elementos horizontales. Dicho ancho mínimo podrá reducirse hasta en un 10% por elementos estructurales, siempre que no afecte a más de la mitad del largo requerido"* y que *"de la dotación mínima de estacionamientos que deba proyectarse, deberán habilitarse para el uso de personas con discapacidad, los estacionamientos resultantes de la aplicación de la tabla contenida en este inciso"* dichos estacionamientos *"tendrán 2,5 m de ancho más una franja de circulación segura de 1,10 m de ancho"*.

El artículo 2.4.3 establece el requerimiento de Estudios de Impacto sobre el Sistema de Transporte Urbano (EISTU) para *"los proyectos residenciales y los proyectos no residenciales que consulten en un mismo predio 250 o más y 150 o más estacionamientos, respectivamente"*.

5.2.4 Planes Reguladores Comunes (PRC)

Se presenta a continuación las exigencias que impone los Planes Reguladores Comunes de un grupo de comunas seleccionadas a modo de ejemplo para este estudio, respecto a la cantidad de estacionamientos por vivienda. Para la selección se utilizó como criterio mostrar las diferencias según nivel socioeconómico y las realidades regionales.

Para determinar la cantidad de estacionamientos promedio por edificio se revisó lo establecido en los planes reguladores de un grupo de comunas. Los casos seleccionados corresponden a las 10 comunas que presentan el mayor porcentaje de departamentos en edificios a partir de las viviendas efectivamente censadas (Censo 2017, INE), se incluye además a todas las capitales regionales para tener una visión de lo que ocurre en el resto del país (ver tabla 2).

*Tabla 2 - Porcentaje de departamentos construidos
según cantidad de viviendas en cada comuna.*

| Comuna | Total de viviendas | Departamentos | % del total |
|---------------|--------------------|---------------|-------------|
| Providencia | 70.965 | 61.591 | 86,79 |
| Santiago | 193.628 | 154.396 | 79,74 |
| Ñuñoa | 92.248 | 68.682 | 74,45 |
| Las Condes | 118.007 | 81.201 | 74,45 |
| San Miguel | 42.947 | 26.586 | 61,90 |
| Vitacura | 31.777 | 18.986 | 59,75 |
| Independencia | 36.666 | 19.711 | 53,76 |
| Viña del Mar | 147.117 | 67.357 | 45,78 |
| Macul | 43.121 | 19.173 | 44,46 |
| Concón | 19.228 | 8.548 | 44,46 |
| Arica | 66.397 | 12.756 | 19,21 |
| Iquique | 65.498 | 22.525 | 34,39 |
| Antofagasta | 11.752 | 27.939 | 25,00 |
| Copiapó | 53.641 | 6.812 | 12,70 |
| La Serena | 78.787 | 17.590 | 22,33 |
| Valparaíso | 115.97 | 30.689 | 26,46 |
| Rancagua | 87.992 | 19.303 | 21,94 |
| Talca | 77.378 | 7.807 | 10,09 |
| Chillán | 61.352 | 3.284 | 5,35 |
| Concepción | 83.927 | 30.302 | 36,11 |
| Temuco | 97.737 | 14.390 | 14,72 |
| Valdivia | 56.021 | 4.242 | 7,57 |
| Puerto Montt | 81.573 | 5.453 | 6,68 |
| Coyhaique | 18.991 | 440 | 2,32 |
| Punta Arenas | 46.493 | 2.361 | 5,08 |

Fuente: Elaboración propia en base a datos INE – Censo 2017.

En base a la información de la tabla anterior, se puede proyectar que el promedio de estacionamientos en edificios de departamento corresponde, aproximadamente, a lo presentado en la tabla 3.

Tabla 3 - Total de estacionamientos por comuna

| Comuna | Departamentos (1) | % Exigido en PRC (2) | Estacionamientos (3) = (1*2) | % visitas (4) | Total por Comuna (3)+(3)*(4) |
|---------------|----------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| Providencia | 61.591 | 1 | 61.591 | 20% | 73.909 |
| Santiago | 154.396 | 0,5 | 77.198 | 15% | 100.357 |
| Ñuñoa | 68.682 | 1 | 68.682 | 15% | 78.984 |
| Las Condes | 81.201 | 1,59 | 129.110 | 0% | 129.110 |
| San Miguel | 26.586 | 0,33 | 8.773 | 15% | 12.761 |
| Vitacura | 18.986 | 2,69 | 51.072 | 20% | 54.870 |
| Independencia | 19.711 | 1 | 19.711 | 20% | 23.653 |
| Viña del Mar | 67.357 | 1 | 67.357 | 25% | 84.196 |
| Macul | 19.173 | 0,27 | 5.177 | 12% | 7.477 |
| Concón | 8.548 | 1 | 8.548 | 20% | 10.258 |
| Arica | 12.756 | 1 | 12.756 | 0% | 12.756 |
| Iquique | 22.525 | 1 | 22.525 | 0% | 22.525 |
| Antofagasta | 27.939 | 1 | 27.939 | 15% | 32.130 |
| Copiapó | 6.812 | 1 | 6.812 | 15% | 7.834 |
| La Serena | 17.590 | 1 | 17.590 | 20% | 21.108 |
| Valparaíso | 30.689 | 0,33 | 10.127 | 0% | 10.127 |
| Rancagua | 19.303 | 1 | 19.303 | 20% | 23.164 |
| Talca | 7.807 | 1 | 7.807 | 20% | 9.368 |
| Chillán | 3.284 | 1 | 3.284 | 0% | 3.284 |
| Concepción | 30.302 | 0,5 | 15.151 | 0% | 15.151 |
| Temuco | 14.390 | 0,62 | 8.922 | 9% | 10.217 |
| Valdivia | 4.242 | 0,27 | 1.145 | 0% | 1.145 |
| Puerto Montt | 5.453 | 1 | 5.453 | 25% | 6.816 |
| Coyhaique | 440 | 1 | 440 | 0% | 440 |
| Punta Arenas | 2.361 | 0,33 | 779 | 0% | 779 |

Fuente: Elaboración propia en base a información de Planes Reguladores Comunales y Censo Nacional 2017 (INE).

El promedio para las 25 comunas estudiadas corresponde a 1,14 estacionamientos por departamento.

De la oferta señalada por el Censo Incoin de Tinsa para el primer período de 2019 correspondiente a 92.383 de departamentos, se identifica que 21.682 obtuvieron algún subsidio estatal, es decir, el 23,5% de la oferta puede ser reconocida como vivienda social y, por lo tanto, su exigencia de estacionamientos se reduce a uno cada 2 viviendas¹⁹.

Sólo para efectos ilustrativos que permitan cuantificar la cantidad total de estacionamientos en edificios de departamentos presentes en Chile, se puede suponer una relación directa de las cifras levantadas por el presente estudio con los totales nacionales. Del total de departamentos en edificios efectivamente censados en 2017 se podría suponer que 267.103 corresponden a vivienda social y que por lo tanto aportan 133.552 estacionamientos, y que los 870.959 departamentos restantes aportan 997.071 estacionamientos. Entonces, de acuerdo con lo descrito, el número total de estacionamientos en edificios de departamento en 2017 es aprox. de 1.130.623 y al aumentar un 5% anual para 2020 corresponderán a 1.308.837 estacionamientos.

5.2.5 Ley sobre Copropiedad Inmobiliaria

La Ley N° 19.537 de 1997 sobre Copropiedad Inmobiliaria ha tenido varias modificaciones sucesivas. La última fue publicada el 30 de mayo de 2015.

La ley sobre copropiedad inmobiliaria establece que los estacionamientos incluidos en el interior de un condominio pueden ser unidades de dominio exclusivo, y por lo tanto enajenables, o bienes comunes.

El artículo 1 establece que los estacionamientos son parte de "*los inmuebles que integran un condominio y sobre los cuales es posible constituir dominio exclusivo*".

En este sentido, si bien pueden ser enajenados por el "dueño" del estacionamiento, esta venta se refiere al uso exclusivo de este, no al cambio de destino ni constituye "propiedad", sino que derechos.

¹⁹ La OGUC, en su título 6, define la vivienda social a partir del avalúo fiscal, lo que incluye a las viviendas económicas. Se establece como vivienda social aquella vivienda económica que no supere 140 m² de superficie y UF 400 de tasación. En el caso de viviendas sociales en condominios, dicha tasación asciende a UF 520. Dado lo complejo de establecer el avalúo fiscal de cada unidad de departamento incluida en el estudio, se hace la suposición de que correspondería a viviendas sociales a las que se les asigna algún tipo de subsidio estatal. Se debe tomar en cuenta que habitualmente este tipo de vivienda no cuenta con estacionamientos subterráneos. La exigencia relativa a la cantidad de estacionamientos en viviendas sociales se define en la Ley N° 19.537 de Copropiedad Inmobiliaria.

El artículo 8° señala que los condominios de viviendas sociales²⁰ *“...deberán contar, a lo menos, con un estacionamiento por cada dos unidades destinadas a viviendas”* y que *“los estacionamientos que correspondan a la cuota mínima obligatoria sólo podrán enajenarse en favor de personas que adquieran o hayan adquirido una o más unidades en el condominio”*. La posibilidad que estos condominios tengan estacionamientos subterráneos dependerá del diseño de los mismos, dado que no existe obligatoriedad en este sentido.

El mismo artículo establece que en *“el caso de contemplarse estacionamientos de visitas, éstos tendrán el carácter de bienes comunes del condominio”*.

5.2.6 Certificación Edificio Sustentable (CES)

La construcción sustentable ha tenido un desarrollo relevante a nivel global, pasando de una lógica de *“hacer lo correcto”* a una *“demanda de clientes y mercado”*. Todavía existe la percepción que la incorporación de atributos sustentables en proyectos inmobiliarios implica costos adicionales importantes, sin embargo, varios estudios están mostrando que estos pueden realizarse en el marco de presupuestos convencionales y tener mayor valor como activo, mejorando su potencial de comercialización²¹.

Existen distintos tipos de sistemas de calificación y certificación de edificios a nivel internacional, los que evalúan proyectos inmobiliarios para determinar si cumplen con parámetros de sustentabilidad. En Chile los sistemas de certificación sustentable están en una etapa incipiente, donde desde el 2014 se da inicio al sistema nacional de certificación CES- *“Certificación Edificio Sustentable”*. Este es un sistema de evaluación, calificación y certificación del comportamiento ambiental de edificios de uso público, desarrollada por el Instituto de la Construcción y cuenta con el apoyo del Ministerio de Obras Públicas, la Cámara Chilena de la Construcción, el Colegio de Arquitectos de Chile y otras instituciones públicas y privadas.

Sus objetivos son evaluar, calificar y certificar *“la capacidad que tiene un edificio de lograr niveles adecuados de calidad ambiental interior, con un uso eficiente de recursos y baja generación de residuos y emisiones”*.

Las variables consideradas en la certificación se agrupan en cinco aspectos temáticos:

1. Calidad del ambiente interior

²⁰ Estos condominios se definen como: *“...aquellos conjuntos habitacionales acogidos a la Ley N° 19.537 de Copropiedad Inmobiliaria, tanto los conformados por unidades habitacionales en un terreno común como los formados por lotes individuales y áreas comunes. Estos conjuntos deben estar constituidos por viviendas sociales, cuya tasación no supere las 520 UF por unidad.”* Ver en: <https://www.bcn.cl/leyfacil/recurso/condominios-de-viviendas-sociales>

²¹ Ver: *“Guía de Desarrollo Sustentable de proyectos inmobiliarios”*, Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2015, página 23.

2. Energía
3. Agua
4. Residuos
5. Gestión

La medición de cada variable se divide en cuatro categorías:

- a. Arquitectura
- b. Instalaciones
- c. Construcción
- d. Operación

En el aspecto temático “energía” en la categoría “instalaciones” considera las siguientes variables:

1. Iluminación artificial: Potencia instalada y sistema de control.
2. Climatización y Agua Caliente Sanitaria (ACS): Relación de la potencia requerida e instalada y rendimiento nominal de equipos de climatización y ACS.
3. Otros consumos: Reducción de la potencia de equipos y artefactos y cobertura del consumo de energía mediante Energías Renovables no Convencionales (ERN) o procesos de cogeneración de alta eficiencia.

La evaluación considera un mínimo de requerimientos obligatorios y otros varios voluntarios.

La implementación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos en edificios no está considerada hasta el día de hoy, su inserción en esta certificación podría contribuir a cumplir con varios atributos sustentables asociados a eficiencia energética y disminución de la huella de carbono.

5.2.7 Normativa eléctrica para la puesta en servicio de infraestructura para la carga de vehículos eléctricos

La primera normativa chilena referente a sistemas de carga para vehículos eléctricos fue publicada por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) a través de Resolución Exenta N°26339 con fecha 15 de noviembre de 2018. En ella establece la obligatoriedad de realizar el Trámite Eléctrico TE6 para la puesta en servicio de las instalaciones para carga de vehículos eléctricos en todo el territorio nacional.

En dicho decreto se establece los sistemas de carga de vehículos eléctricos como instalaciones eléctricas especiales, cuyo requerimiento energético es mayor al de una instalación domiciliaria común. Lo mismo aplica para las instalaciones en vías públicas concesionadas, clasificándolas como Instalaciones de Consumo, según lo establece el artículo 2.2 de la Norma Técnica NCh. Elec. 4/2003.

De acuerdo con las normas internacionales a las que hace referencia el decreto 26.339 (citado más arriba), se define la carga de un vehículo eléctrico como las funciones orientadas a suministrar una corriente de alimentación alterna de tensión y frecuencia normalizadas, cuyos valores de corriente y tensión son regulados, para asegurar la carga correcta de la batería del vehículo eléctrico.

Finalmente, para garantizar la seguridad de las personas y equipos, garantizar la calidad y continuidad de suministro, la SEC determina este procedimiento de comunicación necesario para la puesta en servicio de la infraestructura para la carga de vehículos eléctricos, estableciendo las condiciones mínimas de seguridad que se deberán cumplir por parte de los instaladores electricistas autorizados para efectuar este trámite.

Junto con lo anterior, este sistema de comunicación le permite a la SEC tener un control sobre las instalaciones y quienes las ejecutan, además de corregir las deficiencias que pudiesen observarse en relación con el cumplimiento de esta normativa.

En lo que respecta al procedimiento para el trámite de energización de la infraestructura de carga de vehículos eléctricos, la Superintendencia establece que el trámite eléctrico TE6, para la comunicación de energización de sistemas de carga de vehículos eléctricos que se instalen en propiedades particulares, fiscales o bienes nacionales de uso público deberá ser efectuada por un instalador eléctrico autorizado por la SEC, cuya potencia máxima a declarar se indica en la siguiente tabla 4.

Tabla 4 – Clase de instaladores eléctricos autorizados por la SEC

| Ámbito | Clase | Descripción trámite TE6 |
|-----------|-------|--|
| Eléctrico | A | Instalaciones unitarias cuya capacidad instalada sin límite de potencia. |
| | B | Permite ejecutar instalaciones de baja tensión. Con 500 kW máximo de potencia instalada. |
| | C | Permite ejecutar instalaciones de baja tensión. Con 100 kW máximo de potencia instalada. |
| | D | Permite ejecutar instalaciones de baja tensión. Con 10 kW máximo de potencia instalada. |

Fuente: Manual de Usuario Plataforma TE 6, Perfil Usuario Declarador.Sistema (SEC)²²

- La documentación que se debe adjuntar a través de la plataforma electrónica E-Declarador de la Superintendencia (www.sec.cl), cuyos documentos se describen a continuación:

²² Disponible en: <https://docplayer.es/108237572-Manual-del-usuario-plataforma-te6-usuario-declarador-comunicacion-de-energizacion-de-infraestructura-para-la-carga-de-vehiculos-electricos.html>

- Plano de la instalación en formato normalizado según norma NCh. Elec. 2/84, donde se debe incluir el emplazamiento de la instalación, ubicación de los componentes de las estaciones de carga, detalles de la instalación y funcionamiento de sistemas de protección para los cargadores.
- Memoria explicativa en formato normalizado según norma NCh. Elec. 2/84, indicando toda la información técnica que indica la norma.
- Certificado de seguridad del cargador eléctrico y de los demás componentes eléctricos de la instalación.
- Manual de usuario, en el cual se deben detallar los pasos a seguir para la carga del vehículo en lugares públicos.
- Informe de imágenes de la instalación en el que se deben incluir:
 - Numeración de la propiedad.
 - Medidor de la instalación (N° de cliente y Capacidad de la protección termomagnética).
 - Punto de carga.
 - Canalización de los conductores hacia el punto de carga.
 - Tablero eléctrico en el cual están las protecciones del punto de carga.

5.3 Pliego Técnico Normativo RIC N°15 (En trámite)

El objetivo del pliego técnico RIC N° 15, actualmente en trámite, es establecer los requisitos de seguridad que se deben cumplir al instalar cargadores de VE en las instalaciones de consumo de energía eléctrica del país. Aplica a todos los cargadores de VE que se instalen en las instalaciones de consumo de energía eléctrica. El ámbito de aplicación comprende las estaciones de carga para vehículos eléctricos.

Específicamente este pliego establece disposiciones sobre:

- Estacionamientos de viviendas individuales.
- Estacionamientos en edificios y conjuntos habitacionales.
- Estacionamientos de oficinas, locales comerciales, asistenciales, industriales.
- Estacionamientos de uso privado.
- Estacionamientos públicos, sean gratuitos o de pago.
- Vías de tránsito de uso público y/o privado.
- Electrolinerías destinadas a prestar el servicio de carga de vehículos eléctricos.
- Electroterminales o Centro de carga para transporte público.

Las disposiciones contemplan:

- Disposiciones Generales

- Modos y casos de carga
- Empalme
- Alimentadores
- Tablero
- Conductores y canalizaciones
- Sistemas de puesta a tierra
- Dimensionamiento de circuitos y protecciones
- Características según el tipo de instalación
- Montaje y disposición de equipos
- Sistemas de alimentación de vehículos eléctricos
- Rotulación

En lo referente a instalaciones de cargadores de vehículos eléctricos en edificios, es necesario mencionar y analizar lo indicado en el Pliego Técnico RIC N° 15, (documento que se encuentra actualmente en consulta pública), que hace la distinción entre la instalación múltiple de equipos de carga e instalaciones unitarias.

Para instalaciones múltiples aplica lo indicado en el punto 5.9 del Pliego Técnico que establece que:

Toda instalación que cuente con más de quince sistemas de alimentación específicos de vehículos eléctricos y que la suma de potencia de recarga eléctrica sea mayor a 100 [kW] se deberá contar con un sistema de gestión de carga o sistema de protección de línea general.

Esta exigencia es fundamental para mantener la calidad y seguridad del suministro eléctrico en el edificio, ya que permite gestionar la energía en función de la demanda que se genera según la cantidad de cargadores conectados al sistema. Esto quiere decir que, el sistema de protección debe disminuir momentáneamente la potencia de carga del vehículo eléctrico, ya sea desconectando cargas o regulando la intensidad de esta para no superar el nivel máximo permitido.

Lo anterior aplica en el caso de instalaciones donde se declaren múltiples cargadores eléctricos asociados a un empalme. Para el caso de instalaciones unitarias en que el usuario contrata un empalme exclusivo para uso del sistema de carga de vehículos eléctricos, esta disposición no aplica debiendo regirse por las disposiciones exigidas para la instalación de empalmes eléctricos. Dado esto se analizarán los casos de instalaciones unitarias y grupales de sistemas de carga de vehículos eléctricos.

En los aspectos más generales se exige que toda instalación para carga de vehículos eléctricos cuente con un proyecto técnicamente concebido, de manera de asegurar que la

instalación no presenta riesgos para operadores y usuarios, proporcione un buen servicio, además de ser de fácil mantenimiento y tenga flexibilidad para futuras modificaciones o ampliaciones.

Otro punto relevante para tomar en cuenta es lo indicado en los modos de carga en el Capítulo 6, numeral 6.1 del Pliego Técnico N° 15. Se señala que para sistemas múltiples de carga de vehículos eléctricos aplica lo indicado en los modos de carga 3 y 4, que corresponden a modos que no tienen limitación en la corriente de carga. En estos casos se requiere que la infraestructura cuente con un Sistema de Alimentación específico de Vehículo Eléctrico (SAVE). Este sistema corresponde al conjunto de equipos instalados, incluyendo sistema de protecciones, cable de conexión y la base toma corriente, además del sistema de comunicación entre el vehículo eléctrico y la instalación fija de carga.

Los modos de carga 3 y 4 se diferencian entre sí en que el modo de carga 3 corresponde a la conexión directa del VE a la red de alimentación, donde el elemento cargador se encuentra instalado dentro del vehículo (Cargador a Bordo) y, por lo tanto, la conexión del vehículo se realiza a la red de corriente alterna. Por otro lado, en el modo de carga 4 el elemento de carga se encuentra ubicado en el equipo cargador (SAVE), fuera del vehículo (Cargador Externo), en cuyo caso el suministro de energía al vehículo se realiza en corriente continua.

El modo de carga 1 no es apto para la carga de vehículos eléctricos y el modo de carga 2 es para instalaciones individuales donde la corriente máxima de carga no puede exceder los 10 [A], por lo que no es aplicable para la carga múltiple de vehículos eléctricos a nivel de edificios residenciales o condominios. El modo de carga 2 puede ser aplicable en edificios residenciales para el caso de instalaciones unitarias asociadas a empalmes independientes, sin embargo, el Pliego Técnico N° 15 establece que este método de carga se permite cuando se requiere realizar una carga eventual domiciliaria de emergencia o de viaje.

En lo referente al empalme al cual se conecta la instalación de carga de vehículos eléctricos, cuando se trata de una instalación de múltiples unidades de carga, aplica lo indicado en el punto 7.2.2 del Pliego Técnico Normativo RIC N°15 el cual establece que los equipos de carga de vehículos podrán conectarse a un tablero de la instalación de consumo, utilizando el mismo empalme y medidor de la instalación, debiendo contar adicionalmente con un equipo de medida secundario exclusivo para registrar los consumos asociados a la carga de vehículos, el que puede estar incorporado en el equipo de carga o ser externo a él.

Complementario al punto anterior y en el mismo Pliego Técnico, el punto 7.4 indica que se debe disponer de un espacio dedicado para instalar cajas de empalme, tableros eléctricos junto al medidor principal, en caso de no contar con espacio suficiente se deberá habilitar otro local o armario. En el caso de edificios que cuenten con sistemas de recarga de

vehículos eléctricos en subterráneos, las cajas de empalme y medidores podrán ser del tipo concentrado, distribuidos o mixtos, pudiendo estar ubicados en cajas o gabinetes fuera de estos recintos, en cada piso o estacionamiento, según se indica en el punto 7.5.

La Ilustración 2 a continuación muestra las configuraciones descritas anteriormente. En ambos casos el elemento de carga se conecta al empalme del edificio, el cual es compartido con el resto de los servicios del edificio. El medidor de energía exclusivo para cargas de vehículos eléctricos puede incluirse como un elemento externo o integrado al equipo de carga.

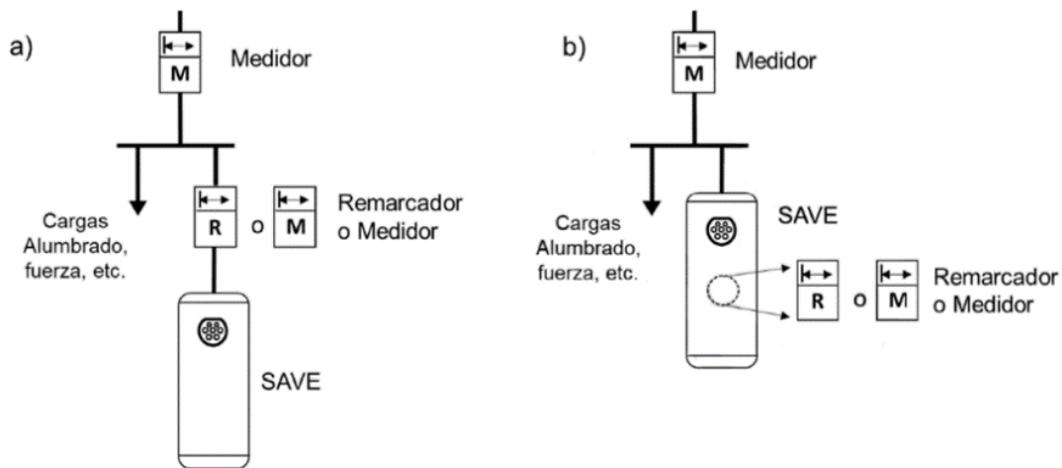


Ilustración 2 -Esquema con un medidor principal responsabilidad de la distribuidora y un medidor o un remarcador general o específico por cargador, de responsabilidad propietario. Para instalaciones mayores a 10kW. Fuente: Pliego Técnico N°15, página 20, figura B2.

Respecto a los conductores eléctricos necesarios para la interconexión entre el tablero eléctrico y los equipos de carga, se siguen las consideraciones establecidas en la Norma Eléctrica NCh 4/2003, imponiendo como exigencia adicional que los alimentadores y subalimentadores de las instalaciones de recarga de vehículos eléctricos deberán ser de cobre cuya sección no podrá ser inferior a 4 [mm²] (Capítulo 8, numeral 8.2 del Pliego Técnico N° 15). Debiendo cumplirse además que la caída de tensión provocada por la máxima corriente que circula por los conductores no exceda el 3% de la tensión nominal de alimentación y que la caída de tensión total en el punto más desfavorable no supere el 5% de dicha tensión (Capítulo 7, numeral 7.1.1.3.- de la NCh Elec. 4/2003). Lo anterior prevalece a menos que el cargador tenga alguna restricción de operación ante las caídas de tensión mencionadas.

En el caso de cargadores múltiples en edificios, el número de cargadores se estima en un número superior a 15 unidades de carga y una potencia sobre 100 [kW], el sistema deberá contar con un sistema de protección de línea (SPL) o controlador de carga, en cuyo caso se

podrá considerar un factor de carga inferior a 1, según se indica en el numeral 8.8.2 del RIC N° 15 y que se muestra en la tabla 5.

Tabla 5 - Factor de demanda para infraestructura de carga eléctrica.

| Tipo de instalación | Potencia de carga sobre la que aplica el factor de demanda | | Factor de demanda FD |
|---------------------|--|----------|----------------------|
| | Tramo | kW | |
| Casa o edificio | Primeros | 10 | 1 |
| | Desde | 10 a 120 | 0,4 |
| | Sobre | 120 | 0,3 |

Fuente: Elaboración propia en base a: Tabla 8.1 Factores de demanda para infraestructura de carga eléctrica, extraída del Pliego Técnico N° 15.

Esta consideración es de suma importancia para el dimensionamiento y selección de conductores de un sistema de carga de vehículos eléctricos, evitando el sobredimensionamiento de estos, optimizando además los costos de implementación de electro cargadores. Lo anterior aplica para alimentadores principales, es decir, los que alimentan desde la barra o alimentador de acometida al Tablero de Fuerza de Electromovilidad (TFE). En lo que respecta a subalimentadores o alimentadores desde el TFE hasta las unidades de carga se deberán dimensionar para soportar la corriente máxima y la corriente de cortocircuito del elemento cargador, el factor de demanda en este caso será igual a 1.

En particular para edificios nuevos que cuenten con estacionamientos subterráneos, estos deberán contar con espacio disponible para la futura canalización de sistemas de carga de vehículos eléctricos. El dimensionamiento de los alimentadores principales, particularmente el proveniente de la red de distribución se calculará considerando los factores de simultaneidad de todas las cargas o servicios, pero considerando para el caso de cargadores de vehículos una potencia suficiente para alimentar al menos el 30% de los estacionamientos por piso de cada subterráneo del edificio.

Para conseguir una adecuada implementación e instalación de las canalizaciones, se deberá dimensionar el shaft para empalmes, incluyendo los pisos subterráneos que alojen estacionamientos, esto en el caso que el edificio cuente con sistema de empalme distribuido o mixto. Para el caso de empalmes concentrados, la sala de empalmes deberá ser dimensionada considerando concentradores de medida para el total de los estacionamientos del edificio y el shaft deberá ser dimensionado para albergar los conductores que permitan alimentar la totalidad de los estacionamientos del edificio.

6 Análisis sobre la instalación de infraestructura de carga para electromovilidad en edificios

6.1 Determinación de casos a analizar

Para el análisis de casos, hemos identificado tres tipologías, las que son determinadas según la normativa urbana vigente en la comuna donde éste se encuentre emplazado. Esta normativa condiciona el número de estacionamientos que un edificio residencial deberá cumplir y, por ende, el número de cargadores que debieran estar disponibles. El estudio plantea como objetivo, determinar costos eventuales de construcción para conseguir el pie forzado de uno a uno (1 estacionamiento = 1 cargador automóvil eléctrico).

Tal como se señala en **Error! Reference source not found.**, de un total de 25 comunas estudiadas, se logra identificar, al menos 3 categorías de acuerdo con la normativa de estacionamientos.

Categoría 1 (Cat1): Comunas con 2 o más estacionamientos por departamento:

- Las Condes. (1,59 se aproxima a 2)
- Vitacura. (2,69 se aproxima a 3)

Categoría 2 (Cat2): Comunas con 1 estacionamiento por departamento:

- Providencia. (1)
- Ñuñoa. (1)

Categoría 3 (Cat3): Comunas con menos de 1 estacionamiento por departamento:

- Santiago (0,5)
- Temuco (0,62)
- San Miguel (0,33)
- Punta Arenas (0,33)
- Macul (0,27)
- Valdivia (0,27)

Promediando un total de 1,14 estacionamientos por departamento.

De acuerdo con la OGUC, Capítulo 4, Artículo 2.4.2., las dimensiones mínimas por estacionamiento serían de 2.500 [mm] x 5.000 [mm]; es decir, para el ejercicio de 80 estacionamientos por nivel se obtiene una superficie (dedicada solo a estacionamientos) de 1.000 m². A esto, se agrega un 30% por concepto de circulaciones verticales y horizontales, más un 10% por muros estructurales e interiores, lo cual nos entrega una superficie de losa aproximada de 1.400 m².

En el caso de considerar una superficie de 1.400 m² como superficie útil para 80 estacionamientos por nivel, el predio necesario tendría una dimensión aproximada de 100 m x 40 m equivalentes a 4.000 m² aproximados. Esto es factible si se compran entre 2 a 4 lotes para el desarrollo de un proyecto inmobiliario.

En promedio, en Santiago, los predios disponibles en zona urbana, en comunas con alto desarrollo inmobiliario, tienen una superficie aproximada de entre 1.000 a 2.000 m², por tanto, cruzando información respecto a la normativa de estacionamientos de PRC en diferentes comunas, se obtiene un promedio de 80 estacionamientos. Esto es parte de la experiencia en análisis de proyectos presentados a Permiso de Edificación (PE) en Direcciones de Obras.

Por otro lado, las dimensiones observadas actualmente en el mercado inmobiliario corresponde a las presentadas en la tabla 6 a continuación:

Tabla 6 – Cantidad de estacionamientos estimados según categoría de comuna

| Categoría | Normativa PRC Estacionamiento (factor) | Tipo de Predio (m ²) | Superficie Vivienda (m ²) | Número de Viviendas (unidad) | Número de Estacionamientos (unidad) |
|-----------|--|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| | (a) | (b) | (c) | (d) | (d*a) |
| Cat1 | 2 | 1.400 a 2.000 | ≥ 140 | 40 | 80 |
| Cat2 | 1 | 2.000 a 5.000 | ≤ 140 | 240 | 240 |
| Cat3 | 0,5 | 5.000 y más | ≤ 140 | 640 | 320 |

Fuente: Elaboración propia.

Tipología de vivienda según categorización definida en la tabla 6:

Cat1: 4 departamentos por piso; con superficie mayor a 140 m²; con un máximo de 10 pisos por edificio.

Cat2: 16 departamentos por piso; con superficie igual o menor a 140 m²; con un máximo de 15 pisos por edificio.

Cat3: 32 departamentos por piso; con superficie igual o menor a 60 m²; con máximo de 20 pisos por edificio.

Este análisis hace sentido, cuando proyectamos diferentes categorías de estudio de caso. Para aquellas comunas categoría 1, si bien tienen una normativa con mayor número de estacionamientos, coincide que es, en estas comunas donde el costo de construcción, valor de las viviendas y superficies de estas (mayor a 140 m², superficie máxima señalada anteriormente para viviendas económicas) es mayor que en el resto de las comunas analizadas.

Esta situación se repite en las viviendas categoría 2, y así también en las pertenecientes a la categoría 3.

Por tanto, podemos concluir que la relación Normativa de estacionamientos/Cantidad de departamentos, es inversamente proporcional al número de estacionamientos de los edificios analizados.

Sumado a lo anterior, los predios encontrados en aquellas comunas con mayor desarrollo de proyectos inmobiliarios son proporcionales al tamaño de estos. Es así como los proyectos de mayor superficie total construida, con menor restricción en cuanto a la superficie de cada unidad de vivienda, y con menor rigidez en la normativa de estacionamientos, se proyectan potencialmente con una mayor cantidad de demanda de cargadores para VE.

De esta forma, hemos determinado tres casos tipo a analizar para edificios ya construidos y en etapa de diseño, los cuales son:

- a. **Edificio de hasta 80 estacionamientos.** Este tipo de edificación, se encuentra ubicado mayoritariamente en los barrios donde habitan las personas de mayores ingresos (pertenecientes al décimo decil de acuerdo a la categorización socio económica del Ministerio de Desarrollo Social) en las comunas de Vitacura, Las Condes, Lo Barnechea y algunos sectores de Providencia de la Región Metropolitana, extrapolable a algunas capitales regionales, como por ejemplo Antofagasta, Concepción, Valparaíso (incluyendo comunas de Viña del Mar,

Reñaca, Concón) toda vez que son viviendas en altura de superficies por sobre los 140 m², esto es, por sobre el rango denominado “vivienda de interés social”.

Con fecha 21 de diciembre de 2007 la Contraloría General de la República emitió el Dictamen N° 58.261²³, que exige a los Directores de Obras Municipales para certificar un inmueble como vivienda social, que éste cumpla con todos y cada uno de los requisitos del D.F.L. N° 2, de 1959²⁴, sobre Plan Habitacional —viviendas económicas— y el D.L. N° 2.552²⁵, de 1979. En este primer caso, estos inmuebles no se ubican en esta categorización.

- b. **Edificio con 240 estacionamientos.** Rango de edificios estándar más común en la Región Metropolitana y en las capitales regionales del resto del país. Son aquellos presentes en comunas con normativa de estacionamientos similar a la establecida en la OGUC y que tiene una mayor cantidad de proyectos inmobiliarios con viviendas por debajo de los 140 m² de superficie por unidad habitacional.
- c. **Edificios de 320 estacionamientos.** En este caso, se pueden presentar dos condiciones en forma independiente, o ambas, en un mismo ejemplo; número alto de estacionamientos por unidad habitacional (por ejemplo, comuna de La Cisterna que exige 3 estacionamientos por departamento) o, un edificio ubicado en una comuna con libertad de altura, únicamente regulada por la rasante (por ejemplo, comuna de Estación Central). En ambos casos, o por número de departamentos o por normativa de estacionamientos, o por ambas, la exigencia de estacionamiento puede superar, fácilmente los 240 espacios.

6.2 Aspectos a considerar para instalar infraestructura de carga de electromovilidad en edificios construidos

En el caso de implementar en un edificio ya construido, la alternativa consiste en incorporar un sistema de cargadores para autos eléctricos, diseñado con sistema de escalerillas porta conductores como medio de canalización. Esto, si es que las dimensiones de los subterráneos lo permiten. A la vez, se considerará la cantidad de 80, 240 y 320 estacionamientos por edificio como se explicó en la sección anterior, distribuidos en 4 plantas subterráneas y se plantea una capacidad de conectores para 20 cargadores por shaft o ductos si el edificio lo permitiese, esto en virtud de lo que establece la norma aún en discusión, Pliego N° 15, respecto a que sólo podrán instalarse dos capas de conductores en una escalerilla portaconductores (EPC).

²³ (Dictamen N° 58.261, 2017).

²⁴ (D.F.L. N° 2, de 1959, 1959).

²⁵ (D.L. N° 2.552, 1979).

En el caso que el edificio no cuente con los elementos técnicos (shaft), implicaría intervenir la estructura de las losas de los subterráneos para generar ductos de una dimensión mínima de 750 [mm] x 600 [mm].

Al perforar la losa se debilita el diafragma rígido del edificio y, por lo tanto, se modifica su anatomía para resistir un sismo, es decir, se cambia la estructura resistente del edificio original. Por otra parte, la resistencia del elemento de hormigón armado (HA) se vería afectada toda vez que se intervenga la enfierradura de refuerzo por la perforación.

Entonces, la factibilidad de realizar una intervención de estas características va a depender de diversos factores técnicos y legales:

1. Dentro de los antecedentes a recopilar para ver la factibilidad de intervención de las losas se debe disponer de los siguientes documentos:
 - Planos estructurales.
 - Especificaciones técnicas.
 - Memoria de cálculo.
 - Informe de mecánica de suelo.
 - Libro de obra.
 - Certificados de ensayos.
 - Normativa de diseño vigente al momento de su construcción o permiso de edificación. En caso de no contar con antecedentes de la estructura original, se deberá rehacer sus planos estructurales en conjunto con la toma de muestras de materiales, con sus respectivos ensayos y, en caso de ser necesario, elaborar un nuevo informe de mecánica de suelos.
2. Que exista factibilidad técnica, por ejemplo, espacio suficiente para implementar, eventualmente, un sistema de refuerzos, como pueden ser nuevas vigas o aumento de espesor de la losa, en caso de ser necesario.
3. Disponibilidad de un nuevo proyecto de estructuras y memoria de cálculo y que, legalmente, este pueda ser aprobado como alteración ante la Dirección de Obras Municipales (DOM) respectiva. Además, se podría exigir contar con la aprobación del revisor independiente de cálculo, si la DOM lo estima conveniente.
4. Cumplimiento a toda la normativa vigente.
5. Autorización de los copropietarios para la intervención, ya que se va a actuar sobre un elemento común del inmueble, la estructura. No está contemplado en una ordenanza específica pero sí en el Reglamento Interno de cada comunidad.

Cabe señalar que cualquier intervención en este sentido, deberá asegurar la adherencia o resistencia que se desarrolla en la unión entre un producto o sistema aplicado y el existente, ante fuerzas de tracción y/o de corte. Por tanto, el proyecto de intervención deberá contar, como mínimo, de la siguiente documentación:

- Especificaciones técnicas del proyecto (indicando calidad de materiales, metodología constructiva, controles de calidad, etc.).
- Secuencia constructiva (indicando secuencia de instalación de refuerzos, secuencias de reparación, apuntalamientos, etc.).
- Proyecto de estructuras (memoria de cálculo y planimetría, incluyendo detalle de uniones, cortes, plantas, etc.).
- Fichas de reparación y/o reforzamiento (indicando la técnica, metodología y procedimiento específico de la técnica a utilizar en el proyecto).
- Todo documento que, sin ser excluyente de los anteriores, complemente el proyecto específico a desarrollar (Manual de Reparaciones y Refuerzos Estructurales, MINVU 2018).

No está de más recordar que los movimientos de un edificio son complejos, dependen del tamaño, las cargas o pesos en cada piso, características del terreno de fundación, geometría del edificio, materiales estructurales y no estructurales usados, etc. Por estos motivos el diseño de una estructura sismo resistente debe arrancar desde el instante en que nace el proyecto, acompañando la evolución del proyecto e integrarse en el edificio de manera sistémica.

Por otra parte, al plantear la posibilidad de llevar conductores por otros espacios disponibles, se deben señalar dos antecedentes:

1. Normativa Técnica, por ejemplo, Reglamento de Conductores para Telefonía, TV pagado, etc. (Reglamento de la Ley nº20.808), y otros que establecen exclusividad de uso de ductos para las instalaciones que son reguladas por el mencionado reglamento. Misma situación con cajas de ascensores (Dto 37, Ley 20.296)
2. Aspectos de seguridad, establecidos en el Reglamento de Seguridad de las Instalaciones de Consumo de Energía Eléctrica.

Respecto a las consideraciones para realizar la canalización eléctrica hacia estacionamiento se deberá tomar en cuenta:

- Disponibilidad de potencia en empalme existente.
- Si el estacionamiento se encuentra en el mismo piso de la caja empalme (de uso exclusivo de la compañía de distribución eléctrica) ubicada generalmente en sala

eléctrica en el piso -1, la canalización puede seguir un trazado a la vista recorriendo el estacionamiento hasta el punto de instalación del cargador del vehículo eléctrico.

- En caso de estar el estacionamiento en pisos distintos al de la caja empalme se deberá verificar si existe disponibilidad para en el shaft eléctrico para instalación de los circuitos que se requieran alimentar de acuerdo con el número de cargadores a instalar.
- En caso de no disponer de espacio en el shaft se deberá buscar un trazado alternativo ya sea a través del exterior del edificio o por las rampas de bajada hacia cada estacionamiento.

6.3 Aspectos que considerar para la implementación de infraestructura de carga para electromovilidad de edificios en etapa de diseño

En el caso de implementar electromovilidad en un edificio en su etapa de diseño, la alternativa consiste en instalar un sistema de cargadores para autos eléctricos con la canalización incorporada en los muros y losas de los subterráneos. Se considerará la cantidad de 80, 240 y 320 estacionamientos distribuidos en 4 plantas subterráneas y se plantea una capacidad de conectores para 20 cargadores por shaft al igual que en el caso anterior.

Es importante entender que, en el actual mercado inmobiliario, se debe poner el foco en lo que significa resolver aspectos de diseño y construcción, para luego abordar las instalaciones. La comprensión de estos aspectos es fundamental para analizar cabalmente como implementar la electromovilidad en este ámbito.

Para el diseño de una obra de arquitectura, sea esta residencial o no, se utiliza el concepto de **"coordinación de especialidades"**.

Cuando se comienza una construcción, uno de los primeros profesionales en involucrarse directamente es el arquitecto (o los estudios de arquitectura). Esto, porque es quien *"visualiza"* el proyecto en etapas de diseño.

*"El arquitecto cuenta con la visión del diseño arquitectónico y su tarea es poder transmitir esas ideas a través de documentos gráficos y planos entendibles a otros profesionales para poder llevar acabo la obra"*²⁶.

Se habla entonces de una visión sistémica en cuanto a la integración de especialidades, ya que un sistema puede afectar el comportamiento del otro.

²⁶ Luis Corvalán, arquitecto. LCV Arquitectura Ltda.

Aunque parezca un tanto obvio, uno de los principales problemas que enfrenta el proceso de integración de especialidades, es precisamente la descoordinación que se produce por distintos factores, como la falta de algunos elementos al inicio del proyecto. Así las cosas, si el arquitecto empieza solo, para cuando se integre la ingeniería, la posibilidad de encontrar cambios será alta, ya que cuestiones como las consideraciones de las tolerancias (diseño estructural) deben verse desde el inicio, para después ir dimensionando los sistemas interiores.

Otros problemas que se generan con una mala o inexistente coordinación técnica son: inconsistencias con el proyecto de cálculo estructural (pasadas y shafts), insuficiente espacio en el entre cielo, especialidades no conectadas entre sí (como pueden ser equipos sin suministro eléctrico) y duplicidad de elementos entre las distintas especialidades (tableros eléctricos definidos en el proyecto eléctrico, distintos a los definidos en el proyecto de clima, por ejemplo).

También se pueden agregar conflictos e interferencias físicas entre ellas, por ejemplo, choque entre ductos de clima y bandejas eléctricas, o cañerías de agua sobre tableros eléctricos, entre otras. La gravedad dependerá del impacto del error durante la construcción, ya que por lo general su corrección implica mayores costos y plazos, los que varían dependiendo del momento en que se detecta.

6.4 Aspectos técnicos a considerar para implementar electromovilidad en edificios en general.

6.4.1 Aspectos para el diseño arquitectónico, estructural y constructivo.

Se deben tomar en cuenta los aspectos eléctricos que influyen directamente en el diseño, especialmente en la distribución, pasadas y ductos (shaft)²⁷.

- Tal como señala la OGUC, el objetivo de un shaft es la de contener un conjunto de cables y/o elementos que forman parte de un proyecto (cualquiera) de instalaciones, por tanto, se subentiende que esto implica necesariamente perforaciones o “pasadas” de un piso a otro. Es así, que estos “vacíos”, dependiendo de su dimensión y posición en la superficie de una losa, condicionarán el cálculo estructural de la misma e incluso, la de los elementos verticales que componen el diseño estructural (muros de carga). Esto, atendiendo la condición sísmica de Chile y el comportamiento de edificaciones durante el movimiento. Si bien, no son ejes

²⁷ Definiciones Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Artículo 1.1.2. Definiciones. Los siguientes vocablos tienen en esta Ordenanza el significado que se expresa: Ducto (Shaft): Conducto técnico generalmente destinado a contener las instalaciones de un edificio.

estructurales, sí inciden en el cálculo de losas ya que recorren toda la extensión vertical de un edificio. Para el actual caso de estudio, si se consideran shafts especiales para conductores de cargadores eléctricos, estos se ubicarían solo en las losas subterráneas.

- La sección mínima que deben tener estos compartimientos es de 500 [mm] x 500 [mm] para facilitar el acceso del personal en caso de reparación o mantenimiento, sin embargo, para nuestro estudio se requiere una dimensión mayor y de esta forma dar cabida a los conductores asociados a la infraestructura de carga para V.E.
- La sección estandarizada para ductos eléctricos es de hasta 1.000 [mm] x 750 [mm], de modo de no afectar el cálculo estructural del edificio, en cumplimiento con la normativa sísmica vigente, evitando una alta concentración de carga eléctrica en un mismo punto.
- Para el caso de cargadores eléctricos, es posible considerar shaft de pasada desde el nivel $\pm 0,0$ hasta el último subterráneo, lo que bajaría costos de construcción y no alteraría de manera significativa el diseño de losas superiores.

6.4.2 Requerimientos técnicos respecto a la implementación de empalmes para electromovilidad en edificios

Para dar servicio a los equipos de carga de vehículos eléctricos en edificios ya construidos (que posea disponibilidad de shaft en sus subterráneos), se deben considerar una serie de variables, como la capacidad eléctrica general del edificio o la posible canalización hasta el punto donde se instalará la unidad SAVE.

Se debe tomar en cuenta además que la instalación de este tipo de tecnologías en edificios se realizará de manera gradual. Se espera que a medida que se masifiquen los vehículos eléctricos crezca de manera exponencial.

Considerando este escenario, este informe abordará dos soluciones aplicables en edificios, por un lado, la instalación unitaria de un equipo de carga de vehículos eléctricos y por otro la instalación grupal de estos equipos. En ambos casos, estas instalaciones se alimentarán a través de la acometida del edificio, cuya capacidad deberá incrementarse considerando la demanda en electromovilidad.

6.4.2.1 Instalación unitaria de cargadores para vehículos eléctricos

La Subsecretaría de Energía realizó una consulta a la SEC en el Oficio Ordinario N° 1.426 "sobre la posibilidad de que los recintos identificados con un rol de avalúo único puedan contar con un empalme adicional al existente, independiente y de uso exclusivo para carga de vehículos eléctricos". La Superintendencia de Electricidad y Combustibles respondió el 6 de

noviembre 2019, a través del Oficio Ordinario N° 21.321, que no existe impedimento para que en recintos identificados con un rol de avalúo se cuente con más de un empalme, siempre que se trate de instalaciones eléctricas independientes y que cumplan con las exigencias técnicas y normativas exigidas.

Ventajas y desventajas de la solución individual

Ventajas:

- Permite tener por parte del usuario un contrato directo con la compañía de distribución eléctrica.
- Dado que se trata de un empalme individual, no pueden existir restricciones de demanda, debiendo la compañía de distribución abastecer la carga a plena potencia según el requerimiento del usuario.

Desventajas:

- Se requiere habilitar un espacio común para la instalación de medidores.
- Dado que el número de estacionamientos es considerable en cada piso, se tendrá que disponer de espacio en cada uno de los pisos de estacionamientos.
- La acometida a cada medidor se proyecta desde la caja empalme ubicada generalmente en la sala eléctrica en el piso -1, esto implica un gran número de alimentadores hasta la ubicación del medidor, debiendo dimensionar el shaft eléctrico hacia los pisos de estacionamientos considerando un alimentador por cada estacionamiento proyectado. Para evitar esta situación se deberá proyectar una caja empalme en cada piso de estacionamiento desde la cual se derivarán los empalmes individuales para cada cargador eléctrico.

Para el caso de instalaciones unitarias, los requerimientos técnicos que se deben cumplir están asociados a la factibilidad de empalme, debiéndose cumplir los siguientes aspectos:

- El número máximo de empalmes que se pueden extraer de cada acometida es 4 como se presenta en la disposición constructiva que se indica en la **Error! Reference source not found.** En el caso de requerir un número mayor de empalmes se debe repetir la configuración de la **Error! Reference source not found.** hasta dar servicio al número requerido²⁸.

²⁸ Norma ES-1161 en: Plano ENEL EN-0101 REV. 8 Espacios mínimos para la instalación de empalmes. Enero 2019 (lámina 3 de 7).

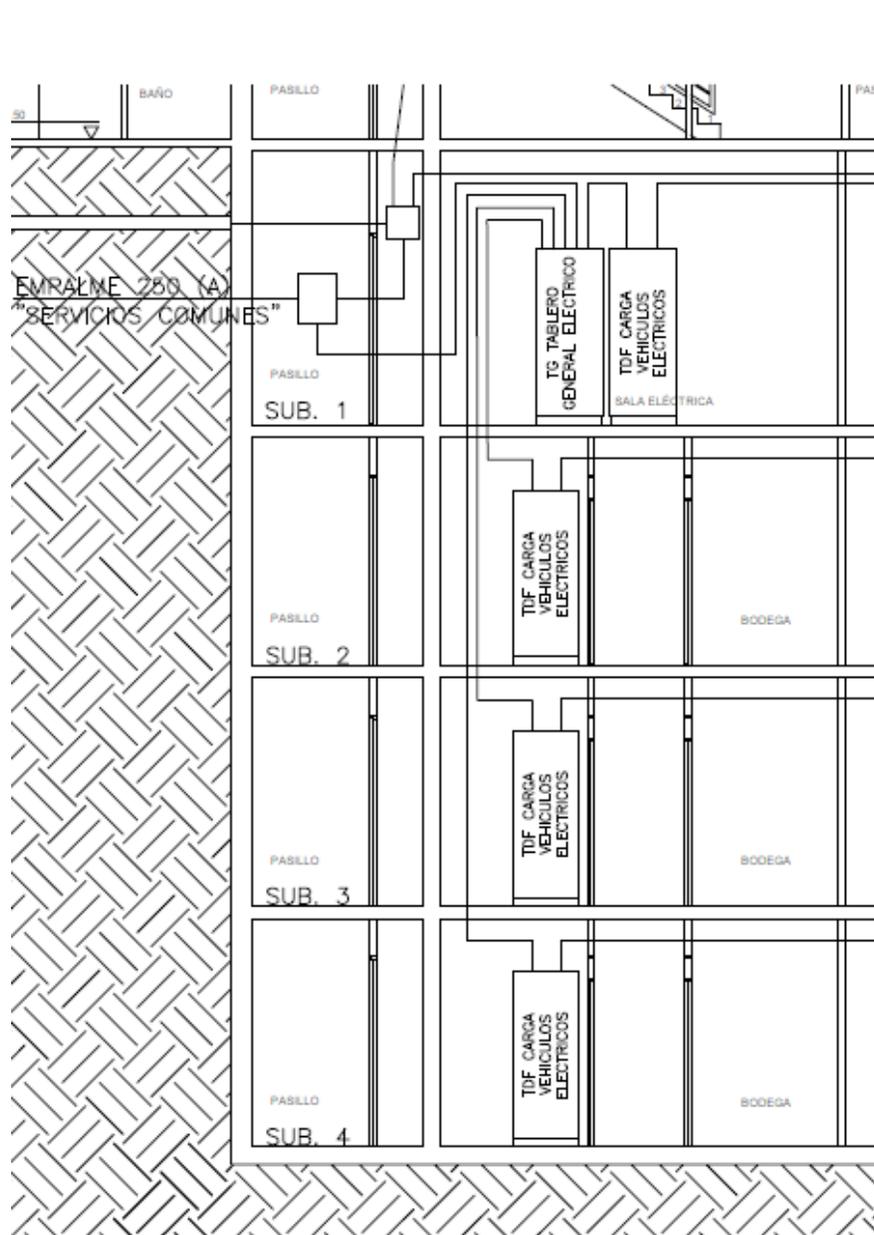
6.4.2.2 Instalación grupal de equipos de carga de vehículos eléctricos

Cuando se trata de la instalación grupal de equipos de carga, estos pueden asociarse a un solo empalme. Al realizarse de esta forma se minimiza el impacto en la instalación, dado que se centraliza la gestión de energía de un determinado número de cargadores en un solo tablero de distribución, minimizando el espacio necesario para su instalación. En el caso de la instalación unitaria en cambio, será necesario contar con mayor espacio físico para la instalación de cada uno de los equipos de medición asociados a cada empalme. En ambos casos se deriva desde la acometida eléctrica única del edificio, la misma desde la cual se conectan el resto de las cargas asociadas a los distintos empalmes, tanto para servicios comunes como para los departamentos.

Se debe considerar también lo señalado en el oficio ordinario N° 24.850 de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), que responde al Oficio N° 1.632 del Ministerio de Energía que solicita a dicha entidad *"una interpretación o análisis respecto a la naturaleza de los actores del mercado que ofrezcan cargas de las baterías a los vehículos de propulsión eléctrica que las requieran, específicamente respecto a: (i) si estos son considerados o no, empresas distribuidoras de electricidad"*. La SEC establece en su respuesta que las empresas distribuidoras no tienen la potestad exclusiva de prestar el servicio de carga de vehículos eléctricos, siendo posible que comunidades de edificios o un tercero gestione el cobro.

La ilustración 3 a continuación muestra una configuración recomendada para la instalación de tableros eléctricos en este tipo de configuración.

Ilustración 3 - Distribución de TFE y TAE en instalaciones grupales (vista en elevación)



Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de instalaciones grupales, los requerimientos técnicos que se deben cumplir son los siguientes:

- Junto al espacio físico requerido, debe existir capacidad en el alimentador de acometida del edificio para derivar hacia el empalme destinado a electromovilidad. Para edificios construidos, en caso de no disponer de capacidad en el alimentador de acometida, será responsabilidad de la compañía

distribuidora entregar el servicio solicitado por el cliente²⁹. En el caso de edificios proyectados, se deberá considerar en la acometida un alimentador con capacidad adicional que permita dar servicio a la totalidad de los estacionamientos del edificio considerando los factores de demanda indicados en la normativa, ya mencionados en este informe.

- El edificio debe contar con capacidad equivalente a la suma de las potencias unitarias de los equipos ponderados por el factor de demanda. En este caso, a diferencia del caso unitario, aplica lo indicado en el Pliego N° 15 (en trámite) respecto a que si la suma de las potencias unitarias de los equipos supera los 100 [kW] se debe incorporar un elemento de gestión de carga para mantener la estabilidad y calidad de suministro de la red eléctrica.

Ventajas y desventajas de la solución grupal

Ventajas:

- Permite optimizar el espacio para dar servicio a los sistemas de carga de vehículos eléctricos, ya que desde un tablero eléctrico (TFE: tablero de fuerza electromovilidad) asociado a un empalme se alimenta la totalidad de los estacionamientos del edificio.
- En caso de un gran número de estacionamientos es posible proyectar varios tableros auxiliares (TAE: tablero de fuerza auxiliar electromovilidad) conectados al TFE.
- En caso de que los TAE se encuentran en pisos distintos al TFE, la alimentación a estos se realiza a través de un conductor único para cada tablero, limitando la dimensiones del shaft eléctrico.
- Permite la incorporación gradual de usuarios, ya que desde un tablero ubicado por cada piso de estacionamientos es posible agregar la protección del circuito asociado al cargador del vehículo y un medidor para efectos de facturación individual.
- Reduce los costos para cada usuario, ya que no deben contratar un empalme con la compañía de distribución, sino que agregar los componentes necesarios en el TFE o TAE para la habilitación de su cargador.

Desventajas:

- Para efectos de facturación la gestión de la energía no está a cargo de la compañía distribuidora, sino que debe ser un tercer actor el encargado de dicha gestión,

²⁹ Para mayor detalle revisar las consideraciones a tomar en cuenta ya descritas en la sección 7.2 para implementar electromovilidad, específicamente respecto a la instalación de la canalización eléctrica desde la acometida hasta los estacionamientos en edificios ya construidos.

pudiendo ser la administración del edificio, con ello el pago por la carga no corresponde a la energía consumida, sino que estará asociado al servicio de carga del vehículo.

- En caso de falla en el empalme se verán afectados todos los usuarios del edificio, lo mismo en caso del no pago por parte de la comunidad (cliente del empalme) de las cuentas asociadas por este concepto.
- La demanda de energía estará limitada según el número de cargadores conectados a esta red, ya que el sistema deberá contar con un sistema de protección de línea SPL o control de carga en caso de existir una capacidad instalada superior a 100 [kW] o 15 unidades de carga de vehículos eléctricos.

6.5 Propuesta de solución de electromovilidad en edificios construídos y en diseño

Para el análisis de los casos de estudio se requiere aplicar cuatro aspectos señalados previamente:

- ***Certificación energética para viviendas (CEV), actualmente en estudio la Certificación de vivienda sustentable (CVS)*** que, no sólo certifica los aspectos climáticos de ahorro de energía, sino que integra aspectos de mejor calidad de ambiente interior, minimizar los impactos ambientales, como también reducir los consumos de recursos naturales no renovables, en particular energía, materiales y agua, en todo el ciclo de vida de la construcción y operación.
- ***Coordinación de Especialidades*** destacando la necesidad de entender la obra de arquitectura como un organismo sistémico.
- ***Normativa urbanística vigente (LGUC, OGUC, PRCs)*** necesaria para determinar número y condiciones de cargadores dentro de un edificio residencial.
- ***Normativa Eléctrica vigente.***

En cada caso se analizará en primer lugar una solución individual, es decir, un empalme para cada estacionamiento, donde cada usuario es responsable de contratar el servicio con la compañía de distribución eléctrica.

En segundo lugar, se analizará una solución grupal utilizando un empalme único para la totalidad de los estacionamientos del edificio. Para ello se debe instalar un tablero de fuerza exclusivo para la carga de vehículos eléctricos, lo que permite alimentar los cargadores a incorporar en cada uno de los estacionamientos. La configuración y ubicación de este tablero dependerá del diseño de cada edificio, resultando conveniente su instalación en la sala eléctrica (generalmente se encuentra en el piso -1), donde converge

la acometida desde la red de distribución hacia los distintos tableros de servicios comunes del edificio.

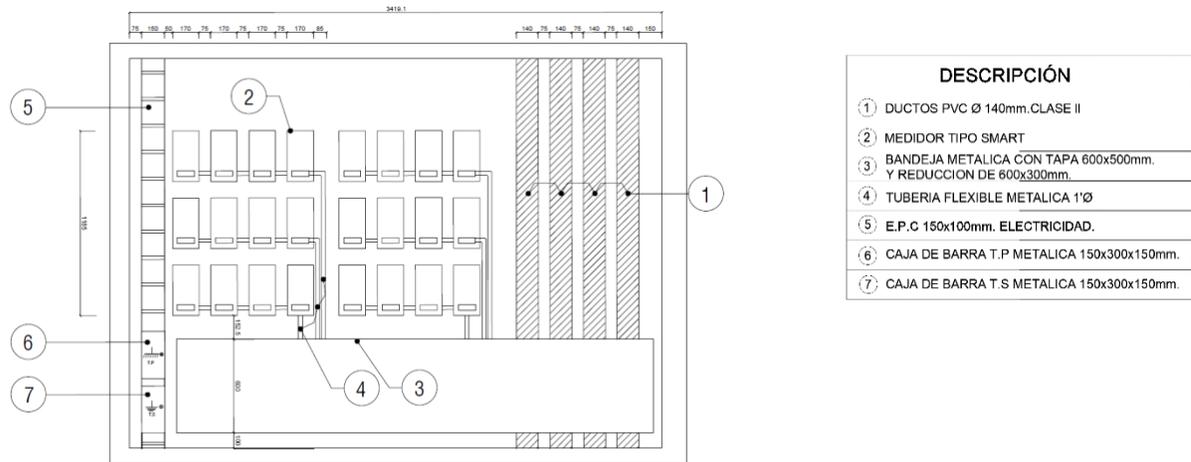
Se analiza a continuación la aplicación de ambas soluciones en base a las tres tipologías descritas previamente, las que consideran 80, 240 y 320 estacionamientos, distribuidos en 4 plantas subterráneas.

a. Edificio de hasta 80 estacionamientos.

Solución individual

- En este caso se deberá disponer de una configuración de empalmes concentrados en cada piso de estacionamientos. Es necesario proyectar un closet para la instalación de los medidores asociados a cada empalme independiente junto al shaft de dimensiones 750 [mm] x 600 [mm] (exclusivo para tendido de conductores eléctricos de los cargadores de automóviles). Se debe instalar una escalerilla portaconductores junto a los medidores, a través de ella se canalizan los conductores hacia las unidades de carga de vehículos eléctricos. Los ductos destinados a canalizar la acometida van desde la caja empalme (ubicada generalmente en la sala eléctrica) hasta cada uno de los pisos en los cuales se instalará el conjunto de medidores. Las dimensiones referenciales requeridas para este tipo de soluciones son de 3.400 [mm] x 400 [mm] y una altura equivalente a la del subterráneo del edificio, como se muestra en la Ilustración 4.

*Ilustración 4 - Distribución de medidores para carga de vehículos eléctricos
(vista en elevación)*

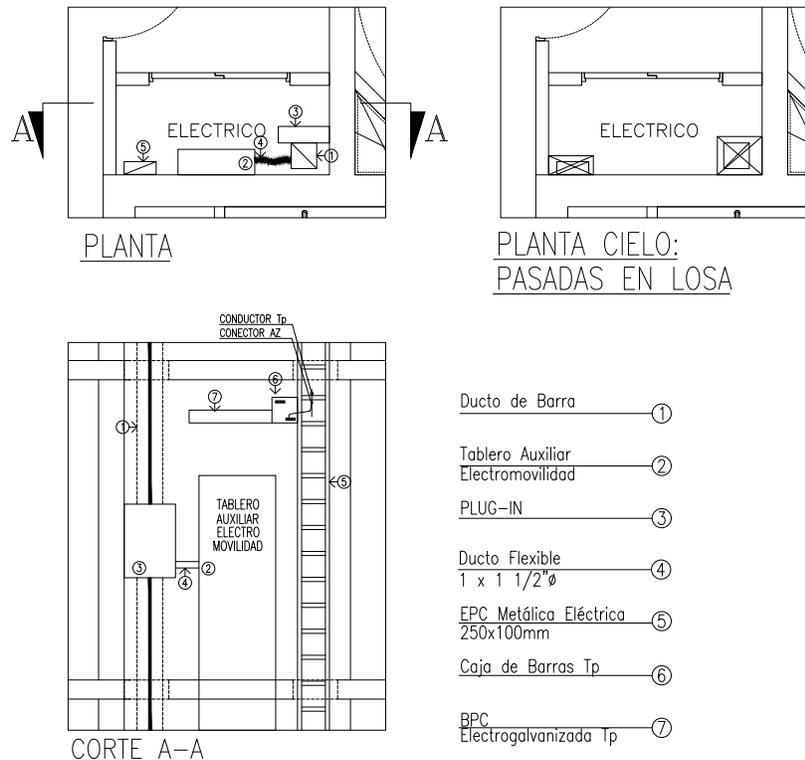


Fuente: Elaboración propia.

Solución grupal

- En este caso es posible establecer un tablero de fuerza de electromovilidad (TFE), conectado directamente al empalme ubicados en la sala eléctrica (ver anexo 3) y tableros auxiliares de electromovilidad (TAE) en los pisos de estacionamientos. Cada tablero podrá contar con 20 circuitos para la conexión de unidades de carga de vehículos eléctricos. Es necesario considerar un shaft de 750 [mm] x 600 [mm] exclusivo para tendido de conductores eléctricos de los cargadores de automóviles y espacio disponible en la sala eléctrica para instalar el TFE. Adicionalmente, se requerirá espacio disponible en cada piso de estacionamientos, distinto al de la sala eléctrica, para el montaje del TAE, cuyas dimensiones para dar servicio a 20 unidades de carga es aproximadamente de 800 [mm] x 400 [mm] x 2.000 [mm].

Ilustración 5- Vista en planta de Closet Eléctrico para solución grupal de tablero auxiliar para electromovilidad (similar para los 3 casos a analizar)



CLOSET ELECTRICO

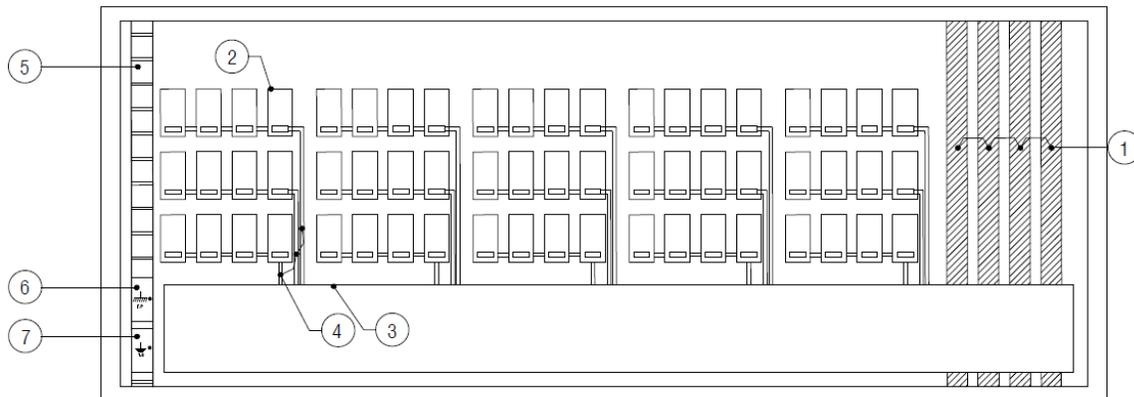
b. Edificio con 240 estacionamientos.

Solución individual

- En este caso se deberá disponer de una configuración de empalmes concentrados en cada piso de estacionamientos. Es necesario proyectar un closet para la instalación de los medidores asociados a cada empalme independiente, junto al shaft de dimensiones recomendadas de 750 [mm] x 600 [mm] (exclusivo para tendido de conductores eléctricos de los cargadores de automóviles). Se debe colocar una escalerilla portaconductores junto a los medidores, a través de ella se canalizan los conductores hacia las unidades de carga de vehículos eléctricos. Los ductos destinados a canalizar la acometida van desde la caja empalme (ubicada generalmente en la sala eléctrica) hasta cada uno de los pisos en los cuales se

instalará el conjunto de medidores. Las dimensiones referenciales requeridas para este tipo de soluciones son de 6.500[mm] x 400 [mm] y una altura equivalente a la del subterráneo del edificio, como se muestra en la Ilustración 6.

Ilustración 6 - Distribución de medidores para carga de vehículos eléctricos (vista en elevación)



| DESCRIPCIÓN | |
|-------------|--|
| ① | DUCTOS PVC Ø 140mm. CLASE II |
| ② | MEDIDOR TIPO SMART |
| ③ | BANDEJA METALICA CON TAPA 600x500mm. Y REDUCCION DE 600x300mm. |
| ④ | TUBERIA FLEXIBLE METALICA 1"Ø |
| ⑤ | E.P.C 150x100mm. ELECTRICIDAD. |
| ⑥ | CAJA DE BARRA T.P METALICA 150x300x150mm. |
| ⑦ | CAJA DE BARRA T.S METALICA 150x300x150mm. |

Fuente: Elaboración propia.

Solución grupal

En este caso es posible establecer un tablero de fuerza de electromovilidad (TFE), conectado directamente al empalme ubicados en la sala eléctrica y tableros auxiliares de electromovilidad (TAE) en los pisos de estacionamientos. Cada tablero podrá contar con 20 circuitos para la conexión de unidades de carga de vehículos eléctricos. Es necesario considerar un shaft de 750 [mm] x 600 [mm] exclusivo para tendido de conductores eléctricos de los cargadores de automóviles y espacio disponible en la sala eléctrica para instalar el TFE. Adicionalmente, se requerirá espacio disponible en cada piso de estacionamientos, distinto al de la sala eléctrica, para el montaje del TAE, cuyas dimensiones para dar servicio a 20 unidades de carga es aproximadamente de 800 [mm] x 400 [mm] x 2.000 [mm]. En este caso, dado que se deberá dar servicio a 60 unidades de carga por piso de estacionamiento, se deberán instalar 3 TAE por piso, por lo tanto, se deberá

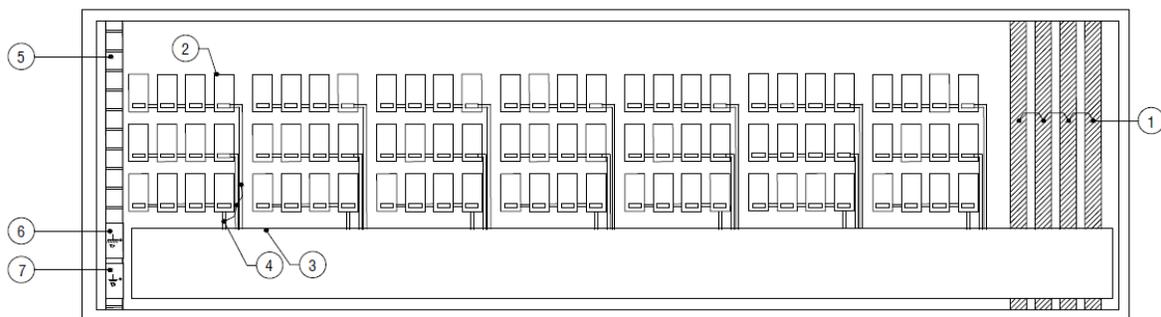
disponer de un closet de dimensiones referenciales de 3.000 [mm] x 400 [mm] x 2.000 [mm].

c. Edificios de 320 estacionamientos.

Solución individual

- En este caso se deberá disponer de una configuración de empalmes concentrados en cada piso de estacionamientos. Es necesario proyectar un closet para la instalación de los medidores asociados a cada empalme independiente junto al shaft de dimensiones 750 [mm] x 600 [mm] (exclusivo para tendido de conductores eléctricos de los cargadores de automóviles). Se debe instalar una escalerilla portaconductores junto a los medidores, a través de ella se canalizan los conductores hacia las unidades de carga de vehículos eléctricos. Los ductos destinados a canalizar la acometida van desde la caja empalme (ubicada generalmente en la sala eléctrica) hasta cada uno de los pisos en los cuales se instalará el conjunto de medidores. Las dimensiones referenciales requeridas para este tipo de soluciones en este caso son de 9.000 [mm] x 400 [mm] y una altura equivalente a la del subterráneo del edificio, como se muestra en la Ilustración 7.

Ilustración 7 - Distribución de medidores para carga de vehículos eléctricos (Vista en elevación)



| DESCRIPCIÓN | |
|-------------|--|
| ① | DUCTOS PVC Ø 140mm. CLASE II |
| ② | MEDIDOR TIPO SMART |
| ③ | BANDEJA METALICA CON TAPA 600x500mm. Y REDUCCION DE 600x300mm. |
| ④ | TUBERIA FLEXIBLE METALICA 1"Ø |
| ⑤ | E.P.C 150x100mm. ELECTRICIDAD. |
| ⑥ | CAJA DE BARRA T.P METALICA 150x300x150mm. |
| ⑦ | CAJA DE BARRA T.S METALICA 150x300x150mm. |

Fuente: Elaboración propia.

Solución grupal

- En este caso es posible establecer un tablero de fuerza de electromovilidad (TFE), conectado directamente al empalme ubicados en la sala eléctrica y tableros auxiliares de electromovilidad (TAE) en los pisos de estacionamientos. Cada tablero podrá contar con 20 circuitos para la conexión de unidades de carga de vehículos eléctricos. Es necesario considerar un shaft de 750 [mm] x 600 [mm] exclusivo para tendido de conductores eléctricos de los cargadores de automóviles y espacio disponible en la sala eléctrica para instalar el TFE. Adicionalmente, se requerirá espacio disponible en cada piso de estacionamientos, distinto al de la sala eléctrica, para el montaje del TAE, cuyas dimensiones para dar servicio a 20 unidades de carga es aproximadamente de 800 [mm] x 400 [mm] x 2.000 [mm]. En este caso, dado que se deberá dar servicio a 60 unidades de carga por piso de estacionamiento se deberán instalar 4 TAE por piso, por lo tanto, se deberá disponer de un closet de dimensiones referenciales de 3.500 [mm] x 400 [mm] x 2.000 [mm]. En el caso de edificios construidos se debe disponer de espacio en la zona de empalmes para nuevos requerimientos o bien acondicionar un nuevo espacio para estos efectos. En edificios en etapa de diseño se debe disponer de espacio, como el indicado en este punto, para la totalidad de estacionamientos.

6.6 Costos asociados a la implementación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos en edificios

Los costos considerados en esta sección son los costos adicionales que deberá incurrir la empresa constructora para permitir la instalación de cargadores de vehículos eléctricos. Se consideran como costos adicionales los indicados a continuación:

- **Para edificios en etapa de diseño:**
 - Costo estimado conductor adicional para aumento de potencia.
 - Costo por canalización preembutida desde empalme a cada estacionamiento.
- **Para edificios construidos:**
 - Costo por reemplazo conductores de acometida.
 - Costo por canalización a la vista desde empalme a cada estacionamiento.

En el caso de los edificios construidos, se considera que el shaft existente permite la instalación de nuevos conductores y que dispone del espacio común para instalar los equipos de medidas asociado a cada empalme.

6.6.1 Costos para edificios en etapa de Diseño

Este costo tiene relación con el valor de aumentar la capacidad del conductor de acometida al edificio, de manera tal que se puedan incorporar unidades de carga de vehículos eléctricos sin necesidad de aumentar el calibre de este alimentador. Este aumento del calibre se dimensiona considerando la instalación en la totalidad de los estacionamientos del edificio de cargadores de vehículos, considerando un factor de demanda del 30%.

La tabla 7 a continuación nos permite calcular la capacidad total que requiere el edificio para instalar infraestructura de carga para VE según la cantidad de estacionamientos. Para estimar la capacidad requerida se debe multiplicar la potencia del cargador por la cantidad de estacionamientos del edificio, considerando que cada cargador de VE tendrá una potencia de 7 [kW], con lo cual se podrá calcular la potencia instalada de unidades de carga. Se aplica luego un factor de demanda del 30% para estimar la potencia adicional del empalme. Al sumar la potencia adicional del empalme con la capacidad de acometida del edificio obtenemos la capacidad total requerida.

Tabla 7 - Estimación de la capacidad adicional con cargadores de vehículos eléctricos.

| Cantidad de estacionamientos | Potencia instalada SAVE | Potencia adicional del empalme | Capacidad de acometida edificio | Capacidad total requerida |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| | [kW] | [kW] | [kW] | [kW] |
| 80 | 560 | 168 | 210 | 378 |
| 240 | 1680 | 504 | 570 | 1074 |
| 320 | 2240 | 672 | 790 | 1462 |

Fuente: Elaboración propia.

La solución para dotar al edificio de capacidad para la implementación de unidades de carga en la totalidad de los estacionamientos implica en estos casos, duplicar la capacidad del conductor de acometida. Para ello es posible tender un circuito paralelo (duplicando el número de conductores por fase) o aumentando el calibre del conductor según la capacidad de transporte requerida.

La siguiente tabla 8, nos entrega los costos de instalación del conductor (incluyendo el cable) del empalme del edificio según los tipos analizados (80, 240 y 320 estacionamientos). Para obtener el valor total de instalación para cada tipo de edificio se multiplica el precio por metro del conductor (el que varía según el calibre del conductor), la cantidad de conductores por fase y la distancia desde la caja de empalme hasta la red de distribución, a esto se agrega el valor de mano de obra (tomando como supuesto que equivale al 60% del costo del material).

Tabla 8 - Costo estimado conductor de acometida en edificios en etapa de diseño sin considerar cargadores eléctricos para VE, según cantidad de estacionamientos

| Cantidad de estacionamientos | Capacidad de acometida edificio | Precio por metro según calibre del conductor | Distancia media desde caja empalme hasta red de distribución | Cantidad de fases (3) + neutro | Valor total de la acometida desde caja de empalme hasta la red de distribución | Valor de instalación de los conductores (Precio conductor + Mano de Obra) |
|------------------------------|---------------------------------|--|--|--------------------------------|--|---|
| | [kW] | [\$] | [m] | | [\$] | [\$] |
| 80 | 210 | \$3.521 | 50 | 5 | 1.760.500 | 2.816.800 |
| 240 | 570 | \$4.941 | 50 | 5 | 2.470.500 | 3.952.800 |
| 320 | 790 | \$8.345 | 50 | 5 | 4.172.500 | 6.676.000 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 9 (a continuación), nos permite estimar el valor adicional en que se incurre al aumentar la capacidad eléctrica del edificio, para dar servicio al sistema de carga de VE. Como se puede observar los costos equivalen a duplicar la capacidad instalada. Los valores para cada tipo de edificio son similares a los de la tabla anterior dado que la capacidad adicional se encuentra en el mismo rango de potencia al de la capacidad instalada.

Tabla 9 - Costo estimado adicional de conductor por aumento de potencia considerando cargadores eléctricos para VE en etapa de diseño

| Cantidad de estacionamientos | Potencia adicional del empalme | Precio por metro según calibre del conductor | Distancia media desde caja empalme hasta red de distribución | Cantidad de fases (3) + neutro | Valor total de la acometida desde caja de empalme hasta la red de distribución | Valor de instalación de los conductores (Precio conductor + Mano de Obra) |
|------------------------------|--------------------------------|--|--|--------------------------------|--|---|
| | [kW] | [\$] | [m] | | [\$] | [\$] |
| 80 | 168 | \$3.521 | 50 | 5 | 1.760.500 | 2.816.800 |
| 240 | 504 | \$4.941 | 50 | 5 | 2.470.500 | 3.952.800 |
| 320 | 672 | \$8.345 | 50 | 5 | 4.172.500 | 6.676.000 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 10 (a continuación), muestra el costo asociado a la canalización desde el empalme hasta el punto de conexión del cargador en el estacionamiento. En caso de ser preembutida, puede estimarse e incluirse en la construcción del edificio. De esta manera se reduce el costo de tener que canalizar en etapas posteriores, de lo contrario deberá asumirlo el propietario del estacionamiento y el trazado tendrá que ser a la vista, afectando la estética del edificio.

Tabla 10 -Costo canalización preembutada desde empalme hasta estacionamiento en edificios en diseño

| Cantidad de estacionamientos | Longitud media del tramo de canalización | Costo tubería PVC 32 [mm] + mano de obra | Costo total canalización + mano de obra |
|------------------------------|--|--|---|
| | [m] | [\$/m] | [\$] |
| 80 | 30 | 608 | 1.459.200 |
| 240 | 60 | 608 | 8.755.200 |
| 320 | 70 | 608 | 13.619.200 |

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 11 siguiente, muestra el costo unitario adicional asociado a cada estacionamiento al considerar desde la acometida hasta la canalización en el punto de instalación de la unidad de carga del vehículo eléctrico, este valor corresponde al costo promedio de implementar esta solución en cada estacionamiento.

Tabla 11 -Costo unitario adicional por estacionamiento con infraestructura de carga en edificios en etapa de diseño

| Costos adicionales en etapa de diseño conductor + canalización | Cantidad de estacionamientos | Costo unitario por estacionamiento | Costo unitario por estacionamiento |
|--|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| \$ 4.276.000 | 80 | \$ 53.450 | UF 1,87 |
| \$ 12.708.000 | 240 | \$ 52.950 | UF 1,85 |
| \$ 20.295.200 | 320 | \$ 63.423 | UF 2,22 |

Fuente: Elaboración propia (U.F. 28.619,27 del 6 de Abril 2020)

6.6.2 Costos para edificios construidos

La siguiente tabla 12, repite el ejercicio anterior, pero esta vez considerando que un edificio de similares características ya construido, debe ser implementado en la totalidad de los estacionamientos con canalización disponible para instalación de unidades de carga, lo que requeriría reemplazar el alimentador de acometida original por uno nuevo de mayor capacidad (ver anexo 4).

Tabla 12 - Costo estimado reemplazo conductor de acometida en edificios construidos.

| Reemplazo alimentador principal (potencia total) | Distancia media desde caja empalme hasta red de distribución | Precio conductor + Mano de Obra |
|--|--|---------------------------------|
| [kW] | [m] | [\$] |
| 378 | 50 | \$ 7.323.680 |
| 1074 | 50 | \$ 10.277.280 |
| 1462 | 50 | \$ 17.357.600 |

Fuente: Elaboración propia.

El costo total de implementar canalización para unidades de carga en la totalidad del edificio una vez construido se muestra en la tabla 13.

Tabla 13 -Costo canalización a la vista desde empalme hasta estacionamiento en edificios construidos.

| Cantidad de estacionamientos | Longitud media del tramo de canalización | Costo tubería metálica 32 [mm] + Mano de obra | Costo total canalización + Mano de Obra |
|------------------------------|--|---|---|
| | [m] | [\$/m] | [\$] |
| 80 | 30 | 3.665 | 8.796.000 |
| 240 | 60 | 3.665 | 52.776.000 |
| 320 | 70 | 3.665 | 82.096.000 |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 se muestra el costo unitario adicional asociado a cada estacionamiento (incluyendo el valor de reemplazo del conductor de acometida del edificio) al implementar infraestructura de carga una vez construido el edificio. Este valor corresponde al costo promedio de implementar esta solución en cada estacionamiento.

Tabla 14 -Costo unitario adicional por estacionamiento con infraestructura de carga en edificios construidos.

| Costos después de construido conductor + canalización | Cantidad de estacionamientos | Costo unitario por estacionamiento | Costo unitario por estacionamiento |
|---|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| \$ 16.119.680 | 80 | \$ 201.496 | UF 7,04 |
| \$ 63.053.280 | 240 | \$ 262.722 | UF 9,18 |
| \$ 99.453.600 | 320 | \$ 310.793 | UF 10,86 |

Fuente: Elaboración propia (U.F. 28.619,27 del 6 de Abril 2020)

Como se puede apreciar en la tabla 15 se observan diferencias importantes cuando se comparan los valores unitarios promedio de implementar infraestructura de carga para vehículos eléctricos en la etapa de diseño o una vez construido el edificio. En todos los casos estudiados, las variaciones respecto a implementar la solución en la etapa de diseño o posterior a la construcción del edificio fueron:

Tabla 15 –Diferencia en costos de implementación en edificios construidos vs en etapa de diseño.

| Cantidad de estacionamientos | Valor adicional en etapa de diseño, por estacionamiento | Costo de implementación por estacionamiento en edificios Construidos | Incremento porcentual del costo implementación de la infraestructura de carga de VE en edificios construidos respecto a la etapa de diseño |
|------------------------------|---|--|--|
| 80 | UF 1,87 | UF 7,04 | 376% |
| 240 | UF 1,85 | UF 9,18 | 496% |
| 320 | UF 2,22 | UF 10,86 | 489% |

Fuente: Elaboración propia (U.F. 28.619,27 del 6 de abril 2020)

Como se puede apreciar las diferencias son relevantes según la etapa en que se realiza la instalación. Se observa que cuando existen menos estacionamientos el valor prácticamente se cuadruplica y en los casos de edificios con gran número de estacionamientos el aumento es cinco veces más alto con respecto a su implementación en la etapa de diseño.

Por otro lado, dado el diseño o las características del edificio puede resultar poco factible posterior a la construcción incorporar infraestructura de carga para vehículos eléctricos, estas barreras pueden ser limitaciones de espacio en shaft, trazados alternativos que tienden a encarecer el tendido de canalización y cables, etc.

Se debe considerar además que una vez construido el edificio el costo de implementar este tipo de soluciones recae en el usuario del vehículo eléctrico lo que podría desincentivar el uso de este tipo de vehículos.

6.6.3 Porcentaje de incremento del costo de un edificio al incorporar electromovilidad

Al utilizar como parámetro los costos recién descritos, es posible calcular de manera aproximada en cuanto se incrementará el costo total de un edificio cuando se incorpora un sistema de carga de vehículos eléctricos en los estacionamientos subterráneos. Esto considerando las condiciones y supuestos presentados previamente en este estudio.

Cada edificio posee sus propias características y sus costos se relacionan con el lugar de emplazamiento, el estándar de las terminaciones, las incorporaciones tecnológicas y otras consideraciones. Todas estas variables dificultan calcular en forma exacta un promedio general respecto en cuanto aumentará el costo final del edificio al incorporar insumos para carga eléctrica de vehículos.

Tomando en cuenta todas estas complejidades se propone realizar un ejercicio que permita obtener de manera aproximada en cuanto se incrementará el costo final de un edificio al instalar electromovilidad. Para se utiliza como ejemplo los costos reales del “Centro de Salud Familiar” ubicado en la comuna de Santiago. Esta obra se cotizó en Julio del año 2017 (para este ejercicio se actualizan los montos a UF de 6 de abril de 2020) por tratarse de costos netos conocidos y disponibles públicamente. Se agrega además el ítem “Movimiento de Tierra” cubicado para la construcción de 4 niveles subterráneos de estacionamientos, con espacio para 240 estacionamientos (60 estacionamientos en cada subterráneo).

La tabla 16 (a continuación) refleja en qué porcentaje se incrementaría el costo del valor total del edificio si se incorpora una solución de carga para vehículos eléctricos.

Tabla 16 - Incremento % de costo de un edificio incorporando sistema de carga para vehículos eléctricos en su etapa de diseño para 240 estacionamientos

| | Costo Edificio | Incremento por incorporación electromovilidad | Costo Edificio con incorporación electromovilidad en etapa de diseño | Variación Porcentual % |
|----------------------|-----------------|---|--|------------------------|
| 240 Estacionamientos | \$5.627.245.151 | \$12.708.000 | \$5.639.953.151 | 0,226 % |

Fuente: Anexo 2 y elaboración propia (los montos son actualizados a la fecha de 6 de abril de 2020)

Se realiza el mismo ejercicio con el edificio ya construido de manera de poder realizar una comparación con la instalación en etapa de diseño. La tabla 17 a continuación muestra el incremento porcentual que implica incorporar la solución de carga de vehículos eléctricos en 240 estacionamientos, distribuidos en 4 subterráneos, una vez construido el edificio. El incremento se calcula sobre el costo original.

Tabla 17 - Incremento % de costo de un edificio ya construido incorporando sistema de carga para vehículos eléctricos con 240 estacionamientos

| | Costo Edificio | Incremento por incorporación electromovilidad | Costo Edificio con incorporación electromovilidad en etapa de diseño | Variación Porcentual % |
|----------------------|-----------------|---|--|------------------------|
| 240 Estacionamientos | \$5.627.245.151 | \$63.053.280 | \$5.690.298.431 | 1,12% |

Fuente: Anexo 2 y elaboración propia (Los montos son actualizados a la fecha de 6 de abril de 2020)

6.7 Visión de actores inmobiliarios sobre la instalación de electromovilidad en edificios. Análisis exploratorio.

Las entrevistas a actores del mercado inmobiliario se realizaron mayormente en Santiago, que es donde la electromovilidad ha tenido mayor desarrollo. Estas entrevistas fueron abiertas, es decir, sin una pauta estructurada o un cuestionario con preguntas pre-establecidas, sino con una semi-estructurada, es decir, se plantean temas que están predefinidos y se abre una conversación orientada a conocer la perspectiva de cada entrevistado sobre los riesgos y posibles costos asociados a la instalación de cargadores para vehículos eléctricos en edificios. La dinámica que se produce durante la entrevista favorece la aparición de nuevas temáticas, las que son posteriormente incorporadas en el análisis. Este tipo de técnica de investigación se enmarca en las metodologías cualitativas y no buscan la representatividad estadística de una población determinada como en las metodologías cuantitativas. En este caso, la representatividad es estructural, lo que significa que los individuos seleccionados para ser entrevistados representan distintas posiciones dentro del grupo en estudio, en este caso del mercado inmobiliario. La cantidad de individuos entrevistados debe ser suficiente para representar distintos puntos de vista y no pretende tener validez estadística, sino que discursiva.

Se realizaron 7 entrevistas, 6 a inmobiliarias con sede en la Región Metropolitana y 1 de una inmobiliaria de la región del Biobío a través de videoconferencia. Se entrevistaron personas que trabajan en inmobiliarias grandes, medianas y pequeñas, estas fueron: Almagro, Paz, Echeverría Izquierdo, Rezepka, CIDEPA, Patagon Land y la inmobiliaria Iterra de

Concepción. Todas las entrevistas fueron grabadas, anónimas y se estableció un compromiso de confidencialidad. Los entrevistados ejercían cargos a nivel de gerencia o sub-gerencia, ocupando en la mayoría de los casos el puesto de gerente de construcción o estaban cargo del área de desarrollo e innovación, en uno de los casos los entrevistados fueron acompañados por el ingeniero eléctrico a cargo de la instalación de infraestructura de carga para VE. Luego de ser transcritas, se extrajeron las partes más relevantes y se tabularon en torno a los temas predefinidos, agregando aquellos temas no previstos que aparecieron durante las propias entrevistas. La información sistematizada de esta manera se presenta a continuación en torno a los siguientes ejes:

1. Motivos de las inmobiliarias para instalar electromovilidad en edificios.
2. Características y movimiento del mercado de electromovilidad en edificios.
3. Aspectos considerados para implementar electromovilidad, consideraciones técnicas y comerciales.
4. Aspectos críticos a considerar para normar la instalación de electromovilidad en edificios.
5. Implementación de electromovilidad en edificios ya construidos.
6. Aspectos más destacados por los entrevistados.

6.7.1 Motivos de las inmobiliarias para instalar electromovilidad

Se observa que existe interés por incorporar atributos sustentables en nuevos proyectos inmobiliarios, donde la electromovilidad en edificios es vista por los entrevistados como parte de estos atributos. Las inmobiliarias entrevistadas ya están instalando cargadores en sus edificios o se están preparando para hacerlo. Una de las inmobiliarias entrevistadas indicó que el proyecto en que se están instalando cargadores en estacionamientos subterráneos se asocia al perfil específico de un tipo de cliente, el interesado en la sustentabilidad. Todos consideran que, si bien la introducción de vehículos eléctricos todavía está en una etapa incipiente en Chile, es un buen momento para aprender y probar, la idea de que *"es lo que viene"*, *"el mundo va para allá"* o *"no quedarse atrás"* se menciona en varias oportunidades. Todavía existen dudas si es que en la etapa actual su implementación tendrá un alto valor comercial, sin embargo, se instala la idea de que genera un valor agregado y que los estacionamientos en subterráneo que tengan esta tecnología se venderán más caros. Los actores inmobiliarios se encuentran en distintas fases de aprendizaje según su nivel de avance en la implementación de cargadores. Se observan inmobiliarias que todavía están evaluando si incorporar cargadores, cómo

incorporarlos, dónde incorporarlos, hasta inmobiliarias que señalan haber sobre reaccionado en un principio, lo que los llevó a sobre dimensionar la demanda e instalar factibilidad al 100%. Un atributo considerado como positivo, asociado a electromovilidad y mencionado en las entrevistas, se relaciona con la calidad de la posventa de las instalaciones eléctricas en general, esta es mejor valorada que otro tipo de instalaciones (agua o gas), porque provoca menos dificultades en cuanto a su funcionamiento y de existir problemas estos se solucionan con facilidad.

Se constata que, el proceso de instalación de puntos de carga de vehículos eléctricos en los edificios nuevos va asociado a un interés por aprender sobre esta tecnología, de manera de incorporar el sistema dentro de la cadena de construcción. Esto es un hecho relevante considerando que el mercado de vehículos particulares aún se encuentra en una etapa incipiente. Algunas inmobiliarias han implementado fundamentalmente esta tecnología en los estacionamientos de visita y otras han entregado factibilidad al 100% de los estacionamientos. Por el momento el tener o no tener cargadores eléctricos en los edificios no es necesariamente considerado como un atributo comercial que podría aumentar o disminuir la venta de departamentos, sino que se sigue ubicando en el marco de la innovación y el desarrollo.

6.7.2 Características y movimiento del mercado de electromovilidad en edificios

Aquellas inmobiliarias que han instalado cargadores de vehículos eléctricos lo han hecho en edificios orientados a segmentos de mercado que pertenecen a estratos socioeconómicos medios y altos. Se han instalado en comunas como Santiago, San Miguel o Ñuñoa, como también en Providencia, Las Condes o Vitacura. Sin embargo, la percepción es que por ahora estos proyectos deben orientarse a los mismos segmentos (medios y altos), que es hacia donde tenderá a crecer el mercado de vehículos eléctricos en primera instancia. La percepción es que este mercado todavía se encuentra en un período de transición, cuyo crecimiento seguirá siendo lento, por tratarse de una tecnología nueva y más cara que la utilizada por los autos a combustión interna. Las inmobiliarias entrevistadas que todavía no han iniciado la instalación de cargadores, pero que demuestran interés, coinciden en la lentitud que tendrá el mercado al respecto, consideran que se dirige a segmentos muy específicos. El valor de los departamentos es considerado un buen indicador respecto a donde crecerá primero y podría asociarse a los segmentos socioeconómicos que tendrán mayor interés por VE. Las inmobiliarias que han sido más agresivas en la instalación de puntos de cargas en estacionamientos subterráneos orientan la venta hacia personas interesadas en el cuidado del medio ambiente. Hasta ahora se integra en estrategias de marketing orientadas a sustentabilidad. Se considera que en la medida que el mercado inmobiliario comience a incorporar cargadores en edificios, las

personas comenzarán a preguntar, pero se prevé que eso no ocurrirá antes de 3 años. Ahora la preocupación es que la instalación se autofinancie, es probable que en el mediano plazo sea un requerimiento básico y que las personas pongan como condición la existencia de un cargador para comprar un departamento, pero por ahora sigue siendo un mercado acotado.

6.7.3 Aspectos considerados para implementar electromovilidad, consideraciones técnicas y comerciales

Quienes han decidido implementar proyectos inmobiliarios con puntos de carga para vehículos eléctricos han realizado evaluaciones técnicas y económicas en forma previa. No se considera una inversión importante y los costos varían mucho según las características de los proyectos, aquellos que tengan mayor cantidad de espacios residuales tendrán más oportunidad de implementarlo a costos menores, pues estos espacios podrían destinarse para futuros recintos donde se coloquen los empalmes que pueden solicitar los interesados en cargar su VE. Hasta ahora la cantidad o porcentaje de estacionamientos depende de cada proyecto, aquellos que contemplan factibilidad de 100% son proyectos muy específicos. Las entrevistas revelaron que en algunos casos se ha dejado factibilidad para todos los estacionamientos y se dejan hasta 9 cargadores instalados, en otros casos se instala uno o dos cargadores como máximo. Quienes están evaluando hacerlo a futuro señalan que no instalarán más del 2% de los estacionamientos subterráneos con cargadores para VE, sobre todo si se trata de proyectos grandes que pueden tener hasta 600 estacionamientos.

Los proyectos más avanzados, y de menor costo, corresponden a los realizados en la etapa de diseño, en los cuales se invirtió en empotrar ciertos ductos, lo que de acuerdo con lo señalado en las entrevistas no tendría un costo muy elevado, de manera que a futuro se pueda facilitar una conexión. En algunos proyectos se decidió implementar cargadores cuando estos ya se encontraban en construcción, en ese caso se optó por dejar algunas canalizaciones eléctricas y escalerillas a la vista, pero la inversión sigue siendo marginal. Los estacionamientos que cuentan con cargador han quedado como propiedad del edificio, se deja una cantidad de cargadores con factibilidad, eso significa que se debe llamar a alguna compañía distribuidora de energía y contratar un empalme para que sea habilitado. Se instala una cantidad acotada de cargadores en estacionamientos para su venta y la compra de más cargadores para el resto de los estacionamientos que tienen factibilidad queda condicionada a la demanda, solo existe un cable y un medidor de la compañía con la cual se desarrolló el proyecto.

El concepto de factibilidad se relaciona con la posibilidad de implementar la conexión de manera rápida sin mayor intervención a nivel de la red eléctrica en la calle. La distribuidora de energía es quien proporciona un cable con energía que debe llegar hasta la sala de

medidores y de ahí desde cada medidor individual debe llegar hasta el estacionamiento correspondiente, donde se debe instalar el equipo de carga del vehículo o el enchufe. Esto implica también un espacio en la sala eléctrica para futuros medidores y un ducto que llega hasta ahí, sin la necesidad de romper ni instalar bandejas. Lo que podría implicar dejar un espacio en la sala eléctrica general para futuros medidores o destinar una sala eléctrica aparte, lo cual se decide en función de los espacios disponibles. En términos simples, esto significa que un usuario de movilidad eléctrica puede llamar al distribuidor, solicitar un empalme, pagándolo él directamente y que la compañía distribuidora tiene la capacidad para entregar este servicio.

Algunas inmobiliarias utilizan también el concepto de potencialidad, en cuyo caso se deja espacio para que ciertas obras queden a la vista y no estén empotradas, de manera de solucionar una eventual conexión a futuro, más allá de la capacidad contratada en primera instancia. Esto implica que aun cuando no se haya contratado la potencia requerida para su funcionamiento, existe factibilidad para realizar las obras necesarias para la instalación de un cargador. Eso significa que en el futuro si la comunidad de un edificio decide habilitar el 100% de los estacionamientos con cargador podrá hacerlo. La inmobiliaria que adopta este modelo lo combina con el de factibilidad, entrega una cantidad determinada con factibilidad, donde las conexiones se realizan a través de ductos y el resto es potencial, se pueden instalar.

Los conceptos de implementación recién descritos buscan facilitar la implementación a futuro este tipo de instalaciones, no solo incorporando soluciones desde la etapa de diseño, lo que es un requisito, sino que también definiendo con antelación como deberá realizarse. Eso puede implicar la instalación de escalerillas, modificación y adecuación de bodega o sala eléctrica. El primer paso, de acuerdo con la mayor parte de los entrevistados, es asegurar que la potencia requerida para cargar VE llegue hasta la sala eléctrica. Entre los entrevistados hubo algunas posiciones de disenso al respecto, en términos que es muy difícil anticipar que ocurrirá con la tecnología de aquí a 40 años más y que tal vez el dejar ductos disponibles podría llegar a ser innecesario, esto basado en experiencias anteriores en las cuáles se impusieron requerimientos que finalmente se revelaron como inútiles.

Respecto a dejar el estacionamiento con cargador en estacionamiento subterráneo o en estacionamiento de visita se observan distintas estrategias. Algunas inmobiliarias han decidido que sólo se implementarán en estacionamientos de visita, mientras que otros lo consideran una decisión errada por cuanto quien tiene un auto eléctrico ocupará ese espacio como propio y de manera permanente dado que las cargas son generalmente lentas en residencias particulares.

Un aspecto importante, relevado por los entrevistados, se asocia al diseño de la infraestructura eléctrica y a su capacidad. Se indica que, por regla general, el proyecto

eléctrico del edificio debe considerar el 100% del consumo y que en base a eso se debe calcular cuantos estacionamientos podrán cargar, pero que se debe estudiar cuanta flexibilidad puede haber al respecto para evitar sobre dimensionar la capacidad requerida que si pudiese generar costos. Esto puede ser un obstáculo para edificios antiguos ya construidos que quieran implementar esta tecnología.

La posición de las distribuidoras de energía frente a la evolución del mercado de la electromovilidad, en términos de los riesgos y costos en que tienen que incurrir se considera como ventajosa para ellas y menos favorable para el sector inmobiliario. Dicho escenario, de acuerdo con algunos entrevistados genera impacto en los costos para las inmobiliarias los que terminan transfiriéndose al cliente final, es decir, la persona que compra un departamento. La propuesta de uno de los entrevistados es que sea la compañía distribuidora la que se haga cargo del empalme y la inmobiliaria de los ductos, trabajar en sociedad, si la distribuidora financia el acceso a la electricidad las inmobiliarias los relacionan con los clientes. Esa relación debe implicar también garantizar que se contará con la potencia necesaria para alimentar los cargadores de VE a medida que crezca ese mercado.

Otro aspecto indicado como relevante, relacionado con el punto anterior, se vincula con la sala eléctrica y su cercanía con el empalme que viene desde el exterior, él que servirá para alimentar los VE a través de los puntos de carga ubicados en los estacionamientos de los edificios. Lo ideal, de acuerdo con lo expuesto en las entrevistas, es que el espacio destinado a la sala eléctrica sea de uso exclusivo y que no implique sacrificar estacionamientos o incumplir la norma municipal que dispone la cantidad mínima que se debe incluir en una comuna.

6.7.4 Aspectos críticos que considerar para normar la instalación de electromovilidad en edificios

Se debe resaltar que la implementación de normativas es vista con cierto temor y desconfianza por los diferentes actores entrevistados. Esto reflejaría un déficit de información frente a un mercado que está atento respecto a qué se va a normar y al mismo tiempo genera preocupación que estas nuevas disposiciones se sumen a otras reglas que generan costos adicionales a las inmobiliarias, como ha sido la ley del ducto o los requerimientos energéticos para los edificios que han ido disminuyendo de facto por el avance de la tecnología.

A pesar de la desconfianza, se señala que es importante normar, dar una “señal” y dejar las reglas claras, pero se argumenta que las normas deberían presentar algún nivel de flexibilidad para evitar un impacto comercial que podría traspasar costo a potenciales compradores de departamentos, sobre todo porque se percibe que es un proceso que

recién se inicia y que la tecnología podría avanzar rápidamente, dejando obsoleta las exigencias que se pretenda imponer. Se hace referencia a las resistencias de la industria inmobiliaria por innovar, dado los riesgos y costos asociados si el mercado no reacciona o no valora los cambios que se introduzcan en base a la norma. Esto estaría indicando que el cambio está fuertemente condicionado por el valor comercial que se pueda generar.

Existe alguna preocupación respecto a si se exigirá una cantidad de estacionamientos con cargador instalado o factibilidad para implementar un punto de carga, sobre todo considerando los segmentos socioeconómicos a los que van dirigidos los proyectos. Se menciona que en algunos proyectos inmobiliarios esto crecerá a otro ritmo y que sería mejor implementar de manera gradual.

La recomendación de parte de algunos actores es que en vez de normar se establezcan orientaciones técnicas o guías para la instalación en edificios, desde su perspectiva no es necesario normar y por ahora se piensa que existen soluciones para su implementación sin realizar modificaciones estructurales.

6.7.5 Implementación de electromovilidad en edificios ya construidos

Existe un importante nivel de consenso entre los entrevistados sobre lo engorroso y el nivel de complejidad que va asociado a implementar electromovilidad en edificios construidos, lo que es directamente proporcional a la antigüedad del edificio, mientras más antiguo más difícil. Uno de los entrevistados planteó que en edificaciones más recientes sería posible utilizar o compartir canalizaciones destinadas a otros usos, o simplemente generar una solución no constructiva a través de escalerillas.

Se considera que intervenir el edificio y perforar es algo muy complejo, pues implicaría vulnerar la norma sísmica, lo que hace que no sea viable.

Las alternativas posibles de implementar son relacionadas con dejar cables y ductos a la vista, siempre y cuando se respeten ciertas restricciones que imponen las normas eléctricas en términos de distancia o altura con muros u otras instalaciones. Sin embargo, eso no resuelve el espacio requerido para disponer de una sala eléctrica donde se puedan instalar los medidores, luego llegar con los cables hasta cada estacionamiento o generar modificaciones para aumentar la capacidad eléctrica del edificio.

6.7.6 Aspectos más destacados por los entrevistados

Existe interés en el mercado inmobiliario por incorporar electromovilidad en edificios, la que es considerada como un atributo sustentable. Sin embargo, la opinión generalizada es que la introducción de VE a Chile todavía se encuentra en una etapa incipiente y que el sector inmobiliario se encuentra en una fase de aprendizaje, cuyo desarrollo depende del nivel de avance que tiene cada empresa en la instalación de cargadores. Algunas inmobiliarias tendrán sus primeros proyectos con cargadores en dos años más, otras han instalado uno en el estacionamiento de visitas y otras han implementado proyectos con un 100% de factibilidad para la carga de VE.

Se estima que el desarrollo de la electromovilidad se dará de manera progresiva y con mayor fuerza en el sector oriente de la región metropolitana, dado el alto costo de los vehículos en la actualidad. Esto hace que la electromovilidad se oriente a segmentos de mercado muy específicos, siendo todavía muy baja su demanda de manera generalizada. La instalación de infraestructura de carga de VE se está realizando en edificios para segmentos de ingresos medios o altos y para un público interesado en temas medioambientales.

Las inmobiliarias que han desarrollado estos proyectos indican que los costos de instalación de la infraestructura de carga para VE es marginal, considerando el conjunto de la obra, sobre todo si se realizan las proyecciones desde la etapa de diseño. La implementación de esta tecnología se ha realizado bajo los conceptos de instalación de cargadores, factibilidad y potencialidad. La factibilidad permite implementar la conexión sin mayor intervención, la potencialidad deja el espacio para que se instale la infraestructura de carga dejando obras a la vista.

La instalación de infraestructura de carga en edificios ya construidos es visto como algo problemático y riesgoso, por cuanto se pueda vulnerar normas de seguridad o afectar la estructura del edificio.

La implementación de una normativa sobre electromovilidad en edificios es vista con desconfianza, dado que en general generan costos adicionales a la construcción y se manifiesta preocupación, porque la norma sobredimensione la demanda, la que se estima irá creciendo de manera gradual y más lenta en estos primeros años.

7 Conclusiones

7.1 Resumen

A partir del estudio, se infiere que contemplar espacios disponibles en la etapa de diseño de edificios para la futura instalación de infraestructura de carga de vehículos eléctricos (incluida canalización y cableado), evitará modificaciones estructurales o la incorporación de complejidades que presentan los edificios ya construidos.

Para analizar las implicancias técnicas y económicas de implementar lo descrito en el párrafo anterior, se consideraron como casos de estudio aquellos edificios que cuenten con estacionamientos subterráneos o edificios en etapa de diseño, en los cuáles se proyecta la instalación de infraestructura de carga para vehículos eléctricos. La elección de los casos se basó en tres tipos de edificios de acuerdo con la oferta del mercado inmobiliario, diferenciándolos según la cantidad de estacionamientos, a saber: 80, 240 y 320. Se realizó posteriormente un ejercicio para determinar el costo unitario que significa instalar infraestructura de carga por cada estacionamiento durante la etapa de diseño o bien una vez construido el edificio.

En cada tipo de edificio analizado se estudiaron dos alternativas de solución para alimentar eléctricamente las unidades de carga de vehículos eléctricos. Primero, la solución unitaria, donde cada usuario propietario de un estacionamiento contrata de manera independiente un empalme eléctrico a la compañía distribuidora, para uso exclusivo en carga de VE. Segundo, la solución grupal, en que a partir de un empalme exclusivo para electromovilidad, se instala un tablero eléctrico que dará servicio a las unidades de carga a medida que se vayan incorporando al edificio.

Ambas soluciones son normativa y técnicamente viables. Cada una de ellas, presenta ventajas y desventajas, para ser aplicadas se debe analizar las características particulares de cada proyecto, junto a considerar los criterios de diseño de quien está proyectando este tipo de soluciones. Uno de los aspectos relevantes para discriminar entre una y otra alternativa de solución es el espacio que se debe disponer tanto para el montaje de múltiples empalmes como para la instalación de tableros eléctricos. El primero requiere la habilitación "tipo closet" en cada piso subterráneo, para el montaje de los equipos de medida asociados a los empalmes. El segundo requiere espacio para tableros eléctricos dotados de los elementos de protección y medida de energía. En este último caso se logra optimizar el espacio concentrando los empalmes en un tablero que distribuye por circuito a cada equipo de carga.

El espacio requerido para la instalación de empalmes en el caso de soluciones individuales o tableros eléctricos en el caso de instalaciones grupales se muestra en la tabla 18 a continuación.

Tabla 18 –Superficie requerida para instalación de empalmes o tableros eléctricos

| Número Estacionamientos | Superficie requerida | |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| | Solución individual | Solución grupal |
| 80 | 1,36 [m ₂] | 0,52 [m ₂] |
| 240 | 2,6 [m ₂] | 1,16 [m ₂] |
| 320 | 3,6 [m ₂] | 1,48 [m ₂] |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede comprobar en la tabla, se produce la optimización del espacio al conectar los equipos de carga a un grupo de tableros eléctricos por piso. Sin embargo, en este caso la administración del edificio deberá realizar la labor de monitoreo y control del consumo de energía al interior del edificio.

Desde el punto de vista normativo destaca la factibilidad de que cada estacionamiento, asociado a un rol de avalúo, pueda contar con un empalme eléctrico destinado a electromovilidad. Esto constituiría una garantía, dado que la compañía distribuidora no podría negar este tipo de servicio a quien desee contratarlo. La SEC ha señalado que las empresas distribuidoras no tienen la potestad exclusiva de prestar el servicio de carga de vehículos eléctricos, lo cual permitiría la incorporación de otros actores en la prestación de servicio de carga además de viabilizar la instalación grupal de cargadores de VE.

En el caso de instalaciones grupales, el Pliego N° 15 (en trámite) establece que para instalaciones que cuenten con una potencia instalada superior a 100 [kW] o sobre 15 unidades de carga, deberán contar con un sistema de protección de línea o control de carga. De esta manera no se sobre demanda la red eléctrica y no se altera su estabilidad. Esta restricción no se aplica para instalaciones unitarias, ya que, al ser cada empalme independiente, la compañía distribuidora tiene la obligación de cumplir con la potencia contratada, garantizando los parámetros de tensión y frecuencia en la red. Este punto será especialmente relevante cuando se masifiquen los vehículos eléctricos. Se puede prever, en base a la experiencia de países que muestran mayor desarrollo en electromovilidad, que la carga de los vehículos se realizará durante la noche. Este escenario plantea la necesidad de introducir un control adecuado de la demanda, de lo contrario la estabilidad de la red podría verse afectada, lo que activará las protecciones de sobre corriente o sobre temperatura.

Respecto a los costos de considerar infraestructura de carga para vehículos eléctricos en la etapa de diseño o una vez construido el edificio, al comparar los costos de instalación en una u otra etapa se constata que resulta altamente conveniente realizar este tipo de adecuaciones en los edificios en la etapa de diseño. Hacerlo de esta forma permite abaratar los costos de implementación, homogeneizar la solución en cuanto a mantener la estética del edificio evitando tener canalizaciones a la vista y evitar un costo futuro por parte del

usuario del vehículo eléctrico. La persona que quiera instalar un cargador eléctrico en su estacionamiento sólo deberá considerar los costos de cableado, empalme y equipo cargador.

Las diferencias en costos de dotar a los edificios de canalización y capacidad de empalme en la etapa de diseño versus post construcción al ser considerable, del orden de 4 a 5 veces, puede transformarse en una barrera de entrada que limite la incorporación de vehículos eléctricos al parque automotriz.

Es así, que, de acuerdo con el informe presentado, incorporar soluciones constructivas desde la etapa de diseño, es altamente favorable en comparación con dar soluciones posteriores y en forma escalonada según el comportamiento de la demanda local. Una solución escalonada puede ser inviable en algunos edificios ya construidos, por restricciones propias asociadas a aspectos normativos, constructivos, estructurales y económicos.

En cuanto a las entrevistas sostenidas con actores inmobiliarios y de construcción respecto a la electromovilidad en edificios, se pudo identificar distintos grados de avance en el desarrollo de sus proyectos. Se observan edificios que están incluyendo estacionamientos con cargadores para vehículos eléctricos únicamente en zonas de visitas hasta proyectos que ya están considerando un porcentaje de estacionamientos particulares con cargadores eléctricos en pisos subterráneos. Junto a esto se destaca la existencia de una visión general favorable para avanzar gradualmente en proyectos que involucren electromovilidad, en la medida que el ciudadano lo vaya demandando.

7.2 Tabla comparativa

La tabla 19 muestra la diferencia en los costos unitarios de implementación de infraestructura de carga de un edificio en la etapa de diseño y de un edificio ya construido (los dos edificios de similares características), considerando que el edificio ya construido dispone de schaf (o espacios para colocar las canalizaciones requeridas entre las losas subterráneas). Se observa que el costo unitario se incrementa considerablemente si se decide realizar la canalización de infraestructura de carga después de construido el edificio. El aumento se produce por el cambio en la materialidad del sistema de canalización, dado que en la etapa de diseño se puede realizar la instalación embutida en muros y losas con tuberías de PVC. En cambio, después de construido el edificio, se debe realizar la instalación a la vista utilizando canalización en acero galvanizado.

Tabla 19 –Diferencia en costos de implementación en edificios construidos vs en etapa de diseño

| Cantidad de estacionamientos | Valor adicional en etapa de diseño, por estacionamiento | Costo de implementación por estacionamiento en edificios Construidos | Incremento porcentual del costo implementación de la infraestructura de carga de VE en edificios construidos respecto a la etapa de diseño |
|------------------------------|---|--|--|
| 80 | UF 1,87 | UF 7,04 | 376% |
| 240 | UF 1,85 | UF 9,18 | 496% |
| 320 | UF 2,22 | UF 10,86 | 489% |

Fuente: Elaboración propia (U.F. 28.619,27 del 6 de abril 2020)

7.3 Recomendaciones

El estudio de costos de implementación de infraestructura de carga en estacionamientos de edificios es concluyente al plantear los ahorros en que se incurrirían si de los edificios incorporaran tanto los requerimientos técnicos como constructivos y eléctricos en la etapa de diseño.

Al revisar experiencias internacionales, se ha constatado que no existe una solución única respecto a la cantidad o la modalidad de incorporar en los estacionamientos un porcentaje destinado a vehículos eléctricos, lo cual se relaciona con el grado de avance en electromovilidad, como de recursos y normativas existentes, según la realidad de cada país. El análisis de la situación de Chile en este ámbito nos indica que es un buen momento para dar esta discusión con los distintos actores involucrados, tanto en electromovilidad como en las políticas públicas asociadas a proyectos de edificios en general.

El Ministerio de Energía se ha caracterizado por elaborar políticas públicas, hojas de rutas y planificaciones en mediano y largo plazo con la participación de diversos actores públicos y privados. En general, y a partir de las entrevistas y conversatorios realizados con empresas inmobiliarias, podemos ver que poco a poco los proyectos de edificios están incorporando puntos de carga. A pesar de que todavía no existe una alta demanda por estacionamientos que dispongan de cargadores para vehículos eléctricos, las condiciones son adecuadas para iniciar un debate bien planificado, con una metodología ad-hoc y que conduzca a la elaboración de recomendaciones, reglamentos y/o normas asociadas a la electromovilidad en estacionamientos de edificios. Se abre la oportunidad de desarrollar un proceso participativo que sirva para recoger las experiencias actuales, una visión más amplia del mercado inmobiliario y de empresas constructoras, usuarios de vehículos

eléctricos, organismos y entidades públicas (locales, regionales y nacionales), empresas de energía, proveedores de vehículos eléctricos entre otros.

Por otro lado, es importante ir generando Know How con empresas del sector eléctrico en la instalación de infraestructura de carga eléctrica en edificios ya construidos. Esto porque, independiente de los costos que se incurrirían, existirán diversas soluciones dependiendo del tipo y características de cada edificio. Es por lo tanto altamente recomendable que la administración de los edificios mantenga los planos de construcción y eléctricos a lo largo del tiempo, esta es una de las brechas detectadas y que se relaciona con el temor a intervenir un edificio estructuralmente sin tener a disposición los planos de la infraestructura.

Del análisis de costos desarrollado y complementario a las conclusiones de este informe se proponen las siguientes recomendaciones:

- Seguir las recomendaciones indicadas en el Pliego Normativo 15.
- Incorporar en el diseño del edificio el proyecto de canalización de circuitos para unidades de carga de vehículos eléctricos.
- Considerar el conductor de acometida del edificio con capacidad suficiente para la implementación gradual de unidades de carga de vehículos. De esta manera se evita tramitar con la compañía de distribución el aumento de capacidad que podría implicar (eventualmente) el reemplazo de conductores existentes.
- Tanto la solución individual como la solución grupal de empalmes son normativas y técnicamente viables, por lo que la elección de una u otra alternativa dependerá de cómo se conciba el proyecto eléctrico. Para ello se debe considerar como criterios de diseño el espacio disponible en cada planta de estacionamientos y el modelo de gestión de energía, estos, entre otras variables a definir por el proyectista a cargo del diseño.

8 Bibliografía

- California Building Standards Commission. (2019). California Green Building Standards - CalGreen Code. https://calgreenenergyservices.com/wp/wp-content/uploads/2019_california_green_code.pdf
- Concepto de Vivienda Social. (2007). *Cámara Chilena de la Construcción*. Obtenido de Biblioteca CChC: <http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/21507.pdf>
- D.F.L. Nº 2, de 1959. (1959). *MINISTERIO DE HACIENDA*. Obtenido de Biblioteca Cámara Chile de la Construcción: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=3483>
- D.L. Nº 2.552. (1979). *MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=6945>
- DFL 2. (1959). *MINISTERIO DE HACIENDA*. Obtenido de Biblioteca del congreso Nacional de Chile: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=3483>
- Dictamen Nº 58.261. (2017). *Dictamen contraloría General de la República Sobre Concepto de Vivienda Social y sus Requisitos*. Obtenido de Biblioteca Camara Chilena de Construcción: <http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/20669.pdf>
- DIRECTIVA (UE) 2018/844. (2018). *EL PARLAMENTO EUROPEO Y EL CONSEJO DE LA UNIÓN EUROPEA*. Obtenido de DiarioOficialde la Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2018/156/L00075-00091.pdf>
- Electric Vehicle Charging in Residential and Non-Residential Buildings. (2019). *Department for Transport*. Obtenido de www.gov.uk/dft: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/818810/electric-vehicle-charging-in-residential-and-non-residential-buildings.pdf
- Electric Vehicle Charging Stations. (2016). *California Department of General Services*. Obtenido de up.codes: <https://up.codes/viewer/california/ca-green-code-2016>
- Estrategia Nacional de Electromovilidad. (2017). *Ministerio de Energía, Transporte y Telecomunicaciones, y Medio Ambiente*. Obtenido de Ministerio de Energía: http://www.minenergia.cl/archivos_bajar/2018/electromovilidad/estrategia_electromovilidad-27dic.pdf
- Hirst, D. (31 January 2020). *Electric vehicles and infrastructure, Briefing Paper, n CBP07480*. London, UK.: House of Commons Library.
- HM Government, D. f. (2018). *Road to Zero. Next steps towards cleaner road transport and delivering our industrial strategy*. London, UK.
- Informe de Coyuntura Inmobiliaria. (2018). *TINSA*. Obtenido de INCOIN: <https://incoin.cl>

- Instituto de la Construcción . (Mayo de 2014). Manual Evaluación y Calificación. Santiago, Providencia, Chile.
- Ley General de Urbanismo y Construcción. (2019). *Biblioteca del Congreso Nacional*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=13560>
- Ley sobre copropiedad inmobiliaria. (2015). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=81505>
- MANUAL DEL USUARIO PLATAFORMA TE6. (2018). *Superintendencia de Electricidad y Combustibles*. Obtenido de SEC: <https://www.sec.cl>
- Minvu, M. d. (2019). Vol. 2 Manual de Procedimientos Calificación Energética de Viviendas en Chile. *Vol. 2 Manual de Procedimientos Calificación Energética de Viviendas en Chile*. (M. División Técnica de Estudio y Fomento Habitacional – Ditec, Ed.) Santiago, Santiago, Chile.
- NCh 3171. (2010). *Instituto Nacional de Normalización*. Obtenido de slideshare: <https://www.slideshare.net/MailowSam/nch3171-2010>
- NCh 433. (2012). *Instituto Nacional de Normalización*. Obtenido de slideshare: <https://www.slideshare.net/gomaldinho/nch-433-1996-2012-diseo-ssmico-de-edificios>
- NCh. Elec. 2/84. (1984). *Superintendencia de Electricidad y Combustibles*. Obtenido de gruposaesa: https://www.gruposaesa.cl/instaladores-electricos/el-club/descargar_archivo/660/
- NCh. Elec. 4/2003. (2003). *Superintendencia de Electricidad y Combustibles*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=226558>
- Ordenanza General de Urbanismo y Construcción. (2019). *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=8201>
- Plan Comunal Regulador de Copiapó. (2011). *Municipalidad de Copiapó*. Obtenido de Biblioteca del congreso Nacional de Chile: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=206008>
- Plan Regulador Comunal de Antofagasta. (2016). *Municipalidad de Antofagasta*. Obtenido de Biblioteca del congreso Nacional de Chile: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1087390>
- Plan Regulador Comunal de Arica. (2009). *Municipalidad de Arica*. Obtenido de Municipalidad de Arica: https://transparencia.municipalidaddearica.cl/uploads/file/LEY20285/2011/ABRIL/7_Actos_y_Resoluciones/Varios/ORDENANZA_PLAN_REGULADOR.pdf
- Plan Regulador Comunal de Chillán. (2016). *Municipalidad de Chillán*. Obtenido de Municipalidad de Chillán: <https://www.municipalidadchillan.cl/sitio/descargas/plan-regulador-2016/Ordenanza-Plan-Regulador-Comunal-Chillan.pdf>
- Plan Regulador Comunal de Concepción. (2015). *Municipalidad de Concepción*. Obtenido de Municipalidad de Concepción: <https://www.concepcion.cl/wp->

content/uploads/2019/04/Ordenanza-PRCC-Incluye-modif-Ley-20.791-y-decreto-154-de-2015..pdf

Plan Regulador Comunal de Concón. (2014). *Municipalidad de Concón*. Obtenido de Municipalidad de Concón:

http://transparenciaconcon.cl/Transparencia/07%20ActosSobreTerceros/PlanRegulador/Ordenanza_PRC%202017.pdf

Plan Regulador Comunal de Coyhaique. (2011). *Municipalidad de Coyhaique*. Obtenido de Municipalidad de Coyhaique:

https://www.coyhaique.cl/portalmunicipalidad/files/Ordenanza_PRC_Coyhaique_OC.pdf

Plan Regulador Comunal de Independencia. (2014). *Municipalidad de Independencia*. Obtenido de Municipalidad de Independencia: https://www.independencia.cl/wp-content/uploads/2015/08/plan_docu1.pdf

Plan Regulador Comunal de Iquique. (2007). *Municipalidad de Iquique*. Obtenido de Municipalidad de Iquique: <http://www.municipioiquique.cl/descargas/plano-regulador/Ordenanzas-Local-Plan-Regulador-Iquique.pdf>

Plan Regulador Comunal de La Serena. (2004). *Municipalidad de La Serena*. Obtenido de Municipalidad de La Serena:

http://transparencia.laserena.cl/documentos/doc_65__16042014113028.pdf

Plan Regulador Comunal de Las Condes Resolución 8. (2017). *Municipalidad de Las Condes*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional:

<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=31988>

Plan Regulador Comunal de Macul. (2018). *Municipalidad de Macul*. Obtenido de Municipalidad de Macul: <http://www.munimacul.cl/portalin/index.php/3d-flip-book/ordenanza-local-prc/>

Plan Regulador Comunal de Ñuñoa. (2019). *Municipalidad de Ñuñoa*. Obtenido de Municipalidad de Ñuñoa:

<https://www.nunoa.cl/images/18/Ordenanza%20Refundida%20PRC%20UOA%20-%20incluye%20MPRC%2018.pdf>

Plan Regulador Comunal de Providencia. (2007). *Municipalidad de Providencia*. Obtenido de Municipalidad de Providencia:

<http://firma.providencia.cl/dsign/cgi/sdoc.exe/sdoc/document?id=Eos3kpNhEnUgJ%2FdvBTPlrQ%3D%3D>

Plan Regulador Comunal de Puerto Montt. (2009). *Municipalidad de Puerto Montt*. Obtenido de Municipalidad de Puerto Montt: <https://www.puertomontt.cl/municipalidad/plan-regulador/>

Plan Regulador Comunal de Punta Arenas. (2016). *Municipalidad de Punta Arenas*. Obtenido de Municipalidad de Punta Arenas:

https://www.puntaarenas.cl/plano_regulador/archivos/03_Ordenanza%20Local_v29_Nov2016.pdf

- Plan Regulador Comunal de Rancagua . (2017). *Municipalidad de Rancagua*. Obtenido de Municipalidad de Rancagua: https://rancagua.cl/upload/plano_regulador/mod_20/Texto-Refundido-OPRC-Enero-2017_Mod20.pdf
- Plan Regulador Comunal de San Miguel. (2016). *Municipalidad de San Miguel*. Obtenido de Municipalidad de San Miguel: [http://www.sanmiguel.cl/web/agosto/ordenanzas/ORDENANZA_SOBRE_PLAN_REGULADOR%20\(2\).pdf](http://www.sanmiguel.cl/web/agosto/ordenanzas/ORDENANZA_SOBRE_PLAN_REGULADOR%20(2).pdf)
- Plan Regulador Comunal de Santiago. (2019). *Municipalidad de Santiago*. Obtenido de Municipalidad de Santiago: <http://transparencia.munistgo.cl/web2/file/tei/PORTAL/PLAN%20REGULADOR/2019/Texto%20refundido%20PRCS%20JUNIO%202019%202.pdf>
- Plan Regulador Comunal de Talca. (2018). *Municipalidad de Talca*. Obtenido de Municipalidad de Talca: https://www.talcatransparente.cl/documentos/doc_details/1636-ordenanza-local-plan-regulador-comuna-de-talca
- Plan Regulador Comunal de Temuco. (2009). *Municipalidad de Temuco*. Obtenido de Municipalidad de Temuco: <https://www.temuco.cl/wp-content/uploads/2018/12/MPRO-2.-Ordenanza-Actualizada-Noviembre-2015.pdf>
- Plan Regulador Comunal de Valdivia. (1988). *Municipalidad de Valdivia*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=210898>
- Plan Regulador Comunal de Vaparaíso. (2015). *Municipalidad de Valparaíso*. Obtenido de Biblioteca del Congreso Nacional de Chile: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=1012798>
- Plan Regulador Comunal de Viña del Mar. (2002). *Municipalidad de Viña del Mar*. Obtenido de Municipalidad de Viña del Mar: <https://www.vinadelmarchile.cl/uploads/2014/07/20140722230907-pagina20130926203101da1094902.pdf>
- Plan Regulador Comunal de Vitacuda. (2019). *Municipalidad de Vitacura*. Obtenido de Municipalidad de Vitacura: https://www.vitacura.cl/resources/descargas/plano_regulador/pdf/2019/Ordenanza%20Local%20agosto%202019_%20NO%20OFICIAL.pdf
- Pliego Técnico Normativo RIC N°15. (s.f.). *Superintendencia de Electricidad y Combustibles*. Obtenido de sec.cl: <https://www.sec.cl/consulta-publica-de-documentos/>
- Resolución Exenta N°26339. (2018). *Superintendencia de Electricidad y Combustibles*. Obtenido de Diario oficial de la República de Chile: <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2018/12/03/42220/01/1504772.pdf>
- Ruta Energética. (2018). *Ministerio de Energía*. Obtenido de Ministerio de Energía: <http://www.energia.gob.cl/rutaenergetica2018-2022.pdf>

9 Anexos

Anexo 1: Cantidad de estacionamientos en comunas seleccionados según especificaciones del Plan Regulador Comunal

Providencia: La ordenanza local del PRC establece para la mayoría de las zonas (todas menos una) que la exigencia de estacionamientos es de 1 por vivienda más un 20% adicional destinado a visitas.

Santiago: Se exige para viviendas de hasta 100 m² 1 estacionamiento cada 2 viviendas más un 15% adicional destinado a visitas.

Ñuñoa: Se exige para viviendas de hasta 100 m² 1 estacionamiento por vivienda más un 15% adicional destinado a visitas.

Las Condes: Se exige un estacionamiento por vivienda de hasta 70 m², uno y medio por vivienda de hasta 110 m², dos por vivienda de hasta 140 m², dos y medio por vivienda de hasta 180 m² y tres por vivienda de más de 180 m².

Tabla 19 - Cantidad de departamento según tamaño en la Comuna de Las Condes. Ref.: Censo inmobiliario Incoin (ver: <https://www.tinsa.cl/incoin/>).

| Superficie (m ²) | Oferta | % |
|------------------------------|--------|-------|
| hasta 70 | 803 | 38,87 |
| de 70 a 110 | 421 | 20,38 |
| de 110 a 140 | 584 | 28,27 |
| de 140 a 180 | 188 | 9,10 |
| más de 180 | 70 | 3,39 |
| Total | 2066 | 100 |

Fuente: Censo inmobiliario Incoin (ver: <https://www.tinsa.cl/incoin/>).

El promedio corresponde a 1,59 estacionamientos por vivienda en la comuna de Las Condes.

San Miguel: Se exige 1 estacionamiento cada 3 viviendas de hasta 100 m² más un 15% adicional destinado a visitas.

Vitacura: Se exige 1 estacionamiento por vivienda de hasta 70 m², 2 estacionamientos por vivienda de hasta 110 m², 2,5 estacionamientos por vivienda hasta 140 m², 3 estacionamientos por vivienda hasta 180 m² y 3,5 estacionamientos por viviendas

superiores a 180 m². En todos los casos se debe considerar un 20% extra para visitas. El porcentaje de la oferta primer período 2019 según superficies es:

Tabla 6 - Cantidad de departamento según tamaño en la Comuna de Vitacura.

| Superficie de deptos. (m ²) | Oferta de departamentos | % del total |
|---|-------------------------|-------------|
| hasta 70 | 0 | 0,00 |
| de 70 a 100 | 231 | 20,33 |
| de 100 a 140 | 405 | 35,65 |
| de 140 a 180 | 348 | 30,63 |
| más de 180 | 152 | 13,38 |
| Total | 1136 | 100 |

Fuente: Censo inmobiliario Incoin (ver: <https://www.tinsa.cl/incoin/>).

El promedio corresponde a 2,69 estacionamientos por vivienda más un 20% adicional destinado a visitas en la comuna de Vitacura.

Independencia: Se exige 1 estacionamiento por vivienda de hasta 100 m² más un 20% adicional destinado a visitas.

Viña del Mar: Se exige 1 estacionamiento por vivienda de hasta 140 m² más un 25% adicional destinado a visitas.

Macul: Se exige 1 estacionamiento por cada 5 viviendas de hasta 50 m², 1 estacionamiento por cada 3 viviendas de hasta 100 m² y 1 estacionamiento por vivienda de hasta 150 m². En todos los casos se debe considerar un 15% extra para visitas. El porcentaje de la oferta primer período 2019 según superficies es:

Tabla 7 - Cantidad de departamento según tamaño en la Comuna de Macul.

| Superficie de depto. (m ²) | Oferta de departamentos | % del total de deptos. |
|--|-------------------------|------------------------|
| hasta 50 | 1287 | 42,55 |
| de 50 a 100 | 1738 | 57,45 |
| más de 100 | 0 | 0,00 |
| Total | 3025 | 100 |

Fuente: Censo inmobiliario Incoin (ver: <https://www.tinsa.cl/incoin/>).

El promedio corresponde a 0,27 estacionamientos por vivienda más un 15% extra para visitas en la comuna de Macul.

Concón: Se exige 1 por vivienda de hasta 140 m² más un 20% adicional destinado a visitas.

Arica: Se exige 1 estacionamiento por vivienda de hasta 100 m².

Iquique: Tiene exigencias muy distintas según sector. En el presente estudio consideraremos la más exigente. Se exige 1 estacionamiento por vivienda.

Antofagasta: Se exige 1 estacionamiento por vivienda de hasta 100 m², más un 15% adicional destinado a visitas.

Copiapó: Se exige 1 estacionamiento por vivienda de hasta 100 m², más un 15% adicional destinado a visitas.

La Serena: Se exige 1 estacionamiento por vivienda más un 20% adicional destinado a visitas.

Valparaíso: Se exige 1 estacionamiento cada 3 viviendas.

Rancagua: Se exige en la mayoría de las zonas 1 estacionamiento por vivienda más un 20% adicional destinado a visita.

Talca: Se exige 1 estacionamiento por vivienda de hasta 80 m² más un 20% adicional para visitas.

Chillán: Se exige 1 estacionamiento por vivienda de hasta 140 m².

Concepción: Se exige 1 estacionamiento por cada 2 viviendas en la mayoría de los sectores.

Temuco: Se exige en la mayoría de las zonas 1 estacionamiento cada 3 departamentos de hasta 50 m², 1 cada departamento de hasta 140 m² con un 20% adicional destinado a visitas.

Tabla 8 - Cantidad de departamento según tamaño en Temuco.

| Superficie de depto. (m ²) | Oferta de departamentos | % del total de deptos. |
|--|-------------------------|------------------------|
| hasta 50 | 2341 | 56,71 |
| más de 50 | 3067 | 43,29 |
| Total | 5408 | 100 |

Fuente: Censo inmobiliario Incoin (ver: <https://www.tinsa.cl/incoin/>).

El promedio corresponde a 0,62 estacionamientos por vivienda más un 8,6% extra para visitas en la comuna de Temuco.

Valdivia: Se exige 1 por cada 6 viviendas de hasta 45 m² y 1 por cada 3 viviendas de hasta 100 m².

Tabla 9 - Cantidad de departamento según tamaño en Valdivia.

| Superficie de depto. (m ²) | Oferta de departamentos | % del total de deptos. |
|--|-------------------------|------------------------|
| hasta 45 | 670 | 37,75 |
| más de 45 | 1105 | 62,25 |
| Total | 1775 | 100 |

Fuente: Censo inmobiliario Incoin (ver: <https://www.tinsa.cl/incoin/>).

El promedio corresponde a 0,27 estacionamientos por vivienda en la comuna de Valdivia.

Puerto Montt: Se exige en la mayoría de las zonas 1 estacionamiento por vivienda más un 25% adicional destinado a visitas.

Coyhaique: Se exige 1 estacionamiento por vivienda.

Punta Arenas: Se exige 1 estacionamiento cada 3 viviendas.

Anexo 2: Costo de construcción edificio público (montos a Julio 2017)

NOMBRE PROYECTO: CONSTRUCCION CENTRO INTEGRAL DE SALUD SUR.

COMUNA: SANTIAGO.

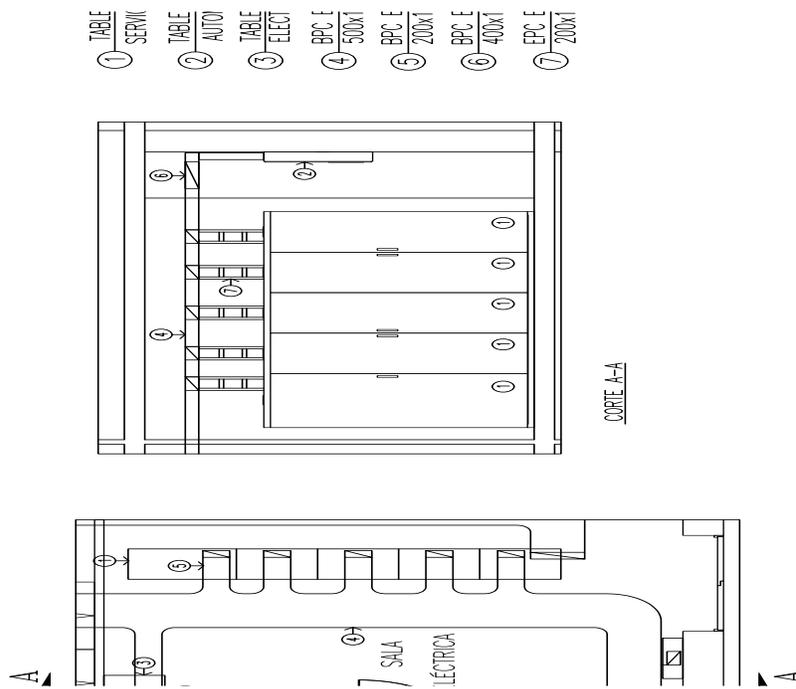
NOMBRE PROPONENTE O RAZÓN SOCIAL: BOETSCH SA

| ITEM | PRECIO TOTAL |
|--|--------------|
| GASTOS ADICIONALES, OBRAS COMPLEMENTARIAS, Y TRABAJOS PREVIOS | |
| TRABAJOS PREVIOS | 88.058.958 |
| GESTIÓN DE RESIDUOS DE OBRA | 6.058.800 |
| OBRAS DE CONSTRUCCIÓN | |
| OBRA GRUESA | |
| MOVIMIENTO DE TIERRAS | 63.576.766 |
| FUNDACIONES, ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO Y METÁLICAS | 459.507.650 |
| TERMINACIONES | |
| TABIQUERÍA | |
| TABIQUES | 157.088.025 |
| CUBIERTAS E IMPERMEABILIZACIONES | 115.781.460 |
| AISLACIÓN TÉRMICA Y ACÚSTICA | 15.438.458 |
| FACHADA Y TERMINACIONES VERTICALES EXTERIORES | 355.005.854 |
| PUERTAS, VENTANAS Y BARANDAS EXTERIORES | |
| PUERTAS Y VENTANAS EXTERIORES | 47.838.104 |
| BARANDAS Y PASAMANOS | 45.230.190 |
| TERMINACIONES METÁLICAS Y CUBREJUNTAS DE JUNTAS DE DILATACIÓN | 52.249.675 |
| PINTURAS | |
| ELEMENTOS NO METÁLICOS | 75.934.166 |
| REVESTIMIENTOS VERTICALES INTERIORES | 193.499.674 |
| PUERTAS INTERIORES Y PARTICIONES DE VIDRIO | 110.187.331 |
| CIELOS FALSOS | 73.943.326 |
| PISOS | 130.567.862 |
| ARTEFACTOS SANITARIOS Y GRIFERÍA | 67.230.138 |
| INSTALACIONES | |
| INSTALACIONES DE CIRCULACIONES VERTICALES MECÁNICAS | 73.178.000 |
| MOBILIARIO | 131.544.232 |
| SEÑALIZACIÓN INTERIOR, EXTERIOR Y DECORACIÓN ESPECIAL | 15.325.500 |
| INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y CORRIENTES DÉBILES | |
| INSTALACIONES ELECTRICAS | |

| | | |
|---|---------------------------------------|---------------|
| Emplazamiento | 60.214.411 | |
| Canalizaciones Subterráneas (banco de ductos) | 43.011.535 | |
| Alimentadores | Incluido anterior | |
| Tableros de Distribución y Comando | 29.036.294 | |
| Centros de Distribución | 73.541.151 | |
| Iluminación | 91.128.920 | |
| Canalizaciones | 43.011.535 | |
| Malla de Tierra BT | 1.383.200 | |
| INSTALACIONES DE CORRIENTES DÉBILES | | |
| Punto de Acceso inalámbrico WIFI | No considera | |
| Voz y Datos | 29.796.722 | |
| Circuito Cerrado de Televisión | 11.942.469 | |
| INSTALACIONES DE ALCANTARILADO, AGUA POTABLE, RIEGO Y AGUAS LLUVIA | | |
| INSTALACIONES SANITARIAS | 6.045.000 | |
| AGUAS LLUVIAS | Incluido | |
| INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE FRIA/CALIENTE Y RED HÚMEDA | 147.289.000 | |
| INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN | | |
| SUMINISTRO Y MONTAJE MATERIALES NACIONALES | 157.152.201 | |
| SUMINISTRO Y MONTAJE EQUIPOS IMPORTADOS | 148.242.347 | |
| INSTALACIONES DE SEGURIDAD CONTRA EL FUEGO | | |
| PROYECTO DE SEGURIDAD | | |
| DETECCION DE INCENDIOS | 26.733.292 | |
| INSTALACIÓN DE GASES CLÍNICOS | 97.120.336 | |
| INSTALACIÓN DE PAVIMENTACIÓN | 4.000.000 | |
| INSTALACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS | 7.354.000 | |
| PROYECTOS COMPLEMENTARIOS | | |
| PAISAJISMO | 45.441.200 | |
| ASEO FINAL DE LA OBRA | 5.150.000 | |
| | COSTO DIRECTO | 3.260.514.711 |
| | GASTOS GENERALES, sobre Costo Directo | 841.212.795 |
| | UTILIDADES, sobre Costo Directo | 293.446.324 |
| | SUBTOTAL NETO | 4.395.173.830 |
| | IVA | 835.083.028 |
| EDIFICIO CESFAM-CENTRO DE SALUD FAMILIAR TOTAL OFERTA | 5.230.256.858 | |

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 3: Planta sala eléctrica



PLANTA SALA ELÉCTRICA 1º SUBTERRANEO

