



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

FACULTAD DE ARQUITECTURA, CONSTRUCCIÓN Y DISEÑO

**EVALUACIÓN Y ADAPTACIÓN DE UN INDICADOR TRIDIMENSIONAL Y
TERRITORIALIZADO DE POBREZA ENERGÉTICA APLICADO EN VIVIENDAS
SOCIALES DEL CENTRO-SUR DE CHILE**

Caso de estudio: Michaihue, San Pedro de la Paz, Región del Biobío

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN HÁBITAT SUSTENTABLE Y
EFICIENCIA ENERGÉTICA**

AUTOR: MATÍAS ALONSO LEYTON VERGARA

PROFESOR GUÍA: DR. ALEXIS PÉREZ FARGALLO

PROFESORA CO-GUÍA: DRA. PAULINA WEGERTSEDER MARTÍNEZ

CONCEPCIÓN, 01 de marzo de 2021

Resumen

La Pobreza Energética (PE) es un problema que afecta gran parte de la población mundial, haciendo que quienes la padecen sean incapaces de cubrir sus necesidades energéticas, generando problemas económicos, de salud, ambientales, e incluso generando rezago laboral, social y escolar. Debido a esta problemática, surge la necesidad de medir la PE para elaborar estrategias que permitan reducirla. En este contexto, países como Chile no poseen un indicador válido de medición, por esto, RedPE propone un Indicador Tridimensional y Territorializado de PE (ITTPE) que considera variados criterios para definir a un hogar como PE. En la presente investigación, se evalúa este Indicador y sus dimensiones en base a la revisión bibliográfica y pertinencia territorial para adaptarlo a las condiciones del caso de estudio y evaluar su aplicabilidad en viviendas sociales del Centro-Sur de Chile, teniendo como caso de estudio el Sector Michaihue, Región del Biobío. En la adaptación del ITTPE se consideran 4 dimensiones compuestas por un total de 12 subindicadores ajustados. Al aplicar el ITTPE original y adaptado, se identificó que la situación socioeconómica, las dimensiones de climatización de la vivienda y equidad en el gasto energético son las que más inciden en alcanzar esta condición. Por otra parte, al comparar los resultados del Indicador original y el adaptado, se tiene una PE total del 100% y 93,3% respectivamente, donde el 25,66% están en PE y el 67,64% en PE Extrema, siendo el 100% de hogares pobres por ingresos, también pobres energéticamente, en este sentido se infiere que la adaptación del Indicador permite una precisión ajustada la Zona Centro-Sur de Chile y una aplicabilidad a nivel particular y general, validando la metodología de medición propuesta.

Palabras claves: Pobreza Energética, Viviendas sociales, Indicador Multidimensional de Pobreza Energética, Consumo energético, Acceso a energía.

Abstract

Energy Poverty (EP) is a problem that affects a large part of the world population, making those who suffer from it unable to meet their energy needs, generating economic, health, environmental problems, and even generating labor, social and school lag. Due to this problem, the need arises to measure EP to develop strategies to reduce it. In this context, countries like Chile do not have a valid measurement indicator, for this reason, RedPE proposes a Three-dimensional and Territorialized Indicator of EP (ITTPE) that considers various criteria to define a household as EP. In the present research, this Indicator and its dimensions are evaluated based on the bibliographic review and territorial relevance to adapt it to the conditions of the case study and evaluate its applicability in social housing in Central-South Chile, taking as a case study the Michaihue Sector, Biobío Region. In the adaptation of the ITTPE, 4 dimensions are considered, made up of a total of 12 adjusted sub-indicators. When applying the original and adapted ITTPE, it was identified that the socioeconomic situation, the dimensions of the air conditioning of the home and equity in energy expenditure are the ones that have the greatest impact on achieving this condition. On the other hand, when comparing the results of the original and the adapted Indicator, there is a total EP of 100% and 93.3% respectively, where 25.66% are in EP and 67.64% in Extreme EP, being 100% of income-poor households, also energy poor, in this sense it is inferred that the adaptation of the Indicator allows a precision adjusted to the Central-South Zone of Chile and an applicability at a particular and general level, validating the proposed measurement methodology.

Keywords: Energy Poverty, Social housing, Multidimensional Energy Poverty Index, Energy Consumption, Energy Access.

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	12
1.1 FORMULACIÓN GENERAL DEL PROBLEMA.....	12
1.2 RELEVANCIA DEL PROBLEMA	14
1.3 HIPÓTESIS.....	15
1.4 Objetivo general.....	15
1.5 Objetivos específicos.....	15
2 MARCO TEÓRICO.....	17
2.1 Consumo energético residencial.....	17
2.1.1 Consumo energético residencial en Chile.....	18
2.1.2 Acceso equitativo y servicios energéticos.....	22
2.1.3 Fuentes de energía para calefacción.....	24
2.1.4 ACS y fuentes de energía.....	26
2.2 Pobreza Energética.....	28
2.2.1 Introducción a la Pobreza Energética.....	28
2.3 Medición e indicadores de Pobreza Energética	29
2.4 Indicadores Multidimensionales de Pobreza Energética	31
2.4.1 Multidimensional Energy Poverty Index (MEPI)	31
2.4.2 Multiple-indicator Energy Poverty in the European Union.....	32
2.4.3 Energy Poverty Multidimensional Index (EPMI)	33
2.4.4 Energy Poverty Vulnerability Index (EPVI)	34
2.4.5 Indicador de Satisfacción de Necesidades Absolutas de Energía	35
2.5 Pobreza Energética en Chile.....	36
2.6 Indicador Tridimensional y Territorializado (RedPE).....	38
2.7 Desigualdad y Pobreza en Chile	42
2.7.1 Coeficiente de Gini (desigualdad por ingresos)	43
2.8 Viviendas Sociales	44
2.8.1 Viviendas Sociales en la Región del Biobío.....	45

2.9	Clima y Condiciones ambientales.....	45
2.9.1	Clima en la Región del Biobío.....	46
3	Metodología.....	48
3.1	Metodología de investigación.....	48
3.1.1	Clasificación y revisión de indicadores de PE.....	49
3.1.2	Levantamiento de la información y caracterización del caso de estudio.....	50
3.1.3	Análisis y evaluación ITTPE propuesto.....	51
3.1.4	Aplicación y evaluación de ITTPE adaptado.....	53
3.2	ITTPE: Indicador propuesto por RedPE.....	54
3.3	Metodología para medición de la PE propuesta.....	56
3.4	Área de estudio.....	57
3.5	Caso de estudio.....	57
3.5.1	Conjunto Habitacional Michaihue 716.....	58
3.5.2	Conjunto Habitacional La Estrella de Michaihue.....	60
3.6	Selección de la muestra y recolección de datos.....	61
3.7	Limitaciones de investigación.....	64
3.7.1	Hogares no considerados en la muestra.....	64
3.7.2	Limitación en levantamiento de datos.....	64
3.7.3	Modificaciones en la distribución de la vivienda.....	64
4	RESULTADOS: ANÁLISIS DE INDICADORES Y LEVANTAMIENTO DE DATOS.....	65
4.1	Revisión y análisis a indicadores de Pobreza Energética.....	65
4.2	Levantamiento y sistematización de los hogares.....	68
4.2.1	Tipología de la Vivienda y Composición del Grupo Familiar.....	68
4.2.2	Nivel Socioeconómico de los hogares.....	69
4.2.3	Caracterización de las viviendas.....	70
4.2.4	Temperatura interior y confort térmico.....	71
4.2.5	Tipo de calefacción de los hogares.....	72

5	Evaluación y adaptación del ITTPE	73
5.1.1	Evaluación Alimentación e Higiene	73
5.1.2	Evaluación Dispositivos eléctricos e iluminación	75
5.1.3	Evaluación Climatización de la Vivienda	79
5.1.4	Evaluación Equidad en el Gasto energético	83
5.2	ITTPE adaptado.....	85
6	Resultados: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado.....	87
6.1.1	Resultados Dimensión: Alimentación e Higiene	87
6.1.2	Resultados Dimensión: Dispositivos eléctricos e iluminación.....	88
6.1.3	Resultados Dimensión: Climatización de la vivienda	91
6.1.4	Resultados Dimensión: Equidad en el gasto energético	93
6.2	Evaluación del ITTPE.....	94
6.2.1	Pobreza Energética en el Caso de estudio por tipología.....	97
6.2.2	Pobreza Energética por Nivel de Pobreza	99
7	CONCLUSIONES	101
8	Bibliografía.....	104
9	ANEXOS.....	110
9.1	Planilla de medición de PE mediante el ITTPE adaptado para Conjunto Habitacional La Estrella de Michaihue.	110
9.2	Planilla de medición de PE mediante el ITTPE adaptado para Conjunto Habitacional Michaihue 716.....	111
9.3	Extracto Cuestionario aplicado en las viviendas.	112

Listado de tablas

Tabla 1:	Porcentaje de consumo energético residencial para distintos países.....	17
Tabla 2:	Comparativa de consumo energético en viviendas entre el año 2009 y 2018.....	21
Tabla 3:	Consumo total por grupo de Zonificación térmica.....	22

Tabla 4: Uso de calefacción a nivel nacional y según zonificación térmica	24
Tabla 5: Uso de calefacción según GSE	25
Tabla 6: Tipos de calefacción de uso residencial según su descarga contaminante.....	25
Tabla 7: Uso de Agua Caliente Sanitaria por zonificación térmica.....	26
Tabla 8: Uso de ACS por Grupo Socio Económico (GSE)	27
Tabla 9: Indicadores clasificados según tipo	30
Tabla 10: Indicador MEPI.....	32
Tabla 11: EPMI Bollino y Botti	34
Tabla 12: Indicador de necesidades absolutas (México).....	35
Tabla 13: Tramos de PE según ITTPE	40
Tabla 14: Dimensiones e indicadores para dimensión de acceso ITTPE resumido	40
Tabla 15: Valores de Pobreza por ingresos en Chile para 1 persona.	42
Tabla 16: Indicadores de desigualdad en Chile OECD 2017	44
Tabla 17: Temperaturas límites de confort térmico y tiempo de uso de vivienda según zonificación térmica.	45
Tabla 18: Temperaturas San Pedro de la Paz	46
Tabla 19: Humedad relativa medida en Concepción, región del Bío-bío	46
Tabla 20: Datos requeridos de encuesta en función de los subindicadores del ITTPE	51
Tabla 21: Propuesta ITTPE RedPE.....	54
Tabla 22: Muestra considerada para cada indicador de PE	63
Tabla 23: Revisión a indicadores más utilizados, evaluando los criterios incorporados para la medición de la PE.	66
Tabla 24: Evaluación de indicadores y desigualdad en función del coeficiente de Gini	67
Tabla 25: Tipología y habitantes por vivienda del caso de estudio.....	68
Tabla 26: Niveles de Pobreza por Ingresos en el caso de estudio.....	69
Tabla 27: Ingresos de los hogares	69
Tabla 28: Transmitancia térmica de las viviendas viviendas.....	70
Tabla 29: Confort térmico Conjunto Habitacional La Estrella 2N.....	71
Tabla 30: Confort térmico Conjunto Habitacional Michaihue 716	71
Tabla 31: Combustibles y artefactos de calefacción utilizados	72
Tabla 32: Evaluación Dimensión Alimentación e Higiene	73
Tabla 33: Evaluación Dimensión Iluminación y Dispositivos eléctricos	76

Tabla 34: Evaluación Climatización de la Vivienda.....	80
Tabla 35: Evaluación Equidad en el Gasto energético.	83
Tabla 36: ITTPE adaptado posterior a la evaluación de sus dimensiones y subindicadores.....	85
Tabla 37: Resultados dimensión alimentación e higiene	87
Tabla 38: Dimensión Alimentación e Higiene en hogares sobre la LPE	88
Tabla 39: PE dimensión dispositivos e instalaciones eléctricas para el total de la muestra (343)....	90
Tabla 40: PE dimensión iluminación y dispositivos eléctricos en hogares sobre LPE.	90
Tabla 41: PE para Climatización de la vivienda en el total de la muestra.	92
Tabla 42: PE para Climatización de la vivienda en hogares sobre LPE por el total de la muestra	92
Tabla 43: Resultados Dimensión Equidad en el Gasto Energético	93
Tabla 44: Comparación resultados de PE entre el ITTPE adaptado y el ITTPE propuesto	95
Tabla 45: Comparativa entre niveles de PE del caso de estudio y los resultados nacional y zonal. .	96
Tabla 46: Medición de la PE mediante el ITTPE adaptado según tipología de la vivienda	97
Tabla 47: PE en base a Tipología de la vivienda medida con el ITTPE adaptado	98
Tabla 48: PE medida con ITTPE adaptado en función de la pobreza por ingresos para los grupo sobre LPE y bajo LPE en base al total de la muestra.	99
Tabla 49: PE en base a Pobreza por ingresos medida con el ITTPE adaptado.	100
Tabla 50: Extracto Planilla medición PE en hogares tipología casa.....	110
Tabla 51: Extracto Planilla medición de PE para Conjunto Habitacional Michaihue 716.	111

Listado de figuras

Figura 1: Distribución sectorial del total del consumo final por sector en cal.	19
Figura 2: Distribución del tipo de combustible para calefacción en Chile.	19
Figura 3: Distribución del Consumo energético residencial en Chile ((CDT, 2019)).....	20
Figura 4: Distribución porcentual de consumos sin considerar biomasa.....	20
Figura 5: Servicios energéticos definidos por RedPE (RedPE, 2020).....	23
Figura 6: Fuente de energía para ACS por región.	27
Figura 7: Indicador múltiple planteado para la medición de la PE en la Unión Europea.....	33
Figura 8: Esquema indicadores del EPVI.	35
Figura 9: Concepto de Pobreza Energética en Chile.....	38
Figura 10: Necesidades de energía fundamentales y básicas.	39
Figura 11: Valores Límites de Pobreza según la cantidad de integrantes del hogar.....	42
Figura 12: Dimensiones e indicadores de la medición de pobreza multidimensional.	43

Figura 13: Sector Michaihue, San Pedro de la Paz, Chile.	45
Figura 14: Rangos de temperatura interior de hogares en invierno para distintas ciudades de Chile.	47
Figura 15: Metodología de la investigación.	49
Figura 16: Metodología para revisión de indicadores.....	50
Figura 17: Metodología para la evaluación y adaptación del ITTPE propuesto.....	52
Figura 18: Método para la evaluación del ITTPE adaptado.....	53
Figura 19. Metodología para la medición de la PE en el caso de estudio.....	56
Figura 20: Comuna de San Pedro de la Paz	Figura 21: Polígono comuna de San Pedro de la Paz
.....
.....	57
Figura 22: Sector Michaihue, San Pedro de la Paz.	58
Figura 23: Microbasurales en la vía pública. Sector Michaihue.	58
Figura 24: Distribución tipología departamento en un piso del Conjunto Habitacional Michaihue 716. Fuente: LEU UBB.	59
Figura 25: Vista lateral Bloques de departamentos Conjunto habitacional Michaihue.	59
Figura 26: Ubicación "La Estrella de Michaihue".	60
Figura 27: Tipología de Vivienda Conjunto habitacional "La estrella de Michaihue.....	60
Figura 28: Elevación frontal viviendas tipo Conjunto habitacional "La Estrella de Michaihue".	61
Figura 29: Modelo Vivienda 2N, 2 dormitorios.	61
Figura 30: Población de estudio y muestra seleccionada.	62
Figura 31: Imhr/día vs cantidad d e habitantes.....	76
Figura 32: Valores del Índice SAIDI regionales al año 2017.	89
Figura 33: Gráfico comparativo entre ITTPE original y adaptado para la dimensión iluminación y dispositivos eléctricos.	90
Figura 34: Gráfico comparativo entre valores de PE para el ITTPE original y el ITTPE adaptado.	93
Figura 35: Pobreza Energética de la muestra medida con el ITTPE adaptado. Fuente: Elaboración propia.	94
Figura 36: Identificación de la encuesta. Fuente: MINVU.....	112
Figura 37: Sección A - identificación de encuestado y composición del hogar. Fuente: MINVU....	113
Figura 38: Sección ficha de observación punto 1 y 2. Fuente: MINVU	113
Figura 39: Ficha de observación, punto 3. Fuente: MINVU	114
Figura 40: Ficha de observación, punto 4. Fuente: MINVU	115

1. INTRODUCCIÓN

1.1 FORMULACIÓN GENERAL DEL PROBLEMA

El desarrollo humano se vincula constantemente al acceso y el consumo de energía, esto es cada vez de formas más intensivas y en mayores cantidades, lo que, a su vez se relaciona con los avances tecnológicos y la industrialización global (White, 1949; Mumford, 1971; Sorensen, 2013). Por consiguiente, el consumo de la energía se ha tornado en una preocupación para gobiernos, instituciones estatales, las ONG, hogares y ciudadanos, entre otros (Ministerio de Energía de Chile, 2017), haciendo que los programas gubernamentales y políticas públicas se centren en establecer a la energía como un derecho y una necesidad que debe ser cubierta, puesto que tiene directa relación con el bienestar de las personas. Actualmente, esta conexión entre el bienestar y la capacidad de cubrir las necesidades energéticas son variadas según el lugar del mundo donde se evalué, existiendo diferencias notorias entre regiones con mayor desarrollo y las menos desarrolladas (Day, Walker y Simcock, 2016), sin embargo, todas tienen en común el concepto de Pobreza Energética (PE).

La Pobreza Energética (PE), Pobreza de combustible o vulnerabilidad energética es un fenómeno que posee múltiples definiciones, siendo la principal, la descrita por Boardman en 1991, como *“la incapacidad de permitir un calor adecuado debido a la ineficiencia del hogar”* (Boardman, 1991), de esta frase se infiere que es la dificultad de mantener condiciones confortables en la vivienda durante el tiempo requerido por los ocupantes, o bien, que los mecanismos de acondicionamiento son insuficientes para alcanzar condiciones de confort. Esta condición en los hogares puede ser producida por múltiples factores y a su vez, generar una variedad de problemas asociados a enfermedades respiratorias, alimentación, distribución de ingresos, rezago social y laboral, entre otros (García, 2014; Guerrero Moya, 2017; RedPE, 2019; Boardman, 1991; Ministerio de Energía de Chile, 2017).

Frente a esta problemática, los últimos años, la investigación en el área de la PE se ha enfocado en desarrollar metodologías para identificar y medir la PE principalmente en Europa, y recientemente países en desarrollo, donde los habitantes enfrentan esta situación constantemente (García, 2014). En este contexto, es que Asia y África, para el 2016 existían más de mil millones de personas que aún no tenían acceso a electricidad, por otra parte, en 2017 cerca de 2.800 millones de personas

no contaban con acceso a equipamientos mínimos para cocinar de forma óptima, además, un tercio de la población mundial, dependía de combustibles de biomasa (residuos forestales) para la preparación de sus alimentos y calefacción (IEA, 2017), siendo estos factores que según variadas metodologías de medición permiten categorizar a un hogar como pobre energéticamente (RedPE, 2018; Castaño-Rosa, Raúl; Solís-Gúzman, Jaime; Marrero, 2020; Santillán, Cedano y Martínez, 2020; RedPE, 2019).

La medición de la PE se realiza mediante indicadores que sean capaces de determinar si los hogares se encuentran en esta situación. Por esto, múltiples investigaciones proponen métodos y criterios que se ajusten a la realidad donde se mide el fenómeno, por ejemplo, la Comisión Europea basa su evaluación en tres criterios para su identificación en los hogares: Retraso en el pago de servicios públicos energéticos, incapacidad para mantener acondicionada la vivienda y la habitabilidad de las viviendas según las condiciones interiores, como goteras, humedad, hongos y podredumbre (Castaño-Rosa, Solís-Gúzman y Marrero, 2019; European Comission, 2018).

En Chile, las cifras indican que solo la población de mayores ingresos logra alcanzar niveles de confort térmico en sus viviendas (Reyes et al., 2019), esto se debe principalmente a la desigualdad que existe en el acceso a la energía. Este fenómeno se vincula a la diferencia presente en métodos y artefactos de calefacción, la materialidad de las viviendas, el ingreso mensual de cada hogar, entre otros, provocando una brecha en las posibilidades para cubrir las necesidades energéticas de forma satisfactoria (RedPE, 2020; 2018; 2019).

Sumado a lo anterior, CASEN 2017 indica que en Chile un 14,5% de los hogares se encuentran en la situación de pobreza multidimensional, donde, la mayoría de este grupo socioeconómico habita en la zona Centro-Sur del país (Región del Maule, Ñuble, Biobío y La Araucanía) (Casen, 2017; Reyes et al., 2019). Además, en esta zona el 80% de los hogares utiliza leña o derivados como fuente de combustible para calefacción (CDT, 2015). En relación a lo anterior, en el Centro-Sur de Chile, el 90% del material particulado fino MP 2,5 presente en la atmósfera es consecuencia del alto consumo de leña, debido principalmente a las bajas temperaturas en invierno y sistemas constructivos que no cumplen con los estándares mínimos (Schueftan, Sommerhoff y González, 2016; CDT, 2015).

Debido a las condiciones que limitan a los hogares a cubrir las necesidades energéticas de forma idónea, surge la necesidad de un sistema que permita medir la PE en Chile, es a causa de esto, la RedPE (Red de Pobreza Energética) elabora el documento "Acceso equitativo a energía de calidad

en Chile. Hacia un indicador territorializado y tridimensional de pobreza energética”, donde se propone un indicador que da cuenta de las condiciones de PE en los hogares (RedPE, 2019). Este método se basa en indicadores multidimensionales utilizados a nivel internacional estableciendo cuatro dimensiones: 1) Alimentación e Higiene; 2) Iluminación y dispositivos eléctricos, 3) Climatización de la Vivienda y 4) Equidad en el gasto energético, teniendo cada una de estas dimensiones, subindicadores que consideran criterios asociados a la cobertura de necesidades energéticas específicas que pueden impactar directamente en la salud y el bienestar de las personas (Ministerio de Energía de Chile, 2017; RedPE, 2019).

1.2 RELEVANCIA DEL PROBLEMA

Actualmente, no existe un método validado en Chile para medir la Pobreza Energética de forma multidimensional, debido a múltiples factores que contribuyen a la dificultad de establecer un indicador preciso, entre ellos, radica la limitación de bases de datos y la diferencia de criterios y condiciones con los indicadores de PE internacionales, además, es preciso sumar la desigualdad socioeconómica, las variaciones climáticas del país. Y, la diferencia de acceso a energía según la zona geográfica, lo que dificulta alcanzar una precisión en los métodos y resultados de PE que se ajusten al ámbito nacional.

En este contexto RedPE propone un Indicador Tridimensional y Territorializado de Pobreza Energética (ITTPE) compuesto de cuatro dimensiones, tres de acceso y una de equidad en el gasto energética. El problema de este indicador es que solo ha sido aplicado a nivel Macro y los resultados han sido obtenidos en base a documentos de carácter estadístico que no poseen la misma muestra (CASEN, EPF, ENE), por lo que es imposible determinar un valor de PE Total que defina a un hogar como pobre energéticamente, por ende, es relevante analizar el indicador y evaluar su aplicabilidad en casos locales, ya sea en conjuntos habitacionales o a nivel de vivienda, con tal de identificar que dimensiones son más relevantes y que factores son los que más influyen en alcanzar la situación de PE.

Sumado a lo anterior, no existen registros de la Pobreza Energética en viviendas sociales del centro-sur de Chile (Región del Maule, Ñuble, Biobío y La Araucanía), que además de ser la zona que posee mayor uso de leña a nivel país, son las más susceptibles de ser considerados como en PE (Cámara Chilena de la Construcción, 2017), debido a causantes como bajos ingresos, limitación en

mecanismos de acondicionamiento ambiental, la locación e incluso componentes de diseño arquitectónico y soluciones constructivas que no permiten a los ocupantes satisfacer sus necesidades energéticas. Por ello, existen consecuencias como bajas temperaturas y sensación térmica al interior de la vivienda, tendencia a enfermedades respiratorias, e incluso afecciones en el estado de ánimo, es por esto, que se evaluará y aplicará el ITTPE en viviendas sociales de la región del Biobío, específicamente en el Conjunto Habitacional Michaihue 716 y La Estrella, pertenecientes a la Comuna de San Pedro de la Paz.

En este sentido, la relevancia de realizar la revisión, evaluación, adaptación y aplicación del ITTPE en el caso de estudio, radica en que según los resultados obtenidos, además de identificar los factores que más inciden a los hogares a alcanzar la Pobreza Energética, se puede orientar a un método válido que permita medirla desde una misma fuente de información, y en consecuencia, la posibilidad de elaborar estrategias que colaboren a su reducción, sobre todo en los sectores más vulnerables, que son los con mayor riesgo de padecer este fenómeno.

1.3 HIPÓTESIS

Es posible aplicar el Indicador Tridimensional y Territorializado de PE propuesto por RedPE, mediante la evaluación y adaptación del mismo, para medir la Pobreza Energética en viviendas sociales en la zona centro-sur de Chile, teniendo como caso de estudio los Conjuntos Habitacionales Michaihue 716 y La Estrella Michaihue, San Pedro de la Paz.

1.4 Objetivo general

Evaluar la capacidad y aplicabilidad para medir la Pobreza Energética del Indicador Tridimensional y Territorializado de Pobreza Energética (ITTPE) propuesto por RedPE (Red de Pobreza Energética de Chile), mediante la evaluación y adaptación de las dimensiones y subindicadores que lo componen, para ser aplicado en viviendas sociales del Centro-Sur de Chile, permitiendo identificar a los hogares que son pobres energéticamente en el caso de estudio.

1.5 Objetivos específicos

Clasificar y revisar indicadores de PE existentes, identificando las variables y criterios más influyentes que permitan definir a un hogar como PE a nivel multidimensional.

Levantar y sistematizar la información de los hogares y zona de estudio para la evaluación de la PE y el indicador.

Capítulo 1: Introducción

Evaluar el Indicador Tridimensional (ITTPE) propuesto por RedPE considerando las dimensiones y subindicadores asociados a necesidades energéticas, para adaptarlo en base a revisión bibliográfica, información disponible y la pertinencia territorial del caso de estudio para su aplicación.

Determinar la capacidad del indicador propuesto para su aplicación en viviendas sociales, en base al análisis de los resultados obtenidos, identificando las dimensiones más relevantes y las limitaciones para la medición de la PE.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Consumo energético residencial

El sector residencial representa una gran parte del consumo energético mundial. En base al Informe de Estado Global 2017 (UNE & IEA, 2017), en 2016 los edificios representaron el 30% de la energía consumida y emitieron el 28% del CO₂ a nivel mundial, por consiguiente, es necesario alcanzar la eficiencia energética en este sector para enfrentar las problemáticas medioambientales (Cao et al., 2016). Por otra parte, el sector residencial es el que constituye la mayoría de las edificaciones, contribuyendo con el 73% de la energía consumida y el 61% del CO₂ emitido del sector edificatorio, esto significa que únicamente el sector residencial consume un 22% de la energía total y emite el 17% del CO₂ mundial (UNE & IEA, 2017).

En este contexto, en la mayoría de los países el consumo energético residencial representa más del 25% del total país, con un promedio de 31%, variando entre 16 y 50% (Bao & Li, 2020) siendo la mayor parte del consumo total de un hogar la calefacción, el calentamiento de agua sanitaria, los electrodomésticos y la iluminación (Swan et al., 2011). En la siguiente tabla se observa la variación de los porcentajes de consumo energético que significa el sector residencial para cada país, existiendo variaciones considerables entre los países, las que pueden deberse a la eficiencia energética del sector y los niveles de industrialización del país (ver Tabla 1). En Chile, el consumo energético del sector es el 16% del total país (CNE, 2018), siendo un objetivo del Ministerio de Energía reducir estas cifras con las estrategias adecuadas, entre ellas, la disminución de la Pobreza Energética (Ministerio de Energía de Chile, 2017).

Tabla 1: Porcentaje de consumo energético residencial para distintos países

País	Consumo Energético del Sector Residencial sobre el consumo del país (%)	Fuente
Miembros IEA	20,0	(IEA, 2020)
USA	21,1	(EIA, 2020)
Canadá	13,1	(CER, 2019)
México	17,9	(CONUEE, 2018)

España	17,1	(IDAE, 2020b)
Australia	11,1	(DIS, 2015a)
Alemania	25,0	(Grealis, Musch y Rau, 2019)
Chile	16,0	(CNE, 2019)
Uruguay	17,1	(MIEM, 2019)
Argentina	27,0	(Gastiarena et al., 2017)
Colombia	16,3	(DNP, 2017)
Portugal	17,7	(INEP, 2011)
Francia	27,5	(ODYSSEE-MURE, 2020)
Unión Europea	26,1	(Eurostat, 2020)
Finlandia	16,8	(Trotta, 2020)
China	11,7	(Gao et al., 2019)

Fuente: Elaboración propia.

2.1.1 Consumo energético residencial en Chile.

La energía ha sido los últimos años fundamental para el desarrollo humano, en este contexto el consumo energético es visto como una necesidad o derecho esencial, convirtiéndose en una prioridad para la elaboración de políticas públicas (Pérez-Fargallo et al., 2020; Ministerio de Energía de Chile, 2017). A nivel residencial, esto ha llevado consigo un mayor consumo de esta, debido a que las necesidades energéticas deben ser cubiertas y en función de los avances tecnológicos, estas necesidades cambian y los usuarios requieren su satisfacción.

El consumo energético en Chile, se divide en cinco sectores: Comercial, público y residencial (CPR), Industrial y Minero y Transporte. El 22% del total del consumo final corresponde al sector CPR (ver Figura 1), donde la electricidad ocupa el 34% del uso de esta energía, seguida por la biomasa con un 32%, por otra parte, con una menor incidencia se encuentra el gas licuado de petróleo con un 18% y el gas natural con un 11% (CNE, 2018).

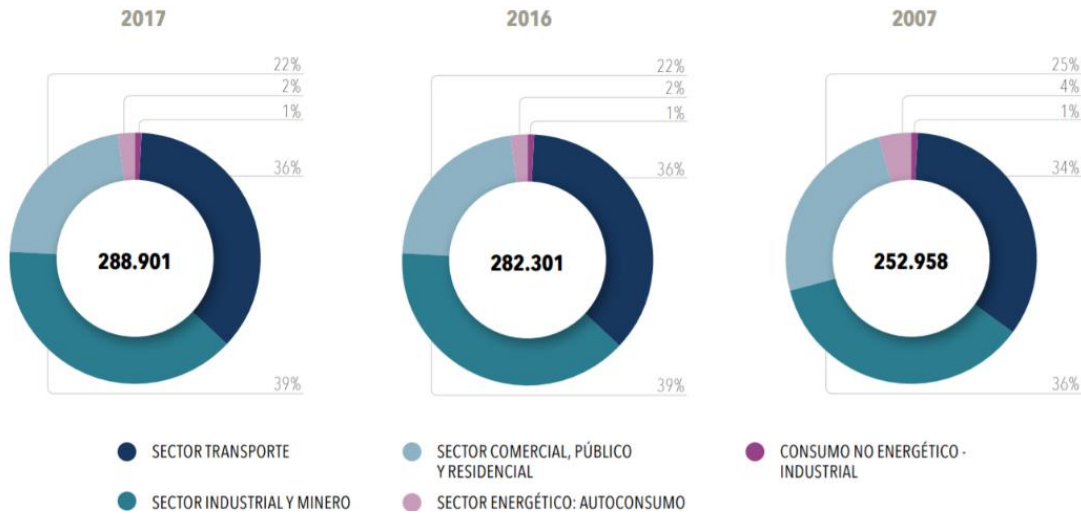


Figura 1: Distribución sectorial del total del consumo final por sector en cal.

Fuente: (CNE, 2018).

La Comisión Nacional de Energía (CNE) indica que a nivel de consumo energético final residencial, se obtuvieron datos que indican que el 53% es destinado a calefacción y climatización, considerando calefacción central, calefactores individuales y aire acondicionado y, un 20% en agua caliente sanitaria (ACS), teniendo un total del 73% del consumo energético en hogares solamente dedicado a climatización de la vivienda y agua caliente sanitaria (ACS)(). Respecto a los combustibles de calefacción, el 39,6% se asigna al uso de leña, un 31,4% destinado a gas (GL y GN), electricidad un 25,7%, mientras que un 2,6% parafina y 0,8% pellets (ver) (CNE, 2018).

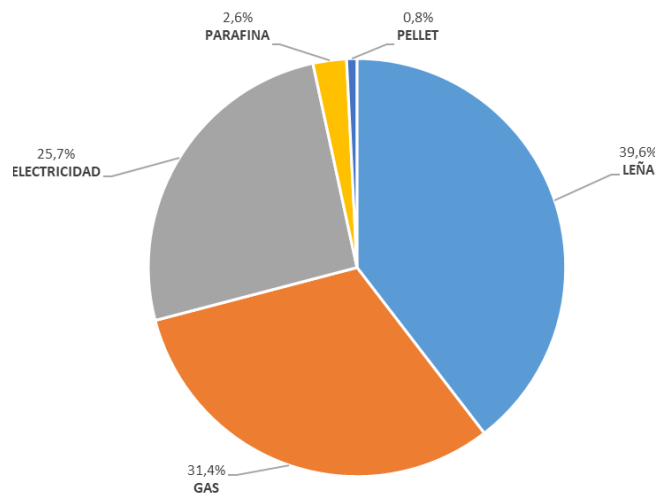


Figura 2: Distribución del tipo de combustible para calefacción en Chile.

Fuente: Elaboración Propia en base a Informe Final CDT 2018 (CDT, 2019).

Al ver el detalle de los consumos energéticos por uso, además, de la calefacción y climatización (53%), ACS (20%) se tienen los porcentajes de refrigeración (5%), cocción de alimentos (5%), aseo de ropa (3%), iluminación (4%), TV (4%), Stand by (2%), hervidor (1%), aspiradora (1%) y varios (2%) que contempla computador (0,57%), microondas (0,27%), piscina (0,17%), bomba riego (0,14%), cafetera (0,10%), consola videojuegos (0,04%) y otros (0,73%) (CDT, 2019).

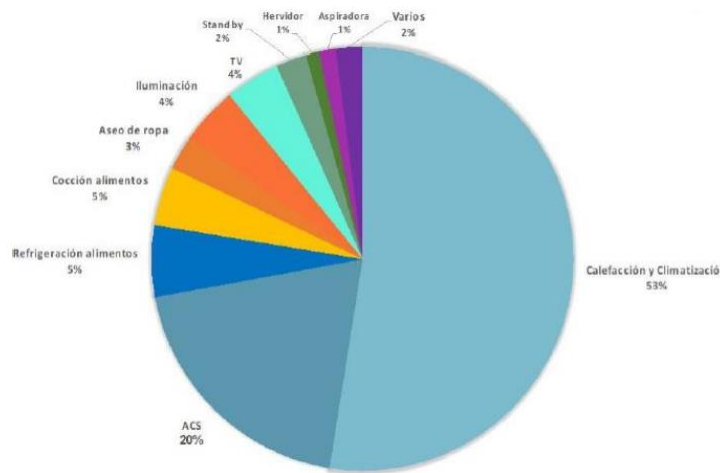


Figura 3: Distribución del Consumo energético residencial en Chile ((CDT, 2019))

Cuando se consideran solo los usos energéticos finales de GLP, GN y electricidad, excluyendo biomasa, se observa la predominación del consumo de ACS (33,8%), dejando en segundo plano calefacción y climatización (18,1%) (ver Figura 4)(CDT, 2019).

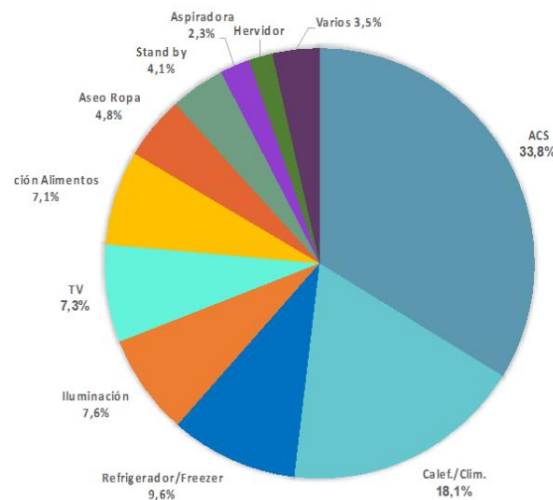


Figura 4: Distribución porcentual de consumos sin considerar biomasa.

Fuente: Informe final CDT 2018 (CDT, 2019).

La Política Energética en Chile, menciona en su Hoja de Ruta 2050, que el sector residencial Chile ha cambiado progresivamente su enfoque en el diseño, construcción y la ocupación, contribuyendo en gran medida a satisfacer las necesidades energéticas de los habitantes, con niveles de confort y seguridad energética adecuados a las distintas realidades y culturas que existen en el territorio (Ministerio de Energía, 2015a). En este contexto, el año 2018, en el Informe Final de Usos de la Energía de los Hogares Chile 2018, CDT considero un total de 6,28 millones de viviendas, obteniendo que el sector residencial consumió 50.763 GWh y el consumo promedio nacional de una vivienda es de 8.083 kWh/año de energía final (CDT, 2019). En este contexto, en los últimos años el consumo energético ha disminuido en las viviendas, ya que, desde el 2009 al 2018 se aprecia una reducción en un 4,1% (ver Tabla 2). Las diferencias más notorias radican en la disminución de 563 kWh/viv/año (-12%) en calefacción y 238 kWh/viv/año (-17%) en ACS (ducha), por otra parte, existe un aumento en hervidor, TV, PC, videojuegos y otros. CDT atribuye estas variaciones al recambio tecnológico, el uso de equipamiento de menor consumo asociado a políticas públicas y la disminución de habitantes por vivienda (CDT, 2019; Ministerio de Energía de Chile, 2017).

Tabla 2: Comparativa de consumo energético en viviendas entre el año 2009 y 2018

Ítem	2009	2018
	kWh/viviendas/año	
Cocción de alimentos	234	284
Horno	73	71
ACS (ducha)	1596	1328
Lavado de loza	213	200
Hervidor eléctrico	40	83
Microondas	18	21
Lavado de ropa	64	46
Secado	59	129
Iluminación	461	350
Refrigeración de alimentos	458	443
Calefacción	4614	4051
Tv, PC, videojuegos	174	388
Otros	424	689
Total	8.428	8.083

Fuente: Elaboración propia en base a Informe de usos de la energía 2018 (CDT, 2019).

Es relevante que el consumo energético y la distribución de estos varía según la zona térmica ¹. En el caso de la evaluación del CDT, agrupo las zonas en tres grupos compuestos por: zonas 1 y 2; zonas 3, 4 y 5; y zonas 6 y 7 (ver Tabla 3), existiendo un aumento del consumo para las zonas consideradas más frías (CDT, 2019). En este sentido, los consumos más altos y bajos se asocian a una menor población, por un lado, en la zona 1 y 2 solo el 16,2% del consumo corresponde a calefacción, la zona 3,4 y 5 el 47,8% y la zona 6 y 7 un 82,6%.

Tabla 3: Consumo total por grupo de Zonificación térmica

Tipo de Consumo	Nacional	ZT1 y ZT2	ZT3, ZT4 y ZT5	ZT6 y ZT7
Consumo promedio total (kWh/viviendas/año)	8.083	3.943	7.869	25.697
Consumo en calefacción (central e individual) (kWh/viviendas/año)	-	641	3.862	21.214
Consumo en ACS (ducha y tina) (kWh/viviendas/año)	-	1.073	1.436	1.806

Fuente: Elaboración propia en base a informe de usos de la energía 2018 (CDT, 2019).

2.1.2 Acceso equitativo y servicios energéticos

En el contexto internacional asociado a los objetivos de energía, La ONU define el acceso a la energía como la disponibilidad física de los servicios de energía que permitan satisfacer las necesidades humanas a un costo asequible, incluyendo la electricidad, los artefactos para cocinar y calefaccionar (PNUD; Ministerio de Energía, 2018; López González, 1969; Ministerio de Energía de Chile, 2017). En esta línea, en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, mencionan en el Objetivo 7: “garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”, proponiendo asegurar un acceso universal a servicios energéticos confiables, modernos y asequibles (López González, 1969). En el Reporte 2020 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, mencionan que la disminución en los ingresos puede llegar a limitar la capacidad de las personas a cubrir los servicios energéticos (Naciones Unidas, 2020). En este ámbito, el Ministerio de Energía plantea la relevancia de la Pobreza Energética, identificando los elementos que la determinan y conociendo sus niveles actuales en el país, sumado a esto, se menciona la necesidad de definir las necesidades básicas energéticas para satisfacerlas en el año 2050, considerando la diversidad

¹ Las 7 zonas térmicas están definidas en la Reglamentación térmica (O.G.U.C.) y se clasifican por su Grado día anuales, yendo de menor mayor de la 1 a la 7.

climática nacional y la variación de metodologías existentes (Bienvenido-Huertas et al., 2019; Ministerio de Energía de Chile, 2017; Ministerio de Energía, 2015a). En la misma línea, el acceso a energía para calefacción en viviendas; para alcanzar el confort térmico; para agua caliente sanitaria; para la cocción de alimentos; para la refrigeración de alimentos; iluminación y consumos eléctricos; transporte, actividades productivas y desarrollo de los ciudadanos, entre otros (Ministerio de Energía de Chile, 2017; RedPE, 2019). “El acceso a la energía puede favorecer el propio desarrollo productivo de los ciudadanos” (Ministerio de Energía de Chile, 2017).

Complementando lo anterior, RedPE define a los servicios energéticos (ver Figura 5) como: “las configuraciones específicas de uso de la energía compuestas por la combinación de artefactos tecnológicos y fuentes energéticas que se emplean para la satisfacción de necesidades” (RedPE, 2020). Estos servicios deben cumplir con determinadas condiciones de calidad, confiabilidad y seguridad mínimas, estableciendo umbrales adecuados de satisfacción. Siendo los servicios asociados a la dimensión acceso: conectividad, suministro y tecnologías. Por otra parte, la dimensión de equidad refiere a los umbrales económicos y la asequibilidad de estos servicios (RedPE, 2020; Ministerio de Energía de Chile, 2017).



Figura 5: Servicios energéticos definidos por RedPE (RedPE, 2020).

Fuente: Elaboración propia.

2.1.3 Fuentes de energía para calefacción

Los sistemas de calefacción en Chile son variados y su necesidad y uso varía según la zona geográfica (o térmica) en donde se ubica la vivienda.

Los efectos negativos de la PE se relacionan directamente con el sistema de calefacción que se utiliza en las viviendas, debido a la contaminación intradomiciliaria y/o extradomiciliaria que pueden significar dichos sistemas o artefactos, donde destacan estufas fijas a gas sin ducto de evacuación, estufas móviles a gas o parafina y calefactores a leña con llama abierta (ver Tabla 4) (MINVU, 2018; RedPE, 2020).

A nivel nacional el informe CDT, calculo que a nivel nacional el uso de calefacción en viviendas es del 80,4% (79,5% en áreas urbanas), estos valores se ven afectados según la zona térmica y el nivel socioeconómico del hogar. Respecto a los tipos de calefacción, estos varían según la Zonificación Térmica, con mayor presencia en las zonas Centro-Sur y Sur Extremo (ver Tabla 4), relacionado directamente a las condiciones climáticas territoriales, además, en su gran mayoría los sistemas son de calefacción individual con el 97,3%, seguido de la calefacción central con 2,4% (CDT, 2019). Además, al evaluar el uso de calefacción por nivel socioeconómico, del grupo C1² el 92,9% calefacciona su vivienda, mientras que el grupo C3 solo el 74,1%, por debajo del promedio nacional (ver Tabla 5).

Tabla 4: Uso de calefacción a nivel nacional y según zonificación térmica

	Nacional	ZT1	ZT2	ZT3	ZT4	ZT5	ZT6	ZT7
Usa calefacción (cualquier tipo)	80,4%	21,3%	69,2%	88,5%	93,3%	99,1%	98,6%	100,0%
No usa	19,6%	78,7%	30,8%	11,5%	6,7%	0,9%	1,4%	0,0%

Fuente: Elaboración propia en base a informe de usos de la energía 2018 (CDT, 2019).

² Los 7 Grupos socio económicos (GSE) de Chile, están definidos por la Asociación de Investigadores de Mercado (AIM), clasificados como AB, C1a, C1b, C2, C3, D y E. En ese orden, de mayor a menor se clasifican los GSE según criterios basados en el poder adquisitivo, ingreso promedio del hogar, nivel de educación y ocupación, entre otros.

Tabla 5: Uso de calefacción según GSE

	Nacional	C1	C2	C3	D-E
Si usa calefacción (cualquier tipo)	80,4%	92,9%	84,7%	74,1%	79,8%
No usa	19,6%	7,1%	15,3%	25,9%	20,2%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de CDT (CDT, 2019).

Dentro de los sistemas de calefacción se identifican distintos artefactos domiciliarios, los Estándares de Construcción Sustentable del MINVU categorizan los de calefacción central e individual según su descarga de contaminantes (ver Tabla 6), en estos se encuentran: Calefacción central con caldera a gas, central con bomba de calor, calefactores eléctricos, estufas a gas con ducto de evacuación, estufas fijas sin ducto de evacuación, estufas móviles a gas o parafina, calefactores a leña con llama abierta y calefactores de biomasa con cámara cerrada.

Tabla 6: Tipos de calefacción de uso residencial según su descarga contaminante

Tipo de calefacción o artefacto	Combustión interior	Descarga de contaminantes al interior de la vivienda	Descarga de contaminantes al exterior
Central con caldera a gas	No	No	Si
Central con bomba de calor	No	No	No
Calefactor eléctrico	No	No	No
Estufa fija a gas con ducto de evacuación	Si	No	Si
Estufa fija a gas sin ducto de evacuación	Si	Si	Si
Estufa móvil a gas o parafina	Si	Si	Si
Calefactor a leña con llama abierta	Si	Si	Si
Calefactor de biomasa con cámara cerrada	No	No	Si

Fuente: Elaboración propia en base a Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile (MINVU, 2018).

En este sentido CDT indica que solo un 10,1% realiza al menos una acción para generar un ahorro energético en calefacción en zonas urbanas, en cambio, en sectores rurales esto se reduce a un 5,1%. Las medidas más utilizadas para generar este ahorro se basan principalmente en reducir las horas de consumo del calefactor (51,9%), instalando sellos en puertas y ventanas (13,2%) o escogiendo sistemas de calefacción más baratos (CDT, 2019).

2.1.4 ACS y fuentes de energía.

RedPE menciona que el ACS es utilizada para higiene personal y de los espacios, siendo el que presenta mayor adecuación territorial, debiendo ser observado según las condiciones locales y en función de estas definirla como una necesidad básica (RedPE, 2020).

Para el año 2018, CDT informa que en Agua Caliente Sanitaria asociada a ducha se consume en promedio 1328 kWh/viviendas/año (CDT, 2019). La Encuesta CASEN clasifica las fuentes de energía para ACS en función del porcentaje de hogares encuestados para el sector residencial, en este caso las fuentes de energía consideradas son: Gas, Parafina, Biomasa, Electricidad, Solar e indica casos donde no se cuenta con sistemas de calefacción (Casen, 2017).

En base a CENSO 2017, se observa que el 93% de las viviendas cuentan con acceso a la red pública de agua potable (INE, 2018b), respecto a esta cantidad, CDT indica que el 95,5% utiliza ACS por cañería, proveniente de un calefón, caldera u otros sistemas (CDT, 2019). Por otra parte, CASEN 2017, menciona que el 86,2% de los hogares poseen sistemas de ACS, distribuido diversamente por el territorio nacional (Casen, 2017; RedPE, 2020). Al igual que la variación en los tipos de calefacción, para ACS se repiten las tendencias según zonificación térmica (ver Tabla 7) y grupos socio económicos (ver Tabla 8) (CDT, 2019).

Tabla 7: Uso de Agua Caliente Sanitaria por zonificación térmica

	Nacional	ZT1	ZT2	ZT3	ZT4	ZT5	ZT6	ZT7
ACS por cañería (cualquier tipo)	95,5%	90,5%	98,6%	100,0%	90,4%	92,2%	86,4%	92,9%
No usa	4,5%	9,5%	1,4%	0,0%	9,6%	7,8%	13,6%	7,1%

Fuente: Elaboración propia en base a informe de usos de la energía 2018 (CDT, 2019).

Tabla 8: Uso de ACS por Grupo Socio Económico (GSE)

	Nacional	C1	C2	C3	D-E
Si usa calefacción	95,5%	99,6%	98,6%	97,3%	91,1%
No usa	4,5%	0,4%	1,4%	2,7%	8,9%

Fuente: Elaboración propia en base a informe de usos de la energía 2018 (CDT, 2019).

Respecto a los tipos de artefactos usados en el sector residencial, el más frecuente es el uso de calefón (87,2%), ya sea con encendido eléctrico (52,4%) o manual (34,3%), seguido de central de agua caliente del edificio o condominio (4,3%), uso eléctrico directo (ducha eléctrica) (4,2%), termo eléctrico personal (2,6%), serpentín en estufa a leña (1,3%), Termo a gas personal (1,0%), Colector solar personal termosifón (0,6%), Caldera personal (0,6%), Colector solar personal forzado (0,4%), Colector solar colectivo (0,2%), Bomba de calor geotérmica (0,1%) y otros artefactos (0,0%) ³ (CDT, 2019).

Respecto al artefacto para ACS, se contemplan 5 categorías: Gas natural (13,8%), Gas licuado (78,3%), Electricidad (6,4%), Leña (1,1%) y otros (0,4%). En este caso también se presentan variaciones según la zonificación térmica, regiones (ver Figura 6) y el nivel socio económico.

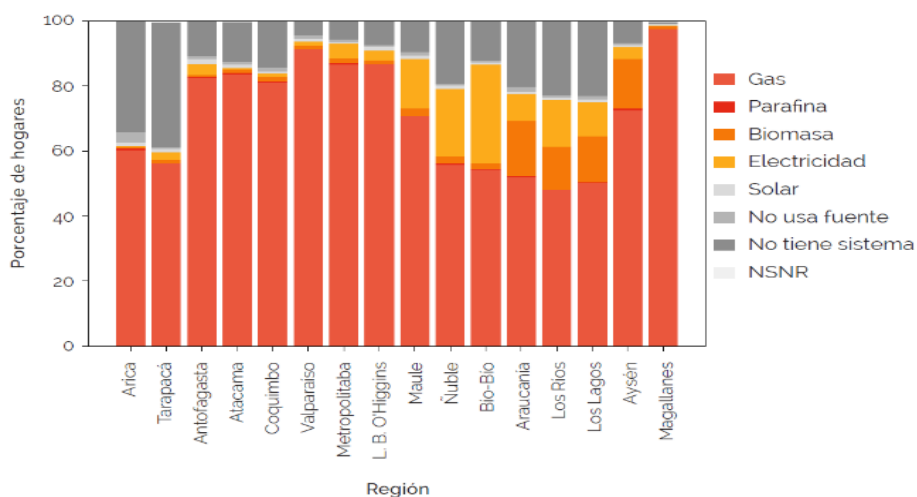


Figura 6: Fuente de energía para ACS por región.

Fuente: Policy Paper RedPE basado en CASEN 2017 (RedPE, 2020)

³ Existen datos asociados al informe final de energía de CDT que entregan valores de un 0,0%, sin embargo, este valor representa 2.790 hogares del total considerado (6.280.475).

2.2 Pobreza Energética

La Pobreza Energética (*Energy Poverty*), Vulnerabilidad Energética (*Energy vulnerability*) o Pobreza de Combustible (*Fuel Poverty*), es la condición que se genera cuando se experimentan niveles inadecuados de los servicios energéticos en el hogar, teniendo como consecuencia hogares que no logran satisfacer sus necesidades energéticas básicas y/o fundamentales, o bien, se produce un gasto económico relevante, limitando y afectando la situación socioeconómica del hogar (Thomson, Bouzarovski y Snell, 2017; Castaño-Rosa et al., 2019; RedPE, 2018; 2019).

2.2.1 Introducción a la Pobreza Energética

El concepto de Pobreza Energética ha sido ampliamente estudiado los últimos años, debido a su carácter multifactorial y a su conexión entre la energía y el bienestar de los habitantes en distintas partes del mundo, por ejemplo en los países europeos, donde el fenómeno se atribuye a distintas condiciones asociadas a la desigualdad en la accesibilidad a servicios energéticos, dada por el alto precio de los servicios energéticos, factores socioeconómicos, culturales o territoriales, entre otros (Bollino y Botti, 2017; RedPE, 2020; Bienvenido-Huertas et al., 2019; Castaño-Rosa, Solís-Gúzman y Marrero, 2019).

Para RedPE *“el concepto de pobreza energética permite visibilizar una cara de la desigualdad que no había sido abordada previamente: la calidad y equidad con las que las personas acceden a la energía necesaria para su desarrollo personal y social”* (RedPE, 2020).

Efectos negativos: Impacto directo en la salud de las personas de un hogar en esta condición. Imposibilidad de cubrir las necesidades mínimas. Gasto excesivo del presupuesto familiar en acondicionamiento de la vivienda, calefacción principalmente.

RedPE, en su documento *“Pobreza energética, el acceso desigual a energía de calidad como barrera para el desarrollo en Chile”* menciona que la situación de pobreza energética en los hogares puede perjudicar provocando *“rezago escolar y laboral por falta de acceso a iluminación suficiente y tecnologías de información y comunicación. También existe un riesgo en lo que respecta a servicios energéticos sensibles, como lo son la refrigeración y cocción de alimentos, agua caliente sanitaria y climatización de vivienda en períodos de temperaturas extremas”* (RedPE, 2020).

Factores: contaminación extra e intradomiliaria, bajas y/o altas temperaturas en el interior de la vivienda, estrés, falta de acceso a energía según las necesidades de los usuarios.

Consecuencias en las personas: Impactos psicológicos debido a la contaminación y el frío, pudiendo desencadenar depresiones y un bajo rendimiento académico escolar (Lu, 2020).

2.3 Medición e indicadores de Pobreza Energética

Las investigaciones asociadas a la PE, mencionan constantemente la dificultad para medirla, dado principalmente a que es una condición privada y culturalmente sensible, temporal y dinámica, es decir, varía según su pertinencia territorial y temporal, no pudiendo ser medida para todos los casos de la misma manera (Thomson, Bouzarovski y Snell, 2017). Esto sumado a las limitaciones en los datos e indicadores apropiados, no existiendo un consenso sobre cómo debe conceptualizarse y medirse, lo que se relaciona a la variación de climas, condiciones económicas de la población, por lo que deben ser evaluados los indicadores a considerar y el contexto de estudio previo a aplicar un indicador de medición (Castaño-Rosa, Solís-Guzmán y Marrero, 2020; Thomson, Bouzarovski y Snell, 2017; RedPE, 2018; Castaño-Rosa, Solís-Guzmán y Marrero, 2019).

La Pobreza Energética se puede medir de múltiples formas debido a la cantidad de indicadores propuestos existentes, sin embargo, algunos investigadores señalan que dadas las condiciones de cada localidad o sector a estudiar, los indicadores no pueden ser universales, ya que principalmente, los estándares asociados a cada sector, ya sea, país, región e incluso ciudad son distintos, es por esto que se adaptan o proponen distintas metodologías para medir la pobreza energética según la situación (Castaño-Rosa, Solís-Guzmán y Marrero, 2019).

Un índice o indicador de pobreza energética es el sistema mediante el cual se busca medir la PE en un caso determinado, existe gran cantidad de propuestas a nivel internacional, pudiendo estar enfocados en el gasto energético, acceso a fuentes de energía modernas o a nivel multidimensional (RedPE, 2018).

Nussbaumer menciona dos tipos de indicadores principales, los individuales y los multidimensionales, indicando que los individuales son fáciles de manejar y proporcionan un resultado imparcial y sencillo de interpretar respecto a una dimensión específica, sin embargo, este énfasis presenta una percepción limitada el problema medido y solo es aplicable en casos concretos (Nussbaumer, P.; Bazilian, M.; Modi, V; Yumkella, 2012). Los indicadores multidimensionales se

adecuan a contextos más complejos, complementando un conjunto de indicadores individuales y representando una visión más completa del problema (Nussbaumer, P.; Bazilian, M.; Modi, V; Yumkella, 2012).

Los indicadores de Pobreza Energética (Poverty Energy Index) se pueden clasificar en distintas categorías según el enfoque y parámetros utilizados en su medición (Castaño-Rosa, Solís-Gúzman y Marrero, 2019), entre ellos los más relevantes en base a las investigaciones existentes son los basados en: Gastos e ingresos del hogar; Encuestas de percepciones y declaraciones; Análisis econométricos; Confort térmico, Eficiencia energética y Criterios combinados (ver Tabla 9).

Tabla 9: Indicadores clasificados según tipo

Tipo de indicador:	Indicadores relacionados	Propuesto por:
Gastos e ingresos del hogar	10%: Gasto energético superior al 10% del ingreso familiar	(Boardman, 2012)
	2M: Consumo energético superior al doble de la mediana nacional (2M)	(Schuessler, 2014)
	MIS: Ingreso familiar inferior al mínimo ingreso standard	(Moore, 2012)
	LIHC: Ingreso familiar inferior al umbral de pobreza monetaria y gasto energético superior al umbral establecido	(Hills, 2012)
	AFCP: Ingreso familiar después del coste de combustible inferior al umbral establecido en la zona analizada.	(Romero, J.; Linares, P.; López, 2014)
	HEP: Gasto absoluto del consumo energético inferior al umbral establecido.	(Rademaekers et al., 2016)
Encuestas de percepciones y declaraciones de los hogares	Retrasos en pago de los recibos energéticos	
	Posibilidad del hogar para mantener t° adecuada en invierno	(European Comission, 2014)
	Deficiencias en la vivienda: goteras, humedad y/o podredumbre en elementos.	
	Capacidad de mantener t° fresca en meses de verano	(Spain Statistics Institute, 2014)
Análisis econométricos	Influencia de condicionantes demográficos, socioeconómicos y físicos en padecer situación de PE.	(Legendre y Ricci, 2014)
Confort térmico	Porcentaje de horas en el que las estancias se encuentran en confort térmico.	(Sánchez-Guevara, Gonzalez Neila y Hernández Aja, 2014)
Eficiencia energética de la vivienda	Influencia de la calidad de la vivienda con una situación de PE.	(Fabbri, 2015)

Criterios combinados	IVH: Índice de Hogares Vulnerables	(Castaño-Rosa et al., 2019)
	Fuel Poverty Potential Risk Index	(Pérez-Fargallo, Alexis et al., 2018)
	Energy Poverty Vulnerability Index	(Gouveia, Palma y Simoes, 2019)
Multidimensionales	MEPI: Multidimensional EP Index	(Nussbaumer, P.; Bazilian, M.; Modi, V; Yumkella, 2012)
	EPMI: EP Multidimensional Index	(Bollino y Botti, 2017)
	EPVI: EP Vulnerability Index	(Gouveia, Palma y Simoes, 2019)
	ITTPE: Indicador tridimensional y territorializado de PE	(RedPE, 2019)

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Indicadores Multidimensionales de Pobreza Energética

Los indicadores mencionados previamente pueden agruparse en un mismo indicador, donde se incorporan los indicadores centrados en el umbral tecnológico, estos llamados indicadores multidimensionales tratan las dimensiones de acceso y equidad en función de las necesidades energéticas asociadas, y a su vez cada dimensión se puede subdividir en indicadores más específicos. A continuación se muestran los más relevantes considerados por RedPE (RedPE, 2018).

2.4.1 Multidimensional Energy Poverty Index (MEPI)

El MEPI establecido en la metodología de *Measuring Energy Poverty: Focusing on What Matters*, plantea un conjunto de privaciones energéticas que puedan afectar a las personas que ocupan un espacio, estas necesidades energéticas se representan mediante seis indicadores (ver Tabla 10), donde, un hogar se identifica como pobre energéticamente si la combinación de las privaciones excede el umbral predefinido. El MEPI es el resultado de una tasa de recuento de la proporción de personas identificadas como pobres en energía y la intensidad media de privación de los pobres energéticamente (Nussbaumer, P.; Bazilian, M.; Modi, V; Yumkella, 2012). Este indicador fue utilizado por Santilla en su documento “Analysis of Energy Poverty in 7 Latin American Countries Using Multidimensional Energy Poverty Index”, donde analiza la PE, incorporando el criterio de Pobreza Energética extrema (PEE, en paréntesis) obteniendo los siguientes valores: México 30% (17%), Colombia 29% (18%), República Dominicana 32% (14%), Guatemala 76% (61%), Haití 98% (91%), Honduras 72% (59%) y Perú 65% (42%), exponiendo en base a la metodología utilizada un

porcentaje que varía en cada país y que se relaciona con el Índice de Desarrollo Humano (HDI) de cada uno de estos (Santillán, Cedano y Martínez, 2020).

Tabla 10: Indicador MEPI

Dimensión	Indicador	Variable	Umbral de privación
Cocina/Alimentación	Combustible utilizado para cocinar. (0,2)	Tipo de combustible utilizado para cocinar.	Usar cualquier combustible, además de electricidad, GL, GN, parafina o bio gas.
	Contaminación interior. (0,2)	Alimentos cocinados en una estufa a fuego abierto (sin extractora) si utiliza un combustible además de la electricidad.	
Iluminación	Acceso a electricidad. (0,13)	Tiene acceso a electricidad.	No tiene.
Servicios asociados a electrodomésticos.	Propiedad de electrodomésticos. (0,13)	Posee un refrigerador.	No tiene.
Entretenimiento/ Educación	Propiedad de elementos para entretenimiento y/o educación. (0,13)	Tiene televisión o radio.	No tiene.
Comunicación	Telecomunicación (0,13)	Tiene línea telefónica o teléfono móvil.	No tiene.

Fuente: Elaboración propia en base a (Nussbaumer, P.; Bazilian, M.; Modi, V; Yumkella, 2012).

2.4.2 Multiple-indicator Energy Poverty in the European Union

En el documento “Towards a multiple-indicator approach to energy poverty in the European Union: A review”, los autores realizan una clasificación y análisis crítico de los distintos indicadores que han sido desarrollados para la medición de PE, con tal de elaborar un indicador que contenga lo más relevante en función del caso, la Unión Europea (Castaño-Rosa et al., 2019). El indicador elaborado plantea tres dimensiones: Locación geográfica, Ingresos y Calidad de la Vivienda. A su vez cada uno de estas dimensiones considera distintos factores o sub-indicadores (Figura 7), además, se correlacionan las consecuencias que puede tener en la población vulnerable esta condición, donde se centra en dos puntos: la salud física y mental, las que se reflejan en problemas de movilidad, enfermedades de autocuidado, afección en las actividades diarias, ansiedad, depresión y disconfort en general (Castaño-Rosa et al., 2019).

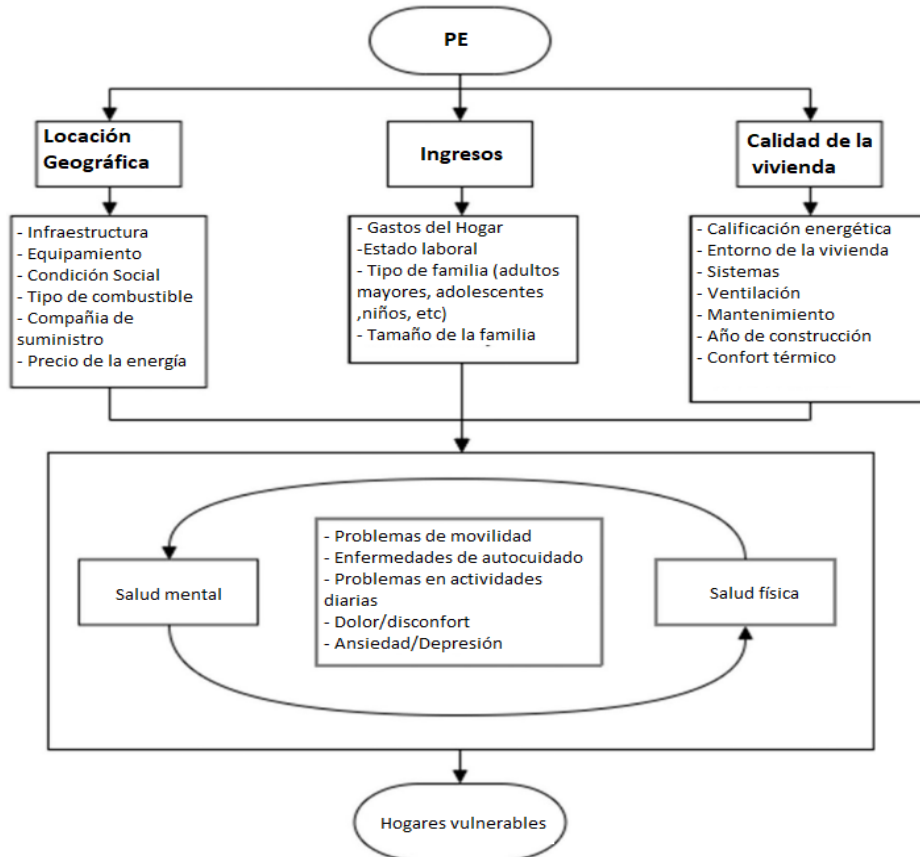


Figura 7: Indicador múltiple planteado para la medición de la PE en la Unión Europea.

Fuente: Elaboración propia en base a “Towards a multiple-indicator approach to energy poverty in the European Union: A review” (Castaño-Rosa et al., 2019)

2.4.3 Energy Poverty Multidimensional Index (EPMI)

El *Multidimensional EP Index* planteado en *Energy poverty in Europe: A multidimensional approach*, considera en su metodología un conjunto de datos asociados a la EP en Europa y dos dimensiones principales de EP: Energía y asequibilidad y eficiencia energética. La primera (energía y asequibilidad) es medida a través de la vivienda y su materialidad, evaluando “la capacidad para mantener el hogar adecuadamente caliente” y “atrasos en facturas de servicios públicos”. Por otra parte, la eficiencia energética se representó en base a las condiciones de la vivienda, indicando si tenían problemas de goteras, humedad interior o pudrición en ventanas y puertas. (Bollino y Botti, 2017).

Tabla 11: EPMI Bollino y Botti

Dimensión	Indicador	Umbral de privación
		Pregunta en la encuesta
Energía	Confort térmico (variable)	¿Puede su hogar permitirse el lujo de mantener su hogar adecuadamente caliente? (recursos financieros suficientes)
	Atrasos	En los últimos doce meses, ¿el hogar ha estado en mora, es decir, no ha podido pagar a tiempo debido a dificultades económicas en las facturas de servicios públicos (calefacción, luz, gas, agua, etc.) de la vivienda principal?
Eficiencia térmica	Vivienda	¿Tiene alguno de los siguientes problemas con su vivienda / alojamiento? Un techo con goteras; paredes / pisos / cimientos húmedos; pudrirse en los marcos de las ventanas o el piso
	Calor	¿Es el sistema de calefacción lo suficientemente eficiente para mantener la vivienda caliente? ¿Está la vivienda suficientemente aislada del frío? (durante el invierno)
	Frío	¿Es el sistema de enfriamiento lo suficientemente eficiente para mantener fresca la vivienda? ¿Está la vivienda suficientemente aislada contra el calor? (durante el verano)

Fuente: Elaboración propia en base a Indicador MEPI de Bollino y Boti (Bollino y Botti, 2017).

2.4.4 Energy Poverty Vulnerability Index (EPVI)

El EPVI es un indicador multidimensional desarrollado y aplicado en Portugal, especialmente enfocado en la calefacción y ventilación de las viviendas. Consistiendo en dos pasos principales, el primero: determinar la demanda y consumo final de energía del edificio y el segundo en aspectos socioeconómicos, empleo, nivel de educación, edad y estado de conservación de la estructura (Gouveia, Palma y Simoes, 2019). Se considera que es un indicador válido para medir la PE a nivel local, siendo una herramienta efectiva en Portugal, orientando la elaboración de políticas públicas, sin embargo, las limitaciones asociadas a este indicador se relacionan con la disponibilidad de los datos para su aplicación en otros países con acceso restringido a la información (Castaño-Rosa, Raúl; Solís-Gúzman, Jaime; Marrero, 2020; Gouveia, Palma y Simoes, 2019).

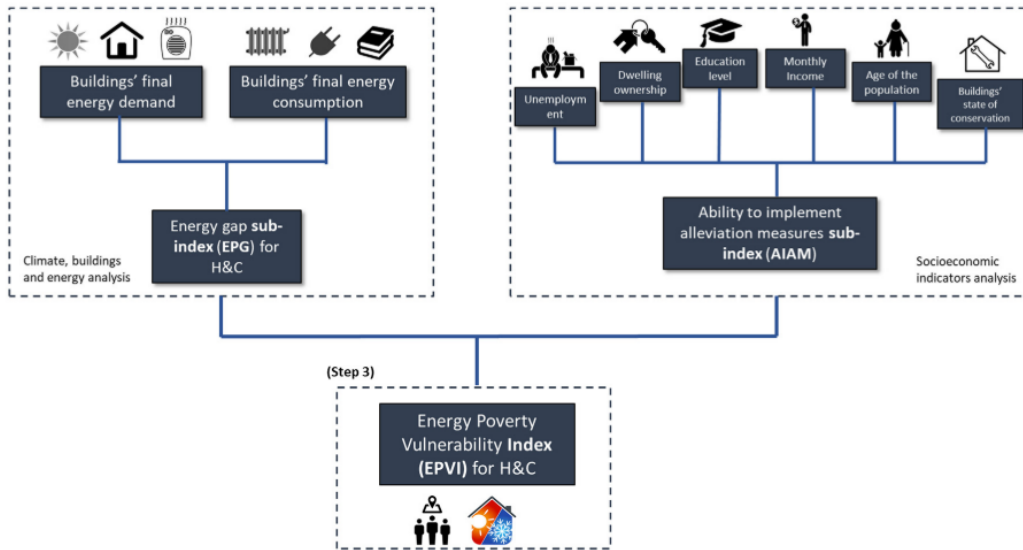


Figura 8: Esquema indicadores del EPVI.

Fuente: (Gouveia, Palma y Simoes, 2019).

2.4.5 Indicador de Satisfacción de Necesidades Absolutas de Energía

En México se aplicó este indicador (ver Tabla 12) que busca un método basado en la satisfacción de las necesidades energéticas absolutas, definiendo como pobre energéticamente a aquellos hogares que no son capaces de satisfacer estas necesidades relacionadas con lo sociocultural, espacial y temporal (García-Ochoa, Rigoberto; Graizbord, 2016). Los resultados arrojan que un 36,7% de los hogares se encuentran en PE, siendo el confort térmico, la refrigeración y cocción de alimentos los que presentan mayores niveles de privación (Santillán, Cedano y Martínez, 2020).

Tabla 12: Indicador de necesidades absolutas (México)

Uso final energía	Bien económico seleccionado	ID indicador	Satisfactor	Necesidad absoluta
Cocción alimentos	de Estufa de gas o eléctrica, condicionando al combustible para cocinar sea gas o electricidad	Estufa de gas o eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Salud física • Alimentación 	<ul style="list-style-type: none"> • Subsistencia
Refrigeración alimentos	de Refrigerador entre 1996 y 2012	Refrigerador eficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Salud física • Alimentación 	<ul style="list-style-type: none"> • Subsistencia • Protección

Entretenimiento	TV, PC o Celular con acceso internet	Entretenimiento	•Humor •Idear •Tiempo Libre •Trabajar (inventar, diseñar)	• Entretenimiento •Ocio • Creación
Iluminación	Foco incandescente o lámpara fluorescente por cuarto de la vivienda	Iluminación	•Estudio •Literatura •Juego • Tiempo Libre	•Protección • Entretenimiento •Placer • Creación
ACS	Calentador de agua o estufa de gas o eléctrica	Calentamiento de agua	•Salud física • Cuidado	• Subsistencia • Protección
Aire acondicionado y ventilación	Ventilador por 3 personas o equipo de AC	Confort térmico	•Salud física • Cuidado	• Subsistencia • Protección

Fuente: Elaboración propia en base a “Indicador de Necesidades Absolutas” (García-Ochoa, Rigoberto; Graizbord, 2016).

2.5 Pobreza Energética en Chile

En el documento Energía 2050: Política Energética de Chile, el Ministerio de Energía menciona la relevancia de identificar los elementos y metodologías que permitan identificar y medir la PE en Chile, estableciendo como lineamiento principal de acceso equitativo a la energía, reducir la Pobreza Energética en los hogares, para que alcancen las condiciones necesarias y mínimas que permitan cubrir las necesidades en base a los servicios energéticos básicos (Ministerio de Energía de Chile, 2017). Asimismo, existen metas definidas al año 2035, enfocadas en asegurar un acceso universal y equitativo a los servicios energéticos para las familias vulnerables, en este sentido, los lineamientos intermedios propuestos que se basan en:

1. Definir el concepto y medición de la PE, para establecer políticas específicas que permitan su reducción.
2. Reducción en la relación entre el ingreso y gasto energético de las familias vulnerables, sin afectar el confort térmico y lumínico.
3. Alcanzar estándares de confort térmico y lumínico en las viviendas de las familias vulnerables de territorio nacional (Ministerio de Energía de Chile, 2017).

En Chile, la RedPE⁴ e investigadores a nivel nacional han desarrollado estrategias y metodologías para identificar y medir la PE, el problema muchas veces radica en la falta de acceso a información que puede ser utilizada para la aplicación de ciertos indicadores, por lo que se proponen adaptaciones según el caso. Cabe mencionar que RedPE considera para la evaluación de la PE, los servicios energéticos y la equidad en el gasto energético como dimensiones a evaluar (RedPE, 2018).

Los principales problemas asociados a la PE en Chile, se enfocan en la dificultad para su medición, debido a la variedad de condiciones climáticas y la desigualdad socio económica. En países de Europa predominan indicadores con una perspectiva económica (Bouzarovski, Petrova y Sarlamanov, 2012; Castaño-Rosa et al., 2019), sin embargo, el hecho de que las políticas públicas chilenas centradas en la PE son fragmentadas e indirectas y no existe un indicador legitimado (RedPE, 2018). En esta línea investigadores nacionales e internacionales han aplicado metodologías e indicadores a nivel nacional basados en criterios como el cambio climático territorial (Pérez-Fargallo, Alexis et al., 2018), por grados adaptativos de hora de pobreza (PADHI⁵) (Pérez-Fargallo et al., 2020), entre otros. Asimismo, RedPE propone un indicador tridimensional y territorializado que considere los aspectos de pertinencia territorial, servicios energéticos y las necesidades básicas y/o fundamentales (ver Figura 9) (RedPE, 2019; 2020).

En Chile el principal problema para la medición de la PE radica en la longitud del territorio, su variación climática; la desigualdad socioeconómica, traducida en desigualdad al acceso de energía; falta de acceso a información relevante para la medición de Pobreza Multidimensional; y estándares de vida distintos a los de otros países donde se aplican metodologías más completas.

⁴ RedPE es la Red de Pobreza energética de Chile, nace el año 2017 y es una plataforma de colaboración transdisciplinaria compuesta por investigadores de todas las áreas, académicos, instituciones, estudiantes y la sociedad civil. La Red propone facilitar los vínculos entre sus miembros y disciplinas para la generación de conocimiento en el contexto energético nacional e internacional, con tal de abordar la PE en Chile, orientada a identificar los factores claves que inciden en la PE, consolidar vínculos y posicionar a PE como un aspecto relevante en la disminución de la desigualdad a nivel país.

⁵ PADHI: Poverty Adaptive Degree Hourly Index, indicador que combina la cantidad de habitantes en situación de PE con los grados horarios de calefacción y refrigeración para cada clima, basados en los límites de confort adaptativo de ASHRAE 55-2017.

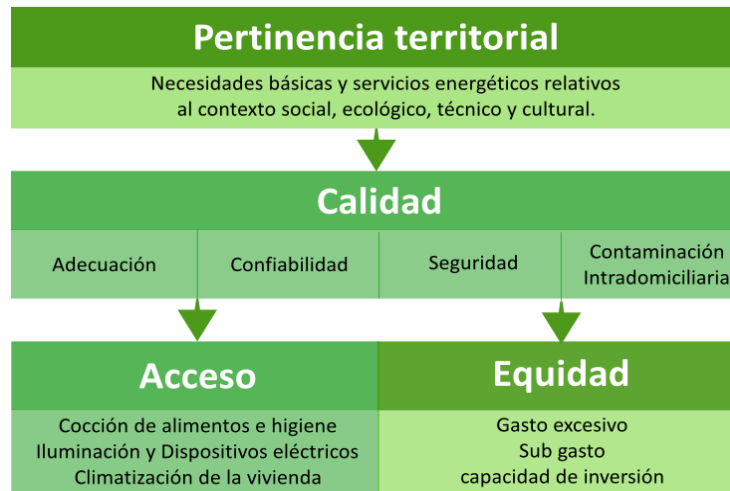


Figura 9: Concepto de Pobreza Energética en Chile.

Fuente: Elaboración propia en base a Policy Paper RedPE, Chile (RedPE, 2020).

2.6 Indicador Tridimensional y Territorializado (RedPE)

Dentro de los indicadores de PE, RedPE plantea un indicador que sea capaz de englobar múltiples dimensiones que puedan ser adaptadas según la pertinencia territorial, con tal de ser aplicado en el sector residencial. El ITTPE (Indicador Tridimensional y Territorializado de Pobreza Energética) propuesto por RedPE se basa principalmente en el MEPI (Bazilian, M.; Nussbaumer, P.; Cabraal, A.; Centurelli, R.; Detchon, R.; Gielen, 2010) y el Indicador de Pobreza Multidimensional implementado en Chile (Ministerio de Desarrollo Social, 2013). Considera para la definición de sus indicadores dos principales dimensiones o grupos basados en las necesidades energéticas: la primera compuesta por la dimensión de acceso, y una segunda por la dimensión de equidad. A su vez, cada uno de estos grupos se divide en dimensiones más específicas, considerando para el acceso directamente las necesidades energéticas básicas y fundamentales de un hogar (ver Figura 10)(RedPE, 2019).

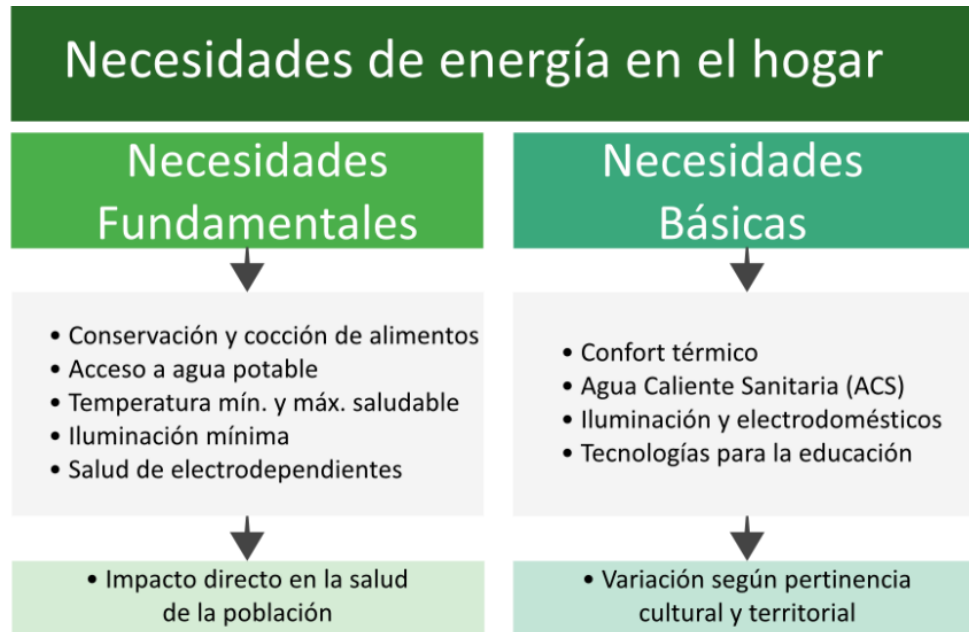


Figura 10: Necesidades de energía fundamentales y básicas.

Fuente: Elaboración propia en base a Documento RedPE (RedPE, 2020).

En base a estas necesidades se plantean dimensiones compuestas por subindicadores para cada una de estas necesidades: Alimentación e higiene que considera: fuente de energía y artefacto usado para cocinar, tipo de refrigerador y sistema ACS; en Iluminación y Dispositivos eléctricos: Acceso a electricidad, Tiempo Total Promedio de Interrupción Anual (SAIDI por sus iniciales en inglés), Frecuencia Media de Interrupción (SAIFI por sus iniciales en inglés), capacidad del suministro eléctrico, instalación eléctrica, oscilación de tensión e iluminación; en climatización de la vivienda: Temperatura interior, confort térmico, eficiencia energética de la vivienda, fuente de energía usada para calefacción, contaminación intradomiciliaria y humedad interior. Por otra parte, para la dimensión de equidad en el gasto energético se tienen los indicadores basados en ingreso mínimo (gasto excesivo de energía) y basado en la PE oculta (Sub-gasto de energía).

A su vez, con la medición de cada uno de estos indicadores asociados a las necesidades básicas y fundamentales los indicadores se evalúa el tramo al que pertenece el hogar, existiendo 3 tramos (ver Tabla 13) definidos asociados al umbral de privación de cada indicador.

Tabla 13: Tramos de PE según ITTPE

Tramo	Definición	Umbral
Tramo 1	Pobreza energética Extrema (PEE)	El hogar no satisface el umbral inferior de satisfacción establecido por el indicador.
Tramo 2	Pobreza energética (PE)	Se satisface el umbral inferior mínimo, pero no el superior, siendo clasificado como pobre energéticamente.
Tramo 3	Superación de la PE (SPE)	Existe satisfacción de los umbrales establecidos.

Fuente: Elaboración propia en base a documento RedPE (RedPE, 2019).

Existen casos donde los indicadores establecen un único umbral de privación (sin inferior o superior), para estos indicadores solo se considerará al hogar en el tramo 1 (PEE) o 3 (SPE).

El ITTPE para las 3 dimensiones de acceso propone un total de 17 subindicadores, sin embargo, debido a la limitación en el acceso a la información, se mide la PE solo para 7 subindicadores (ver Tabla 14).

Respecto a la limitación de la información por parte de RedPE, las fuentes de información disponibles para medir la PE fueron la Encuesta de caracterización Socioeconómica Nacional (CASEN), Encuesta de Presupuestos familiares (EPF), Encuesta Nacional de Energía (ENE) y Encuesta consumo de combustible para calefacción y cocción en el sector residencial.

Tabla 14: Dimensiones e indicadores para dimensión de acceso ITTPE resumido

Dimensión	Indicador	Umbral de privación
Alimentación e higiene	Fuente de energía y artefacto usado para cocinar*	Utiliza parafina, leña húmeda (<25%) para cocinar.
	Refrigeración de alimentos	Refrigerados con EE B o inferior.
	Sistema ACS*	No cuenta con sistema ACS.
	Acceso a electricidad*	No está conectado a la red

Capítulo 2: Marco teórico

Iluminación y dispositivos eléctricos	SAIDI*	Vivienda en comuna con interrupción promedio mayor a 1 hora en el suministro eléctrico. 4 horas (PEE)
	SAIFI	Interrupciones sobre 6 ocasiones anuales (22 para PEE)
	Capacidad de Suministro	Vivienda donde las instalaciones no permiten simultaneidad entre artefactos eléctricos de alto y bajo consumo.
	Instalación eléctrica	No cumple con la NCh 04/2003
	Oscilaciones de tensión	Tensión de red regulada bajo el 95% del tiempo entre $\pm 10\%$
	Iluminación	Fuente lumínica inferior a 1000 lmhr.
Climatización de la vivienda	Temperatura interior	Hogar en confort menos del % de tiempo de uso según Zona Térmica ECSV.
	Confort térmico*	Hogar declara pasar frío al interior en meses de invierno (alternativo al anterior).
	Eficiencia energética en la vivienda*	Vivienda construida antes del año 2001 (excluidos los hogares sobre US \$30.000) o CEV inferior a F (G para PEE)
	Fuente de energía y artefacto usado para calefacción*	Hogar usa basura, carbón, leña húmeda (<25%) o parafina para calefacción mediante artefacto con fuente combustión permanentemente abierta.
	Contaminación intradomiciliaria	Contaminación intradomiciliaria sobre niveles recomendados.
	Humedad en la vivienda	Hogar presenta humedad

Fuente: Elaboración propia adaptada de ITTPE RedPE (RedPE, 2019).

NOTA: Los subindicadores marcados fueron los considerados por RedPE para la aplicación del ITTPE.

2.7 Desigualdad y Pobreza en Chile

El Ministerio de Desarrollo Social de Chile establece dos variantes de Pobreza, una mediante ingresos y otra a nivel multidimensional. La evaluación de la Pobreza mediante ingresos se obtiene comparando los ingresos del hogar con los valores de las Líneas de Pobreza y Pobreza Extrema (ver Tabla 15), la que es establecida a partir de la satisfacción mínima de necesidades básicas alimentarias⁶ y no alimentarias (vivienda y vestuario). Estos valores de pobreza por ingreso, aumenta en función de la cantidad de integrantes del hogar, desde \$ 171.113 para 1 integrante, hasta 857.597 en el caso de 10 integrantes (ver Figura 11). En Chile, los niveles de pobreza por ingreso al año 2017 son del 8,6 % (1.528.284 personas) y un 2,3 % (412.839 personas) en pobreza extrema (Ministerio de Desarrollo Social, 2019).

Tabla 15: Valores de Pobreza por ingresos en Chile para 1 persona.

Descripción	Nov. 2017	Jul. 2019	Abr. 2020
Canasta Básica de alimentos	\$ 41.593	\$ 42.937	\$ 46.070
Línea de Pobreza por persona equivalente	\$ 158.145	\$ 164.605	\$ 171.113
Línea de Pobreza Extrema por persona equivalente	\$ 105.430	\$ 109.736	\$ 114.075

Fuente: Elaboración propia en base a informes del MDS (Ministerio de Desarrollo Social, 2020).

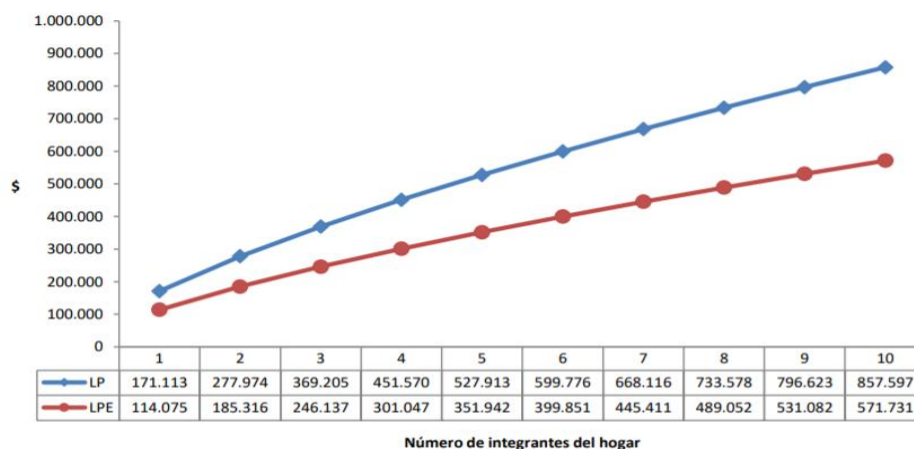


Figura 11: Valores Límites de Pobreza según la cantidad de integrantes del hogar.

Fuente: Ministerio del Desarrollo (Ministerio de Desarrollo Social, 2020).

⁶ Las necesidades básicas alimentarias se representan mediante la Canasta básica de alimentos, que considera un umbral de requerimientos de 2.000 calorías diarias promedio por persona. El valor de la canasta es determinado con el gasto en alimentos que satisface estos requerimientos calóricos mínimos por persona.

Por otra parte, La Pobreza Multidimensional considera factores complementarios a los ingresos, como lo son la educación; salud; seguridad social; vivienda y entorno; y redes y cohesión social, agrupados en dimensiones constituidas por indicadores específicos con umbrales definidos. A nivel nacional (ver Figura 12) (Ministerio de Desarrollo Social, 2020; 2019; 2013).



Figura 12: Dimensiones e indicadores de la medición de pobreza multidimensional.

Fuente: Ministerio del Desarrollo Social (Ministerio de Desarrollo Social, 2013).

2.7.1 Coeficiente de Gini (desigualdad por ingresos)

Para medir la desigualdad, la OCDE⁷ utiliza el Coeficiente de Gini, ideado por el estadístico italiano Corrado Gini. Normalmente se utiliza para medir la desigualdad en los ingresos, dentro de un país, pero puede utilizarse para medir cualquier forma de distribución desigual.

Medido por el Índice de Gini, en el que cero representa perfecta igualdad y 1 es total inequidad, Chile registró 0,45 en 2017.

Para el año 2019, el índice de Gini para Chile, después de considerar los impuestos y transferencias, es 0,459. Situándolo en el lugar 24 en términos de desigualdad sobre el total de 159 países con datos disponibles, siendo el país más desigual de la OCDE (OECD, 2017; Crespo y Hernandez, 2020). Además, la misma organización destaca que el 20% de la población de más ingresos gana 10,31 veces más que el 20% (ver Tabla 16).

⁷ OCDE o OECD es la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, la que función como una organización internacional que diseña políticas que buscan estandarizar ciertas condiciones con tal de favorecer la prosperidad, igualdad, oportunidades y bienestar de los habitantes de las naciones que pertenecen a esta. Existen 36 países miembros de la OCDE, en estos destaca Chile, que es miembro desde el año 2010.

Tabla 16: Indicadores de desigualdad en Chile OECD 2017

Indicador	Valor al año 2017
Coeficiente de Gini	0,459
Top 20% vs Bottom 20%	10,3
Pobreza de ingresos relativa	0,17

Fuente: Elaboración propia en base a datos obtenidos de OECD (OECD, 2017).

2.8 Viviendas Sociales

En Chile, la TGR (Tesorería General de la República), define a una vivienda social, como una vivienda cuyo valor de tasación no sea superior a 400 UF (Unidades de Fomento), excluyendo condominios de viviendas sociales, cuyo caso puede aumentar su valor hasta en un 30%, teniendo como valor máximo de tasación 520 UF. Superficies menores a 50 m².

Legalmente son condominios de viviendas sociales aquellos conjunto habitacionales acogidos a la Ley N°19.537 de Copropiedad inmobiliaria, formados por unidades habitacionales en un terreno común o formados por lotes individuales y áreas comunes, siempre que no superen los 520 UF (MINVU, 1997).

Los principales problemas asociados a las viviendas sociales van más allá del presupuesto para su construcción, ya que, además, se encuentran en su mayoría en sectores periféricos del área urbana, con problemas de delincuencia, conectividad y de habitabilidad (condiciones constructivas de la vivienda), donde estas deben cumplir con los estándares mínimos establecidos en la O.G.U.C.⁸ (Ordenanza General de Urbanismo y Construcción).

Respecto a los habitantes de viviendas sociales, estos tienden a tener una mayor tolerancia a las bajas temperaturas, sin embargo, el rango determinado por la OMS es de temperaturas entre 18° y 23°, por otra parte, el Estándar de Construcción Sustentable para Viviendas establece que para la zona E (Región del Biobío) los hogares deben estar mínimo un 40% del tiempo del año en temperaturas entre 19° y 25° (ver Tabla 17) (MINVU, 2018).

⁸ O.G.U.C. es el reglamento de Ley General de Urbanismo y Construcciones que contiene las disposiciones reglamentarias de la ley, regulando la planificación urbana, urbanización de terrenos, la construcción y sus estándares técnicos de diseño y construcción exigibles. Por ejemplo, la O.G.U.C. en su apartado 4.1.10 establece los requisitos mínimos de transmitancia térmica para soluciones constructivas.

Tabla 17: Temperaturas límites de confort térmico y tiempo de uso de vivienda según zonificación térmica.

Zona térmica	Tiempo de uso de la vivienda (%)	Límite inferior de confort térmico (°C) t	Límite superior de confort térmico (°C) t
A	70%	21°	26°
B	60%	20°	26°
C	60%	20°	26°
D	50%	19°	26°
E	40%	19°	25°
F	40%	19°	25°
G	30%	19°	25°
H	30%	19°	25°
I	30%	18°	25°

Fuente: Elaboración propia en base a Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas Sociales (MINVU, 2018).

2.8.1 Viviendas Sociales en la Región del Biobío



Figura 13: Sector Michaihue, San Pedro de la Paz, Chile.

Fuente: MINVU (MINVU, 2019).

2.9 Clima y Condiciones ambientales

La zona donde se ubica el caso de estudio es la comuna de San Pedro de la Paz, perteneciente a la zona Sur Litoral según la NCh 1079 vigente (INN, 2008). En cuanto a las zonificaciones térmicas se considera en la zona 4 y considerando la propuesta normativa NTM 11/2 de 2014 a la zona E (MINVU, 2014).

2.9.1 Clima en la Región del Biobío

Las condiciones climáticas, ambientales y geográficas de San Pedro de la Paz se basan en los datos entregados por Energy Plus (IWEC Data) tomados específicamente en Carriel Sur, Talcahuano. El clima es mediterráneo y templado, con temperaturas mínimas de 1°C en invierno (ver Tabla 18). con temperaturas promedio que se encuentran por debajo de la zona de confort la mayoría del tiempo. Respecto a la humedad relativa (ver Tabla 19), el promedio anual es de 84,2% diario con máximos de 95,1% (abril) y mínimos de 55,3% (enero), asociados principalmente a invierno y verano respectivamente.

Tabla 18: Temperaturas San Pedro de la Paz

Descripción	Época del año	°C	Fecha
Temperatura promedio	Anual	12,7°C	Ene-Dic
Temperatura promedio	Invierno (abr-sept)	9 °C	Jun-Jul-Ago
Temperatura promedio	Verano (oct-mar)	16 °C	Dic-Ene-Feb
Temperatura mínima	Invierno (abr-sept)	0 °C	Julio
Temperatura mínima	Verano (oct-mar)	6 °C	Diciembre
Temperatura máxima	Invierno (abr-sept)	17 °C	Julio
Temperatura máxima	Verano (oct-mar)	29 °C	Enero

Fuente: Elaboración propia en base a datos recopilados de IWEC Data.

Tabla 19: Humedad relativa medida en Concepción, región del Bío-bío

Hora/mes	Humedad relativa del aire en % para cada mes											
	E	F	M	A	M	Jun	Jul	A	S	O	N	D
2	91,3	90,6	93,2	94,3	93,8	94,6	89,9	91,4	86,3	92,4	90,7	92,5
4	93	93,5	94,6	94,5	94,7	94,7	90,3	89,7	87,8	93,4	92,4	95
6	93,8	94,5	94,8	95,1	94,8	94,2	90	89,6	87,9	94,4	92,9	94
8	85,3	93,3	93,7	94,6	93,7	93,6	90,6	87,8	86,8	91,8	85,5	86,3
10	66,1	74,4	78	87,8	90,9	89,1	88,2	84,1	77,4	80,5	68,7	70,2
12	57,4	63,6	61,7	77,3	80,1	81,3	81,4	73,7	68,1	71,2	62	63,4
14	55,2	58,2	57,3	71,6	75,1	77,5	76,1	70,9	65,8	68,8	58,4	60,4
16	55,3	56,8	58,1	72,9	76,6	76,7	74,4	71,4	68	69,5	59,3	61,1
18	58,5	59,4	65	78,2	84	84,3	80,8	77,7	72,2	74,6	64,2	64,9
20	67,2	68,5	77,9	86,8	90,2	90,3	88,6	86,2	80	83,1	74,6	72
22	79,3	79,2	85,2	91,9	92,6	92,6	89,3	89,5	84,2	88,8	83,5	82,5
24	86,6	85,7	90,5	93,4	93,2	92,3	90,5	90,7	86,1	91,2	88,2	92,6
Promedio	74,1	76,5	93	88	85,1	85,9	85,9	85,5	84,8	84,6	83,9	83,3

Fuente: Elaboración propia en base a datos de archivo climático y Optivent UBB.

En lo que refiere a la temperatura interior de las viviendas, la Política Energética del Ministerio de Energía 2050, menciona que la mayoría de las viviendas en Chile no cuentan con el nivel adecuado de temperatura, lo que se ve reflejado en las estaciones con temperaturas extremas, generando que los ocupantes sientan frío en invierno y calor en verano, principalmente frío en la zona Centro-Sur de Chile (CDT, 2019).

La humedad relativa en la zona de estudio es en promedio de un 82%, concentrando niveles sobre 90% de abril a septiembre. Según clasificación Köppen, El Gran Concepción está situado en un clima Csb₂ Oceánico mediterráneo con verano suave.

Respecto a los habitantes, los ocupantes de viviendas sociales en la zona Centro-Sur de Chile se encuentran en confort térmico a bajas temperaturas, estando por debajo de los umbrales inferiores definidos en los estándares internacionales (ASHRAE 55-2017) (Pérez-Fargallo, A.; Rubio-Bellido, C.; Púlido-Arcas, J.; Trebilcock, 2017) y menores a los rangos saludables definidos por la OMS (19°C a 25°C), la investigación referenciada también indica la aceptación de 13°C por los ocupantes de viviendas sociales en invierno, sin embargo a nivel nacional el límite inferior razonable puede ser hasta de 17°C (Pérez-Fargallo, A.; Rubio-Bellido, C.; Púlido-Arcas, J.; Trebilcock, 2017).

MINVU señala que el 95% de los hogares en Concepción tienen temperaturas interiores menores a 15°C, es decir, el 95% de los hogares se encuentran en disconfort térmico durante invierno.

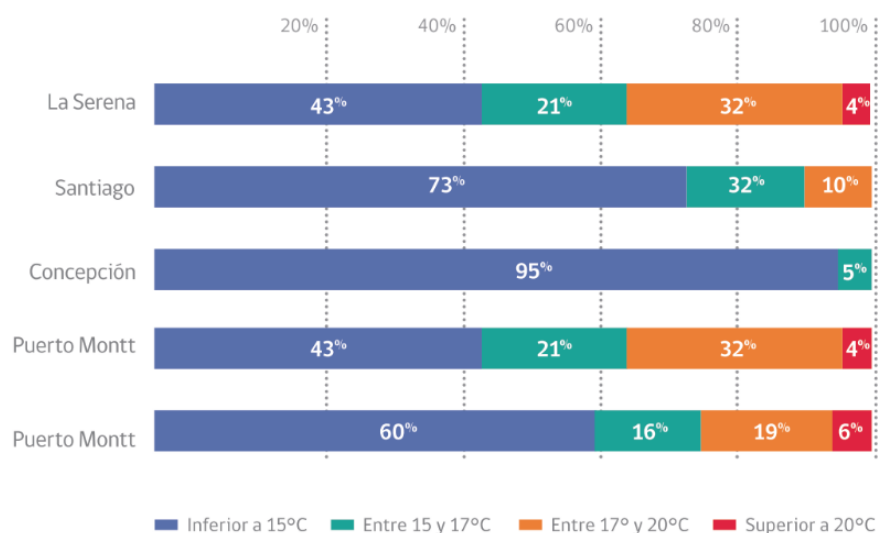


Figura 14: Rangos de temperatura interior de hogares en invierno para distintas ciudades de Chile.

Fuente: MINVU (MINVU, 2018).

3 Metodología

La metodología utilizada en el proyecto de investigación se basa principalmente en la evaluación del Indicador Tridimensional, sus metodologías y los datos obtenidos que permiten medir la PE, dichos datos obtenidos fueron obtenidos por encuestas presenciales, asociados a cada dimensión y subindicador propuestos por el ITTPE de RedPE. Así mismo, el indicador será ajustado a las necesidades energéticas del caso de estudio, seleccionando y modificando los subindicadores de ser necesario, basado en la revisión bibliográfica para cada umbral de privación de PE, obteniendo una versión adaptada del ITTPE, para definir una metodología de medición de la PE y aplicarla en el caso de estudio con tal de evaluar la capacidad y aplicabilidad del mismo, identificando los factores que más influyen en alcanzar la PE.

3.1 Metodología de investigación

La metodología es de carácter cualitativa-cuantitativa y correlacional, donde la obtención de los datos es mediante encuestas presenciales (correlacional) realizadas por el MINVU (Ministerio de Vivienda y Urbanismo) en el caso de estudio, donde, una vez recopilados los resultados, estos se utilizan para seleccionar la muestra y caracterizar el caso de estudio.

Cada una de las dimensiones y sus subindicadores, se evalúan en función de revisión bibliográfica y la pertinencia territorial para la obtención del *ITTPE adaptado*, el cual es aplicado en el caso de estudio. Finalmente, en función de los datos recopilados se mide la PE con ambos indicadores (original y adaptado), evaluando la aplicabilidad de ambos y los factores que más influyen para determinar la capacidad de los indicadores de ser utilizados para determinar la PE.

El Indicador Tridimensional y Territorializado está compuesto por dos tipos de indicadores: los de *acceso y equidad*, donde, los indicadores de acceso componen tres dimensiones: alimentación e higiene; iluminación y dispositivos eléctricos; y climatización de la vivienda, relacionados a los tipos de tecnología y la fuente de energía utilizada por los hogares, por otra parte, los indicadores de equidad conforman solo una dimensión: equidad en el gasto energético, y sus subindicadores se centran en evaluaciones econométricas del caso, basadas principalmente en los ingresos y gastos de los ocupantes (RedPE, 2019; 2018; Castaño-Rosa, Raúl; Solís-Gúzman, Jaime; Marrero, 2020).

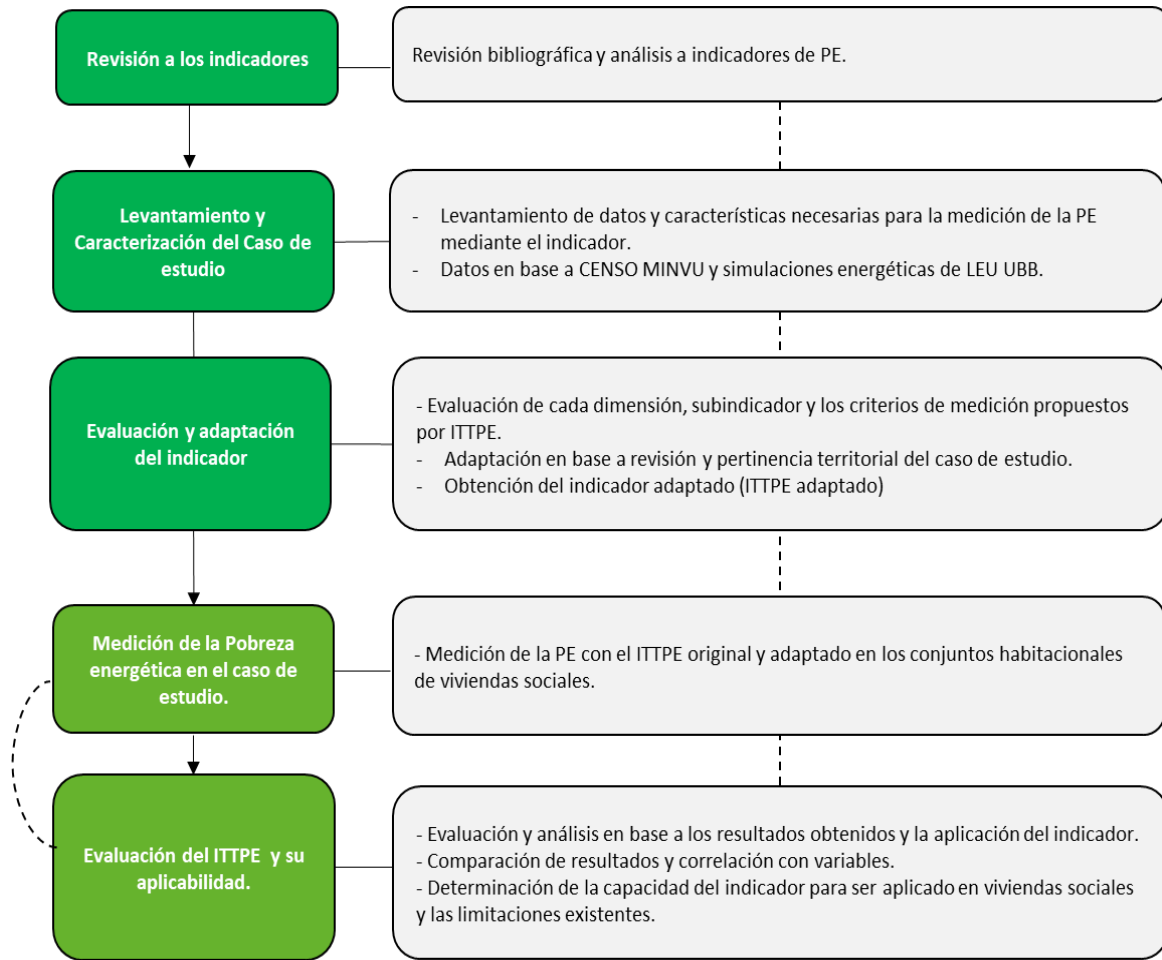


Figura 15: Metodología de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.1 Clasificación y revisión de indicadores de PE

La revisión de indicadores se centra en la selección de los métodos más relevantes planteados en la literatura relacionados y referenciados en el ITTPE propuesto por RedPE (Figura 16), en este punto se clasifican los indicadores según el enfoque de cada uno, donde pueden ser económicos, basados en confort térmico, que consideran las características de la vivienda, o bien multidimensionales, entre otros. La relevancia de este proceso es la comparación entre los indicadores seleccionados, identificando los factores y subindicadores que más se repiten y tienden a ser los considerados como relevantes e influyentes en alcanzar una condición de PE. Esta revisión permite definir parámetros que pueden ser aplicados para ajustar los criterios del indicador original propuesto y aplicarlo posteriormente en el Caso de estudio.

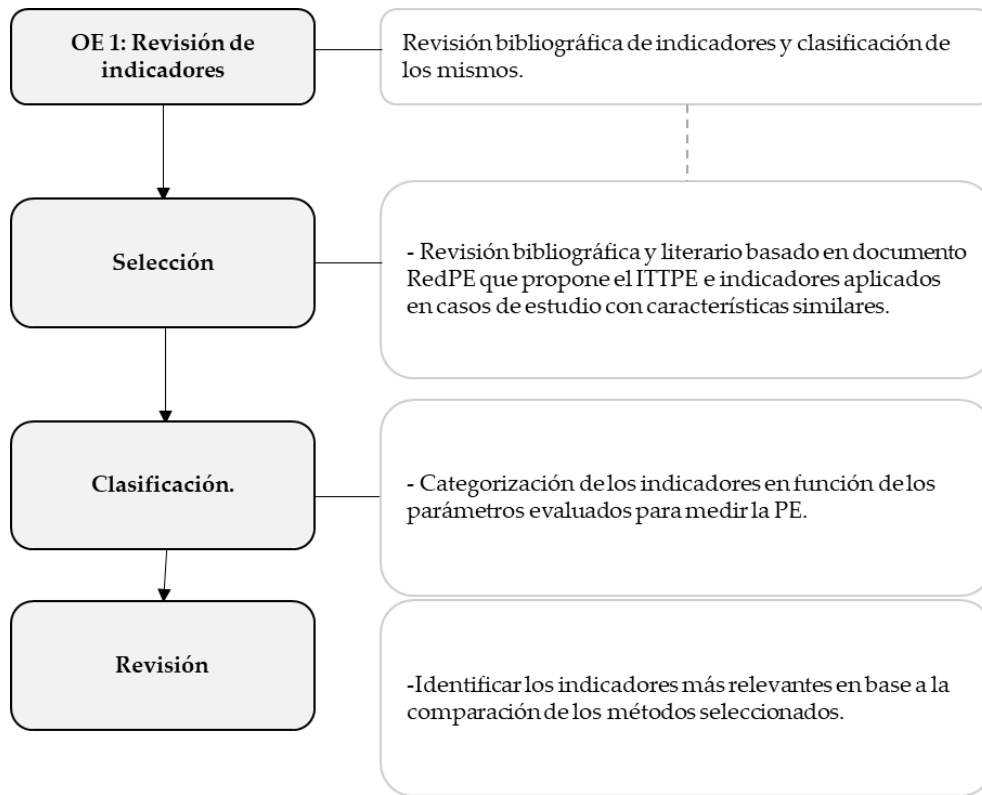


Figura 16: Metodología para revisión de indicadores.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Levantamiento de la información y caracterización del caso de estudio

El levantamiento general de los datos se recopiló mediante la encuesta aplicada por MINVU en los dos conjuntos habitacionales que componen el caso de estudio (Michaihue 716 y La Estrella) durante febrero del año 2020 en el marco del Proyecto de Rehabilitación energética del sector. Para el desarrollo de la investigación, la información obtenida de los cuestionarios se filtró, con tal de tener los datos que son necesarios para evaluar las condiciones generales de los hogares y aquella información relacionada a la medición de la PE mediante el ITTPE (Tabla 20).

Los datos principales requeridos para la aplicación y evaluación del ITTPE son: Ingresos, gastos, características de la vivienda, mecanismos de cocina e higiene, artefactos, calidad y regularidad de las instalaciones eléctricas, condiciones del suministro eléctrico (SAIDI), niveles de confort térmico, contaminación ambiental, sistemas de calefacción utilizado, entre otros que sean de interés para el análisis y evaluación de los indicadores.

Tabla 20: Datos requeridos de encuesta en función de los subindicadores del ITTPE

Dimensión del indicador	Indicador asociado	Datos requeridos de los hogares mediante el análisis de los resultados de la encuesta/cuestionario.
Alimentación e Higiene	Combustible para cocinar	Uso de leña, instalación de gas domiciliaria, artefacto de cocina.
	Sistema ACS	Instalación de gas, uso de ducha eléctrica.
Dispositivos eléctricos e iluminación	Acceso a electricidad	Presencia de tablero eléctrico, modificaciones del tablero,
	SAIDI	SAIDI comunal San Pedro de la Paz.
	Capacidad suministro eléctrico	Número de circuitos eléctricos instalados, Capacidad del interruptor automático.
	Instalaciones eléctricas	Modificaciones artesanales del tablero
Climatización de la vivienda	Temperatura Interior	Temperaturas operativas obtenidas de simulación, porcentajes de confort térmico en período de invierno (abril-septiembre) en base a un rango de confort entre 19° y 25° (MINVU, 2018).
	Fuente de energía y artefactos de calefacción	Fuentes de energía para calefaccionar.
	Contaminación intradomiciliaria	Infiltración de las viviendas, Niveles de contaminantes ambientales en la zona geográfica.
	Humedad en la vivienda	Presencia de humedad en muros, filtraciones de agua lluvia, manchas o deterioro en estructuras.
Equidad en el Gasto Energético	MIS	Ingreso mensual del hogar, cantidad de habitantes, Situación económica Línea de Pobreza Equivalente, Gastos del hogar.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Análisis y evaluación ITTPE propuesto

La evaluación del indicador planteado por RedPE es fundamental en el desarrollo de la investigación, dado que en este punto se selecciona y analiza cada uno de los subindicadores, los criterios asociados y los umbrales de privación de PE. Dicho análisis surge de la necesidad de ajustar el

indicador al caso de estudio, ya sea por la ubicación geográfica, clima, nivel socioeconómico, condiciones ambientales en general e información complementaria que permita definir a un hogar en PE.

En este sentido, el cuestionario de MINVU no incorpora las preguntas exactas que se asocien directamente a cada subindicador, por ende, algunos criterios se pueden modificar en función de la información disponible, para posibilitar la medición de la PE (ver Figura 17).

La evaluación del indicador permite la selección de los subindicadores que serán adaptados y el ajuste de los umbrales de privación para una aplicación que considere la pertinencia territorial, resultando el ITTPE adaptado que será aplicado al caso de estudio.

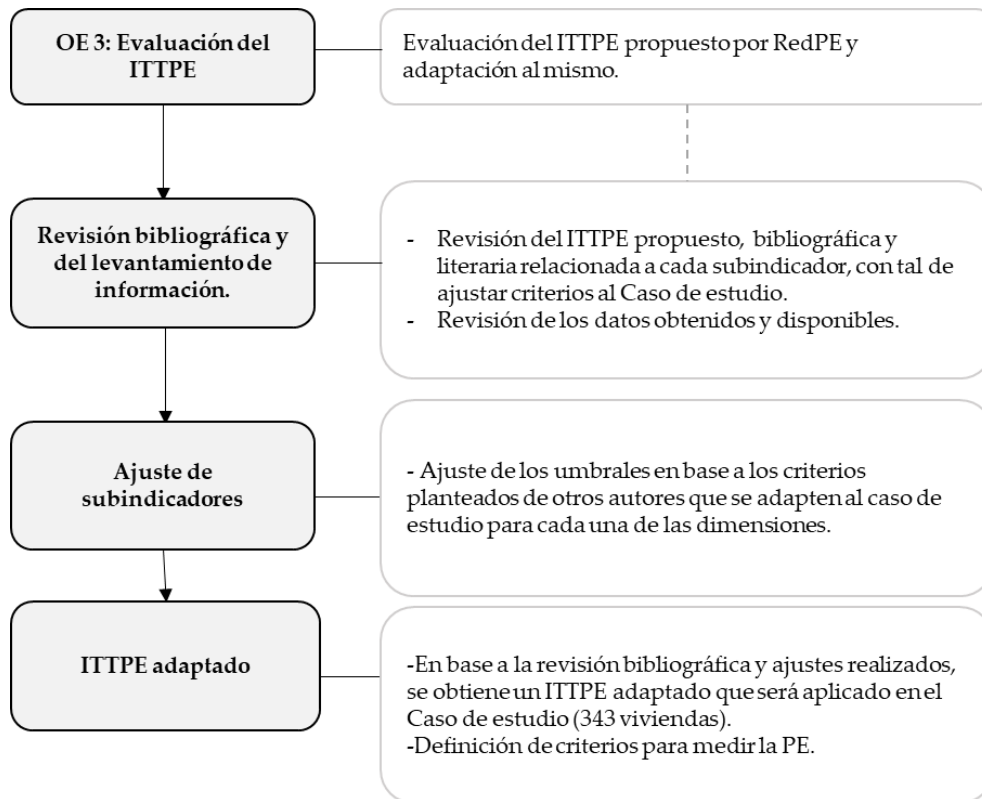


Figura 17: Metodología para la evaluación y adaptación del ITTPE propuesto.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Aplicación y evaluación de ITTPE adaptado.

La evaluación de la aplicación del indicador se separa en tres etapas: La primera se centra en aplicar el ITTPE adaptado en el caso de estudio, analizando los resultados obtenidos en cada dimensión o subindicador. Posteriormente se evalúan los resultados de ambos indicadores, comparando el ITTPE adaptado con el original y correlacionando los resultados con las variables de pobreza por ingresos y la tipología de la vivienda. Finalmente determinar la capacidad del indicador propuesto y adaptado para su aplicación en viviendas sociales, en base al análisis de los resultados obtenidos, identificando las dimensiones más incidentes y las limitaciones para la medición de la PE (ver Figura 18).

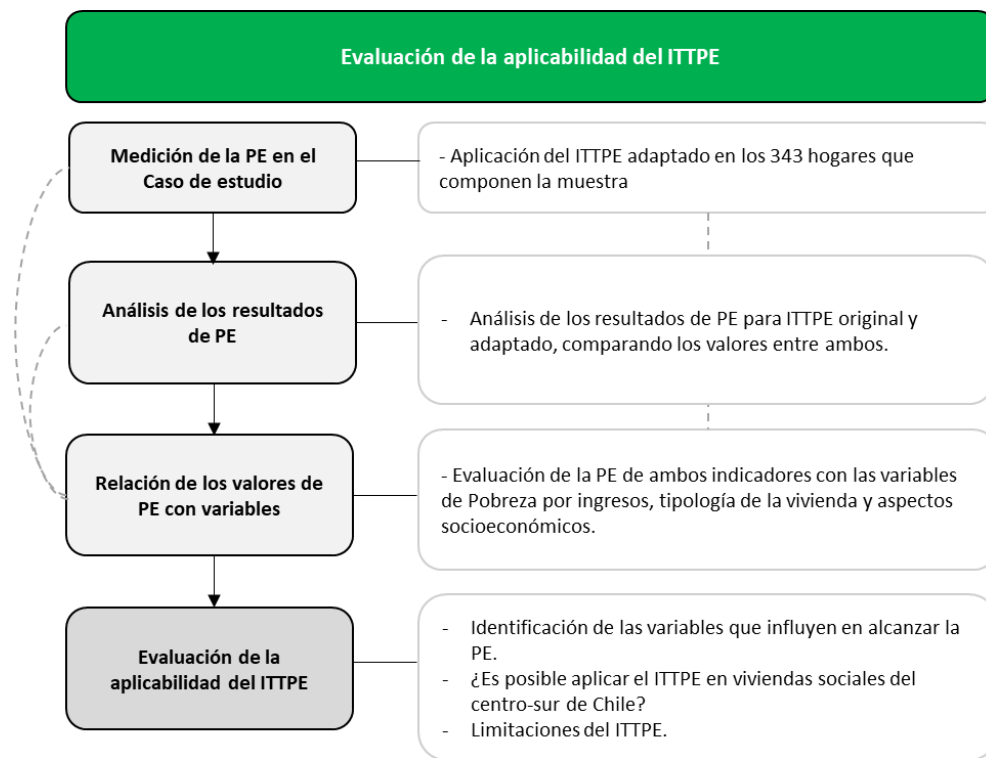


Figura 18: Método para la evaluación del ITTPE adaptado.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 ITTPE: Indicador propuesto por RedPE

RedPE propone un indicador tridimensional formado por tres dimensiones de acceso y una dimensión de equidad, a su vez, cada dimensión se compone de distintos subindicadores. Estos subindicadores se basan en las necesidades energéticas y pertinencia territorial considerada por RedPE. Sin embargo, la limitada disponibilidad de fuentes de información a nivel nacional, redujeron la cantidad de subindicadores aplicados por RedPE en la medición de la PE, por ende, la propuesta original de 17 subindicadores, fue reducida a 9 subindicadores medibles (ver Tabla 21).

Tabla 21: Propuesta ITTPE RedPE

Dimensión	Indicador.	Umbral de privación	% de hogares	Fuente
Alimentación e higiene	Fuente de energía y artefacto de cocina*	Uso de parafina, leña húmeda (>25%).	3,03%	CDT 2015 (CDT, 2015)
	Tipo de refrigerador	Posee refrigerador con eficiencia energética A, A+ o A++	-	-
	Sistema De ACS*	No posee ACS.	10,2%	CASEN (Casen, 2017)
Iluminación y dispositivos eléctricos	Acceso a electricidad*	Hogar no conectado a red.	0,34%	CASEN (Casen, 2017)
	SAIDI*	SAIDI mayor a 1 hora	18,1%	CNE (CNE, 2018) CASEN (Casen, 2017)
	SAIFI	Más de 6 interrupciones al año	-	-
	Capacidad de Suministro	No Permite simultaneidad de iluminación y artefactos bajo y alto consumo	-	-
	Instalación eléctrica	No cumple NCh 04/2003	-	-
	Oscilaciones de tensión	Tensión de red regulada menos del 95% ± 10%	-	-
	Iluminación	Fuente lumínica menor a 1000 lmhr.	-	-
		Menos de 4 hrs de iluminación nocturna.	-	-
		Fuente de energía y artefactos de calefacción*	Hogar utiliza basura, carbón, leña húmeda o parafina.	3,98%

Capítulo 3: Metodología de investigación

Climatización de la vivienda	Eficiencia energética de la vivienda*	Vivienda construida antes de 2001.	66,21%	CNE (CNE, 2018) CASEN (Casen, 2017)
	Confort térmico*	Hogar declara sentir frío en el interior en meses de invierno.	21%	ENE (Ministerio de Energía, 2016b)
Equidad en el gasto energético	Gasto excesivo de energía*	Ingreso del hogar – (Costos + Gasto energético) <línea de pobreza equivalente	22,6%	EPF (INE, 2018a)
	Sub gasto de energía*	Gasto energético del hogar < 0,5 de la media de gastos de viviendas	16,91%	EPF (INE, 2018a)

Fuente: Elaboración propia en base a documento de Red de Pobreza Energética (RedPE, 2019).

***NOTA:** Los subindicadores marcados son los que fueron medidos por RedPE.

Cada uno de los subindicadores (ver Tabla 21), poseen su umbral de privación, que es el límite que permite considerar si hay superación de la pobreza energética o bien, el hogar es pobre energéticamente.

Además, el Indicador Tridimensional establece tres tramos, siendo el más crítico la Pobreza Energética Extrema (Tramo 1), Pobreza Energética (Tramo 2) y Superación de la PE (Tramo 3) como la condición donde el hogar se encuentra sin problemas en la dimensión evaluada o en su totalidad. En este sentido, no todos los subindicadores poseen 3 tramos y la mayoría solo se componen de 2 (PE y SPE).

Para definir a un hogar en PE, RedPE propone dos métodos:

Método 1: Si tres subindicadores de una misma dimensión, o bien una dimensión completa está en situación de PE (en las dimensiones de acceso), el hogar es pobre energéticamente.

Método 2: Cuando cuatro de estos subindicadores se encuentran en pobreza energética, independiente de su dimensión, el hogar es pobre energéticamente.

3.3 Metodología para medición de la PE propuesta.

Para medir la Pobreza Energética en la presente investigación se plantea una clasificación de 3 niveles (ver Figura 19), considerando para el cálculo solo a los hogares que declaran tener ingresos.

Para definir a un hogar como PE, se propone una combinación de los criterios propuestos por RedPE, siendo: Hogares que tengan una dimensión completa de acceso en PE o 4 subindicadores en PE, independiente de su dimensión.

Los tres grupos de identificación son los siguientes:

Hogares en PE Extrema (PEE): Hogares que se encuentran por debajo de la Línea de Pobreza Equivalente (LPE) establecida por el Ministerio de Desarrollo Social, y a su vez, se encuentran en PE según el ITTPE. Esto, basado en la incapacidad de cubrir sus necesidades básicas ni energéticas.

Hogares en PE: Porcentaje de hogares que según el ITTPE están en PE y sobre la LPE o bien, están solamente bajo la LPE.

Hogares en SPE: Porcentaje de hogares que no se encuentran en situación de PE, ni PEE.

PE Total: La PE Total es la suma de los hogares que son PE y PEE.

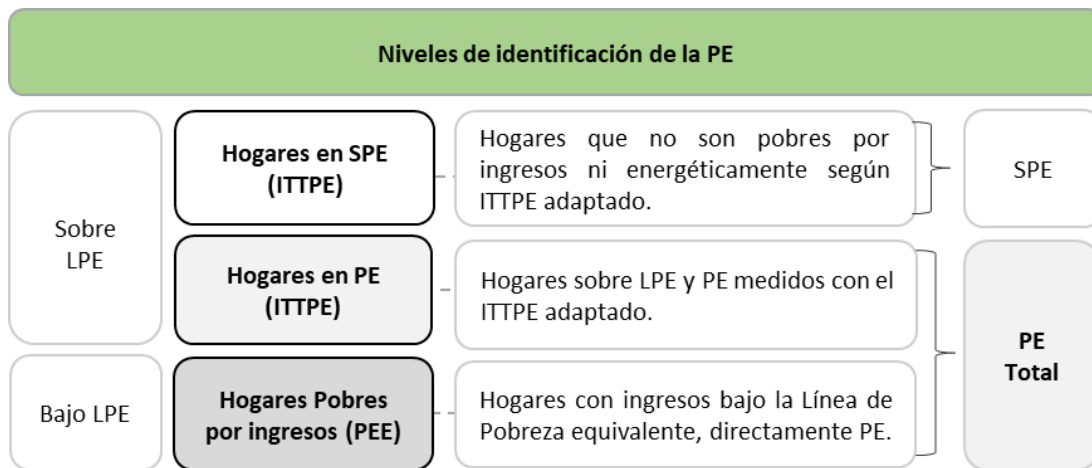


Figura 19. Metodología para la medición de la PE en el caso de estudio.

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Área de estudio

La zona Centro-Sur de Chile, que considera la región del Maule, Ñuble, Biobío y Araucanía se caracteriza por temperaturas que tienden a ser bajas en invierno. En este contexto la región del Biobío es la con mayor cantidad de habitantes con 2 millones aproximadamente (INE, 2018b).

La comuna de San Pedro de la Paz (ver Figura 20 y Figura 20) se enmarca en el Plan Metropolitano de Concepción, capital del Biobío, y su Plan Regulador posiciona un rol protagónico en la intercomuna y los sistemas que la conforman (MINVU, 2019).



Figura 20: Comuna de San Pedro de la Paz

Fuente: MINVU (MINVU, 2019).



Figura 21: Polígono comuna de San Pedro de la Paz

Fuente: MINVU (MINVU, 2019).

3.5 Caso de estudio

El Caso de estudio se centra en el sector Michaihue, compuesto por tres Conjuntos Habitacionales de viviendas sociales: Michaihue 716, Estrella Michaihue y Michaihue 600, en la comuna de San Pedro de la Paz (ver Figura 13). MINVU en su Programa de Regeneración de Conjuntos Habitacionales de Viviendas Sociales incluye este sector respondiendo a estrategias que buscan el mejoramiento urbano de espacios con un deterioro considerable. Además, MINVU menciona que la zona presenta deterioro en la materialidad en general, intervenciones con ampliaciones irregulares, deficiencia en las áreas verdes, zonas deterioradas y oscuras que favorecen acciones delictivas, presencia de microbasurales en sitios eriazos, segregación urbana residencial, falta de

cohesión, escaso acceso a servicios urbanos y articulaciones internas fluidas entre los conjuntos habitacionales y su entorno inmediato (MINVU, 2019).



Figura 22: Sector Michaihue, San Pedro de la Paz.

Fuente: Google Maps.



Figura 23: Microbasurales en la vía pública. Sector Michaihue.

Fuente: Google Maps.

3.5.1 Conjunto Habitacional Michaihue 716

El Conjunto Michaihue 716, construido en la década de 1990 y recepcionado el año 1999, consta de 716 viviendas sociales distribuidas en 45 edificios, 44 de 16 departamentos y 1 que contempla 12 viviendas. Emplazado en 5,68 hectáreas y con una población de 2506 habitantes, presenta una

Capítulo 3: Metodología de investigación

densidad poblacional de 441 personas por hectárea y se ubica adyacente al Conjunto Habitacional Estrella de Michaihue.

La tipología departamento de este Conjunto, considera 4 departamentos por piso, donde, se tienen dos accesos frontales mediante una caja de escaleras revestidas de material metálico (ver Figura 24). El departamento tipo está diseñado con 45 m² y 3 dormitorios, aunque un gran porcentaje presenta modificaciones, contando el 70% con 2 dormitorios, el 18% con 3 dormitorios y solo un 12% con una habitación.

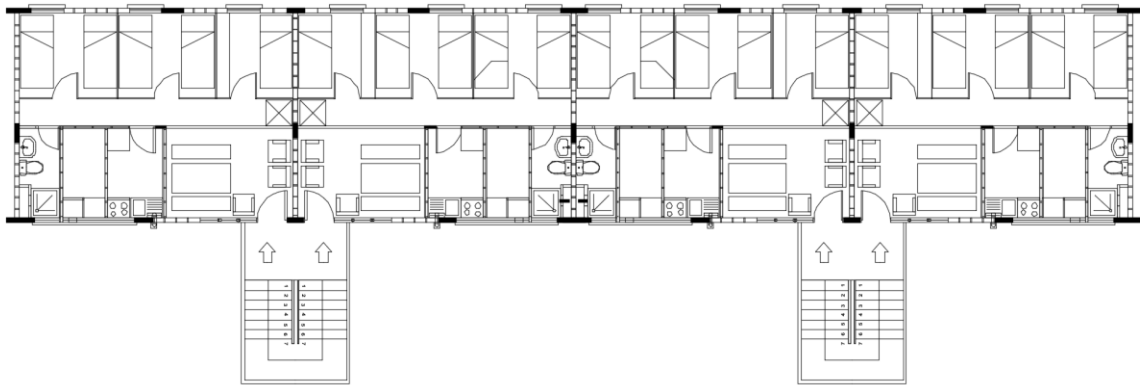


Figura 24: Distribución tipología departamento en un piso del Conjunto Habitacional Michaihue 716.

Fuente: LEU UBB.



Figura 25: Vista lateral Bloques de departamentos Conjunto habitacional Michaihue.

Fuente: Google Maps.

3.5.2 Conjunto Habitacional La Estrella de Michaihue

El Conjunto Habitacional La estrella de Michaihue (ver Figura 26), construido desde 1997 y recepcionado hasta 2005, se compone de 257 viviendas sociales aisladas de uno y dos pisos (ver Figura 27). Emplazado en 5,32 hectáreas y con una población de 900 habitantes, presenta una densidad poblacional de 169 personas por hectárea y se ubica adyacente al Conjunto Habitacional Estrella de Michaihue.



Figura 26: Ubicación "La Estrella de Michaihue".

Fuente: Google Maps.

Estas viviendas se dividen en distintas etapas en base a los loteos y etapas, existiendo variadas tipologías y superficies, debido a los niveles de autoconstrucción y ampliaciones irregulares, pero predominando las de 21m²; 36 m² y 46m², aunque la que más predomina es la de 36 m² y 2 dormitorios.



Figura 27: Tipología de Vivienda Conjunto habitacional "La estrella de Michaihue.

Fuente: Google Maps.

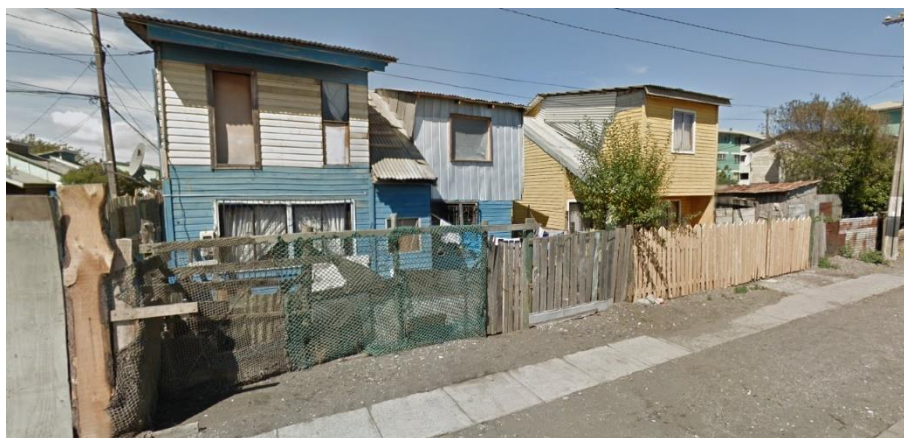


Figura 28: Elevación frontal viviendas tipo Conjunto habitacional "La Estrella de Michaihue".

Fuente: Google Maps.

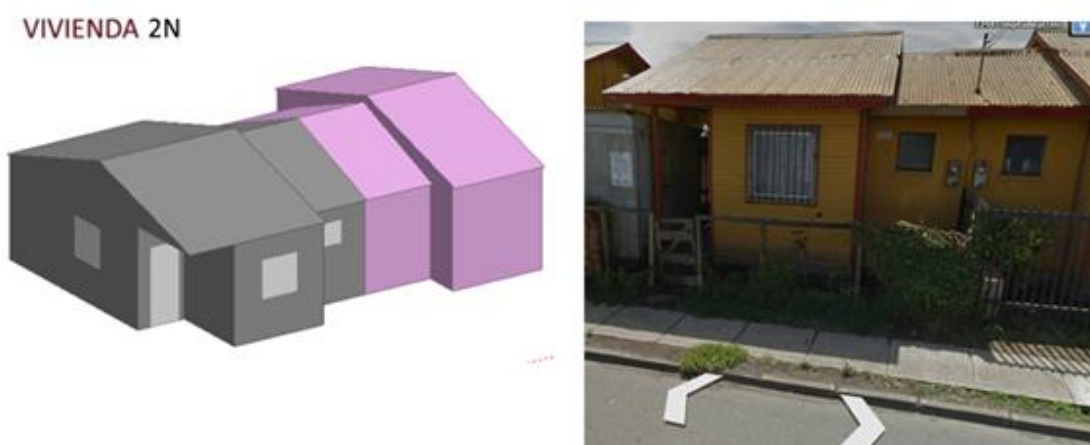


Figura 29: Modelo Vivienda 2N, 2 dormitorios.

Fuente: Laboratorio de Estudios Urbanos UBB.

3.6 Selección de la muestra y recolección de datos

En el contexto del Plan de Rehabilitación Energética de los Conjuntos Habitacionales del Sector Michaihue, MINVU realizó el año 2020 encuestas presenciales en los hogares para obtener datos relacionados a aspectos energéticos y generales, encuestando 901 viviendas, correspondientes a ambos conjuntos. Los hogares que entregaron resultados válidos para la medición, se reducen a 681, 492 departamentos y 189 viviendas, sin embargo, la muestra seleccionada para la medición

de la PE contempla a 343 viviendas (38,1% del total), 244 departamentos y 99 casas (Figura 30), debido a que solo esta cantidad declaró ingresos mensuales, permitiendo medir la pobreza por ingresos y la PE con el subindicador MIS.

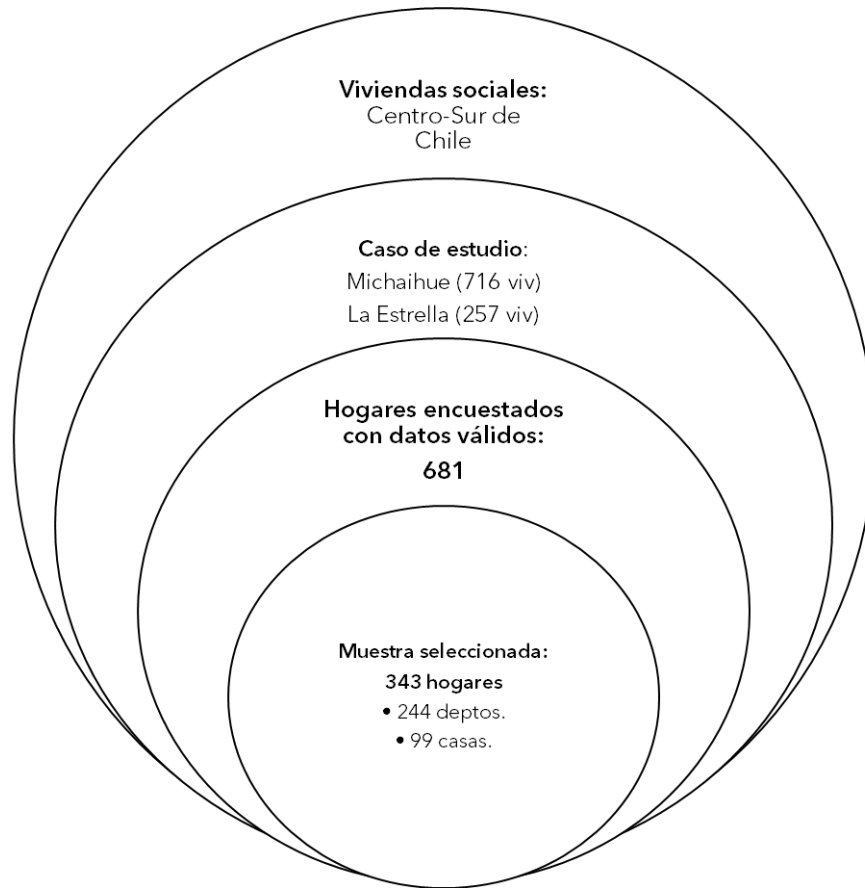


Figura 30: Población de estudio y muestra seleccionada.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que la medición de PE se realiza en base a la información disponible obtenida del cuestionario, pudiendo existir subindicadores que toman la información de bases de datos u otros, como las simulaciones energéticas para las tipologías realizadas por el LEU UBB⁹, pero en la mayoría de indicadores se mide en 343 viviendas según lo especificado en la selección de la muestra (ver Tabla 22).

⁹ El Laboratorio de Estudios Urbanos (LEU) de la Universidad del Bío-Bío, participa en conjunto con MINVU de un diagnóstico del sector, por ende, algunos datos para medir la pobreza energética serán obtenidos de dicho diagnóstico en proceso.

Tabla 22: Muestra considerada para cada indicador de PE

Dimensión de Pobreza Energética	Indicador	Cantidad de viviendas consideradas para el estudio
Alimentación e Higiene	Fuente de energía cocina	343
	Tipo de refrigerador utilizado	343
	Sistema A.C.S.	343
Iluminación y dispositivos eléctricos	Acceso a electricidad	343
	SAIDI	Data comunal
	SAIFI	Data comunal
	Capacidad suministro eléctrico	343
	Instalación eléctrica	343
Climatización de la vivienda	Confort de la vivienda/Temperatura interior	343
	Eficiencia energética de la vivienda	343
	Fuente de energía calefacción	343
	Contaminación intradomiciliaria	343 + Data comunal
	Humedad interior	343
Equidad	Gasto excesivo de energía (MIS)	343

Fuente: Elaboración propia.

3.7 Limitaciones de investigación

Las limitaciones de la investigación se pueden enumerar en función del origen de la misma, donde, cada una de ellas afecta en el desarrollo principalmente en lo referente a toma de datos.

3.7.1 Hogares no considerados en la muestra

Existen 338 hogares que no declararon ingresos en la encuesta, esto puede deberse a múltiples factores, entre ellos, el deseo de no informar los ingresos o bien, encontrarse en una situación donde no perciben ingresos. Al representar estos hogares el 49,6% de los hogares encuestados, es probable que estos se encuentren en situación de PE y no sean considerados en la muestra por el hecho de no declarar ingresos, pudiendo alterar los valores de la PE total, sin embargo, esto resulta una limitante que afecta los resultados de la PE medida en el caso de estudio, no así la evaluación y adaptación del ITTPE.

3.7.2 Limitación en levantamiento de datos

Falta de precisión debido a que los valores asociados a gastos e ingresos se basan en declaraciones personales de los encuestados y no en documentos que respalden dicha información, pudiendo existir cierta alteración en la información, donde, los ocupantes modifican las respuestas de ciertas características en función de la conveniencia personal, mejorando o agudizando ciertas problemáticas, reduciendo la precisión de los datos en cualquiera de las respuestas que se relacionen a la medición de la PE.

3.7.3 Modificaciones en la distribución de la vivienda

Las modificaciones artesanales, ampliaciones irregulares y distribuciones que no coinciden con el modelo original son recurrentes en las viviendas estudiadas, esto debido a los índices de hacinamiento y variadas causas que llevan a los hogares a alterar la estructura de la vivienda, lo que lleva a que las simulaciones energéticas realizadas por el LEU UBB pierdan cierta precisión en los datos de temperatura interior o confort térmico debido a la variación que existe entre el modelo original y el real. Sin embargo, para efectos de la investigación se considera que estas modificaciones no afectan significativamente los valores de confort, por ende, se tomaran en cuenta los datos obtenidos de la simulación con el modelo de la tipología base.

4 RESULTADOS: ANÁLISIS DE INDICADORES Y LEVANTAMIENTO DE DATOS

El presente capítulo entrega la primera parte de los resultados, centrado en el análisis a los indicadores y el levantamiento de los datos en base a la encuesta realizada por MINVU que tengan relación con las dimensiones del indicador y sus subindicadores.

4.1 Revisión y análisis a indicadores de Pobreza Energética

Una vez revisados los indicadores más relevantes, utilizados a nivel internacional y referenciados en el ITTPE propuesto del RedPE, algunos autores como Castaño-Rosa, resumen y comparan los indicadores según su clasificación (ver Tabla 9) y las dimensiones y criterios que estudia cada uno para medir la PE, con tal de observar coincidencias en las consideraciones, criterios y parámetros de los indicadores, donde, los métodos de medición centrados en los ingresos y consumos del hogar tienden a repetirse con más frecuencia en los distintos indicadores, lo que se relaciona con la incidencia que tienen los ingresos del hogar en la situación de PE (Castaño-Rosa, Raúl; Solís-Gúzman, Jaime; Marrero, 2020).

En este caso, se incorporó el ITTPE original propuesto al análisis de los indicadores multidimensionales, donde resultó ser el que considera más factores respecto a los otros, 7 de 9 en total. Por otra parte, los criterios que tienden a ser más considerados son los basados en bajos ingresos (10), Consumo y gasto real del hogar (10) y las Características de la vivienda (8) (Tabla 23).

De estos resultados, se infiere que el ITTPE es un indicador que aglomera una cantidad óptima de factores que permiten medir la PE considerando múltiples criterios de evaluación, siendo entre los más relevantes los asociados a ingresos y gastos del hogar, las condiciones de la vivienda, la distribución de ingresos y el efecto “heating or eating”, que afecta a los hogares que dados sus escasos recursos económicos son incapaces de cubrir sus necesidades energéticas sin dejar de cubrir las necesidades alimentarias.

Tabla 23: Revisión a indicadores más utilizados, evaluando los criterios incorporados para la medición de la PE.

Criterio / Indicador	Heating or Eating	Bajos ingresos	Consumo energético	Características de la vivienda	Uso de Instalaciones	Distribución de ingresos	Consumo y Gasto real	Excluye Vulnerabilidad física	Eficiencia Energética	Total
10%	-	Si	si	-	-	-	si	-	-	3
2M (Mediana)	-	Si	si	-	-	-	si	-	-	3
MIS (Ingresos estándar)	si	Si	-	-	-	si	si	-	-	4
LIHC (bajos ingresos)	si	-	-	-	Si	si	-	Si	Si	5
AFCP (Ingresos)	si	Si	-	-	-	si	si	-	-	4
HEP (PE oculta)	si	Si	-	-	-	si	si	-	-	4
Encuestas Percepción	-	Si	Si	si	-	-	si	si	-	5
Económicos	-	Si	-	si	-	Si	si	si	-	5
Confort térmico	-	-	-	si	-	-	-	si	si	3
Eficiencia Energética	-	-	-	si	-	-	-	si	si	3
IHV (Hogares Vulnerables)	Si	Si	-	si	Si	Si	Si	-	-	6
FPPRI (Confort adaptativo)	-	Si	-	si	-	-	-	si	si	4
EPVI (acondicionamiento t°)	-	Si	-	si	-	-	si	si	si	5
ITTPPE* (RedPE)	Si	Si	-	Si	Si	Si	si	-	si	7
Cantidad total	6	10	3	8	3	7	10	7	6	-

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos en “Midiendo la Pobreza Energética. Una revisión de indicadores” (Castaño-Rosa, Raúl; Solís-Gúzman, Jaime; Marrero, 2020)

Capítulo 4: Análisis de indicadores y Levantamiento de datos

Al revisar los indicadores en función del origen de estos y la desigualdad del país donde fue aplicado (Tabla 24), se observa que la mayoría de estos han sido aplicados en países europeos, donde la desigualdad económica según el Coeficiente de Gini para cada uno es menor a los de Chile (0,459 en 2018), lo que sugiere la necesidad de adaptación de criterios basados en indicadores europeos, que se adapten a la pertinencia territorial del país y la zona climática del mismo.

Tabla 24: Evaluación de indicadores y desigualdad en función del coeficiente de Gini

Indicador	País de origen, Año	Coeficiente de Gini desigualdad, año	Fuente del indicador
10%	UK - 2012		(Boardman, 2012)
2M	UK – 2014		(Schuessler, 2014)
MIS	UK – 2012	0,328 - 2018	(Moore, 2012)
LIHC	UK – 2012		(Hills, 2012)
AFCP	España	0,343 - 2018	(Romero, J.; Linares, P.; López, 2014)
HEP	Holanda	0,266 - 2018	(Rademaekers et al., 2014)
EP	Unión Europea	0,308	(European Comission, 2014)
Econométricos	Francia	0,293	(Legendre y Ricci, 2014)
Confort Térmico	España	0,343 – 2018	(Sánchez-Guevara, Gonzalez Neila y Hernández Aja, 2014)
Eficiencia Energética en la Vivienda	Italia	0,359 – 2017	(Fabbri, 2015)
IHV (Hogares Vulnerables)	España	0,343 - 2018	(Castaño-Rosa, R.; Solís- Guzmán, J.; Marrero, 2018)

Capítulo 4: Análisis de indicadores y Levantamiento de datos

FPPRI (Confort adaptativo)	Chile	0,459 - 2018	(Pérez-Fargallo, A.; Rubio-Bellido, C.; Púlido-Arcas, J.; Trebilcock, 2017)
EPVI (acondicionamiento t°)	Portugal	0,348 - 2018	(Gouveia, Palma y Simoes, 2019)
ITTPE	Chile - 2019	0,459 - 2018	(RedPE, 2019)

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Levantamiento y sistematización de los hogares

En el capítulo se presentan los resultados sintetizados obtenidos de la encuesta aplicada por

A continuación, se presentan los resultados sintetizados obtenidos de la encuesta aplicada por MINVU en el caso de estudio que son requeridos para la evaluación, adaptación, aplicación y medición de la PE mediante el ITTPE (normal y/o adaptado).

4.2.1 Tipología de la Vivienda y Composición del Grupo Familiar

El cuestionario MINVU fue aplicado en 901 hogares, sin embargo, solo en 681 se obtuvieron datos que permiten un análisis en los criterios considerados. De estas 681, 492 corresponden a departamentos del Conjunto Michaihue 716 y 189 a casas del Conjunto Habitacional La Estrella presentando un promedio de 3,23 habitantes por vivienda, este valor se relaciona directamente a la Línea de Pobreza Equivalente (ver Tabla 25).

Tabla 25: Tipología y habitantes por vivienda del caso de estudio

	La Estrella		Michaihue 716		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Hogares que declaran ingresos	99	28,9%	244	71,1%	343	100,0%
Habitantes por vivienda promedio	3,69	-	3,04	-	3,23	-
Habitantes máximos por vivienda	9,00	-	11,0	-	11,0	-

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 4: Análisis de indicadores y Levantamiento de datos

4.2.2 Nivel Socioeconómico de los hogares

Al medir a la población en base a sus ingresos, se tiene que, de los 681 hogares válidos encuestados, solo 343 (50,37%) declararon ingresos. Los 338 (49,63%) restantes declararon no tener ingreso mensual, lo que puede deberse hogares con habitantes en situación de cesantía, trabajo informal o la decisión personal del entrevistado de no declarar los ingresos percibidos. En este sentido, la muestra representa el 50,37% de los hogares encuestados. De estos 343 hogares, el **67,64%** de los se encuentran bajo la Línea de Pobreza Equivalente (LPE), por ende, pueden ser considerados como pobres energéticamente, ya que no pueden cubrir sus necesidades básicas, por ende, se infiere que son incapaces de cubrir las necesidades energéticas, presentando el efecto “heating or eating”, definido como la elección entre calefaccionar la vivienda o alimentarse (European Commission, 2015) (ver Tabla 26 y Tabla 27).

Tabla 26: Niveles de Pobreza por Ingresos en el caso de estudio.

	La Estrella		Michaihue 716		Total		Nacional
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	%
Sobre LPE	25	7,29%	86	25,07%	111	32,36%	91,4%
Bajo LPE	74	21,57%	158	46,06%	232	67,64%	8,6%
Bajo LPE Extrema	57	16,62%	96	27,99%	153	44,61%	2,3%
Total	99		244		343		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27: Ingresos de los hogares

	Total	
	CLP	US
Ingresos promedio muestra	\$257.243	353,55
Ingresos promedio de hogares por sobre LPE	\$507.973	698,15
Ingresos promedio de hogares bajo LPE	\$226.763	311,66

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La transformación de CLP a USD fue considerando 727,6 CLP= 1USD, valor en enero de 2021.

Capítulo 4: Análisis de indicadores y Levantamiento de datos

4.2.3 Caracterización de las viviendas

La tipología de las viviendas define la materialidad y características principales de las viviendas. En la tabla 29 se identifican los valores de transmitancia térmica para las soluciones constructivas de cada Conjunto Habitacional según NCh 853 vigente.

En el caso del Conjunto Habitacional La Estrella, existen 4 distribuciones distintas, donde la que más predomina y fue considerada para el análisis del caso de estudio es la 2N, de dos dormitorios y construidas principalmente en madera Smart panel OSB para los muros, techumbres de Zinc alum, y pisos de hormigón no ventilados.

En Michaihue 716 se tienen departamentos de 38,36 m² con muros exteriores de albañilería y revoque de 25 mm, muros divisores de albañilería, techumbres en estructura de madera con aislación y losas de hormigón para los entrepisos. Las distribuciones varían según cada vivienda, ya que existe un gran porcentaje de hogares que modificaron las divisiones originales, existiendo algunos que incluso llegan a tener 4 dormitorios.

Los valores de transmitancias para todos los elementos no cumplen con los establecidos en el ECSV para la zona térmica en estudio (MINVU, 2018), denotando problemas en la materialidad que pueden afectar las condiciones de los usuarios y el confort térmico.

Tabla 28: Transmitancia térmica de las viviendas viviendas

Conjunto Habitacional	La Estrella	Michaihue 716
Tipología	Casa	Departamentos
Viviendas consideradas	99	244
Año de construcción	1997	1999
Recepción	2005	2001
Superficie (m2)	35,42 (2N)	38,36
U muros ext. (W/m ² K)	2,69	2,07
U pisos (W/m ² K)	3,32	3,71
U techumbres (W/m ² K)	0,849	0,744
Infiltración Q total promedio (l/sm ²)	3,84	1,05 (1-3er piso) 3,95 (4to piso)

Fuente: Elaboración propia en base a datos calculados por LEU UBB.

Capítulo 4: Análisis de indicadores y Levantamiento de datos

4.2.4 Temperatura interior y confort térmico

Los niveles de confort térmico en las viviendas varían en función de la orientación predominante, siendo las viviendas norte las con mejor desempeño y las del oeste las con menor confort. Estos valores fueron obtenidos mediante simulación energética en oscilación libre (sin considerar calefacción) de las viviendas y en función de la temperatura operativa interior de las viviendas, donde según los Estándares para Construcción Sustentable de Viviendas (ECSV), los hogares deben estar en temperaturas entre 19°C y 25°C. En este sentido, los valores se tienen valores de confort térmico anual en el período de invierno (abril-septiembre). El confort térmico anual basado en este criterio fluctúa entre 38% y un 52%, sin embargo, en invierno no supera el 15% de confort en ninguno de los casos. Cabe destacar que el mismo documento establece que los niveles aceptables de confort son de un 40%, por ende, las viviendas que estén por debajo de estos criterios pueden ser consideradas en disconfort térmico. Al analizar los niveles de confort por tipología, se observa que los departamentos tienden a presentar temperaturas interiores confortables durante más tiempo que en las casas, lo que se debe a la superficie expuesta y transmitancias térmica de las soluciones constructivas (ver Tabla 29 y Tabla 30).

Tabla 29: Confort térmico Conjunto Habitacional La Estrella 2N

Orientación	Cantidad de viviendas	% Viviendas por orientación	% Confort anual	% Confort invierno (<19°C)
N	38	38,4%	43,1%	7,54%
S	17	17,8%	46,9%	8,52%
E	20	20,2%	42,8%	6,51%
O	24	24,2%	43,3%	9,13%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos por simulación energética realizada por LEU UBB.

Tabla 30: Confort térmico Conjunto Habitacional Michaihue 716

Orientación	Cantidad de viviendas	% Viviendas por orientación	% Confort anual	% Confort invierno (<19°C)
N	94	38,5%	49,0%	12,4%
S	27	11,1%	51,5%	16,4%
E	61	25,0%	40,5%	10,2%
O	62	25,4%	37,6%	13,7%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos por simulación energética realizada por LEU UBB.

Capítulo 4: Análisis de indicadores y Levantamiento de datos

4.2.5 Tipo de calefacción de los hogares

El tipo de calefacción más utilizado es el gas licuado mediante estufas a gas (35,6%), sin embargo, este valor cambia al analizar los conjuntos de forma independiente, siendo la leña el más frecuente en La Estrella (65,7%) debido a la tipología de la vivienda, por otra parte, el uso de combustibles de biomasa es complejo en departamentos por la complejidad de la instalación en estos, siendo más utilizado el gas licuado (47,0%) y la electricidad (22,8%). Además, es relevante que un 16,9% de los hogares no utiliza ningún medio de calefacción, lo que se debe a los bajos ingresos percibidos por este grupo, con un promedio de ingresos mensuales de \$285.788 CLP.

Tabla 31: Combustibles y artefactos de calefacción utilizados

Fuente de energía	La Estrella		Michaihue 716		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Leña	65	65,7%	9	3,9%	74	21,6%
No utiliza/No tiene	11	11,1%	47	20,3%	58	16,9%
Gas Licuado	14	14,1%	109	47,0%	123	35,6%
Parafina	6	6,1%	26	11,2%	32	9,3%
Electricidad	2	2,0%	53	22,8%	55	16,0%
Carbón	1	1,0%	0	0,0%	1	0,3%

Fuente: Elaboración propia.

5 Evaluación y adaptación del ITTPE

El presente capítulo presenta la evaluación y adaptación de cada dimensión y los respectivos subindicadores que componen el ITTPE original.

5.1.1 Evaluación Alimentación e Higiene

En base a la evaluación de cada subindicador propuesta para esta dimensión, la adaptación considera solo dos de estos para la presente dimensión, manteniendo el criterio propuesto en el subindicador de fuente de energía para cocinar y adaptando el umbral del sistema de agua caliente sanitaria. Este último modifica el umbral de privación, añadiendo el concepto de calidad del sistema de ACS, donde, si el sistema utiliza duchas eléctricas sin certificación, leña o carbón, el hogar estará en situación de PE, este criterio se basa en el riesgo que implica dicho artefacto y la dificultad de calentar el agua en períodos prolongados, además, SEC permite el uso de duchas eléctricas certificadas, pero en Chile no se comercializa este artefacto con certificación SEC (ver Tabla 32). Por otra parte, el subindicador asociado a refrigeración, no se incluye en la adaptación debido a que la comercialización de estos equipos con certificación B o inferior se encuentra prohibida (Ministerio de Energía, 2015b).

Tabla 32: Evaluación Dimensión Alimentación e Higiene

Indicador	Adaptado	Comentario del indicador	Fuente de información	Umbral adaptado
Fuente de energía para cocinar	si	La cocción de alimentos es de las necesidades fundamentales más reconocidas, ya que, representa el acceso una alimentación con mayor variedad (Reicks, Mlis y Reeder, 2018; RedPE, 2019). En este sentido, cobra importancia la fuente de energía con la que se cocina como un indicador de PE (Bazilian, M.; Nussbaumer, P.; Cabraal, A.; Centurelli, R.; Detchon, R.; Gielen, 2010). Se mantiene el umbral original.	Impact of cooking and Home Food preparation (Reicks, Mlis y Reeder, 2018). Acceso equitativo a energía de calidad en Chile (RedPE, 2019).	Uso de parafina, desechos o leña húmeda (>25%).

<p>Tipo de refrigerador</p> <p>No</p>	<p>Existe la prohibición de comercializar refrigeradores y congeladores con certificación B o inferior (Ministerio de Energía, 2015b). Además, en caso de existir un gasto excesivo asociado a refrigeración, por artefacto de mayor de alimentos se puede evidenciar en la dimensión de equidad en el gasto energético.</p>	<p>Resolución 74 Exenta, 2015, - Fija estándar Mínimo de EE para refrigeradores de uso doméstico (Ministerio de Energía, 2015b).</p>
<p>Sistema de Agua Caliente Sanitaria</p> <p>si</p>	<p>Energía 2050 (Ministerio de Energía de Chile, 2017) establece como meta la presencia de ACS en los hogares. RedPE plantea que los hogares que no cuenten con ACS son considerados en situación de PE (RedPE, 2019). Sin embargo, la calidad y fuente de energía del ACS son relevantes. Considerando que el 9,9% de la comuna del caso de estudio no posee ACS (Casen, 2017), además, el 60,3% de los hogares usa GL o GN y el resto emplea electricidad (26,7%) mediante artefactos no autorizados por SEC. Por ende, el umbral de PE, debiese ajustarse considerando la fuente de energía de este sistema.</p>	<p>SEC, Política de energía 2050 (Ministerio de Energía de Chile, 2017); Acceso equitativo energía (RedPE, 2019); Encuesta CASEN 2017 (Casen, 2017); EEL (Ilustre Municipalidad de San Pedro de la Paz, 2018); Entrevista personal a Profesional Encargado de Electricidad de la Municipalidad San Pedro de la Paz.</p>

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Evaluación Dispositivos eléctricos e iluminación

Esta dimensión se constituye de 7 subindicadores, de los que la adaptación incorpora 4: Acceso a electricidad, SAIDI, Capacidad del suministro e instalación eléctrica, donde todos presentan cambios en los umbrales de privación, esto principalmente debido a que los criterios propuestos para alcanzar la PE tienden a basarse en pregunta “si/no”. En este contexto, los nuevos umbrales complementan el original y se adecuan a la información disponible del levantamiento previo. Para el Acceso a electricidad el subindicador se mantuvo idéntico al original.

En el caso de SAIDI/SAIFI, se utiliza solo el SAIDI, debido a que es complementario con el SAIFI, sin embargo, la información del SAIDI comunal es más accesible, además, se modifica el umbral de privación de 1 hora a 4 horas, argumentando este cambio en los objetivos de la Política Energética 2035 y no de 2050, debido a que el SAIDI regional en el Biobío es de 21 horas (Ilustre Municipalidad de San Pedro de la Paz, 2018), que promedian 20 horas de interrupciones anuales.

La capacidad del suministro eléctrico se mantiene respecto al original, dado que es un basado en la calidad de las instalaciones y los circuitos de la vivienda, los que suelen ser pocos para la cantidad de consumo simultáneo, ocasionando cortes de energía cuando se supera el voltaje instalado.

La instalación eléctrica establecida por el ITTPE original contempla el cumplimiento con la NCh 04/2003, sin embargo, la totalidad del caso de estudio y cerca del 70% de las viviendas fueron construidas antes de dicho año (Cámara Chilena de la Construcción, 2017), por lo que existe la necesidad de adaptar el subindicador teniendo como umbral la presencia de irregularidades en las instalaciones eléctricas de la vivienda.

Respecto a las oscilaciones de tensión, también es un indicador que se relaciona con la calidad del servicio, además existe complejidad para su medición en el sector, por ende, no es incorporado en la adaptación.

El umbral del subindicador basado en iluminación tiene componentes que no coinciden con la fuente de información, ya que establece 1000 lmhr como criterio, sin embargo, este valor varía según la cantidad de habitantes del hogar (ver Figura 31), siendo aplicable solo en hogares de 5 personas (Bhatia y Angelou, 2015), además, no considera factores de confort lumínico, que pueden ser subjetivos dependiendo del usuario.

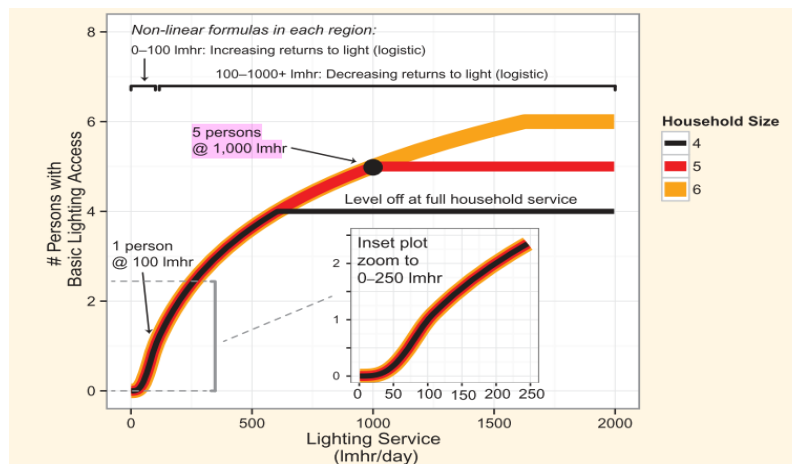


Figura 31: lmhr/día vs cantidad de habitantes

Fuente: Energy Acces Redefined (Bhatia y Angelou, 2015).

Tabla 33: Evaluación Dimensión Iluminación y Dispositivos eléctricos

Indicador	Adaptado	Comentario del indicador	Fuente de información	Umbral adaptado
Acceso a electricidad	si	Múltiples indicadores reconocen el acceso a la electricidad como fundamental para el desarrollo de las comunidades, por lo que este indicador seguirá siendo utilizado de la misma forma planteada por RedPE (RedPE, 2019).	Diagnóstico MINVU del Caso de estudio. Entrevista a Profesional Encargado de Electricidad de la Municipalidad San Pedro de la Paz.	Hogar no conectado a red o Tablero eléctrico alterado.

SAIDI	si	<p>Los niveles de interrupción varían según la locación donde es medido. El objetivo planteado por Energía 2050 y planteado en el ITTPE original para este aspecto es un SAIDI menor a 1 hora anual (Ministerio de Energía de Chile, 2017; RedPE, 2019). Al considerar que el valor promedio en la región del Biobío es de 21 horas (CDT, 2019; Ilustre Municipalidad de San Pedro de la Paz, 2018), por ende, el criterio se ajustara al valor propuesto por RedPE como umbral de PE extrema, que establece 4 horas como umbral de PE y que se relaciona directamente con la calidad del servicio recibido por los hogares.</p>	<p>MINEN – Energía 2050, Pilar 1: Seguridad y Calidad del Suministro. Documentación RedPE: Acceso Equitativo a Energía, ITTPE. Estrategia Energética Local San Pedro de la Paz.</p>	<p>Vivienda en comuna con interrupciones en suministro superior a 4 horas.</p>
SAIFI	no	<p>La obtención de este subindicador es compleja de aplicar a nivel local. Además, es redundante con la información obtenida por el indicador SAIDI, ya que se obtiene a partir de las horas y cantidad de interrupciones del suministro, por lo que no es considerado en la adaptación del ITTPE (Ministerio de Energía, 2016a; RedPE, 2019).</p>	<p>Informe SEC, SAIDI 2019</p>	<p>-</p>
Capacidad suministro eléctrico	si	<p>Este indicador se correlaciona con la calidad de las instalaciones eléctricas y la capacidad de estas de mantener conectados los electrodomésticos y aparatos de alto consumo en simultáneo (Bhatia y Angelou, 2015; RedPE, 2019). Se complementa en lo que respecta a las instalaciones eléctricas y la regularidad en el acceso a los servicios.</p>	<p>Diagnóstico LEU UBB – Multi-tier framework for Energy Access – Beyond Connections - Energy Access Redefined, 2015.</p>	<p>Imposibilidad de conectar simultáneamente más de un equipo de alto consumo.</p>

Instalación eléctrica	si	El umbral de PE se centra en cumplir con la normativa NCh 04/2003 de instalaciones, enfocada en estándares para instalaciones de consumo en baja tensión (SEC, 2003). Previo a esta normativa regía la NCh 04/84, centrada en los mismos objetivos, pero con menor protección en instalaciones, pudiendo generar riesgos a los usuarios. En esta línea Multi-Tier Framework for Energy Access menciona que las instalaciones no deben ser irregulares o que afecten el funcionamiento de los artefactos o el servicio de energía (Bhatia y Angelou, 2015). En este sentido, el umbral puede ajustarse a la existencia de irregularidades (negligencia o deterioro) en las instalaciones de la vivienda.	NCh 04/2003. SEC RedPE, 2019. Multi-tier framework for Energy Access – Beyond Connections - Energy Access Redefined, 2015. Entrevista a Profesional Encargado de Electricidad de la Municipalidad San Pedro de la Paz.	Instalaciones eléctricas irregulares o artesanales.
Oscilaciones de tensión	no	Siguiendo con la línea del indicador anterior, las oscilaciones de tensión se relacionan a problemas con el suministro eléctrico e irregularidades en la instalación que pueden afectar el voltaje en los hogares (Bhatia y Angelou, 2015), por ende, será/ omitido para efectos de esta investigación.		-
Iluminación	no	RedPE establece un umbral de PE de 1000 lmhr por menos de 4 horas en la noches, sin embargo, El Multi-Tier Framework for Energy Access indica este valor para hogares de 5 personas, (Bhatia y Angelou, 2015), por ende, lo óptimo sería ajustar el umbral de PE según la cantidad de personas o basándose en el confort lumínico percibido por los ocupantes.	Multi-tier framework for Energy Access – Beyond Connections - Energy Access Redefined, 2015. RedPE, 2019.	-

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Evaluación Climatización de la Vivienda

La dimensión de climatización contempla 6 subindicadores, 3 fundamentales y 3 básicos. La adaptación en base a la evaluación incluye 4 de estos: Temperatura interior, Fuente de energía de calefacción, Contaminación intradomiciliaria y Humedad interior.

El subindicador de la temperatura interior se basa en el concepto de cierto tiempo a temperaturas confortables anuales para los usuarios basados en los ECSV (MINVU, 2018) y suponiendo la calefacción activa por parte del hogar, lo que puede afectar los resultados de confort, teniendo en cuenta que el 16,9% del caso de estudio no tiene ningún tipo de sistema de calefacción, además, no es posible saber si el uso de sus sistemas les permite alcanzar dichas temperaturas. En base a estas imprecisiones se modifica el umbral de privación manteniendo el porcentaje de tiempo (40% para la zona), pero en los períodos críticos, principalmente invierno (abril-septiembre) y sin considerar ningún tipo de calefacción en la monitorización o simulación que permita obtener los resultados (oscilación libre). Este 40% se basa en el tiempo mínimo de confort aceptable en confort térmico anual para la Región presentes en los ECSV y en base a los rangos de confort térmico para la Calificación Energética de Viviendas.

El indicador de confort térmico es propuesto como alternativa a la temperatura interior, por ende, con el ajuste realizado, no es necesario que sea incorporado en la adaptación. Además, el umbral basado en “pasar frío” es subjetivo y puede variar según la percepción de los usuarios, más aún en hogares de escasos recursos, que tienden a sentir confort a temperaturas por debajo de lo recomendado (Pérez-Fargallo, A. et al., 2018; OMS, 2014).

La eficiencia energética que considera la certificación CEV de la vivienda como umbral es difícil de aplicar en el caso de estudio, inicialmente porque ninguno de los hogares cuenta con una CEV y es probable que de ser aplicada ninguna cumpla, y en el caso de cumplir con una calificación sobre C, solo asocia al hogar a un bajo consumo, lo que no significa que el hogar no pase frío (Boardman, 2010; Pérez-Fargallo, A. et al., 2018), sumado a que los hogares vulnerables no pueden equipar adecuadamente en sus viviendas (Castaño-Rosa, Solís-Guzmán y Marrero, 2020), por ende, su aplicación como indicador de PE se descarta para la adaptación del mismo.

La contaminación intradomiciliaria en el caso de estudio supera los niveles establecidos por RedPE como umbral, además, los niveles de infiltración de las viviendas no permiten que esta contaminación externa difiera de la interna significativamente y varía en función de la ventilación de cada hogar. En este sentido, se opta por el umbral alternativo que propone el Indicador original, que considera situación de PE según la fuente de calefacción utilizada (ver Tabla 34).

El principal umbral de privación asociado a la humedad interior en la vivienda se desestima, ya que los mantener niveles de humedad relativa entre 30% y 70% es complejo en una zona donde el promedio anual de HR es de 81,4% y las viviendas presentan elevados niveles de infiltración, por ende, solo se considera para este subindicador el umbral de poseer humedad y condensación interior que favorezcan la presencia de hongos en el interior en la adaptación.

El subindicador basado en el tipo de calefacción se mantiene igual en la adaptación.

Tabla 34: Evaluación Climatización de la Vivienda

Indicador	Adaptado	Comentario del indicador	Fuente de información	Umbral adaptado
Temperatura interior	Si	En base a simulaciones energéticas realizadas en el caso de estudio, se tiene que las viviendas se encuentran sobre el umbral de confort anual (40% del tiempo de uso entre 19° y 25°). Sin embargo, esto es para un período anual, y lo más adecuado según los autores es analizar el confort en períodos críticos, por lo que este umbral será medido en períodos de verano e invierno por separado, considerando abril-septiembre como período y manteniendo el 40% propuesto en base a los ECSV (Rademaekers et al., 2016; Pérez-Fargallo, A. et al., 2018).	Simulación energética Selecting indicator to Measure Energy Poverty, 2014. Development of a new adaptive comfort model for low-income housing in the central-south of Chile.	El hogar se mantiene en el rango de confort térmico en invierno menos del % de tiempo según su zona térmica ECSV (40% en zona E (Región del Biobío)).

Confort térmico	No	<p>Las personas pueden declarar estar en confort térmico, sin embargo, los habitantes de hogares de bajos ingresos tienden a sentir confort a temperaturas por debajo de los rangos que se consideran saludables (19°-25°C según OMS) (Pérez-Fargallo, A. et al., 2018), por ende, la declaración de “sentir frío” para medir la PE tiende a la subjetividad debido al confort adaptativo en los habitantes de bajos ingresos. Además, el subindicador es alternativo de t° interior, no siendo considerado en la adaptación.</p>	<p>Simulación energética del caso de estudio.</p> <p>Development of a new adaptive comfort model for low-income housing in the central-south of Chile.</p>
Eficiencia energética de la vivienda	No	<p>Muchos investigadores promueven la reducción en la demanda energética como solución a la PE. Además, Boardman afirma que una mayor EE, en consecuencia, una mejor calificación, reduce la PE (Boardman, 2010). Aun así, en el cálculo que determina la calificación, CEV no incluye el consumo de iluminación y equipamiento doméstico, lo que genera diferencias con los consumos reales del hogar.</p> <p>Muchas veces los hogares de bajos ingresos utilizan medidas de adaptación térmica alternativas mediante ropa, uso localizado de espacios, apertura de ventanas y otros que no inciden en el consumo energético (Pérez-Fargallo, A. et al., 2018), por ende, en estos casos una alta calificación energética no supone la superación de la PE.</p>	<p>Fixing Fuel Poverty: challenges and Solutions. Boardman, 2010.</p> <p>CEV</p> <p>Development of a new adaptive comfort model for low-income housing in the central-south of Chile.</p> <p>Energy poverty goes south? Understanding the costs of energy poverty with the index of vulnerable homes in Spain</p>

Capítulo 5: Evaluación y adaptación del Indicador

Fuente de energía calefacción	Si	Es un indicador adecuado de medición de PE, representado en distintos indicadores aplicados en Europa y adaptado a la situación nacional considerando las fuentes de energía más comunes utilizadas y un umbral de PE relacionado a la contaminación intra y extradomiciliaria debido a los procesos de combustión de los tipos de calefacción más utilizados (RedPE, 2019; Castaño-Rosa, Solís-Gúzman y Marrero, 2019).	RedPE Midiendo la PE. Una revisión de indicadores.	Hogar utiliza basura, carbón, parafina, leña húmeda o desechos para calefacción.
Contaminación intradomiciliaria	Si	Los niveles de contaminación del aire en Concepción son superiores a los máximos establecidos en el umbral de privación. En este sentido se considera como umbral la alternativa propuesta por RedPE, basado en la fuente de energía y/o artefacto utilizado para calefaccionar (RedPE, 2019), siendo leña húmeda, desechos, parafina y carbón los combustibles de calefacción que sitúan a un hogar como PE.	Niveles de contaminación en Concepción, Kingston College (MMA). Air Quality Data, SINCA MMA.	El hogar utiliza mecanismos de calefacción que generen contaminación al interior de la vivienda (leña húmeda, parafina, carbón o desechos).
Humedad interior	Si	Evidenciar que es un indicador que necesita adaptarse según la zona en la que se mide. Ya que Concepción tiene niveles de humedad por sobre 50% todo el año, con un promedio anual de 84,2%, lo que dificulta que se encuentre en los rangos de 30%-70% propuesto. Por esto, se propone que el umbral de privación se ajuste a las condiciones de humedad que puedan facilitar la aparición de hongos en el interior, como indica la alternativa del ITTPE.	Archivo climático IWEC Data Concepción. Base de datos Optivent UBB.	El hogar presenta niveles de humedad y condensación interior que favorece presencia de hongos.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 Evaluación Equidad en el Gasto energético

La dimensión de equidad a diferencia de las otras, no se enfoca en la accesibilidad a la energía, sino que se refieren a los umbrales económicos que los hogares deben enfrentar para tener el acceso a una energía de calidad, en este sentido RedPE menciona que el criterio más reconocido es el gasto excesivo en energía de los hogares (RedPE, 2019; 2018), este criterio puede ser medido por el MIS, donde, un hogar es considerado en PE cuando una vez realizados sus gastos, posee un ingreso residual que sea inferior a la Línea de Pobreza oficial (Moore, 2012), que en este caso está determinada por el Ministerio de Desarrollo Social. Por otra parte, también se menciona que indicadores basados en la mediana medir la PE en esta dimensión, sin embargo, el mismo documento hace referencia al hecho de que en grupos de bajos ingresos aplicar un indicador basado en la mediana, dada la desigualdad del país, puede invisibilizar la cuantificación de la PE, reduciendo la precisión de los datos obtenidos con subindicadores de este tipo (RedPE, 2019; Hills, 2012), por ende, en la adaptación solo se incluirá el subindicador MIS (Tabla 35).

Tabla 35: Evaluación Equidad en el Gasto energético.

Indicador	Adaptado	Comentario del indicador	Fuente de información	Umbral adaptado
Gasto excesivo en energía - MIS	si	El uso del MIS (Moore, 2012), se justifica dado que considera la LPE establecida por el Ministerio de Desarrollo Social (Ministerio de Desarrollo Social, 2019), además, de los ingresos y gastos declarados por el hogar. Esta incorporación de la LPE se adapta para cada hogar evaluado en función de la cantidad de habitantes, siendo todos los hogares pobres por ingresos, pobres energéticamente según este subindicador. Sumado a este criterio basado en el efecto “heating or eating”, se puede inferir que un hogar bajo la LPE también es PE, ya que, si no es	RedPE Definitions of fuel poverty: Implications for policy Ministerio de Desarrollo Social	Ingreso del hogar – (Costos + Gasto energético) < Línea de Pobreza Equivalente.

	capaz de cubrir las necesidades de alimentación, no puede cubrir sus necesidades energéticas.		
Sub-gasto en energía – PE Oculta	Medir la PE en base a la mediana en una población donde el 67,6% de los hogares son pobres por ingresos no resulta necesario, ya que, el valor de la mediana será bajo, perdiendo precisión como un indicador para la medición de la PE. no Indicadores como el HEP, solo son válidos si se utiliza un gasto monetario absoluto, debido a que hogares con mayores ingresos tienden a consumir más energía absoluta en proporción a los ingresos (Castaño-Rosa, Solís-Gúzman y Marrero, 2019; Rademaekers et al., 2016).	Cuestionario	MINVU: - niveles de pobreza por ingresos en caso de estudio.

Fuente: Elaboración propia

5.2 ITTPE adaptado

Finalmente, en base a la evaluación previa, se tiene el ITTPE adaptado compuesto de 11 subindicadores, categorizados en 3 dimensiones de acceso: Alimentación e Higiene, Iluminación y Dispositivos eléctricos y Climatización de la vivienda. Además, una dimensión de Equidad en el Gasto Energético, representada únicamente por el subindicador MIS (ver Tabla 36).

Tabla 36: ITTPE adaptado posterior a la evaluación de sus dimensiones y subindicadores

Dimensión	Subindicador.	Umbral de privación adaptado para considerar a un hogar en PE.
Alimentación e higiene	Fuente de energía y artefacto usado para cocinar	Uso de parafina, desechos o leña húmeda (>25%) para cocinar.
	Sistema De ACS	No posee ACS o utiliza ACS en base a electricidad, leña o carbón.
Iluminación y dispositivos eléctricos	Acceso a electricidad	Hogar no conectado a red o Tablero eléctrico alterado.
	SAIDI	Vivienda en comuna con interrupciones en suministro superior a 4 horas.
	Capacidad de suministro	Imposibilidad de conectar simultáneamente más de un equipo de alto consumo.
	Instalación eléctrica	Instalaciones eléctricas irregulares o artesanales en la vivienda.
Climatización de la vivienda	Temperatura interior	El hogar se mantiene en el rango de confort térmico en invierno (abril-septiembre) menos del % de tiempo según su zona térmica ECSV (40% en zona E)
	Fuente de energía y artefactos de calefacción	Hogar utiliza basura, carbón, leña húmeda, parafina o desechos para calefacción.
	Contaminación intradomiciliaria	El hogar utiliza mecanismos de calefacción que generen contaminación al interior de la vivienda (leña húmeda, parafina, carbón o desechos).
	Humedad en la vivienda	El hogar presenta niveles de humedad y condensación interior que favorece presencia de hongos.
Equidad en el gasto energético	Gasto excesivo de energía	Ingreso del hogar – (Costos + Gasto energético) < Línea de Pobreza Equivalente

Fuente: Elaboración propia en base a la adaptación del ITTPE.

Capítulo 5: Evaluación y adaptación del Indicador

La metodología de medición es la descrita en el apartado 3.4, que identifica a un hogar en situación de PE cuando 4 subindicadores se encuentran resultan ser PE o una dimensión completa está en PE (en las dimensiones de acceso).

Los niveles de identificación de PE son 3: Superación de la PE (SPE), Pobreza Energética (PE) y Pobreza Energética Extrema (PEE), donde la PE Total es la suma entre los hogares en PE y PEE. (ver Figura 32).

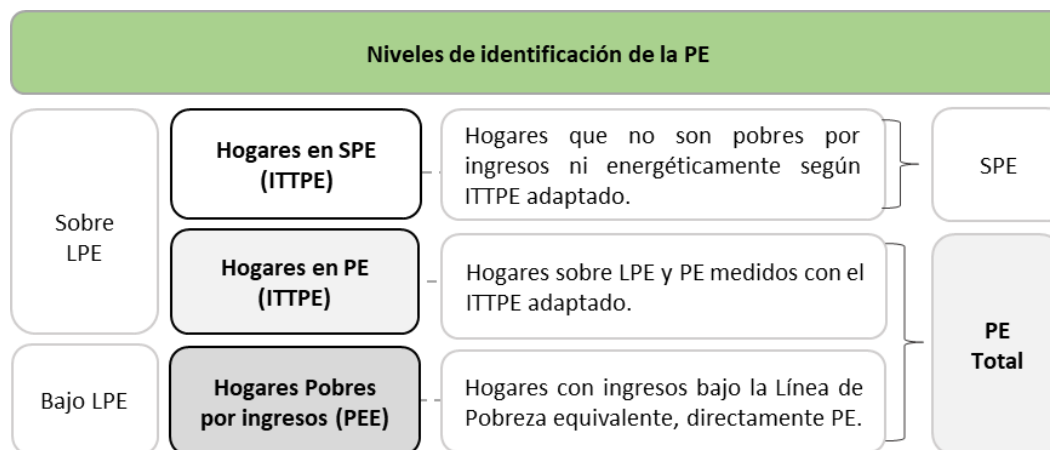


Figura 32: Niveles de identificación de la PE

Fuente: Elaboración propia.

6 Resultados: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado

En la presente sección se indican los resultados obtenidos mediante la aplicación del ITTPE adaptado en cada dimensión y subindicador con el respectivo análisis. Finalmente se entrega un cuadro comparativo entre los valores de PE para el ITTPE planteado originalmente y la adaptación realizada.

6.1.1 Resultados Dimensión: Alimentación e Higiene

Para la primera dimensión del indicador se consideraron los 343 hogares que declararon ingresos, además, se conoce que 232 de estos hogares ya son pobres energéticamente por estar bajo la LPE. El factor principal que deja a 26 (7,58%) los hogares en situación de PE por la fuente de energía para cocinar es el uso de leña, por otra parte, la causa que ubica como PE a las 120 viviendas (34,99%) por el Sistema ACS (Tabla 37) es el uso de duchas eléctricas, las que no se encuentran certificadas por SEC, lo que significa un riesgo para los habitantes, además, de no calefaccionar durante períodos mayores a 5 minutos en algunos casos. Al analizar los niveles de PE en hogares que superan la Pobreza por ingresos, hay 10 (2,92%) viviendas que cocinan sin gas y 39 (11,37%) que son PE por ACS (Tabla 38), lo que muestra que su posición respecto a la LPE no influye directamente en la PE mediante esta dimensión.

Tabla 37: Resultados dimensión alimentación e higiene

Sub indicador de PE	La Estrella		Michaihue 716		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Fuente de energía para cocinar.	20	20,20%	6	2,46%	26	7,58%
No posee ACS o posee un sistema no certificado.	61	61,6%	59	24,2%	120	34,99%

Fuente: Elaboración propia.

La diferencia para el subindicador de fuente de energía para cocinar es solo de 4,66 % entre el total de hogares y solo los que superan la LPE. Mismo caso para el ACS, donde, la diferencia es de 23,62%. De estos valores, se infiere que la pobreza por ingresos no se relaciona directamente con la pobreza energética del hogar en esta dimensión, sin embargo, los bajos ingresos en sí pueden condicionar el uso de ciertos artefactos con respecto a otros de menor impacto en los criterios de la PE.

Los valores obtenidos mediante el ITTPE original son idénticos en el subindicador de fuente de energía para cocinar, pero en el de ACS es difícil de medir debido a la información disponible, ya

Capítulo 6: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado

que considera a los hogares con sistemas eléctricos de ACS para higiene como aceptables, aunque para efectos de la investigación se establecerá como 0,00%.

Tabla 38: Dimensión Alimentación e Higiene en hogares sobre la LPE

Sub indicador de PE	La Estrella		Michaihue 716		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Fuente de energía para cocinar y sobre LPE.	7	2,04%	3	3,49%	10	2,92%
No posee ACS o posee un sistema no certificado y sobre LPE.	19	5,54%	20	5,83%	39	11,37%

Fuente: Elaboración propia.

6.1.2 Resultados Dimensión: Dispositivos eléctricos e iluminación

Como primer subindicador de esta dimensión se propone incluir el acceso a la electricidad, mediante la red de distribución eléctrica o mediante sistemas autónomos, por lo tanto, se encuentran en situación de pobreza energética aquellos hogares que no cuentan con conexión a la red de distribución eléctrica, cuentan con una conexión ilegal o utilizan un generador propio cuya fuente energética no se encuentra disponible a menos de una hora de su vivienda. Además, en la adaptación el umbral de privación se basa en la presencia o modificación del tablero eléctrico en la vivienda, en este sentido de las 343 viviendas, existen 25 (7,29%) que se encuentran en este rango, principalmente en los departamentos, donde se conectan ilegalmente al tablero aldaño o directamente al cableado público. Por otra parte, de los hogares que no son pobres por ingresos, solo 5 (1,46%) tienen un acceso alternativo al servicio eléctrico.

El Índice SAIDI en la Comuna de San Pedro de la Paz es menor a 4 horas (ver Figura 33), teniendo un 0,0% de la PE con el ITTPE adaptado. Al aplicar el ITTPE original, el umbral es de 1 hora, por ende, para este criterio, la PE sería del 100,0%. Es relevante mencionar que los niveles de interrupción a nivel regional y nacional suelen estar por sobre las 15 horas.

Capítulo 6: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado

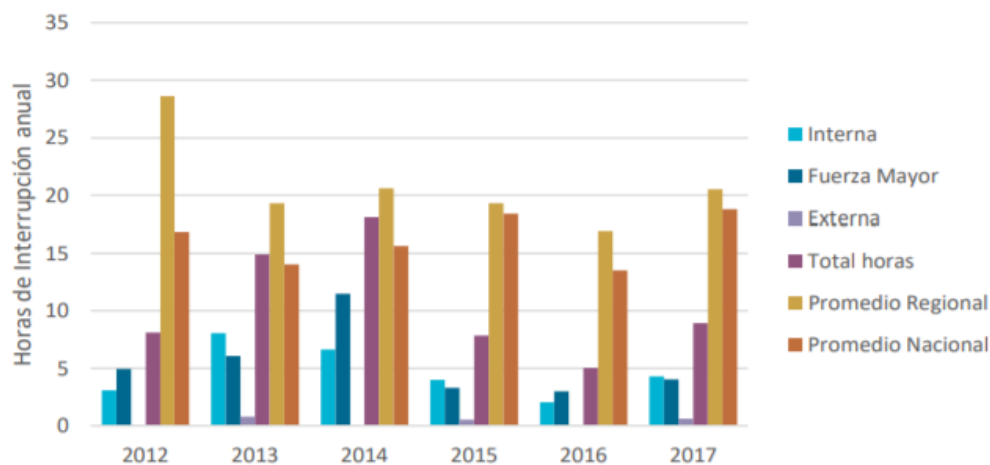


Figura 33: Valores del Índice SAIDI regionales al año 2017.

Fuente: EEL San Pedro de la Paz (Ilustre Municipalidad de San Pedro de la Paz, 2018).

En la capacidad de suministro existe una variación de **17,78%** más entre los hogares bajo la LPE con respecto a los sobre esta línea, siendo la causa principal la baja capacidad de los diferenciales y una cantidad reducida de circuitos eléctricos, que no permite a los usuarios del hogar conectar artefactos de alto consumo simultáneamente o tener que realizar ajustes en estos con tal de poder hacerlo sin generar inconvenientes, como por ejemplo, reducir las temperaturas máximas de trabajo de los hornos eléctricos para no generar cortes de energía.

Al medir la PE con el subindicador de instalaciones eléctricas, se observa que el **40,52%** de las viviendas presentan irregularidades en este aspecto (Tabla 39), manteniendo una relación entre los hogares pobres por ingresos y estas modificaciones artesanales al sistema eléctrico, lo que aumenta el riesgo de accidentes de este tipo. Esta relación se ve reflejada en que el 5,54% de los hogares supera la pobreza por ingresos, pero padece de esta problemática (Tabla 40), contra el 34,98% que es pobre por ingresos y pobre energéticamente bajo el criterio de instalaciones eléctricas. Además, al analizar el umbral según el ITTPE original, el 100% de la muestra es PE, ya que fueron construidas previas al año 2003, no cumpliendo con la normativa vigente NCh 04/2003.

Capítulo 6: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado

Tabla 39: PE dimensión dispositivos e instalaciones eléctricas para el total de la muestra (343)

Sub indicador de PE	La Estrella		Michaihue 716		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Acceso a electricidad	12	3,50%	13	3,79%	25	7,29%
SAIDI	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Capacidad de Suministro	29	8,45%	64	18,66%	93	27,11%
Instalaciones eléctricas.	54	15,74%	85	24,78%	139	40,52%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40: PE dimensión iluminación y dispositivos eléctricos en hogares sobre LPE.

Sub indicador de PE	La Estrella		Michaihue 716		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Acceso a electricidad	1	0,29%	4	1,17%	5	1,46%
SAIDI	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
Capacidad de Suministro	6	1,75%	26	7,58%	32	9,33%
Instalaciones eléctricas.	12	3,50%	7	2,04%	19	5,54%

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la diferencia entre el ITTPE adaptado y original en esta dimensión, la diferencia se centra principalmente en el subindicador SAIDI e Instalaciones eléctricas.

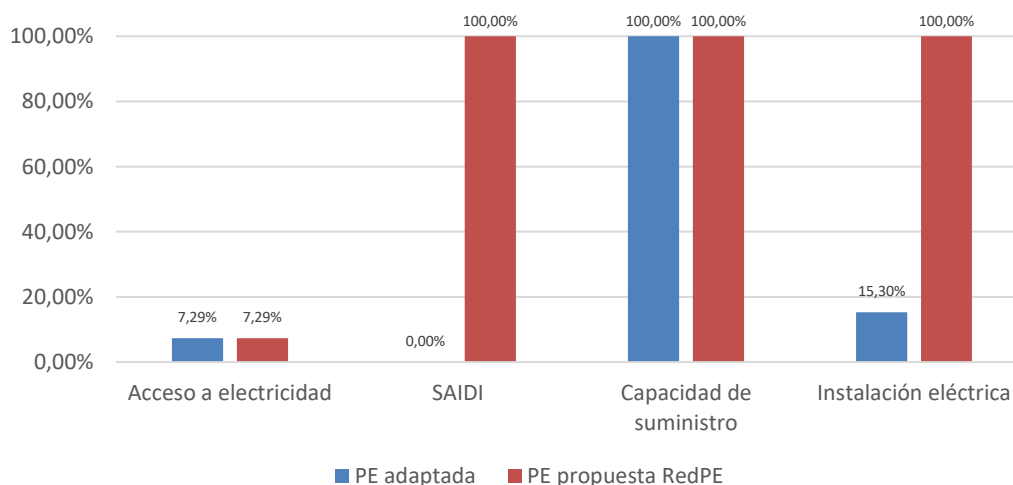


Figura 34: Gráfico comparativo entre ITTPE original y adaptado para la dimensión iluminación y dispositivos eléctricos.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.3 Resultados Dimensión: Climatización de la vivienda

Al adaptar el subindicador de temperatura interior, centrándose en el porcentaje de tiempo en confort para el período de invierno, entre el 01 de abril y el 30 de septiembre en oscilación libre, la totalidad de los hogares se encuentran en situación de PE (ver Tabla 41), ya que no superan estas temperaturas el 40% del tiempo, de hecho, los valores para Michaihue 716 y La Estrella no superan un 15% del tiempo entre 19° y 25°, lo que se debe a la materialidad de las viviendas, que no presentan sistemas de aislación en muros, pisos y ventanas, el nivel de infiltraciones y la zona climática que en períodos de invierno tiene temperaturas exteriores promedio que no pasan de los 10°C, con mínimas de 0°C y máximas de 17°C.

La fuente de energía para calefacción presenta un 48,10% en el total de hogares (Tabla 41), siendo más predominante en el Conjunto La Estrella (83,8% de esta tipología), donde debido a la morfología, es más frecuente el uso de leña húmeda (65,7% del Conjunto La Estrella) y no tener calefacción de ningún tipo. Por otra parte, Michaihue 716 presenta un 33,6% de PE en los departamentos, en este caso la principal causa de PE es que no existen sistemas de calefacción (20,3% de este conjunto) y el uso de parafina (11,2%). Al evaluar la variación de los valores de PE entre los segmentos que no son pobres por ingresos Tabla 42, no existen diferencias que den a entender que influyan en el sistema seleccionado para calefaccionar, por lo que este subindicador no es afectado por la variable económica y es similar para todo el grupo, siendo la principal variable la tipología de la vivienda con un 50,2% más de PE en las casas.

El subindicador de contaminación intradomiciliaria se relaciona directamente con el anterior, ya que depende de los sistemas de calefacción, en este sentido, la tipología también es el factor que incide en alcanzar la situación de PE, existiendo en el 71,7% de las casas en PE y solo en el 14,3% de los departamentos, siendo un total de 30,90%, donde el 8,16% está sobre la LPE y en PE.

La humedad interior es un indicador que está dado por las condiciones de la vivienda, en este contexto, los resultados en el caso de estudio son de un 72,9%, siendo un 78,8% en casas y 70,5% en departamentos. Asimismo, la PE en los hogares que se encuentran sobre la LPE es de 72,1%, solo un 0,8% menos, por lo que se infiere que los ingresos y la tipología no influyen directamente en alcanzar este fenómeno y puede estar dado por las deficientes soluciones constructivas de las viviendas que reducen la calidad del aire interior y facilitan la condensación interior y aparición de hongos en muros y cielos (Thomson, Bouzarovski y Snell, 2017).

Capítulo 6: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado

Al analizar la dimensión completa, gran parte de los hogares, independiente de su situación en base a los ingresos son pobres energéticamente, por ende, se infiere que esta condición se asocia a las características de la vivienda, la ubicación geográfica y las condiciones ambientales como causante de las problemáticas de este tipo, en este sentido, los valores obtenidos por el ITTPE original tienen a ser mayores que en el ITTPE adaptado (Figura 35) y difieren debido a la adaptación que elimina el subindicador de eficiencia energética y adapta el resto cambiando el umbral de privación en función de la evaluación.

Tabla 41: PE para Climatización de la vivienda en el total de la muestra.

Sub indicador de PE	La Estrella		Michaihue 716		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Temperatura interior	99	28,86%	244	71,14%	343	100,0%
Fuente de energía calefacción	83	24,20%	82	23,91%	165	48,1%
Contaminación intradomiciliaria	71	20,70%	35	10,20%	106	30,9%
Humedad interior	78	22,74%	172	50,15%	250	72,9%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42: PE para Climatización de la vivienda en hogares sobre LPE por el total de la muestra

Sub indicador de PE	La Estrella		Michaihue 716		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Temperatura interior y sobre LPE	25	7,29%	86	25,07%	111	32,36%
Fuente de energía calefacción y sobre LPE	21	6,12%	27	7,87%	48	13,99%
Contaminación intradomiciliaria y sobre LPE	19	5,54%	9	2,62%	28	8,16%
Humedad interior y sobre LPE	21	6,12%	59	17,20%	80	23,32%

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 6: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado

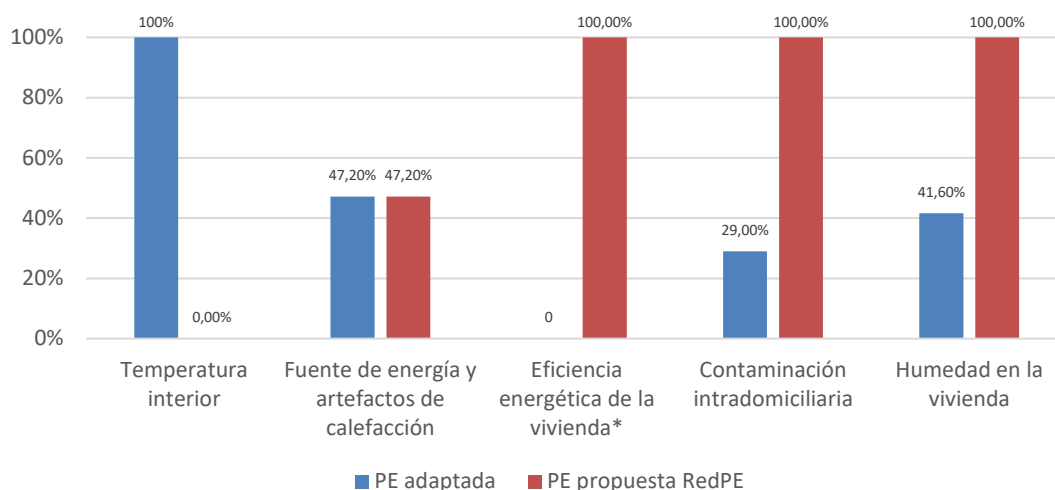


Figura 35: Gráfico comparativo entre valores de PE para el ITTPE original y el ITTPE adaptado para dimensión de Climatización de la vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

6.1.4 Resultados Dimensión: Equidad en el gasto energético

El subindicador MIS es el único que compone esta dimensión adaptada, y es el indicador basado en el ingreso estándar mínimo que debe percibir un hogar con tal de satisfacer sus necesidades básicas una vez descontado sus gastos. En este caso se da una situación particular, ya que, todos los hogares que son pobres por ingresos son pobres energéticamente (67,64%).

En la revisión a los indicadores del punto 4.1, el 71,4% de estos incluye parámetros relacionados con los ingresos para su medición, por esto, la metodología plantea que todos los hogares bajo la LPE, serán PE inmediatamente, independiente de sus otras dimensiones. En esta misma línea, este subindicador puede determinar previamente si un hogar es PE o no y con el resto de dimensiones seguir complementando la medición considerando los factores asociados a cada una de ellas.

Tabla 43: Resultados Dimensión Equidad en el Gasto Energético

Sub indicador de PE	La Estrella		Michaihue 716		Total	
	Cantidad	%	Cantida d	%	Cantidad	%
MIS	84	24,49%	201	58,60%	285	83,09%
MIS y sobre LPE	10	0,00%	43	12,54%	53	15,45%
MIS y bajo LPE	74	0,00%	158	46,06%	232	67,64%

Fuente: Elaboración propia.

6.2 Evaluación del ITTPE

Los niveles de PE total en la muestra medidos con el ITTPE adaptado resultan ser de **93,29%**, este puede separarse en tres grupos: el 67,64% que es pobre por ingresos, también es PE, por ende, considerado en situación de PEE, un 25,66% que está sobre la LPE y es PE. Por lo tanto, solo un 6,71% de la muestra está en SPE (ver Figura 36). Es importante mencionar que el 100% de los hogares que se encuentran en pobreza por ingresos son PE, demostrando que la PE se relaciona directamente a la vulnerabilidad económica de los hogares y validando la metodología de medición de la PE propuesta, por ende, se puede inferir que los hogares bajo LPE son directamente PE.

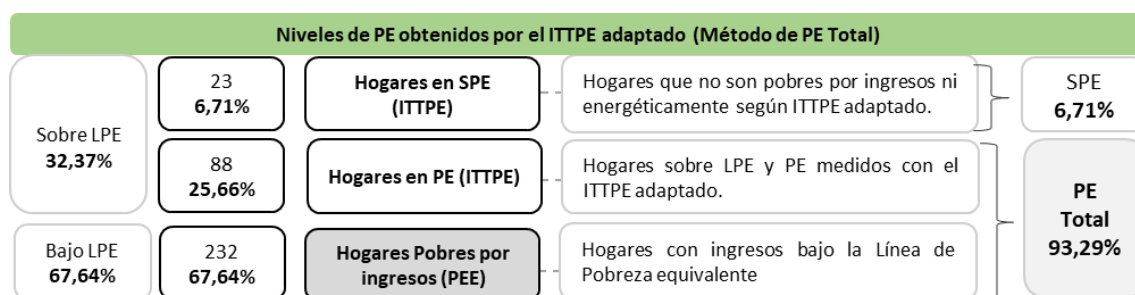


Figura 36: Pobreza Energética de la muestra medida con el ITTPE adaptado.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los resultados obtenidos por el Indicador adaptado comparado al Indicador original, se tiene que los valores de PE total son menores al ser medidos con la adaptación, teniendo un 25,66% de PE y un 67,64% de PEE, sumando una PE Total de 93,29%, comparado con el indicador original propuesto, que entrega un 100,00% de PE. Estas diferencias se deben principalmente a los ajustes realizados para el caso de estudio, considerando características generales de ambos Conjuntos Habitacionales, las condiciones climatológicas, la calidad del servicio energético y la situación socioeconómica. Las diferencias de PE en los resultados más significativas se observan en los subindicadores de ACS, SAIDI, instalación eléctrica, temperatura interior y contaminación intradomiciliaria. Además, el ITTPE adaptado realiza la diferencia entre hogares bajo y sobre la LPE, con tal de relacionar el nivel socioeconómico del hogar y la PE (ver Tabla 44).

Capítulo 6: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado

Tabla 44: Comparación resultados de PE entre el ITTPE adaptado y el ITTPE propuesto

Dimensión	Indicador	PE ITTPE adaptado	PE ITTPE propuesto por RedPE
Alimentación e higiene	Fuente de energía y artefacto para cocinar	7,58%	7,58%
	Sistema De ACS	34,99%	0,0%
Iluminación y dispositivos eléctricos	Acceso a electricidad	7,29%	7,29%
	SAIDI	0,0%	100,0%
	SAIFI	N.A.	100,0%
	Capacidad de suministro	27,11%	27,11%
	Instalación eléctrica	40,52%	100,0%
Climatización de la vivienda	Temperatura interior	100,00 %	18,07%
	Fuente de energía y artefactos de calefacción	48,10%	48,10%
	Eficiencia energética de la vivienda	N.A.	100,0%
	Contaminación intradomiciliaria	30,9%	100,0%
	Humedad en la vivienda	72,89%	72,89%
Equidad en el gasto energético (MIS)	Gasto excesivo de, energía	83,09%	83,09%
Pobreza por ingresos	Hogares bajo LPE	67,64%	-
PE bajo LPE y PE (PEE)	Hogares bajo LPE y PE	67,64%	-
PE sobre LPE (PE)	Hogares sobre LPE y PE	25,66%	-
PE Total		93,29%	100%

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos.

Cuando se comparan los resultados con los niveles de PE nacional obtenidos de diversas fuentes, existe un porcentaje mayor a los medidos por RedPE con el ITTPE original (ver Tabla 45), donde, si bien muchos de los subindicadores no fueron medidos por la falta de información son más bajos porque la muestra que consideran es en base a un total que presente una mayor variación en los niveles económicos de los hogares. Por otra parte, es importante el hecho de que mediante el ITTPE original no se pudieron medir valores de PE total nacional o zonal, dada la poca accesibilidad a bases de datos estandarizadas.

Capítulo 6: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado

Tabla 45: Comparativa entre niveles de PE del caso de estudio y los resultados nacional y zonal.

Dimensión	Subindicador	Caso de estudio		Resultado	Resultado
		PE ITTPE adaptado	PE ITTPE original	Nacional	centro-Sur
Alimentación e higiene	Fuente de energía y artefacto para cocinar	7,58%	7,58%	3,03%	5,5%
	Sistema De ACS	34,99%	0,0%	10,20%	14,1%
Iluminación y dispositivos eléctricos	Acceso a electricidad	7,29%	7,29%	0,34%	0,1%
	SAIDI	0,0%	100,0%	18,1%	9,7%
	Capacidad de suministro	27,11%	27,11%	-	-
	Instalación eléctrica	40,52%	100,0%	-	-
Climatización de la vivienda	Temperatura interior	100,00 %	18,07%	21,0%	23,0%
	Fuente de energía y artefactos de calefacción	48,10%	48,10%	3,98%	1,2%
	Eficiencia energética de la vivienda	N.A.	100,00%	66,21%	66,4%
	Contaminación intradomiciliaria	30,9%	100,00%	-	-
	Humedad en la vivienda	72,89%	72,89%	-	-
Equidad en el gasto energético (MIS)	Gasto excesivo de, energía	83,09%	83,09%	22,66%	-
PE	Hogares sobre LPE y PE	25,66%	-	-	-
PEE	Hogares bajo LPE y PE	67,64%	-	-	-
PE Total		93,29%	100%	-	-

Fuente: Elaboración propia en base a resultados obtenidos.

6.2.1 Pobreza Energética en el Caso de estudio por tipología

La evaluación por tipología de vivienda mide y compara los niveles de PE con el ITTPE adaptado para cada uno de los Conjuntos Habitacionales de forma independiente, es decir que el total de la muestra es distinta para cada conjunto analizado, siendo 244 departamentos en Michaihue 716 y 99 casas en La Estrella.

Los resultados arrojan que el Conjunto La Estrella tiende a presentar un mayor porcentaje de PE (98,99%) que Michaihue 716 (90,98%) (ver Tabla 46), lo que coincide con la Pobreza por ingresos y los subindicadores. En este sentido, la dimensión de climatización de la vivienda resulta tener mayor diferencia para el Conjunto La Estrella, en los criterios de fuente de energía (+50,23%), contaminación intradomiciliaria (+57,38%) y humedad en la vivienda (+8,30%), lo que incide directamente en la PE total, y se debe al predominante uso de leña en las casas y la mayor superficie expuesta que poseen respecto a los departamentos. Respecto a la PE, la diferencia es de 2,01%, por lo tanto, los valores de PE total varían debido a los niveles de Pobreza por ingresos.

Tabla 46: Medición de la PE mediante el ITTPE adaptado según tipología de la vivienda

Dimensión	Subindicador	Michaihue 716	La Estrella
		Departamentos	Casas
Alimentación e higiene (343)	Fuente de energía y artefacto para cocinar	2,46%	20,20%
	Sistema De ACS	24,18%	61,62%
Iluminación y dispositivos eléctricos (343)	Acceso a electricidad*	5,33%	12,12%
	SAIDI	0,00%	0,00%
	Capacidad de suministro	26,23%	29,29%
	Instalación eléctrica	34,84%	54,55%
Climatización de la vivienda (343)	Temperatura interior	100,00%	100,00%
	Fuente de energía y artefactos de calefacción	33,61%	83,84%
	Contaminación intradomiciliaria	14,34%	71,72%
	Humedad en la vivienda	70,49%	78,79%
Equidad en el gasto energético (MIS)	Gasto excesivo de, energía	82,38%	84,85%
PEE	Bajo LPE y PE	64,75%	74,75%

Capítulo 6: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado

PE sobre LPE (PE)	Sobre LPE y PE	26,23%	24,24%
SPE	Superación de la PE	9,01%	1,01%
PE total	PE (sobre LPE y bajo LPE)	90,98%	98,99%

Fuente: Elaboración propia.

Al evaluar la incidencia de la tipología en la PE, se toma como 100% el total de las tipologías por grupo, siendo 244 departamentos y 99 casas. De esto se tiene que las casas tienden a sufrir mayor PE, lo que se debe a lo mencionado anteriormente, que es principalmente la tipología como tal, que posee mayor superficie expuesta, lo que afecta directamente en el confort térmico y la dimensión de climatización de la vivienda, donde existen los niveles más altos de PE, con 98,99% contra un 90,98% en Michaihue 716, siendo el subindicador con mayor diferencia el de fuentes de energía con 33,61% contra 83,84%.

Tabla 47: PE en base a Tipología de la vivienda medida con el ITTPE adaptado

Dimensión	Indicador.	Michaihue 716		La Estrella Michaihue 716	
		Cantidad	%	Cantidad	%
Situación de pobreza por ingresos	Bajo LPE	158	64,75%	74	74,75%
	Sobre LPE	86	35,25%	170	171,72%
Alimentación e higiene	Fuente de energía y artefacto usado para cocinar	6	2,46%	20	20,20%
	Sistema De ACS	59	24,18%	12	12,12%
Iluminación y dispositivos eléctricos	Acceso a electricidad	13	5,33%	12	12,12%
	SAIDI	0	0,00%	0	0,00%
	Capacidad de suministro	64	26,23%	29	29,29%
	Instalación eléctrica	85	34,84%	54	54,55%
Climatización de la vivienda	Temperatura interior	244	100,00%	99	100,00%
	Fuente de energía y artefactos de calefacción	82	33,61%	83	83,84%
	Contaminación intradomiciliaria	35	14,34%	71	71,72%
	Humedad en la vivienda	172	70,49%	78	78,79%
Equidad en el gasto energético (MIS)	Gasto excesivo de, energía	201	82,38%	84	84,85%
PE Total		222	90,98%	98	98,99%

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 6: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado

6.2.2 Pobreza Energética por Nivel de Pobreza

Al evaluar los niveles de PE con el indicador adaptado diferenciando la variable de pobreza por ingresos y considerando los 343 hogares como el 100%, resulta ser mayor la PE en los hogares que se encuentran bajo la LPE para cada subindicador (ver Tabla 48), este fenómeno se debe a la incapacidad de los hogares de cubrir sus necesidades básicas, dejando de lado las necesidades energéticas, lo que se ve representado en el indicador MIS (83,09%), donde el total de los hogares pobres por ingresos son pobres energéticamente.

Tabla 48: PE medida con ITTPE adaptado en función de la pobreza por ingresos para los grupo sobre LPE y bajo LPE en base al total de la muestra.

Dimensión	Subindicador	PE sobre LPE	PE bajo LPE	PE ITTPE adaptado total
Alimentación e higiene	Fuente de energía y artefacto para cocinar	2,92%	6,90%	9,82%
	Sistema De ACS	11,37%	23,62%	34,99%
Iluminación y dispositivos eléctricos	Acceso a electricidad*	1,46%	5,83%	7,29%
	SAIDI	0,0%	0,0%	0,00%
	Capacidad de suministro	9,33%	17,78%	27,11%
	Instalación eléctrica	5,54%	28,57%	34,11%
Climatización de la vivienda	Temperatura interior	32,36%	67,64%	100,00%
	Fuente de energía y artefactos de calefacción	13,99%	34,11%	48,10%
	Contaminación intradomiciliaria	8,16%	22,74%	30,90%
	Humedad en la vivienda	23,32%	49,56%	72,88%
Equidad en el gasto energético (MIS)	Gasto excesivo de energía (MIS)	15,45%	67,64%	84,04%
Pobreza energética en hogares	PE Total	25,66%	67,64%	93,29%

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 6: Aplicación y evaluación del ITTPE adaptado

Al analizar la PE considerando individualmente a cada grupo, teniendo como 100% la cantidad total de cada categoría, es decir 232 bajo LPE y 111 sobre LPE (Tabla 49), se da cuenta de la influencia que tienen los bajos ingresos en alcanzar la PE, principalmente en la Dimensión de Equidad, puesto que en el resto de casos, las diferencias no son significativas, de donde se infiere que los bajos ingresos en general de la muestra afectan en alcanzar la PE, y por otra parte, los condiciona el hecho del sector donde están emplazados, con condiciones habitacionales que no les permiten alcanzar un confort interior independiente de su nivel socioeconómico.

Tabla 49: PE en base a Pobreza por ingresos medida con el ITTPE adaptado.

Dimensión	Indicador.	Bajo LPE (232)		Sobre LPE (111)	
		Cantidad	%	Cantidad	%
Hogares en situación de pobreza por ingresos	Bajo LPE	232	100,00%		0,00%
Hogares sobre LPE	Sobre LPE	0	0,00%	111	32,36%
Alimentación e higiene	Fuente de energía y artefacto usado para cocinar	16	6,90%	10	9,01%
	Sistema De ACS	81	34,91%	39	35,14%
Iluminación y dispositivos eléctricos	Acceso a electricidad	20	8,62%	5	4,50%
	SAIDI	0	0,00%	0	0,00%
	Capacidad de suministro	61	26,29%	32	28,83%
	Instalación eléctrica	98	42,24%	41	36,94%
Climatización de la vivienda	Temperatura interior	232	100,00%	111	100,00%
	Fuente de energía y artefactos de calefacción	117	50,43%	48	43,24%
	Contaminación intradomiciliaria	78	33,62%	28	25,23%
	Humedad en la vivienda	170	73,28%	80	72,07%
Equidad en el gasto energético (MIS)	Gasto excesivo de, energía	232	100,00%	53	47,75%
PE Total		232	100,00%	88	79,28%

Fuente: Elaboración propia.

7 CONCLUSIONES

El trabajo de investigación permite dar cuenta del cumplimiento de la hipótesis planteada, debido a que el ITTPE propuesto por RedPE es aplicable en viviendas sociales y capaz de medir la PE en la muestra seleccionada, no obstante, requirió la evaluación de sus dimensiones y los subindicadores que lo componen, estos debieron ser ajustados en función de las características territoriales del caso y buscando que los umbrales de privación, una vez modificados, puedan ser aplicados en un amplio espectro de condiciones.

Respecto al objetivo de la investigación, el indicador original propuesto por RedPE es aplicable a nivel de conjuntos habitacionales y también en hogares de forma independiente, siempre que la información requerida para la medición esté disponible, sin embargo, los subindicadores y sus umbrales de privación no se ajustan a todas las realidades posibles y surge la necesidad de que sean adaptados para cada situación, además, en casos de estudio donde existe un alto porcentaje de hogares pobres por ingresos, medir la pobreza energética multidimensionalmente puede no ser necesario, ya que, si un hogar se encuentra bajo la Línea de Pobreza Equivalente, es incapaz de cubrir sus necesidades básicas de alimentación, por ende, se infiere que las necesidades energéticas en estos hogares tampoco son cubiertas.

La revisión de los indicadores, arroja que los criterios basados en los ingresos y características de la vivienda son los que más se repiten entre las metodologías estudiadas, esto se debe a que son los factores que más pueden incidir en que un hogar alcance la situación de PE. En este sentido, el ITTPE es el indicador que considera más factores de este tipo para medir la PE, lo que se puede traducir en una mayor precisión en la determinación de la PE, siendo más efectivo en hogares que superan la Línea de Pobreza Equivalente.

En el caso de estudio seleccionado, resultó ser que el 67,64% de los hogares son pobres por ingresos, afectando más a las casas que a departamentos, en relación a esto, las características de las viviendas no son las óptimas para alcanzar temperaturas y condiciones confortables, sobre todo por la ubicación geográfica, la materialidad y las bajas temperaturas en invierno.

De lo anterior, se procedió a evaluar el ITTPE original, modificando los umbrales en función de la información disponible y criterios que se ajustaran a la realidad de las viviendas sociales del centro-

sur de Chile, es por esto, que se terminó aplicando dos indicadores para la medición de la PE, ITTPE original e ITTPE adaptado, y en base a la comparación de los resultados obtenidos se evaluó la capacidad de los mismos.

Al aplicar el ITTPE adaptado, los resultados obtenidos validan la metodología de medición propuesta, ya que, contemplando las 4 dimensiones, el 100% de los hogares bajo la LPE, resultaron estar en PE, por ende, no es necesario medir estos hogares a multidimensionalmente, ya que la PE en estos casos resulta ser una consecuencia de los bajos ingresos percibidos por el grupo familiar. Por otra parte, el **93,29%** de la muestra resultó estar en una situación de PE, principalmente debido a la incapacidad de cubrir las necesidades energéticas en las dimensiones de equidad en gasto energético (84,04%) y climatización de la vivienda (63,0% promedio), lo que tiene una relación directa al nivel socioeconómico general del sector, las características de las viviendas y sus instalaciones. Este valor no presenta variaciones significativas cuando se midió la PE con el ITTPE original, obteniendo una PE total de **100%**, siendo estos valores, superiores a los identificados a nivel nacional o en la zona centro-sur en cada subindicador, a pesar de ello, se considera que la versión adaptada del indicador, tiene una mayor precisión, a causa de que el ITTPE original no pudo entregar un resultado de PE total por la dificultad que existe en la obtención de datos estandarizados.

En lo que respecta a la variable de tipología se observa una mayor PE en las casas de La Estrella (98,99%), el que coincide con problemas de pobreza por ingresos y la climatización de la vivienda en comparación a los departamentos de Michaihue 716 (90,98%), manteniendo que los bajos ingresos facilitan encontrarse una situación de PE. Al analizar la PE con la variable de la Pobreza por Ingresos, se tienen las mismas conclusiones, ya que, de los hogares que están por sobre la LPE, el 79,28% son PE, por otra parte, como lo determina la metodología, el 100% de los Pobres por Ingresos se encuentran en PE.

De lo expuesto, el principal aporte enfocado en la problemática es la posibilidad de tener de métodos más precisos para medir la Pobreza Energética utilizando el ITTPE en su versión adaptada, donde, cada umbral de privación puede ser incorporado en la formulación de un cuestionario único, que permita el levantamiento equitativo de los datos necesarios, para orientar esta información a políticas públicas que se centren en la disminución de este fenómeno, principalmente en las viviendas sociales, trabajando en las condiciones que facilitan la situación de PE, las que en el marco de este trabajo fueron identificados como los bajos ingresos percibidos, las características de la

vivienda (materialidad y eficiencia energética) y la calidad de sus instalaciones. En este sentido, las estrategias para la disminución de la Pobreza Energética deben ser elaboradas desde distintas áreas debido a su componente multifactorial, por ende, no se debe enfocar solo en estrategias de diseño pasivo o eficiencia energética, sino que también es importante abordar en paralelo problemas socioculturales y económicos que influyen directamente en dicha situación, más aún en hogares vulnerables.

Las principales limitaciones del indicador para ser aplicado en viviendas sociales, se deben a los métodos de obtención de los datos, puesto que las encuestas de percepción, pueden carecer de una precisión cuantitativa, estando sujetos a la subjetividad y veracidad de las respuestas de los ocupantes o específicamente del entrevistado, aunque, parte de la adaptación buscaba reducir dicha percepción centrándose en observaciones y datos medibles, lo relacionado a los ingresos no fue comprobado mediante ningún tipo de documento, pudiendo disminuir la precisión del ITTPE, ya sea en su versión original o adaptada.

Por otra parte, están las limitaciones asociadas a ingresos, son las 338 viviendas encuestadas que no declararon tener ingresos, lo que puede deberse a múltiples factores, tales como una decisión personal de no declarar dicha información, desempleo, trabajos irregulares o espontáneos, entre otros. Por ende, es posible que estos hogares se encuentren en una situación de PE, pero dada la falta de información fue imposible de medirla en la presente investigación.

Como posibles líneas de investigación futuras se sugiere aplicar adaptaciones del indicador en base a indicadores multidimensionales internacionales incorporando dimensiones completas que se ajusten a necesidades contemporáneas, como lo son el acceso a tecnologías e información, internet, entretenimiento, telefonía e incluso factores laborales y educacionales.

Por otra parte, medir la PE con un mismo indicador multidimensional en viviendas previo a una rehabilitación energética y posterior a esta puede ser interesante, ya que podría entregar información acerca del potencial que tiene esta estrategia para reducir la PE de los hogares.

8 Bibliografía

- BAZILIAN, M.; NUSSBAUMER, P.; CABRAAL, A.; CENTURELLI, R.; DETCHON, R.; GIELEN, D., 2010. Measuring Energy Access: Supporting a Global Target. . S.l.:
- BHATIA, M. y ANGELOU, N., 2015. BEYOND CONNECTIONS Energy Access Redefined. . S.l.:
- BIENVENIDO-HUERTAS, D., PÉREZ-FARGALLO, A., ALVARADO-AMADOR, R. y RUBIO-BELLIDO, C., 2019. Influence of climate on the creation of multilayer perceptrons to analyse the risk of fuel poverty. *Energy and Buildings* [en línea], vol. 198, pp. 38-60. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2019.05.063. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.063>.
- BOARDMAN, B., 1991. *Fuel Poverty: From cold homes to affordable Warmth*. London: s.n.
- BOARDMAN, B., 2010. *Fixing Fuel Poverty: Challenges and Solutions*. Earthscan. London: s.n.
- BOARDMAN, B., 2012. Achieving Zero: Delivering Future-Friendly Buildings. *Environmental Change Institute*, pp. 149.
- BOLLINO, C.A. y BOTTI, F., 2017. Energy Poverty in Europe: A Multidimensional Approach. *PSL Quarterly Review*, vol. 70, no. 283, pp. 473-507. ISSN 2037-3643. DOI 10.13133/2037-3643_70.283_4.
- BOUZAROVSKI, S., PETROVA, S. y SARLAMANOV, R., 2012. Energy poverty policies in the EU: A critical perspective. *Energy Policy* [en línea], vol. 49, pp. 76-82. ISSN 03014215. DOI 10.1016/j.enpol.2012.01.033. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.033>.
- CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN, 2017. *Balance de vivienda social y entorno urbano 2017*. 2017. S.l.: s.n.
- CANADA ENERGY REGULATOR, 2019. Canada's Energy Future 2019. . S.l.:
- CASEN, 2017. Pobreza y Distribución de Ingresos Contenidos. *Ministerio de Desarrollo Social*. S.l.:
- CASTAÑO-ROSA, R.; SOLÍS-GUZMÁN, J.; MARRERO, M., 2018. A novel Index of Vulnerable Homes: Findings from application in Spain. *Indoor and Built Environment*, vol. 142. DOI <https://doi.org/10.1177/1420326X18764783>.
- CASTAÑO-ROSA, RAÚL; SOLÍS-GÚZMAN, JAIME; MARRERO, M., 2020. Midiendo la Pobreza Energética. Una revisión de indicadores. *Revista Hábitat Sustentable*, vol. 10, no. 1, pp. 8-21. ISSN 0719-0700. DOI 10.22320/07190700.2020.10.01.01.
- CASTAÑO-ROSA, R., SOLÍS-GUZMÁN, J. y MARRERO, M., 2020. Energy poverty goes south? Understanding the costs of energy poverty with the index of vulnerable homes in Spain. *Energy Research and Social Science* [en línea], vol. 60, no. October 2019, pp. 101325. ISSN 22146296. DOI 10.1016/j.erss.2019.101325. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101325>.
- CASTAÑO-ROSA, R., SOLÍS-GÚZMAN, J. y MARRERO, M., 2019. Midiendo la Pobreza Energética. Una revisión de indicadores. *Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004.

- CASTAÑO-ROSA, R., SOLÍS-GUZMÁN, J., RUBIO-BELLIDO, C. y MARRERO, M., 2019. Towards a multiple-indicator approach to energy poverty in the European Union: A review. *Energy and Buildings*, vol. 193, pp. 36-48. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2019.03.039.
- CDT, 2015. MEDICIÓN DEL CONSUMO NACIONAL DE LEÑA Y OTROS COMBUSTIBLES SÓLIDOS DERIVADOS DE LA MADERA · INFORME FINAL Nombre: Carolina Aguayo Institución : Ministerio de Energía. , pp. 302.
- CDT, 2019. *Informe Final Uso de la Energía Hogares Chile 2018*. 2019. S.l.: s.n. ISBN 2007041715.
- CNE, 2018. *CNE. Anuario Estadístico de Energía 2018*. 2018. S.l.: s.n.
- COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA, 2019. Balance Energético 2018. . S.l.:
- COMISIÓN NACIONAL PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA, 2018. Informe Nacional de Monitoreo de la Eficiencia Energética de México. . S.l.:
- CRESPO, R. y HERNANDEZ, I., 2020. On the spatially explicit Gini coefficient: the case study of Chile— a high-income developing country. *Letters in Spatial and Resource Sciences* [en línea], vol. 13, no. 1, pp. 37-47. ISSN 1864404X. DOI 10.1007/s12076-020-00243-4. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12076-020-00243-4>.
- DAY, R., WALKER, G. y SIMCOCK, N., 2016. Conceptualising energy use and energy poverty using a capabilities framework. *Energy Policy*, vol. 93, pp. 255-264. ISSN 03014215. DOI 10.1016/j.enpol.2016.03.019.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN COLOMBIA, 2017. Energy Demand Situation in Colombia. . S.l.:
- DEPARTMENT OF INDUSTRY AND SCIENCE, 2015. Australian Energy Update 2015. . Canberra:
- EUROPEAN COMMISSION, 2014. *Guidebook How to develop a Sustainable Energy Action Plan (SEAP) in South Mediterranean Cities*. S.l.: s.n. ISBN 9789279396540.
- EUROPEAN COMMISSION, 2015. Heating and cooling. .
- EUROPEAN COMMISSION, 2018. A summary of the National and European measures addressing vulnerable consumers and energy poverty. . S.l.:
- EUROSTAT, 2020. Energy statistics - an overview. .
- FABBRI, K., 2015. Building and fuel poverty, an index to measure fuel poverty: An Italian case study. *Energy* [en línea], vol. 89, pp. 244-258. ISSN 03605442. DOI 10.1016/j.energy.2015.07.073. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2015.07.073>.
- GAO, M., WANG, Q., LI, L. y LIU, C., 2019. Comprehensive energy-saving method for sheet metal forming. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 104, no. 5-8, pp. 2273-2285. ISSN 14333015. DOI 10.1007/s00170-019-04022-4.
- GARCÍA-OCHOA, RIGOBERTO; GRAIZBORD, B., 2016. Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. *Economía, sociedad y territorio* [en línea], vol. 16, no. 51, pp. 289-337. [Consulta: 31 julio 2019]. ISSN 1405-8421. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212016000200289&lng=es&nrm=iso&tlng=es.

- GARCÍA, R., 2014. Pobreza energética en América Latina. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*, pp. 36.
- GASTIARENA, M., FAZZINI, A., PRIETO, R. y GIL, S., 2017. Gas versus electricidad: uso de la energía en el sector residencial. *Protecnia*,
- GOUVEIA, J.P., PALMA, P. y SIMOES, S.G., 2019. Energy poverty vulnerability index: A multidimensional tool to identify hotspots for local action. *Energy Reports* [en línea], vol. 5, pp. 187-201. ISSN 23524847. DOI 10.1016/j.egy.2018.12.004. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2018.12.004>.
- REALIS, E., MUSCH, A.-K. y RAU, H., 2019. The Impact of German Energy Policy on Household Energy Use. *Energy Demand Challenges in Europe*. S.l.: Springer International Publishing, pp. 21-33.
- GUERRERO MOYA, F., 2017. Medición de la pobreza energética en latinoamérica. *Medición De La Pobreza Energética En Latinoamérica El Caso De La Región Metropolitana, Chile*, vol. 1, pp. 118.
- HILLS, J., 2012. Getting the measure of fuel poverty. Final Report of fuel poverty review. Centre for the Analysis of Social Exclusion. . London:
- IEA, 2017. Energy Access Outlook. . S.l.:
- ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO DE LA PAZ, 2018. Estrategia Energética Local de la Ilustre Municipalidad de San Pedro de la Paz 2018. , pp. 1-183.
- INE, 2018a. Síntesis de Resultados. Encuesta de Presupuestos Familiares. . S.l.:
- INE, 2018b. Síntesis de Resultados CENSO 2017. . S.l.:
- INN, 2008. *NCh 1079.Of2008, Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico*. 2008. S.l.: s.n.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA PORTUGAL, 2011. Inquérito ao consumo de energia no sector doméstico - 2010. . S.l.:
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA, 2020. Consumo para usos y energías del sector residencial (2010-2018). . S.l.:
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2020. Energy Efficiency Indicators: Overview. . S.l.:
- LEGENDRE, B. y RICCI, O., 2014. Measuring fuel poverty in France: Which households are the most fuel vulnerable? *Energy Economics* [en línea], vol. 49, no. July 2010, pp. 620-628. ISSN 01409883. DOI 10.1016/j.eneco.2015.01.022. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2015.01.022>.
- LÓPEZ GONZÁLEZ, S.P., 1969. Transformar nuestro mundo. *Derecho Global. Estudios sobre Derecho y Justicia*, no. 6, pp. 7-10. ISSN 2448-5128. DOI 10.32870/dgedj.v0i6.106.

- LU, J.G., 2020. Air pollution: A systematic review of its psychological, economic, and social effects. *Current Opinion in Psychology* [en línea], vol. 32, pp. 52-65. ISSN 2352250X. DOI 10.1016/j.copsyc.2019.06.024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2019.06.024>.
- MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL, 2013. Nueva Metodología de Medición de la Pobreza por Ingresos y Multidimensional. . S.l.:
- MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL, 2019. Desarrollo Social 2019. *Informe Desarrollo Social 2019*, pp. 14.
- MINISTERIO DE DESARROLLO SOCIAL, 2020. Valor de la Canasta Básica de Alimentos y Líneas de Pobreza. *Informe Mensual, MDS* [en línea]. S.l.: Disponible en: http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/layout/doc/ipc/150811_CBA_LPs_ABRIL_2015.pdf.
- MINISTERIO DE ENERGÍA, 2015a. *Hoja de Ruta 2050. Hacia una energía sustentable e inclusiva para Chile*. 2015. S.l.: s.n.
- MINISTERIO DE ENERGÍA, 2015b. *Resolución 74 Exenta - Fija Estándar Mínimo de Eficiencia energética para refrigeradores de uso doméstico*. 2015. Chile: s.n.
- MINISTERIO DE ENERGÍA, 2016a. *Decreto 327 - Reglamento de la Ley General de Servicios Eléctricos*. 2016. S.l.: s.n. ISBN 978-0-521-01807-4.
- MINISTERIO DE ENERGÍA, 2016b. Encuesta Nacional de Energía. [en línea], pp. 63-68. Disponible en: http://www.energia.gob.cl/sites/default/files/informe_encuesta_nacional_energia_2016.pdf
- MINISTERIO DE ENERGÍA DE CHILE, 2017. *Energía 2050. Política Energética de Chile*. 2017. Santiago de Chile: s.n.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA ENERGÍA Y MINERÍA DE URUGUAY, 2019. Balance Energético 2018. . S.l.:
- MINVU, 1997. *Ley 19537. Sobre Copropiedad Inmobiliaria*. 1997. S.l.: s.n.
- MINVU, 2014. Requisitos y mecanismos de acreditación para el acondicionamiento ambiental de las Edificaciones . Parte 2 : Comportamiento higrotérmico. . S.l.:
- MINVU, 2018. *Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile. Tomo N° 1 Salud y bienestar*. S.l.: s.n. ISBN 9788578110796.
- MINVU, 2019. RESOLUCIÓN EXENTA N° 106 CONCEPCION, 06 de Agosto de 2019. ,
- MOORE, R., 2012. Definitions of fuel poverty. *Energy Policy*, vol. 49, pp. 19-26. DOI doi:10.1016/j.enpol.2012.01.057.
- MUMFORD, L., 1971. *Technics and human development: the myth of the machine, vol. I*. S.l.: Harvest Books. ISBN 0156623412.
- NACIONES UNIDAS, 2020. *The Sustainable Development Goals Resport 2020*. 2020. S.l.: s.n.
- NUSSBAUMER, P.; BAZILIAN, M.; MODI, V; YUMKELLA, K., 2012. Measuring Energy Poverty: Focusing

on What Matters. *Oxford Poverty and Human Development Initiative - Working Paper n°42*, pp. 27. ISSN 2040-8188.

ODYSSEE-MURE, 2020. France: energy efficiency & trends policies. . S.l.:

OECD, 2017. OECD Income Distribution Database (IDD): Gini, poverty, income, Methods and Concepts. . S.l.:

OMS, 2014. WHO Indoor Air Quality Guidelines : Household Fuel Combustion Review 5 : Population levels of household air pollution and exposures. . S.l.:

PÉREZ-FARGALLO, A.; RUBIO-BELLIDO, C.; PÚLIDO-ARCAS, J.; TREBILCOCK, M., 2017. Development policy in social housing allocation: Fuel poverty potential risk index. *Indoor and Built Environment*, vol. 26, pp. 980-988. DOI doi:10.1177/1420326X17713071.

PÉREZ-FARGALLO, A., BIENVENIDO-HUERTAS, D., RUBIO-BELLIDO, C. y TREBILCOCK, M., 2020. Energy poverty risk mapping methodology considering the user's thermal adaptability: The case of Chile. *Energy for Sustainable Development* [en línea], vol. 58, pp. 63-77. ISSN 23524669. DOI 10.1016/j.esd.2020.07.009. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.esd.2020.07.009>.

PÉREZ-FARGALLO, A., PULIDO-ARCAS, J.A., RUBIO-BELLIDO, C., TREBILCOCK, M., PIDERIT, B. y ATTIA, S., 2018. Development of a new adaptive comfort model for low income housing in the central-south of Chile. *Energy and Buildings*, vol. 178, pp. 94-106. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2018.08.030.

PÉREZ-FARGALLO, Alexis, RUBIO-BELLIDO, C., PULIDO-ARCAS, J.A. y JAVIER GUEVARA-GARCÍA, F., 2018. Fuel Poverty Potential Risk Index in the context of climate change in Chile. *Energy Policy* [en línea], vol. 113, no. November 2017, pp. 157-170. ISSN 03014215. DOI 10.1016/j.enpol.2017.10.054. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.054>.

PNUD; MINISTERIO DE ENERGÍA, 2018. Pobreza energética: análisis de experiencias internacionales y aprendizajes para Chile. *Santiago de Chile, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. S.l.:

RADEMAEKERS, K., YEARWOOD, J., FERREIRA, A., HAMILTON, I., AGNOLUCCI, P., GROVER, D., KARÁSEK, J. y ANISIMOVA, N., 2016. Selecting Indicators to Measure Energy Poverty. *Trinomics Report*. S.l.:

REDPE, 2018. Alcances y limitaciones de indicadores internacionales para Chile. . Santiago, Chile:

REDPE, 2019. *Acceso equitativo a energía de calidad en Chile. Hacia un indicador territorializado y tridimensional de pobreza energética*. 2019. S.l.: s.n. ISBN 9789563988260.

REDPE, 2020. Pobreza Energética. El acceso desigual a energía de calidad como barrera para el desarrollo en Chile. *Policy Paper*. S.l.:

REICKS, M., MLIS, M.K. y REEDER, J., 2018. Impact of Cooking and Home Food Preparation Interventions Among Adults : A Systematic Review (2011 – 2016). *Journal of Nutrition Education and Behavior*, vol. 50, no. 2, pp. 148- 172.e1. ISSN 1499-4046. DOI 10.1016/j.jneb.2017.08.004.

- REYES, R., SCHUEFTAN, A., RUIZ, C. y GONZÁLEZ, A.D., 2019. Controlling air pollution in a context of high energy poverty levels in southern Chile: Clean air but colder houses? *Energy Policy*, vol. 124, pp. 301-311. ISSN 03014215. DOI 10.1016/j.enpol.2018.10.022.
- ROMERO, J.; LINARES, P.; LÓPEZ, X., 2014. Pobreza Energética en España. Análisis económico y propuestas de actuación. *Economics for Energy*, pp. 93.
- SÁNCHEZ-GUEVARA, C., GONZALEZ NEILA, F.J. y HERNÁNDEZ AJA, A., 2014. Towards a fuel poverty definition for Spain. *World Sustainable Building Conference*, no. October, pp. 11-17.
- SANTILLÁN, O.S., CEDANO, K.G. y MARTÍNEZ, M., 2020. Analysis of energy poverty in 7 Latin American countries using multidimensional energy poverty index. *Energies*, vol. 13, no. 7. ISSN 19961073. DOI 10.3390/en13071608.
- SCHUEFTAN, A., SOMMERHOFF, J. y GONZÁLEZ, A.D., 2016. Firewood demand and energy policy in south-central Chile. *Energy for Sustainable Development* [en línea], vol. 33, pp. 26-35. ISSN 23524669. DOI 10.1016/j.esd.2016.04.004. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.esd.2016.04.004>.
- SCHUESSLER, R., 2014. Energy Poverty Indicators : Conceptual Issues Part I : The Ten-Percent-Rule and Double Median / Mean Indicators Energy Poverty Indicators : Conceptual Issues Part I : The Ten-Percent-Rule and Double Median / Mean Indicators. *ZEW*, no. 14, pp. 0-37. DOI <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2459404>.
- SEC, 2003. *NCh Elec. 4/2003, Electricidad - Instalaciones de Consumo en baja tensión*. 2003. S.l.: s.n.
- SORENSEN, B., 2013. *A history of energy: Northern Europe from the Stone Age to the present day*. S.l.: Routledge. ISBN 1136487891.
- THOMSON, H., BOUZAROVSKI, S. y SNELL, C., 2017. Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data. *Indoor and Built Environment*, vol. 26, no. 7, pp. 879-901. ISSN 14230070. DOI 10.1177/1420326X17699260.
- TROTTA, G., 2020. Assessing energy efficiency improvements and related energy security and climate benefits in Finland: An ex post multi-sectoral decomposition analysis. *Energy Economics*, vol. 86, pp. 104640. ISSN 01409883. DOI 10.1016/j.eneco.2019.104640.
- U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION, 2020. Monthly Energy Review October 2020. . S.l.:
- UN ENVIRONMENT y INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2017. Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. Global Status Report 2017. . S.l.:
- WHITE, L.A., 1949. *Energy and the Evolution of Culture*. S.l.: Bobbs-Merrill Indianapolis.

9 ANEXOS

9.1 Planilla de medición de PE mediante el ITTPE adaptado para Conjunto Habitacional La Estrella de Michaihue.

Planilla medición para 99 casas del Conjunto La Estrella, con una PE total final de 98,99% para el Conjunto. Existiendo PE en 98 de los hogares, siendo la dimensión más afectada la de climatización de la vivienda.

Tabla 50: Extracto Planilla medición PE en hogares tipología casa.

DIMENSIÓN 1: A y H		DIMENSIÓN 2: ARTEFACTOS ELÉCTRICOS				DIMENSIÓN 3: CLIMA				MIS (DIM 4)	PE			
Fuente y artefac to cocina	ACS*	Acces o elect *	SAID I*	Capacitad	Instalacio nes	T int	Fuente energía*	Cont. Intra	Humedad	MIS	¿PE en el hogar ?	Px ingresos	sobre LPE Y PE	PE final
0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	no	no	no	no
0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	si	no	si	si
0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	si	si	no	si
1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	si	si	no	si
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	si	no	si	si
0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	si	si	no	si
0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	si	si	no	si

0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	si	si	no	si
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	si	si	no	si
1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	si	si	no	si
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	si	si	no	si
0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	si	si	no	si
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	si	si	no	si
1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	si	si	no	si
0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	si	si	no	si
0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	si	si	no	si
0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	si	si	no	si
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	si	si	no	si
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	si	si	no	si
0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	si	si	no	si
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	si	si	no	si
0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	si	si	no	si
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	si	si	no	si
0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	si	si	no	si
20	61	12	0	29,0	54,0	99,0	83	71	78	84	96	74	24	98
20,20%	61,62%	12,12%	0,00%	29,29%	54,55%	100,00%	83,84%	71,72%	78,79%	84,85%	96,97%	74,75%	24,24%	98,99%

Fuente: Elaboración propia

9.2 Planilla de medición de PE mediante el ITTPE adaptado para Conjunto Habitacional Michaihue 716.

Extracto de planilla medición para 244 departamentos del Conjunto Michaihue 716, con una PE total final de %. Existiendo PE en 158 hogares, que representa el 90,98% del total de departamentos medidos. Las dimensiones más afectadas por PE son climatización de la vivienda y Equidad en el Gasto energético.

Tabla 51: Extracto Planilla medición de PE para Conjunto Habitacional Michaihue 716.

DIMENSIÓN 1: A y H		DIMENSIÓN 2: ARTEFACTOS ELÉCTRICOS				DIMENSIÓN 3: CLIMA				MIS (DIM 4)	PE			
Fuente y artefacto cocina	ACS*	Acceso elect*	SAIDI*	Capacidad	Instalaciones	CT*	Fuente energía*	Cont. Intra	Humedad	MIS	¿PE en el hogar?	Px ingresos	sobre LPE Y PE	PE final
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	si	no	si	si
0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	si	no	si	si
1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	si	no	si	si
0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	no	no	no	no
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	si	no	si	si
0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	si	no	si	si
0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	si	si	no	si
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	si	si	no	si

0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	si	si	no	si
0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	si	si	no	si
6	59	13	0	64	85	244	82	35	172	201	208	158	64	222
2,46%	24,18%	3,79%	0,00%	18,66%	24,78%	71,14%	23,91%	10,20%	50,15%	82,38%	85,25%	64,75%	26,23%	90,98%

Fuente: Elaboración Propia

9.3 Extracto Cuestionario aplicado en las viviendas.

Sección 0 → Identificación de la encuesta

Número de encuesta	[valor correlativo que va de 1 al número total de encuestas realizadas en el condominio, cada encuesta aplicada deberá contar con un número para ser identificada]		
Nombre del conjunto	Michaihue 716 y la Estrella de Michaihue		
Región	BIOBÍO		
Comuna	SAN PEDRO DE LA PAZ		
Dirección (calle, N°, dpto, Block)			
Tipo de vivienda	1	Departamento	
	2	Casa	
	3	Otro, cuál?	
Nombre encuestador/a			
Fecha aplicación encuesta			20
	Día	Mes	Año
Número de visita (Hasta 3 visitas)	1	2	3

FILTRO PARA LA APLICACIÓN DE LA ENCUESTA

1. ¿Es Ud. mayor de 18 años?	
1	Si (Pasar a pregunta 2)
2	No (Finalizar aplicación, preguntar horarios cuándo se podrá encontrar alguien mayor de edad)

2. ¿Es Ud. el/la jefe/a del hogar?	
1	Si (Pasar a pregunta 4)
2	No (Pasar a pregunta 3)

3. ¿Cuál es su relación con el/la jefe/a de hogar?	
1	Espos(a) o pareja
2	Hijo/a

Figura 37: Identificación de la encuesta. Fuente: MINVU

SECCIÓN A → IDENTIFICACIÓN DEL ENCUESTADO Y COMPOSICIÓN DEL HOGAR

4. ¿Cuántas personas en total habitan esta vivienda, incluido Ud.?								
5. ¿Cuántos dormitorios tiene la vivienda?								
6. ¿Cuántos hogares hay en esta vivienda?								
7. ¿Cuántas personas componen su hogar?								
8. Por favor, ¿Podría indicarme la siguiente información de las personas que viven habitualmente en su hogar incluido Ud.? ESTA TABLA DEBE SER LLENADA POR CADA UNO DE LOS HOGARES PRESENTES EN LA VIVIENDA								
Número de Hogar	a. Nombre de pila	b. Rut	c. Relación con jefe de hogar	d. Sexo	e. Edad	f. Estado civil	g. Nacionalidad o país de origen	h. Pueblo originario
CONTINUACIÓN P8 Por favor, ¿Podría indicarme la siguiente información de las personas que viven habitualmente en su hogar incluido Ud.? ESTA TABLA DEBE SER LLENADA POR CADA UNO DE LOS HOGARES PRESENTES EN LA VIVIENDA								
i. Ocupación				j. ¿Tiene algún emprendimiento?	k. ¿Cuál es su ingreso mensual?	j. Nivel más alto alcanzado o nivel educacional actual		

Figura 38: Sección A - identificación de encuestado y composición del hogar. Fuente: MINVU

FICHA DE OBSERVACIÓN

1		Generales			
1.1	Orientación principal de la vivienda	Norte			
		Sur			
		Este			
		Oeste			
1.2	En qué momentos del día está la vivienda ocupada	En las mañanas y en las noches			
		Durante todo el día			
1.3	Nivel de mantención de...		Bueno	Regular	Malo
		Cocina			
		Baño			
		Sala de estar/comedor			
	Dormitorios				
2		Riesgos			
2.1	Presencia de daños por termitas (insectos xolófagos)	Sí		No	
2.2	Riesgo de derrumbe en la cubierta de techo	Sí		No	
2.3	Existencia de condiciones (eléctricas, de uso de la vivienda) que faciliten la generación de un foco de incendio	Sí		No	
2.4	Existencia de elementos estructurales (pilares o muros) que presenten riesgo de derrumbe	Sí		No	

Figura 39: Sección ficha de observación punto 1 y 2. Fuente: MINVU

3		Aspectos Normativos					
3.1	Presencia de Instalaciones de gas en el domicilio	Sí		No			
3.2	Presencia de Calefón al interior del domicilio	Baño	Sí		No		
		Cocina	Sí		No		
3.3	Presencia de Cilindro de gas al interior del domicilio	Baño	Sí		No		
		Cocina	Sí		No		
3.4	Presencia de tablero eléctrico al interior del domicilio	Sí		No			
3.5	Modificación artesanal de tablero eléctrico	Sí		No			
3.6	Número de circuitos electrónicos al interior del domicilio						
3.7	Cableado eléctrico al interior del domicilio	A la vista cerrado					
		A la vista suelto					
		Al interior de muros					
3.9	Materialidad de instalación de agua	Materialidad PVC					
		Materialidad Acero Galvanizado					
		Materialidad Cobre					
3.10	Presencia de filtraciones red de agua potable	En cañerías de baño	Sí		No		
		En cañerías de cocina	Sí		No		
3.11	Presencia de filtraciones alcantarillado domiciliario	En lavaplatos	Sí		No		
		En lavamanos	Sí		No		
		En WC	Sí		No		
3.12	Presencia de capilaridad en muros	Muro exterior Norte	Sí		No		
		Muro Exterior sur	Sí		No		
3.13	Filtraciones agua lluvia en techumbre	Presencia de manchas de agua o deterioro en la estructura superior de la vivienda	Sí		No		
3.14	Filtraciones de aguas lluvias en ventanas	Si		No			
3.15	Ampliaciones	Presencia de Ampliaciones	Sí		No		
		Materialidad predominante de ampliación	Madera				
			Albañilería				
			Hormigón				
Otro							

Figura 40: Ficha de observación, punto 3. Fuente: MINVU

4		Habitabilidad			
4.1	Ventilación Natural	Existe ventilación...		Si	No
			Cruzada		
			En la cocina		
		En el baño			
4.2		Presencia de habitación sin ventilación	Sí		No

Figura 41: Ficha de observación, punto 4. Fuente: MINVU