

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y URBANISMO

CENUR LITORAL NORTE

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO TERMOENERGÉTICO DE
VIVIENDAS DE UNA COOPERATIVA POR AYUDA MUTUA.

Estudio de un caso en la ciudad de Salto.

Autor: Matías Aranguren

Tutor: Gabriela Piñeiro

SALTO | URUGUAY

2021



Índice de contenidos

Capítulo 1.....	15
Introducción e información general.....	15
1.1 Fundamentación del tema	15
1.2 Descripción de la propuesta.....	15
1.3 Preguntas de investigación	16
1.4 Objetivos	16
Capítulo 2.....	17
Estado del arte y marco teórico.....	17
2.1 Estado del arte	17
2.1.1 Antecedentes	17
2.2 Marco teórico.....	19
2.2.1 Vivienda social y eficiencia energética	19
- Europa	19
- Australia.....	20
- Canadá.....	21
- América Latina	22
- Uruguay	23
- Cooperativas de vivienda	23
- Eficiencia energética	24
2.2.2 Confort térmico	26
- Factores de diseño bioclimático – Recomendaciones	26
- Clima en Uruguay, Salto ciudad	27
- Ventilación natural	28
- Asoleamiento	29
- Cerramientos opacos	30
- Cerramientos transparentes	31

2.2.3 Normativas más recientes en Uruguay	32
Capítulo 3.....	33
Hipótesis y descripción de metodología.....	33
3.1 Hipótesis.....	33
3.2 Descripción de metodología	33
- Etapa 1 – Caso de estudio.....	34
- Etapa 2 – Magnitudes físicas	38
- Humedad relativa y temperatura.....	38
- Niveles de iluminación natural.....	38
- Radiación solar	38
- Humedad superficial	38
- Imágenes termográficas.....	38
- Etapa 3 – Aplicación al caso de estudio.....	38
- Etapa 4 – Otras estrategias de diseño y reflexiones finales	39
Capítulo 4.....	40
Observaciones, mediciones y análisis de datos	40
4.1 Observaciones.....	40
4.1.1 Rol del IAT.....	40
4.1.2 Rol del cooperativista	41
4.2 Registros y mediciones.....	41
4.2.1 Humedad relativa y temperatura	43
- Período frío.....	44
- Análisis general de humedad relativa y temperatura	44
- Análisis general de gráficos de humedad relativa y temperatura.....	57
- Período caluroso.....	58
- Análisis general de temperatura	60
- Análisis general de gráficos de temperatura.....	74

4.2.2 Pérdidas y ganancias.....	75
- Análisis general de gráficos de ganancias y pérdidas.....	79
4.2.3 Niveles de iluminación natural	79
- Análisis general de iluminación natural	88
4.2.4 Radiación solar.....	89
4.2.5 Humedad superficial	90
4.2.6 Imágenes termográficas	91
4.2.7 Factor de forma	93
Capítulo 5.....	94
Estrategias de diseño pasivo	94
5.1 Estrategias aplicadas	94
5.2 Otras estrategias propuestas	95
5.2.1 Orientación y forma	95
5.2.2 Ventilación natural	99
5.2.3 Vegetación	102
5.2.4 Aislación térmica en cubierta	104
5.3 Análisis general de propuestas de mejora	107
Capítulo 6.....	108
Reflexiones finales.....	108
Bibliografía consultada	110
Anexos	114

Índice de gráficos

Gráfico 1: Consumo final energético por sector. Fuente: Balance Energético 2018 (MIEM).	25
Gráfico 2: Mapa de zonificación climática del Uruguay. Fuente: Norma UNIT 1026:1999.	27
Gráfico 3: Representación de la carta bioclimática de Givoni (1986). Fuente: FADU - Acondicionamiento Térmico. Capítulo “El medio exterior – Clima”. (p. 12).	28
Gráfico 4: Cooperativa de Vivienda COVISANJOSE. Fachadas con vista al oeste.	34
Gráfico 5: Cooperativa de Vivienda COVISANJOSE. Fachadas con vista al este y norte.	34
Gráfico 6: Detalle muro exterior.	35
Gráfico 7: Riesgo de condensación en muro exterior.	35
Gráfico 8: Detalle voladizo en planta alta.	36
Gráfico 9: Riesgo de condensación en voladizo.	36
Gráfico 10: Detalle cubierta superior.	37
Gráfico 11: Riesgo de condensación en cubierta.	37
Gráfico 12: Planta de conjunto (viviendas, orientación y tipología).	42
Gráfico 13: Variación humedad relativa y temperatura exterior para período frío.	43
Gráfico 14: Ejemplo de colocación de sensores en planta baja y alta (Vivienda 6).	44
Gráfico 15: Carta bioclimática de Givoni para viviendas estudiadas en base a temperatura media y humedad relativa media (Período frío). Rojo – Vivienda 17, Verde – Vivienda 21, Azul – Vivienda 6, Amarillo – Vivienda 36.	45
Gráfico 16: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 17 – Planta baja).	47
Gráfico 17: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 17 – Planta alta).	48
Gráfico 18: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 17 – Planta baja).	48
Gráfico 19: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 17 – Planta alta).	49
Gráfico 20: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 21 – Planta baja).	50
Gráfico 21: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 21 – Planta alta).	50
Gráfico 22: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 21 – Planta baja).	51

Gráfico 23: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 21 – Planta alta)	51
Gráfico 24: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 6 – Planta baja).	52
Gráfico 25: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 6 – Planta alta).	53
Gráfico 26: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 6 – Planta baja)	53
Gráfico 27: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 6 – Planta alta).....	54
Gráfico 28: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 36 – Planta baja).	55
Gráfico 29: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 36 – Planta alta).	55
Gráfico 30: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 36 – Planta baja)	56
Gráfico 31: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 36 – Planta alta).....	56
Gráfico 32: Carta bioclimática de Givoni para viviendas estudiadas en base a temperatura media y humedad relativa media (Período caluroso). Rojo – Vivienda 17, Verde – Vivienda 21, Azul – Vivienda 6, Amarillo – Vivienda 36.....	59
Gráfico 33: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta baja)	63
Gráfico 34: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta baja)	63
Gráfico 35: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta alta)	64
Gráfico 36: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta alta)	64
Gráfico 37: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta baja)	66
Gráfico 38: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta baja)	66
Gráfico 39: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta alta)	67
Gráfico 40: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta alta)	67

Gráfico 41: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta baja).	69
Gráfico 42: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta baja).	69
Gráfico 43: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta alta).	70
Gráfico 44: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta alta).	70
Gráfico 45: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta baja).	72
Gráfico 46: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta baja).	72
Gráfico 47: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta alta).	73
Gráfico 48: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta alta).	73
Gráfico 49: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 17 – Planta baja).	75
Gráfico 50: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 17 – Planta alta).	75
Gráfico 51: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 21 – Planta baja).	76
Gráfico 52: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 21 – Planta alta).	76
Gráfico 53: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 6 – Planta baja).	77
Gráfico 54: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 6 – Planta alta).	77
Gráfico 55: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 36 – Planta baja).	78
Gráfico 56: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 36 – Planta alta).	78
Gráfico 57: Niveles de iluminación natural (Vivienda 17 – Planta baja).	80

Gráfico 58: Niveles de iluminación natural (Vivienda 17 – Planta alta).	80
Gráfico 59: Niveles de iluminación natural (Vivienda 21 – Planta baja).....	82
Gráfico 60: Niveles de iluminación natural (Vivienda 21 – Planta alta).	82
Gráfico 61: Niveles de iluminación natural (Vivienda 6 – Planta baja).....	85
Gráfico 62: Niveles de iluminación natural (Vivienda 36 – Planta baja).....	87
Gráfico 63: Niveles de radiación solar (Vivienda 17 – Planta baja).	90
Gráfico 64: Niveles de radiación solar (Vivienda 6 – Planta baja).	90
Gráfico 65: Niveles de humedad superficial (Vivienda 17 – Planta baja).	91
Gráfico 66: Dormitorio principal (Vivienda 17 – Planta alta).....	92
Gráfico 67: Termográfica dormitorio principal (Vivienda 17 – Planta alta).....	92
Gráfico 68: Cocina-comedor (Vivienda 21 – Planta baja).	92
Gráfico 69: Termográfica cocina-comedor (Vivienda 21 – Planta baja).	92
Gráfico 70: Estar (Vivienda 6 – Planta baja).	92
Gráfico 71: Termográfica estar (Vivienda 6 – Planta baja).	92
Gráfico 72: Protecciones exteriores presentes en todas las áreas vidriadas.	94
Gráfico 73: Planta de conjunto con propuesta de cambio de orientación y forma.	96
Gráfico 74: Ejemplo abertura para ventilación por efecto chimenea que aprovecha el vano que conecta planta baja y alta. (Vivienda 21).	99
Gráfico 75: Planta de conjunto con forestación proyectada.....	102
Gráfico 76: Corte con propuesta de mejora en aislación térmica.....	104

Índice de tablas

Tabla 1: Datos del clima de Salto. Mes más caluroso y más frío. Fuente: FADU - Repartido Acondicionamiento Térmico N° 1 (p. 27).	27
Tabla 2: Valores de referencia de transmitancia media de los cerramientos opacos para las primeras decisiones de diseño. Fuente: FADU - Acondicionamiento Térmico. Capítulo “El comportamiento térmico de los ambientes”. (p. 6).	30
Tabla 3: Valores máximos admisibles de transmitancia media exigidos para los cerramientos opacos para la Intendencia de Montevideo. Fuente: Reglamentación térmica para la Intendencia de Montevideo....	32
Tabla 4: Propiedades materiales de muro exterior.	35
Tabla 5: Propiedades materiales de voladizo en planta alta.	36
Tabla 6: Propiedades materiales de cubierta superior.	37
Tabla 7: Datos generales de las viviendas estudiadas.	42
Tabla 8: Humedad relativa promedio de máximas y mínimas medias, y humedad relativa media de cada una de las viviendas monitoreadas (Período frío).	46
Tabla 9: Temperatura promedio de máximas y mínimas, temperatura media, amplitud y amortiguación de cada una de las viviendas monitoreadas (Período frío).	46
Tabla 10: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y desconfort para período frío (Vivienda 17 – Planta baja).	47
Tabla 11: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y desconfort para período frío (Vivienda 17 – Planta alta).	47
Tabla 12: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y desconfort para período frío (Vivienda 21 – Planta baja).	49
Tabla 13: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y desconfort para período frío (Vivienda 21 – Planta alta).	49
Tabla 14: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y desconfort para período frío (Vivienda 6 – Planta baja).	52
Tabla 15: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y desconfort para período frío (Vivienda 6 – Planta alta).	52
Tabla 16: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y desconfort para período frío (Vivienda 36 – Planta baja).	54
Tabla 17: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y desconfort para período frío (Vivienda 36 – Planta alta).	54

Tabla 18: Porcentaje de horas en confort de todas las viviendas en planta baja y alta.....	57
Tabla 19: Propiedades ventilación natural (Vivienda 17 – Planta baja y alta).....	59
Tabla 20: Propiedades ventilación natural (Vivienda 21 – Planta baja y alta).....	59
Tabla 21: Propiedades ventilación natural (Vivienda 6 – Planta baja y alta)	59
Tabla 22: Propiedades ventilación natural (Vivienda 36 – Planta baja y alta).....	59
Tabla 24: Temperatura promedio de máximas y mínimas, media y amplitud de cada una de las viviendas monitoreadas (Período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración).	60
Tabla 25: Temperatura promedio de máximas y mínimas, media y amplitud de cada una de las viviendas monitoreadas (Período caluroso con uso de sistemas de refrigeración).	61
Tabla 26: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y discomfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta baja).	62
Tabla 27: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y discomfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta alta).	62
Tabla 28: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y discomfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta baja).	65
Tabla 29: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y discomfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta alta).	65
Tabla 30: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y discomfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta baja).	68
Tabla 31: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y discomfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta alta).	68
Tabla 32: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y discomfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta baja).	71
Tabla 33: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y discomfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta alta).	71
Tabla 34: Porcentaje de horas en confort de todas las viviendas en planta baja y alta (Con y sin uso de sistemas complementarios).	74
Tabla 35: Factor de forma para cada una de las viviendas estudiadas.	93
Tabla 36: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período frío (Vivienda 17).	97
Tabla 37: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 17).	97

Tabla 38: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período frío (Vivienda 6).	98
Tabla 39: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 6)	98
Tabla 40: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período frío (Vivienda 36).	98
Tabla 41: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).	98
Tabla 42: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de ventilación natural para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 17).	100
Tabla 43: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de ventilación natural para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 21).	100
Tabla 44: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de ventilación natural para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 6)	100
Tabla 45: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de ventilación natural para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).	101
Tabla 46: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de vegetación para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).	103
Tabla 47: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de vegetación para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).	103
Tabla 48: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de vegetación para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).	103
Tabla 49: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período frío (Vivienda 17).	105
Tabla 50: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 17).	105
Tabla 51: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período frío (Vivienda 21).	105
Tabla 52: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 21).	105
Tabla 53: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período frío (Vivienda 6).	106
Tabla 54: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 6).	106

Tabla 55: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período frío (Vivienda 36).	106
Tabla 56: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).	106
Tabla 57: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño para planta baja y alta en período caluroso y frío (Vivienda 17, 21, 6 y 36).	107

Resumen

El aumento en la demanda energética en todos los sectores de consumo, en post de un confort cada vez más generalizado, conlleva como desafío un uso ambientalmente sostenible y racional de la misma. En este sentido, el auge de la modalidad cooperativa por ayuda mutua para la construcción de viviendas y el imperante rol social que la misma tiene, exige cada vez más ciertos niveles de confort que se deben lograr utilizando estrategias que permitan un ahorro energético.

En este trabajo se propone el estudio del comportamiento termoenergético de viviendas de una cooperativa por ayuda mutua, para evaluar aquellas estrategias de diseño pasivo que han sido empleadas y su incidencia en el confort y la eficiencia energética. Además, se propone ofrecer otras estrategias que lleven a ese objetivo.

En ese camino, se analizan las diferentes normativas existentes en Uruguay y otros países para evaluar su avance. También se describe el rol de los actores principales que participan en esta modalidad: el proyectista y los cooperativistas. Así mismo, se observaron, midieron y analizaron en viviendas de una cooperativa en la ciudad de Salto, registros como: humedad y temperatura, pérdidas y ganancias a través de los cerramientos, niveles de iluminación natural, niveles de radiación solar, niveles de humedad superficial, uso de imágenes termográficas, simulaciones informáticas, entre otros. Además, se incorpora el análisis de otras propuestas de diseño no contempladas en el caso de estudio como: la orientación y forma, ventilación natural, uso de vegetación y la aislación térmica.

Como resultado se observa que las estrategias ya empleadas no son deficientes, pero se pueden mejorar, siendo la orientación y la forma la estrategia que más incide en el confort térmico. Aunque existen otras estrategias complementarias que también contribuyen, pero en menor medida.

Palabras Clave: *Confort térmico, cooperativa de vivienda, eficiencia energética, estrategias de diseño.*

Capítulo 1

Introducción e información general

1.1 Fundamentación del tema

El sistema cooperativo de vivienda por ayuda mutua es responsable de la construcción de cerca de doce mil viviendas para sectores populares, alrededor de otras mil cuatrocientas están en ejecución y más de seis mil familias, agrupadas en alrededor de doscientas cooperativas, esperan obtener su crédito para iniciar el mismo camino. Estos números podrían sin duda ser mucho mayores si el sistema cooperativo no hubiera estado prácticamente interdicto durante casi quince años. Aun así, adquieren dimensión cuando se considera que el déficit habitacional absoluto en el Uruguay se calcula en unas ochenta mil viviendas. (Nahoum, 2013).

El sostenido crecimiento económico del Uruguay de los últimos años ha incidido sensiblemente en la expansión de la demanda energética de todos los sectores de consumo. Se plantea el desafío de consolidar dicha expansión de manera ambientalmente sostenible, con un enfoque ético y una visión intergeneracional, que contemple las necesidades del país a largo plazo. El ahorro de energía supone limitar su uso, mientras que la eficiencia energética (EE) implica su optimización. “Para esto, es necesario desarrollar políticas integradas, por un lado, para aumentar responsablemente la oferta energética y por el otro para disminuir eficientemente la demanda.” (MIEM, Plan Nacional de Eficiencia Energética 2015-2024, 2015).

Por lo antedicho, surgió el interés por realizar un estudio del comportamiento termoenergético de una Cooperativa de Vivienda por Ayuda Mutua en la ciudad de Salto. A través del mismo, se realizó un análisis de las diferentes estrategias de diseño pasivo aplicadas para evaluar su incidencia en el confort térmico y se buscó proponer nuevas estrategias que permitan mejorar la eficiencia energética pensando también en la viabilidad económica de las mismas y que puedan ser implementadas en los diferentes proyectos.

1.2 Descripción de la propuesta

La propuesta de este Proyecto Final de Carrera, consiste en el estudio y análisis del comportamiento termoenergético de cuatro tipologías de vivienda de una cooperativa por Ayuda Mutua, ubicada en la ciudad de Salto.

Dicho estudio se realiza por medio del monitoreo del comportamiento higrotérmico, lumínico, entre otros. Para ello se realizará un trabajo de campo, donde se utilizarán diferentes equipos y programas informáticos de estudio y seguimiento de diferentes variables.

Una vez finalizadas las mediciones se analizarán los resultados obtenidos, y se tratará de visualizar las deficiencias y/o fortalezas que se presentan en cuanto al confort.

1.3 Preguntas de investigación

- ¿Se han aplicado estrategias de acondicionamiento térmico pasivo en este conjunto de viviendas? Si no se aplicaron; ¿cuál fue la razón? Si se aplicaron; ¿qué beneficios aportaron?; ¿eso llevó a un mayor costo de la obra?
- ¿Hay otras estrategias de acondicionamiento térmico que se podrían aplicar desde la etapa de diseño de las viviendas?; ¿cuáles serían y que costo generan?

1.4 Objetivos

- **General:** Estudiar el comportamiento termoenergético y evaluar las estrategias de acondicionamiento pasivo aplicadas y propuestas en viviendas cooperativas ubicadas en la ciudad de Salto.
- **Específicos:**
 - Analizar el comportamiento térmico de cuatro tipologías de vivienda de la cooperativa por medio de su monitoreo.
 - Evaluar posibles estrategias de diseño pasivo aplicadas.
 - Analizar que otras estrategias podrían haber sido incorporadas y las razones por las cuales no se aplicaron.
 - Proponer otras estrategias en el diseño de la vivienda cooperativa y evaluar qué beneficios aportan.

Capítulo 2

Estado del arte y marco teórico

2.1 Estado del arte

La eficiencia energética en las edificaciones es cada vez más importante, ya que las decisiones que se tomen al momento del diseño de un proyecto, van a condicionar su desempeño termoenergético durante su vida útil. Lo cual va a permitir bajar los gastos de uso y mejorar las condiciones para el cuidado del medio ambiente.

En el presente trabajo, se describe en qué consisten los estudios que algunos autores realizan respecto a la temática planteada.

2.1.1 Antecedentes

El principal objetivo en la mayoría de los estudios encontrados es la búsqueda de la mejora del confort térmico, haciendo uso de las diferentes estrategias de diseño bioclimático que contribuyen a la Eficiencia Energética.

- Filippín, Flores, Mazzocco y Sulaiman (2018), estudian el comportamiento térmico-energético de una vivienda social en la región central de Argentina, con el objetivo de evaluar energéticamente la vivienda y obtener un modelo termo físico a través de la simulación informática de la misma, para proponer su rehabilitación.

- Davis, Martínez, Taboada (2018), realizan una evaluación de impacto sobre el efecto de la instalación de dos paquetes de eco-tecnologías en el consumo de electricidad y el confort térmico en viviendas de interés social en el municipio de García, Nuevo León, México. La evaluación se basa en la comparación entre viviendas de tratamiento con paquetes de eco-tecnologías y sin esos paquetes de eco-tecnologías, en donde todas son idénticas en sus dimensiones, incluyendo tamaño, orientación, materiales de construcción y habitantes.

- Alías y Jacobo (2011), exponen la evaluación del comportamiento termo energético de viviendas de interés social; tanto estatales como privadas, de diseño convencional de mampuestos en las localidades de Corrientes y Resistencia, Argentina, estudiando el grado de bienestar de los usuarios y el ahorro de energía producido al materializar la envolvente mediante panelería de madera de bosques cultivados con manejo sustentable del nordeste argentino, además de la incidencia de variables tales como la orientación, la forma y el emplazamiento.

Buscando conocer como las modificaciones en el diseño de la envolvente generan importantes diferencias en el consumo energético final de la vivienda y buscando determinar cuáles son las estrategias de optimización de las variables consideradas en el diseño de viviendas ubicadas en una zona con un clima cálido y húmedo.

- Esteves, Filippín y Mercado (2010), evalúan la calidad térmico-energética de una vivienda social en la ciudad de Mendoza, Argentina, por medio de mediciones in-situ en condiciones de uso real, realizando por medio de un balance el requerimiento energético necesario y una simulación informática en donde se ajustó el modelo y se ensayaron mejoras de aplicación fácil y económicas.

- Bustamante (2009), desarrollo una “Guía de Diseño para la Eficiencia Energética en la Vivienda Social” en Chile, con una serie de recomendaciones de diseño bioclimático para las mismas, luego de que en los últimos años se han elevado los estándares mínimos de acondicionamiento térmico que deben cumplir las edificaciones en dicho país.

- Montaner y Muxí (2006), plantean un análisis del estado de una muestra de proyectos ya realizados de vivienda colectiva en España; tanto pública como privada, teniendo en cuenta las nuevas complejidades sociales actuales, en donde se plantean cuatro conceptos claves para el estudio sobre las viviendas: sociedad, ciudad, tecnología y recursos.

En Uruguay, se encontraron dos estudios de interés referidos a la temática planteada:

- Gerwer (2014), en un primer estudio, aborda la evaluación del desempeño energético de viviendas de interés social concebidas con diversos sistemas constructivos en Montevideo, Uruguay, donde a través de simulaciones energéticas y análisis financieros se evalúa la rentabilidad de la incorporación de eficiencia energética. Proponiéndose un modelo de análisis para el estudio de otras soluciones.

- Alonso, Bozzo, Calone, Nahoum, Recalde y Tedros (2013), en un segundo estudio, realizan una evaluación posocupación de diferentes aspectos (confort térmico, acústico, seguridad estructural, apropiación, inversión, costo de mantenimiento, etc.) para distintos sistemas constructivos, aplicados a diversos conjuntos habitacionales realizados en Uruguay por el MVOT entre los años 1993 a 2002.

2.2 Marco teórico

En la concepción de la vivienda colectiva¹ actual, de interés social², nos encontramos con una variedad de nuevos aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de proyectar. Las composiciones familiares son mucho más diversas, los espacios sin discriminación de género ni jerarquía están mucho más presentes, se considera necesaria la utilización de tecnologías constructivas adecuadas a lo disponible y lo económico, así como también se debe pensar en los materiales y la innovación. Los recursos del plantea son limitados y las viviendas deben tener el menor impacto posible sobre el entorno. La ventilación, las orientaciones, el asoleamiento, etc. son factores que se deben tener en cuenta al momento de diseñar para esta nueva sociedad en la que vivimos.

2.2.1 Vivienda social y eficiencia energética

En el presente estudio, se abarcan diferentes lugares geográficos del mundo, en donde se analiza a la vivienda social desde varias perspectivas y como ha sido la evolución del concepto de eficiencia energética aplicado a las mismas.

Nos centraremos en lo que hace a la importancia de la vivienda social, tanto desde el punto de vista histórico en cada lugar, es decir, como se desarrollan los planes a nivel territorial, quienes son los actores involucrados, como es el modelo de gestión y planificación, etc., así como, en lo que hace énfasis en las estrategias relacionadas a la eficiencia energética, en donde se trata de exponer las diferentes estrategias, planes, políticas, etc. que desarrollan muchos países en relación a la temática.

- Europa

La Vivienda Social Europea a nivel histórico, tiene sus orígenes en el éxodo del campo a la ciudad, producto del avance de la industrialización en diferentes países durante distintos períodos, donde se acentúa que siempre aparecía el problema de la vivienda y la aparición de las denominadas “infraviviendas” y, por ende, lo que da al surgimiento de las primeras políticas de vivienda y de organizaciones sociales que buscaban dar respuesta a estos problemas (Moya, 2008).

El autor toma como ejemplo de estudio a Alemania, Francia y Países Bajos por su larga trayectoria en políticas de vivienda social, que desde comienzos del S XX fueron pioneros en el

¹ Es la que resulta del agrupamiento de muchas unidades de vivienda, que conlleva la generación de una vida en común con nuevos ámbitos de asociación doméstica y comunitaria.

² Es un término que refiere a la vivienda que está a cargo y es de propiedad estatal, de una organización sin fines de lucro, de una combinación de ambas, etc. en donde el objetivo principal es proveer vivienda de fácil accesibilidad económica.

área, donde se destacaba la fuerte presencia estatal en cuanto a lo que hace a la planificación urbana, barrial y a la vivienda con sus condiciones mínimas, como por ejemplo la ventilación, tamaño de los espacios, iluminación, etc. ya desde dicha época, pasando por diferentes períodos, desde las guerras mundiales, hasta períodos de reducción de la intervención estatal durante finales de siglo en la política pública de vivienda social. Hasta llegar a el planteamiento contemporáneo de las nuevas transformaciones familiares y de convivencia, donde se reclama viviendas en bloque multifamiliar, generalmente de alquiler y en un entorno urbano consolidado, contrario a políticas que muchos países europeos aplican, de ocupaciones masivas en zonas suburbanas y que tienden a la modalidad de propiedad.

A nivel de la vivienda social europea, se denota una importancia por la participación de los usuarios, no solo en la organización, sino que, interviniendo directamente en el proyecto, aportando ideas, frenando otras no compartidas, todo desde el comienzo de la planificación. Con la generación de una importante relación de comunidad entre los usuarios.

En lo que hace a la materialidad de las viviendas sociales, se requieren sistemas constructivos que logren la construcción en masa; como los prefabricados, para poder cumplir con los diferentes programas, aunque cada país experimenta con diferentes materiales y técnicas constructivas. Se comienza, además, con la búsqueda de regenerar los tejidos históricos de algunas ciudades, buscando el aprovechamiento de los espacios interiores de la vivienda, con la utilización de tabiques móviles y puertas correderas.

Este autor también describe la incorporación de la eficiencia energética como parte de la normativa de la vivienda social en la Unión Europea, fomentando soluciones en cuanto al manejo de las orientaciones y la ventilación, desarrollando soluciones que permitan tener un mejor control higrotérmico de los materiales y mejorando el rendimiento de los sistemas activos, compatibilizándolos con los de consumo de energías renovables. Todo esto, como parte de la fuerte apuesta de la Unión Europea por medio de algunos tratados de dar una respuesta al deterioro que viene sufriendo el medio ambiente.

- **Australia**

Comenzando por una descripción histórica de la actuación estatal en este tema, durante los períodos de posguerra, había importantes inversiones en programas de vivienda social por parte del estado, que han ido cayendo en decadencia en cantidad y calidad en favor de una apertura hacia un mercado libre de la misma a lo largo de las últimas décadas, lo que, ha acarreado una difícil accesibilidad dentro del mundo desarrollado para este país (Arman, Chileshe, Pullen, Wilson, Zillante, Zuo, 2010).

En lo que respecta a la eficiencia energética, la vivienda sostenible tiene costos adicionales, y menor aceptabilidad social, según dichos autores debido a “factores estructurales y culturales”, sumado a que las viviendas existentes, construidas durante la posguerra, se le prestaba poca atención al tema del confort y podrían convertirse en insostenibles ambientalmente a largo plazo.

- **Canadá**

La vivienda social en Canadá es menos del 6% del stock de viviendas disponibles. El sector opera impulsado por el mercado para la provisión, asignación y mantenimiento de viviendas, con un apoyo gubernamental limitado. Alrededor de un tercio de las viviendas sociales son de propiedad pública, el 12% son viviendas cooperativas y el resto es propiedad y está administrado por una amplia gama de organizaciones de vivienda sin fines de lucro.

En el último año, gran cantidad de proyectos de vivienda social existentes se han beneficiado de asignación para renovación y modernización de viviendas sociales existentes bajo el Canada's Economic Action Plan, aunque varios proveedores de viviendas sociales consideran que las mejoras en la eficiencia energética son costosas y, en algunos casos, no son factibles. La dificultad para cubrir los costos iniciales de tecnologías avanzadas como el almacenamiento térmico eléctrico, o la dificultad de implementar la calefacción geotérmica en el stock de viviendas sociales existentes ejemplifican los desafíos. Además, aspirar a lograr estándares que cumplan por ejemplo con la certificación LEED (Leadership in energy and environmental design), generalmente aumenta los costos de capital lo que hace aún más difícil recuperar los costos a través de las rentas.

Pese a esto, como resultado de las iniciativas de financiación federales y provinciales, desde 2009 se han realizado la construcción de gran cantidad de proyectos para personas de la tercera edad de bajos ingresos y personas con discapacidades, así como la renovación de otra gran cantidad de proyectos de viviendas sociales existentes en todo el país. Las medidas de implementación para la eficiencia energética en estos proyectos han incluido aislamiento, mejoras en el diseño y materiales de techos, mejoras en la ventilación, reemplazo de calderas, mejoras en la modernización de la iluminación, instalación de nuevos electrodomésticos eficientes en el consumo de energía y baños eficientes en el consumo de agua, entre otras medidas. (Tsenkova, Youssef, 2011).

- América Latina

En América Latina, las políticas públicas de vivienda tuvieron un importante desarrollo en el período anterior y posterior a la Segunda Guerra Mundial, en el momento de mayor fortalecimiento de los Estados nacionales, constituyendo así a la vivienda social como uno de los elementos más característicos de las ciudades latinoamericanas. Sobre todo, en la batalla contra las viviendas insalubres producto de procesos de industrialización que tuvieron lugar en la región a finales del S XIX y comienzos del S XX, debido a la incapacidad del poder público por responder a esta necesidad. En donde, además, esta formación de asentamientos, estará acompañada de importantes procesos de proletarianización. Las primeras políticas habitacionales estuvieron asociadas al fuerte impulso de industrialización mencionado anteriormente, y, por lo tanto, al cambio cultural que ello implicaba, es decir, la migración hacia las grandes urbes (migración campo-ciudad), que tuvo su máxima expresión en los años centrales del S. XX. Y es en este momento, cuando los asentamientos informales constituyen el principal problema urbano de las ciudades latinoamericanas. Sin embargo, las políticas neoliberales de fines de Siglo, no traerán una situación más alentadora a las ya precarias soluciones estatales que se venían acarreado. (Solares, 1999).

Respecto a la temática de la Eficiencia Energética, Chile es el que tiene como principal novedad institucional la puesta en operación de la Agencia Nacional de Eficiencia Energética en el año 2010, en el marco de la creación del Ministerio de Energía. Esta situación venía precedida desde el año 2005, cuando el gobierno chileno comenzó a desempeñar un papel de vanguardia en la promoción y el desarrollo de la eficiencia energética en la región. Esto se reflejó en la inclusión de la eficiencia energética como uno de los elementos centrales de la política del Gobierno en materia de energía y en la creación del Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), que fue el antecedente inmediato a la Agencia Chilena de Eficiencia Energética. Posteriormente, este país, desarrolló un programa de etiquetado para viviendas nuevas y logró reacondicionar térmicamente 10.000 viviendas sociales, lo que empujó el nacimiento de un mercado de servicios y tecnologías en este ámbito. (Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe: avances y desafíos del último quinquenio. Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL, 2013).

En dicho documento, también se plantea que el resto de países latinoamericanos, todavía no cuentan con políticas definidas en la materia, pero si, han comenzado un proceso de compromiso y elaboración de diferentes proyectos.

- Uruguay

En Uruguay a mediados del S XX eran varios los organismos públicos que construían viviendas, el principal era el Instituto Nacional de Viviendas Económicas; que funcionaba desde 1939, también lo hacían el gobierno municipal de Montevideo, el Banco Hipotecario del Uruguay (BHU), la Comisión Nacional de Damnificados por las Inundaciones de 1959, entre otros. Pero en comparación con los particulares, equivalía a 1 vivienda construida por el estado, cada 25 que construían los privados, lo cual refleja la poca inversión estatal respecto al problema habitacional de esa época, ya que los créditos no llegaban a los sectores de ingreso más bajo ni a las viviendas más modestas. Comienza entonces a visualizarse la presencia de los llamados “cantegriles”, que en otros países de la región se presentaban en grandes aglomeraciones marginales (“favelas” brasileñas, “callampa” chilena, o la “villa miseria” bonaerense), sumado a que muchas viviendas ni siquiera cumplían con condiciones mínimas confort (Terra, 1969).

- Cooperativas de vivienda

A partir de la aprobación a fines de 1968, de la Ley 13.278, conocida como “Ley de Vivienda”, que otorgaba financiamiento público para que grupos de familias con necesidades de vivienda, pudieran construirlas sin la participación de intermediarios, intentando dar respuesta a la problemática existente, desarrollando principalmente el movimiento cooperativo de vivienda.

En esta nueva ley, se aporta una regulación jurídica moderna de las cooperativas de vivienda, ya que, en primer lugar, se las define y reconoce como una modalidad específica y se establecen diversos tipos de cooperativas de vivienda. El artículo 130 de dicha ley, define a las cooperativas de vivienda como “aquellas sociedades que, regidas por los principios del cooperativismo, tienen por objeto principal proveer de alojamiento adecuado y estable a sus asociados, mediante la construcción de viviendas por esfuerzo propio, ayuda mutua, administración directa o contratos con terceros y proporcionar servicios complementarios a la vivienda”. (Agencia Española de Cooperación Internacional, Intendencia Municipal de Montevideo, Junta de Andalucía, 1999).

En lo que respecta a las Cooperativas de Ayuda Mutua, esta publicación, las describe como aquellas que utilizan durante la construcción el trabajo comunitario de sus socios bajo la dirección técnica de la cooperativa, que, a diferencia de otras modalidades cooperativas, en este caso, el socio y su grupo familiar aportan el trabajo de forma comunitaria para construir los conjuntos de vivienda, es decir que son construidas entre todos en un régimen de trabajo comunitario. En sus distintas instancias, estas, se fueron articulando en una organización, La

Federación Unificadora de Cooperativas de Vivienda por Ayuda Mutua (FUCVAM), quien asumió la representatividad del movimiento ante diferentes autoridades públicas y privadas.

En la actualidad, este programa se ejecuta por medio de un préstamo para la construcción de las viviendas, que se complementa con el aporte de las familias (trabajo o ahorro) y subsidio a la cuota, revisable y renovable. Instrumento que se aplica durante el período de amortización del préstamo con el objetivo de asegurar la permanencia de las familias en sus viviendas (Plan Quinquenal de Vivienda 2015-2019, MVOT, 2015).

Con la aprobación de la Ley de Vivienda en 1968 como se mencionó anteriormente, se implementan los Institutos de Asistencia Técnica a las Cooperativas (IAT), estas organizaciones están constituidas por equipos interdisciplinarios de profesionales, cuyo objetivo es el asesoramiento técnico en todos los aspectos que requieran los grupos cooperativos de vivienda para llevar cabo su objetivo. También se explica en la ley, que todas las cooperativas deben tener un contrato con un IAT y los servicios a brindar por parte de los mismos.

- Eficiencia energética

En Uruguay, en el año 2009, se aprobó la ley N° 18.597 de Uso Eficiente de la Energía, que declara de interés nacional el uso eficiente de la energía con el propósito de contribuir con la competitividad de la economía nacional y el desarrollo sostenible del país. La misma, constituye el marco jurídico-institucional para el desarrollo de una política de eficiencia energética y establece, entre otras cosas, la elaboración del Plan Nacional de Eficiencia Energética y la definición de una Meta de Energía Evitada, logrando consolidarse como un importante instrumento para impulsar y alcanzar los objetivos planteados para el país.

Respecto a la demanda de energía uno de los objetivos para el país es “promover la Eficiencia Energética en todos los sectores de la actividad nacional (industria, construcción, transporte, agro, hogares, etc.) y para todos los usos de la energía (iluminación, electrodomésticos, vehículos, etc.) mediante un mejor uso de los recursos energéticos, sin tener que disminuir los niveles de producción, el confort y la atención de todas las necesidades cotidianas, impulsando un cambio cultural en relación a los hábitos de consumo, a través del sistema educativo formal e informal” (Política Energética 2005-2030, MIEM).

En los últimos años se ha tenido un crecimiento económico continuo, lo que ha incidido en la demanda energética en muchos sectores de consumo. El consumo final energético del sector residencial para el año 2018 fue de 822 ktep (tonelada equivalente de petróleo),

representando un 18% del consumo total de los diferentes sectores a nivel país, siendo un 2% superior al año anterior (Balance Energético Nacional, MIEM, 2018).

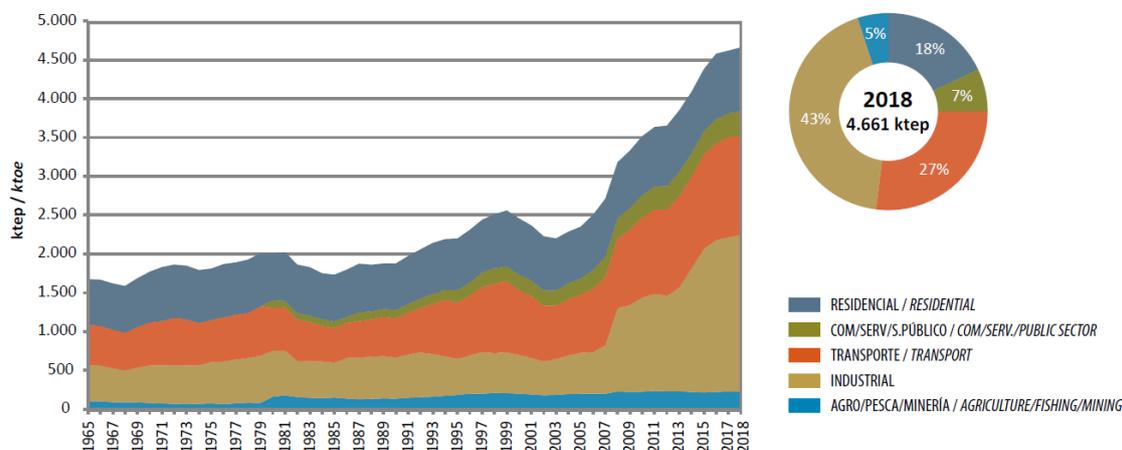


Gráfico 1: Consumo final energético por sector. Fuente: Balance Energético 2018 (MIEM).

Por este motivo, el desafío asumido es “consolidar dicha expansión de manera ambientalmente sostenible, con un enfoque ético y una visión intergeneracional, que contemple las necesidades del país a largo plazo”. Para ello, se han comenzado a desarrollar algunas políticas que permitan por un lado aumentar la oferta energética y por otro, disminuir eficientemente la demanda, en donde, “el ahorro de energía supone limitar su uso, la eficiencia energética (EE) implica su optimización” (Plan Nacional de Eficiencia Energética 2015-2024, MIEM).

En lo que a edificaciones se refiere, como se detalla en el Plan Nacional de Eficiencia Energética, hay varios avances en lo que tiene que ver con la Eficiencia Energética en Uruguay, como, por ejemplo: las viviendas de financiación pública del MVOT, el plan de promoción de la Vivienda de Interés Social (VIS), el Reglamento de Aislación Térmica y Modelo de Sustentabilidad Ambiental de la Vivienda de la Intendencia de Montevideo, aunque aún hay muchas acciones por desarrollar. También es importante recalcar que las exigencias de Eficiencia Energética, son competencia exclusiva de los Gobiernos Departamentales, y que son estos los que finalmente determinan cuales son.

Hasta hace poco tiempo de realizado este trabajo, no existía una unanimidad de criterios en Uruguay sobre las condiciones mínimas con las que debe contar una vivienda y cada departamento se regía por sus propios decretos departamentales. Por este motivo en 2016, se presentó ante el Congreso de Intendentes el documento final de la “Normativa Nacional de

Edificación sobre Higiene de la Vivienda, una normativa de alcance nacional formada a partir de acuerdos y consensos entre las diferentes intendencias departamentales, lo que permite disponer de una norma rectora igual en todo el territorio y que luego de la aprobación por las diferentes juntas departamentales pueda ser aplicada.

Dicho documento, logró un avance en cuanto a unificar criterios, pero no llegó a contemplar las exigencias que presentan los paradigmas contemporáneos respecto a la eficiencia energética.

2.2.2 Confort térmico

El concepto de confort ha ido variando a lo largo de la historia, teniendo diferentes significados en diferentes períodos. Ya que, para un Neandertal de hace 100.000 años, una caverna donde sobrevivir, era su concepto de confort, mientras que en la actualidad sería el equivalente a una vivienda digna³. Por ende, vemos que dicho concepto ha ido cambiando, ya que no solo se compone de factores rígidos y medibles, sino también de otros socioculturales y personales que van volviéndose algo con lo que somos cada vez más exigentes y sensibles.

Dentro de las normativas e investigaciones referidas al confort, encontramos dos modelos o escuelas: el “adaptativo” y el “estático”, que tienen diferentes enfoques y metodologías sobre cómo se debe operar el clima interior de un edificio y por ende tienen implicancias directas sobre el diseño y los medios para lograr un ambiente térmico confortable.

Este trabajo se asentó en el concepto de confort estático, desarrollado por Fanger, en donde se combina las teorías de balance térmico con la fisiología del cuerpo humano y sus diferentes procesos, para determinar un rango de temperaturas de confort en las cuales los ocupantes de un edificio se sienten en confort.

- Factores de diseño bioclimático – Recomendaciones

“Consideraciones como la implantación, orientación, forma, relación entre área opaca y transparente, materiales de construcción a utilizar, son algunos de los aspectos que regulan el comportamiento térmico de los ambientes construidos y por ende el consumo de energía de la edificación” (Aroztegui, 2007).

³ Es aquella vivienda, en donde las personas pueden vivir con seguridad, paz y dignidad (Comité de las Naciones Unidas sobre derechos económicos, sociales y culturales).

- Clima en Uruguay, Salto ciudad

Si tomamos como referencia la clasificación climática de Köppen, a Uruguay le corresponde una clasificación “Cfa”, “C” por ser templado y húmedo, “f” debido a que presenta precipitaciones todo el año y “a”, porque la temperatura del mes más cálido es mayor a 22°C.

La ciudad de Salto se localiza en la zona Norte de Uruguay, en latitud 31.3 S y longitud 57.9 O y una altitud de 33 m. Basándose en la Zonificación Climática UNIT 1026:99, desarrollada por el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, que divide al territorio uruguayo en tres zonas climáticas, a la mencionada ciudad, le corresponde la Zona II b (cálida).

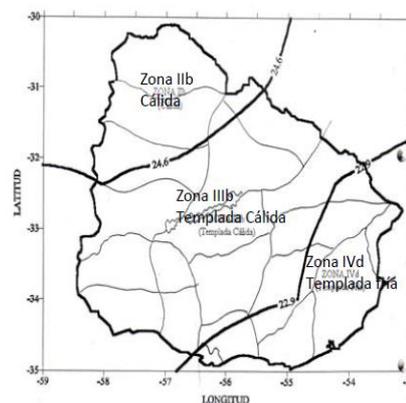


Gráfico 2: Mapa de zonificación climática del Uruguay. Fuente: Norma UNIT 1026:1999.

El rango recomendado de temperatura de confort⁴, con personas en actividad sedentaria en edificios no climatizados, se encuentra entre los 20 y 22°C para el período frío, extendido de 18 a 24°C, y, por otra parte, en lo que respecta al período caluroso, va de 20 a 27°C, con un límite superior que puede llegar hasta los 28°C. En ambos períodos se considera una humedad relativa de entre 40 y 70% (Departamento de Clima y Confort en Arquitectura (DECCA), Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), Uruguay).

En Salto, el porcentaje de horas al año en que hay confort térmico es de 29.8%, mientras que el 70.2% corresponden a horas de desconfort térmico. A continuación se presentan los principales datos del clima de Salto (Ver Tabla 1).

CIUDAD	MES	TEMPERATURAS						HR prom	VIENTO		LLUVIA NUBOSIDAD				
		t _k	t _{xm}	t _m	t _{nm}	t _n	A		dir	v	prom	prom	a	b	c
SALTO	ene.	42,0	31,8	26,2	18,2	8,3	13,6	56	NE	13	116	3,5	18	10	3
	jul.	29,0	17,4	12,5	7,1	-4,8	10,3	73	NE	14	58	4,1	16	9	6

Tabla 1: Datos del clima de Salto. Mes más caluroso y más frío. Fuente: FADU - Repartido Acondicionamiento Térmico N° 1 (p. 27).

⁴ Es el estado de bienestar físico, mental y social (Organización Mundial de la Salud (OMS)).

El proyectista necesita conocer el clima del lugar en donde se construirán sus edificios antes de realizar el proceso de diseño de los mismos, teniendo la misma importancia que el proyecto en sí, para poder hacer frente a las exigencias que hacen a la eficiencia energética y por lo tanto al confort térmico. Por ende, otra herramienta que nos permite conocer el tipo de clima de un lugar y cuáles son las estrategias de diseño a aplicar para aumentar las horas de confort, es la carta bioclimática, desarrollada por Givoni (Ver Gráfico 3).

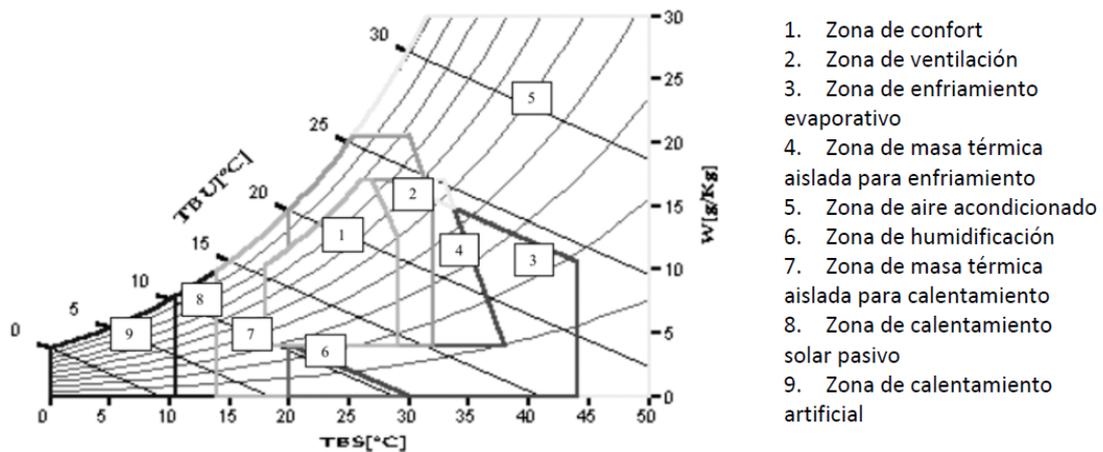


Gráfico 3: Representación de la carta bioclimática de Givoni (1986). Fuente: FADU - Acondicionamiento Térmico. Capítulo "El medio exterior – Clima". (p. 12).

- Ventilación natural

El viento es uno de los aspectos climáticos que más condicionan al confort térmico, el proyectista debe tener en cuenta algunos principios de control del mismo en los diferentes espacios. En Uruguay, predominan los vientos del Noreste con velocidades del orden de 4 m/s y con un máximo medio sobre la costa Suroeste de 7 m/s. También son frecuentes vientos superiores a 30 m/s (Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET)).

“La ventilación es la acción de permitir el paso del aire a través de un local o de un edificio, por lo tanto, ventilar implica renovar el aire, introduciendo aire fresco al local [...]. Mediante la renovación de aire se puede aportar oxígeno para la respiración, eliminar humos de combustión, eliminar olores, eliminar fugas de gases (si los hay), eliminar aire sobrecalentado, evitar condensaciones, así como evitar el síndrome del edificio enfermo. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se ha definido el síndrome del edificio enfermo (SEE) o Sick Building Syndrome (SBS), como un conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en espacios cerrados” (Picción, et al, 2010).

La situación más compleja respecto a la ventilación, se da en las zonas templadas, en donde hay un período frío y uno caluroso, en donde la arquitectura debe adaptarse a las diferentes necesidades según el período. Para el invierno, la única preocupación son las exigencias higiénicas, en donde los flujos de aire deben desplazarse por la zona superior del espacio, para evitar un efecto directo sobre las personas. Mientras que, en verano, las necesidades a satisfacer son tanto higiénicas como térmicas, y la masa de aire se moverá por todo el espacio. También hay que tener en cuenta en este período, que es necesario ventilar en aquellos momentos en que la temperatura exterior es menor que la interior a través de diferentes elementos móviles, como es el caso uruguayo, en donde comúnmente se registran altas temperaturas diurnas y más bajas durante la noche (Rivero, 1988).

- Asoleamiento

La existencia de un período frío y otro caluroso en Uruguay, lleva a la necesidad de conocer cuando un espacio, local o fachada recibe sol o no. Ya que, en verano, buscamos protegernos de la radiación solar y en invierno, queremos ganarla para aprovecharla en el asoleamiento de los diferentes espacios.

El asoleamiento, es el “estudio que nos permite determinar en qué períodos del año y en qué momentos un espacio urbano o los distintos planos de un edificio reciben radiación solar directa [...]. Es necesario conocer en qué momentos, durante cuánto tiempo y qué cantidad de energía reciben los planos para evaluar el desempeño de los espacios y así poder diseñarlos de acuerdo a los parámetros de confort y al uso racional de la energía” (Picción, et al, 2010).

La orientación de las edificaciones es una determinante de gran influencia en las primeras etapas de composición, ya que, las condiciones térmicas dentro de un local no son las mismas en todo el espacio, sino que, entre otras variables, dependen de la orientación de los planos. Para la mayoría de las actividades que se realizan en una vivienda, la orientación Norte; que puede extenderse entre el Noroeste y el Noreste, es la más recomendable para el hemisferio Sur en climas templados con estaciones bien diferenciadas, como el caso en donde se ubica Uruguay, debido a que es el plano que recibe mayor cantidad de energía en invierno y el que menos en verano; con la excepción del orientado al Sur, y además porque durante el verano la radiación solar directa que incide, se puede controlar fácilmente con aleros u otros dispositivos. Al contrario de los planos Este y Oeste, en los que recibimos más energía en verano que en invierno (Rivero, 1988).

- Cerramientos opacos

Los cerramientos opacos conforman, por lo general, la mayor parte de la envolvente del edificio y son la barrera principal frente a los agentes climáticos, por eso, se hace especial hincapié en las propiedades de los mismos para estabilizar y regular las condiciones en el interior.

Para el período frío, es recomendable aprovechar la energía solar que penetra por los por los cerramientos transparentes, para almacenarla en los cerramientos con inercia térmica (masa + aislación), que es la propiedad que indica la capacidad, que tiene la masa de conservar la energía térmica y la velocidad con la que la cede o absorbe. Ésta depende de la masa, del calor específico de sus materiales y del coeficiente de conductividad térmica de estos. Por otra parte, para el período caluroso, los factores que debemos tener en cuenta son: los aportes de energía solar; que es la principal causa del aumento de la temperatura, la ventilación natural; la cual es el principal medio para sacar el calor y enfriar el edificio, y la inercia térmica; la cual nos permite amortiguar y retrasar la onda térmica. (Picción, et al, 2010).

Una forma de conocer cuanto calor se transmite a través de un cerramiento, es tomando como referencia la transmitancia térmica (U) en W/m^2K , y que es la cantidad de calor transmitido del interior al exterior o viceversa, a través de cerramiento cuando existe una diferencia de temperatura entre ambos medios.

Calidad térmica media de los cerramientos opacos	Transmitancia media Uom $W/(m^2K)$
Recomendada	0.85
Regular	1.5
Alta	> 1.5

Tabla 2: Valores de referencia de transmitancia media de los cerramientos opacos para las primeras decisiones de diseño. Fuente: FADU - Acondicionamiento

Térmico. Capítulo "El comportamiento térmico de los ambientes". (p. 6).

Otro factor a tener en cuenta al momento de diseño de los cerramientos opacos, es el que no se generen condensaciones intersticiales, que se dan en el interior de los mismos y da lugar a la descomposición de los materiales y al desarrollo de microorganismos perjudiciales para la salud. Sumado a que, si el cerramiento incluye un material aislante sobre el cual se produce la condensación, su resistencia térmica disminuirá notoriamente, aumentando entonces la cantidad de calor transmitida. Para solucionar este problema, las capas deben ordenarse colocando los materiales aislantes próximos al lado frío del cerramiento (más al exterior), pero si el problema continúa, se debe recurrir a la colocación de otra capa sobre el

lado caliente del cerramiento (más al interior) llamada barrera de vapor, que, por su alta resistencia a la difusión del vapor de agua, controla perfectamente el proceso (Rivero, 1988).

- Cerramientos transparentes

Los vidrios, son los materiales transparentes tradicionales utilizados en las edificaciones, aunque hoy hay una gran cantidad de materiales transparentes utilizados en la construcción. Dichos materiales, son los que permiten la iluminación natural del espacio interior, son los que crean una conexión visual con el exterior, permiten generar calentamiento solar pasivo, y algunos permiten la ventilación.

Los cerramientos transparentes son un punto débil en la envolvente de un edificio, ya que los mismos tienen: una elevada transmisión térmica, dejan pasar fácilmente los ruidos y son más caros que los cerramientos opacos. Todo esto dará lugar a problemas que pueden ir empeorando a medida que las condiciones del medio exterior sean más rigurosas (Rivero, 1988).

Para el período frío, lo más importante es la conservación de la energía, por lo cual debemos analizar todos los aspectos de los cerramientos transparentes que tendrán influencia sobre las pérdidas de energía. La transmitancia (U) será decisiva para conservar energía en los locales. También, el área del cerramiento transparente que tengamos expuesta al exterior es un importante factor a tener en cuenta, ya que, cuanto mayor sea, mayor será la transferencia de calor. Otro aspecto, es la calidad del marco, ya que también intercambia calor entre el interior y el exterior, y tendrá incidencia como puente térmico⁵. Y, por último, la calidad de la abertura en cuanto a la hermeticidad respecto a las infiltraciones de aire (Picción, et al, 2010).

Por otra parte, en lo que refiere al período caluroso; como continúan recomendando el autor mencionado, el objetivo principal es evitar el aporte de energía, por ende, debemos controlar la radiación solar que penetra a través de los cerramientos transparentes, podemos utilizar protecciones solares, ventilación cruzada y masa térmica para refrescamiento. También debemos considerar especialmente el factor solar (Fs), que es la proporción de energía incidente que efectivamente penetra al interior. Además, tenemos que cuidar el área transparente en función de la orientación y del volumen de aire del local. Y, por último, en lo que hace a la iluminación necesaria, los valores recomendados para la realización de diferentes tareas sobre un plano de trabajo, deben encontrarse entre 300 y 500 lux.

⁵ Son aquellos puntos de la fachada o cubierta en los que se transmite más fácilmente el calor que en el resto de la superficie.

2.2.3 Normativas más recientes en Uruguay

Una de las últimas reglamentaciones data del año 2008, que refiere al Reglamento, de subsidio y producto del MVOT, y que establece algunas exigencias constructivas mínimas para los proyectos cooperativos de vivienda. Otra data del año 2016, fecha en la que se presenta ante el Congreso de Intendentes el documento final de la “Normativa Nacional de Edificación sobre Higiene de la Vivienda”, una normativa de alcance nacional formada a partir de acuerdos y consensos entre las diferentes intendencias departamentales.

En ellas, suelen mencionarse nociones que están más relacionadas con conceptos higienistas de la vivienda, llegando a tener en cuenta aspectos como la ventilación o la iluminación con el objetivo de alcanzar determinadas condiciones de salubridad en el ambiente, pero no se avanza en los paradigmas contemporáneos que hacen al confort y a la eficiencia energética. Por ejemplo, respecto a la ventilación natural, se contempla a este aspecto en cuanto a áreas mínimas que deben tener los vanos respecto a las superficies de los locales, a que todas las habitaciones deben recibir aire de espacios abiertos como patios o la vía pública por una cuestión higienista. En materia de asoleamiento, solamente se menciona que los locales de la vivienda deben recibir luz durante algunas horas del día. En cuanto a los cerramientos opacos y transparentes, se establecen valores máximos admisibles de transmitancia térmica para techos y muros exteriores (Ver Tabla 3) y que los cerramientos vidriados exteriores deben ajustarse a valores de transmitancia según la orientación y dimensiones de los mismos, todo esto para el departamento de Montevideo establecido por el Decreto Nº 32717 del año 2008.

Coeficiente de transmitancia térmica (U) máximo admisible	
Techos	0,85 W/m ² K
Muros exteriores	0,85 W/m ² K

Tabla 3: Valores máximos admisibles de transmitancia media exigidos para los cerramientos opacos para la Intendencia de Montevideo. Fuente: Reglamentación térmica para la Intendencia de Montevideo.

Capítulo 3

Hipótesis y descripción de metodología

3.1 Hipótesis

Existen estrategias de acondicionamiento térmico pasivo que pueden ser aplicadas desde la etapa de diseño, para mejorar el desempeño térmico de una vivienda sin un alto sobre costo en una Cooperativa de Vivienda por Ayuda Mutua en la ciudad de Salto.

3.2 Descripción de metodología

En el siguiente apartado se detalla la forma en que se desarrolló el estudio en esta tesis, referido al análisis de las estrategias de diseño pasivo acorde a las pautas planteadas para nuestro clima. En donde el caso de estudio es la Cooperativa de Vivienda por Ayuda Mutua “San José” ubicada en la ciudad de Salto.

Para este estudio se optó por la metodología experimental, de observación, inductivo, cuantitativo. “En la investigación cuantitativa se recogen los datos en contextos que no pueden ser entendidos como naturales. [...] Desde esta perspectiva quien investiga debe mantenerse distanciado de su objeto de estudio para influir lo menos posible en los datos que va a recoger. La observación científica debe tender a la neutralidad. [...] En la investigación cuantitativa la teoría precede a la observación, es previa a las hipótesis y tiene un lugar central, tanto para la definición de los objetivos como para la selección de la estrategia metodológica a utilizar. [...] Se caracteriza por tener un diseño estructurado, secuenciado, cerrado y que precede a la investigación. Consiste en una serie de pasos que deben ser llevados a la práctica en el orden propuesto y no serán modificados sustancialmente a lo largo del desarrollo de la investigación. [...] Importa la representatividad de los datos y la posibilidad de generalizar a la población de referencia. En este caso no interesa comprender al sujeto, sino explicar relaciones entre variables.” (Batthyány, Cabrera, 2011).

Las etapas en las que se estructuró esta investigación se dividen básicamente en cuatro partes: una primera etapa fue la elección de las unidades de viviendas para realizar el estudio. La segunda etapa consistió en la determinación de las magnitudes físicas a monitorear. La tercera, fue el monitoreo de las mismas durante el período crítico de invierno y para el período crítico verano, se utilizó la simulación informática por medio del software Design Builder. Y la cuarta etapa, consistió en la proposición de otras estrategias de diseño pasivo que podrían haber

sido aplicadas desde la etapa de diseño de las viviendas de la cooperativa estudiada, así como el desarrollo de las conclusiones a las que se arribó a partir de las etapas anteriores.

- **Etapa 1 – Caso de estudio**

El caso de estudio es la Cooperativa de Vivienda por Ayuda Mutua “San José” de la ciudad de Salto, ubicada en zona urbana sobre Av. Ferreira Artigas y calle Maciel. Está conformada por 39 viviendas y un salón de usos múltiples, en dos padrones y fue asesorada por el IAT “Salto Oriental”.

Las viviendas se distribuyen de la siguiente manera: 22 viviendas son de 2 dormitorios, 8 son de 3 dormitorios y 9 son de 4 dormitorios. En planta baja se ubican estar, cocina-comedor y lavadero, mientras que en planta alta encontramos dormitorios y baño. 10 viviendas tienen su fachada principal hacia el Norte, 9 hacia el Sur, 10 hacia el Este y 10 hacia el Oeste.



Gráfico 4: Cooperativa de Vivienda COVISANJOSE. Fachadas con vista al oeste.

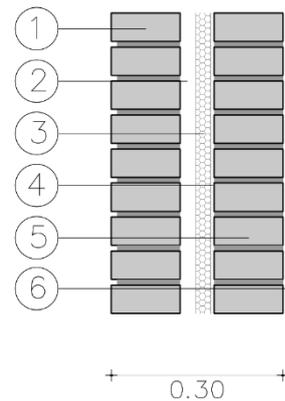


Gráfico 5: Cooperativa de Vivienda COVISANJOSE. Fachadas con vista al este y norte.

El sistema constructivo utilizado es el tradicional, con sus cerramientos verticales opacos en muro doble de ladrillo de campo, con cámara de aire, aislación térmica en poliestireno expandido 3cm y una capa de revoque con hidrofugo. Los cerramientos transparentes son en marco de aluminio con vidrio simple. El cerramiento intermedio es en losa de hormigón armado con terminación en cerámica. El cerramiento superior es liviano en chapa econopanel, con cámara de aire ventilada, lana de vidrio y cielorraso de yeso.

MURO EXTERIOR

- 1 – Ladrillo de campo visto
- 2 – Cámara de aire
- 3 – Aislación térmica poliestireno expandido 3cm
- 4 – Alisado arena y portland con hidrófugo
- 5 – Ladrillo de campo
- 6 – Revoque bolseado pintado

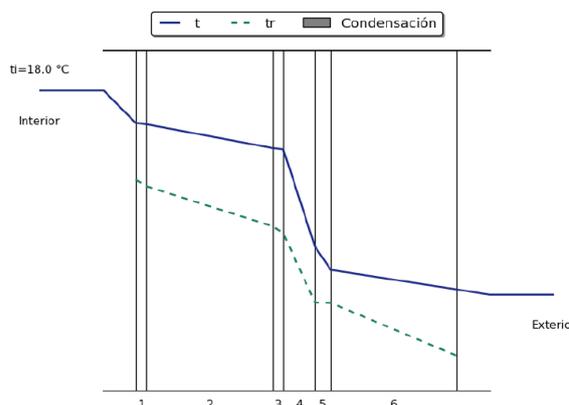


EXT. INT.

Gráfico 6: Detalle muro exterior.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Revoque (densidad 1800)	10.0	1800.0	18.0	1.0	1000.0	1.00E-02	18.0	9.90E-12	1.01E+09	9.90E-10	20.0		BDO
Ladrillo de campo	120.0	1300.0	156.0	0.65	1000.0	0.185	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO
Revoque (densidad 1800)	10.0	1800.0	18.0	1.0	1000.0	1.00E-02	18.0	9.90E-12	1.01E+09	9.90E-10	20.0		BDO
Poliestireno expandido EPS (...)	30.0	30.0	0.9	4.00E-02	1450.0	0.75	1.305	3.30E-12	9.09E+09	1.10E-10	60.0		BDO
Cámara de aire no ventilada ...	15.0			8.33E-02	1008.0	0.18			5.05E+07	1.98E-08		1.00E-02	BDO
Ladrillo de campo expuesto a ...	120.0	1300.0	156.0	0.79	1000.0	0.152	156.0	1.98E-11	6.06E+09	1.65E-10	10.0		BDO

Tabla 4: Propiedades materiales de muro exterior.



Transmitancia Térmica: 0.7 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 348.9 Kg/m²

Espesor: 0.305 m

Gráfico 7: Riesgo de condensación en muro exterior.

VOLADIZO EN PLANTA ALTA

- 1 – Revoque fino
- 2 – Aislación térmica poliestireno expandido 5cm
- 3 – Hormigón armado
- 4 – Ladrillo de campo

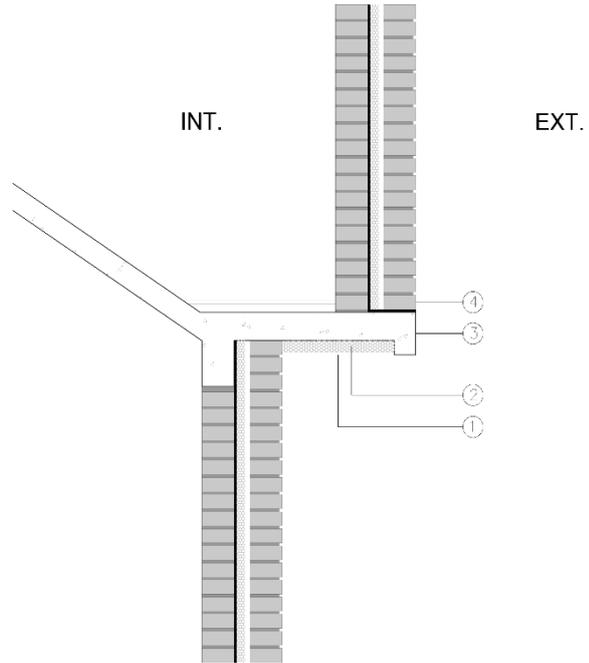
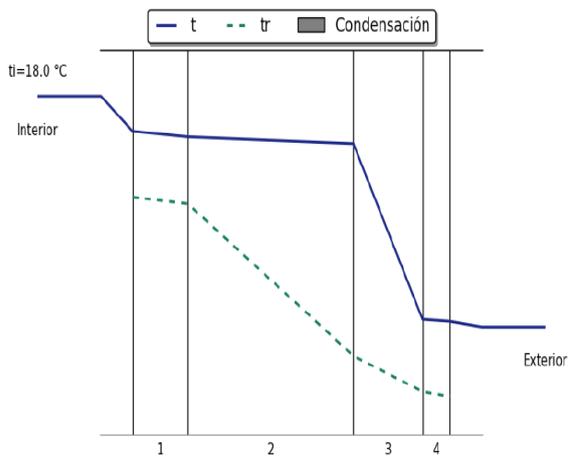


Gráfico 8: Detalle voladizo en planta alta.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Revoque (densidad 1800)	40.0	1800.0	72.0	1.0	1000.0	4.00E-02	72.0	9.90E-12	4.04E+09	2.48E-10	20.0		BDO
Hormigón Armado con 2% de ac.	120.0	2400.0	288.0	2.5	1000.0	4.80E-02	288.0	1.52E-12	7.88E+10	1.27E-11	130.0		BDO
Poliestireno expandido EPS (.)	50.0	30.0	1.5	4.00E-02	1450.0	1.25	2.175	3.30E-12	1.52E+10	6.60E-11	60.0		BDO
Revoque (densidad 2100)	20.0	2100.0	42.0	1.4	1000.0	1.43E-02	42.0	9.90E-12	2.02E+09	4.95E-10	20.0		BDO

Tabla 5: Propiedades materiales de voladizo en planta alta.



Transmitancia Térmica: 0.67 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 403.5 Kg/m²

Espesor: 0.23 m

Gráfico 9: Riesgo de condensación en voladizo.

CUBIERTA SUPERIOR

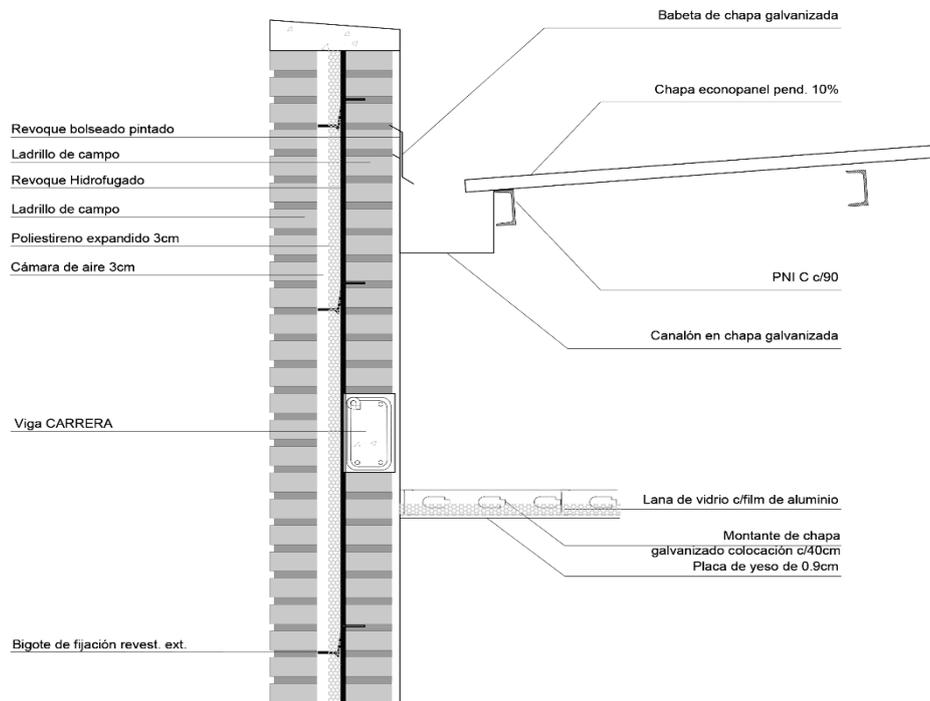
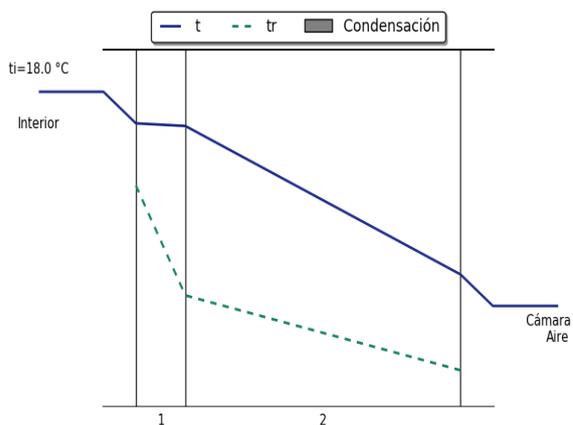


Gráfico 10: Detalle cubierta superior.

	e	ro	M	Lambda	Cp	R	CT	delta	Z	1/Z	mu	Sd	OBS
Yeso (densidad 1200)	9.0	1200.0	10.8	0.43	1000.0	2.09E-02	10.8	1.98E-11	4.55E+08	2.20E-09	10.0		BDO
Lana de vidrio (densidad 15-..)	50.0	107.5	5.375	4.25E-02	700.0	1.176	3.763	1.98E-10	2.53E+08	3.96E-09	1.0		BDO
Cámara de aire muy ventilada..	400.0												BDO
Acero	5.0	7800.0	39.0	50.0	450.0	1.00E-04	17.55	1.98E-16	2.53E+13	3.96E-14	1.00E+06		BDO

Tabla 6: Propiedades materiales de cubierta superior.



Transmitancia Térmica: 0.75 W/m²K @ Rsi=0.1 m².K/W

Masa: 16.18 Kg/m²

Espesor: 0.059 m

Gráfico 11: Riesgo de condensación en cubierta.

- **Etapa 2 – Magnitudes físicas**

En esta segunda etapa se pretendió elegir para su medición, aquellas variables que dependen de: las condiciones climáticas específicas, de las situaciones particulares del medio físico donde se implanta y de las relaciones de los usuarios con las edificaciones. Para ello, se determinaron valores de referencia para la interpretación de los resultados, así como se utilizaron registros tomados a partir de las condiciones climáticas exteriores en la que se encuentra el caso de estudio como son: los vientos predominantes y su velocidad promedio, las temperaturas medias máximas y medias mínimas, la amplitud térmica, y la humedad promedio.

- Humedad relativa y temperatura

Para el registro de la temperatura y humedad relativa se utilizaron sensores marca Extech modelo RHT10.

- Niveles de iluminación natural

Para las mediciones del nivel de iluminación natural se utilizó un luxómetro marca Extech modelo Easy View 31, que tiene una capacidad máxima de registro de 20.000 lux, usado principalmente para mediciones en el interior de un local.

- Radiación solar

Para las mediciones de radiación solar se utilizó un medidor marca PCE Ibérica modelo SPM 1.

- Humedad superficial

Para la medición de la humedad superficial en los cerramientos, se utilizó un higrómetro marca Extech modelo MO257 (sin agujas).

- Imágenes termográficas

Para la detección de pérdidas de calor por los cerramientos se utilizó una cámara termográfica marca FLIR modelo E6.

- **Etapa 3 – Aplicación al caso de estudio**

Una vez determinadas las viviendas a estudiar y establecidas las magnitudes elegidas, se procedió a la vinculación de las mismas.

La humedad relativa y temperatura se estudió a lo largo de un lapso de tiempo determinado en el período frío, que, por motivos del plazo de entrega para esta tesis no se pudo

realizar de forma experimental para el período caluroso, recurriéndose a la simulación informática, en dicho caso. Mientras que el resto de variables se midieron una única vez dentro del período frío.

- **Etapas 4 – Otras estrategias de diseño y reflexiones finales**

Luego de evaluadas las estrategias de diseño pasivo aplicadas, se analizó que otras podrían haber sido incorporadas desde la etapa de diseño de las viviendas y cuál fue la razón. Siempre teniendo en cuenta las circunstancias que se dan en las diferentes etapas del proceso de una cooperativa, es decir, desde la compra del terreno, el diseño de las viviendas en base a esa superficie adquirida, hasta su construcción. Y se plantearon las reflexiones finales en base a lo realizado en las etapas anteriores.

Capítulo 4

Observaciones, mediciones y análisis de datos

4.1 Observaciones

En la construcción de viviendas de cooperativas por ayuda mutua, existen dos actores que juegan un rol fundamental, estamos hablando de los cooperativistas y los Institutos de Asistencia Técnica (IAT).

Los IAT, son organizaciones que están constituidas por equipos interdisciplinarios de profesionales, cuyo objetivo es el asesoramiento técnico en todos los aspectos que requieran los grupos cooperativos de vivienda para llevar a cabo su objetivo.

Por otro lado, los cooperativistas están conformados por grupos de familias con necesidades de vivienda, a quienes se les dificulta acceder a la misma a través de otros medios y serán los beneficiarios de las viviendas construidas.

4.1.1 Rol del IAT

Como se mencionó anteriormente los IAT están conformados por profesionales de diferentes disciplinas y en esta tesis, nos referiremos únicamente al rol de uno de los integrantes que tiene mayor incidencia en la temática estudiada, como es el arquitecto proyectista.

Su trabajo se centra en el asesoramiento técnico a la cooperativa para la elección del terreno y el posterior diseño arquitectónico del conjunto habitacional. Puede influir en la elección de dicho terreno, manifestando las ventajas e inconvenientes. También determina el diseño arquitectónico más apropiado para dicha superficie, dentro de algunos parámetros establecidos por el MVOT para la construcción de vivienda por ayuda mutua, como por ejemplo sistemas constructivos disponibles, exigencias constructivas, metros cuadrados máximos por vivienda, etc.

El MVOT establece mediante sus técnicos, el monto de dinero en Unidades Reajustables (UR) equivalente a la construcción de una vivienda, el cual multiplicado por la cantidad de viviendas a construir constituye parte del valor del préstamo a otorgar. Vale destacar, que además puede otorgar un monto para la compra del terreno, el cual no puede superar el 10% del valor del proyecto de las viviendas.

Por este motivo es fundamental el rol del proyectista en el asesoramiento técnico.

4.1.2 Rol del cooperativista

Los cooperativistas conforman la cooperativa, que es la que toma todas las decisiones respecto a su proyecto habitacional, siempre con el asesoramiento del IAT. En la mayoría de los casos son personas que tienen dificultades para el acceso a la vivienda por otros medios y a su vez tienen un perfil socio-económico similar. Se trabaja bajo la modalidad de Ayuda Mutua, aportando una cuota mensual previamente acordada, y el socio junto a su grupo familiar trabajan de forma comunitaria para construir las viviendas, como es en el caso de estudio.

Respecto a lo constructivo, y teniendo en cuenta el perfil de los cooperativistas, en la mayoría de los casos se recurre a la utilización del sistema constructivo tradicional en ladrillo porque es el más conocido a nivel local y es por lo tanto el que un cooperativista puede trabajar y manejar. Además, en la ciudad de Salto, la mayoría de las personas prefieren una vivienda individual, lo que deja de manifiesto el ideario colectivo respecto a la casa propia como tal, ya que se han propuesto por parte de diferentes IAT la construcción de cooperativas en edificaciones en altura, encontrándose siempre con la decisión negativa por parte de los cooperativistas al respecto.

4.2 Registros y mediciones

El caso de estudio es la Cooperativa de Vivienda por Ayuda Mutua COVISANJOSE; ubicada en la ciudad de Salto, sobre Av. Ferreira Artigas y calle Maciel.

Conformada por 39 viviendas, se eligieron cuatro situaciones diferentes en cuanto a su orientación, para que fueran monitoreadas y posteriormente analizadas. Las cuatro, con plantas muy similares, representan cuatro situaciones diferentes en cuanto a su orientación en donde sus fachadas principales se orientan hacia un punto cardinal diferente.

Acorde con la numeración asignada dentro del proyecto de la cooperativa (Ver Gráfico 12), las viviendas estudiadas fueron: la N°6 que tiene la orientación de su fachada principal hacia el Oeste y es una tipología de 3 dormitorios, la N°17 que tiene una orientación hacia el Este y es de 2 dormitorios, la N°21 de 4 dormitorios que tiene orientación hacia el Norte y la N°36 que tiene orientación hacia el Sur y también es de 2 dormitorios.

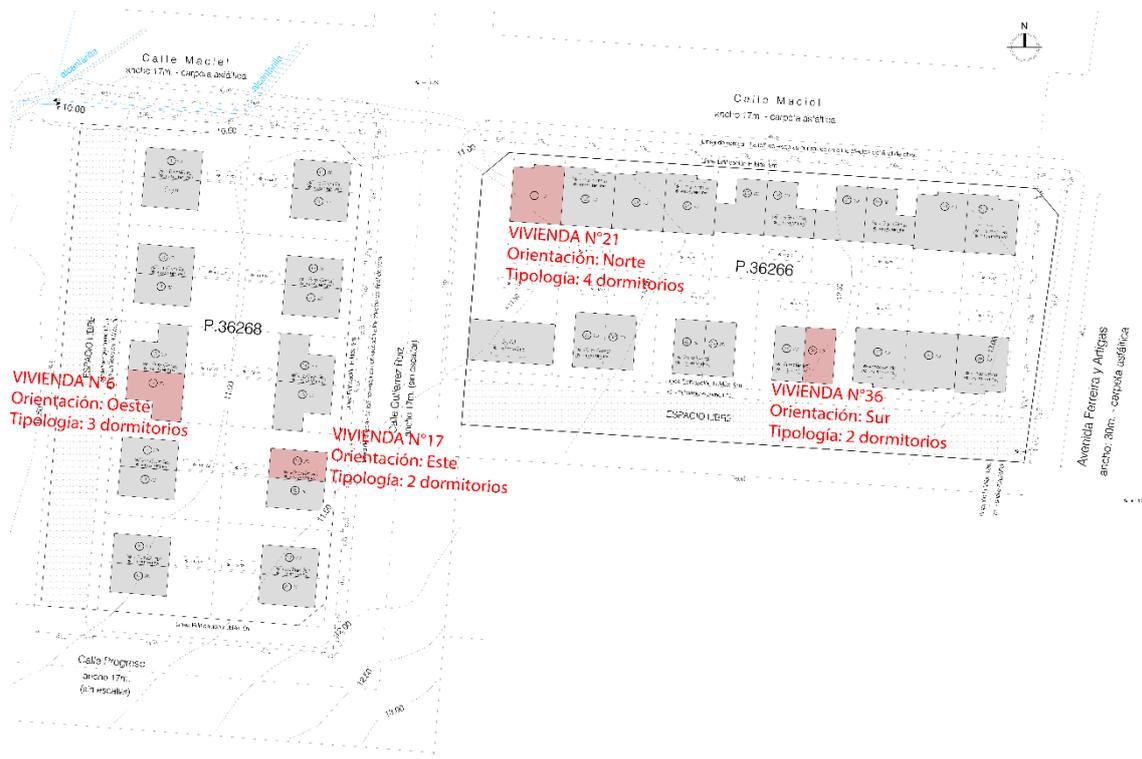


Gráfico 12: Planta de conjunto (viviendas, orientación y tipología).

N° de vivienda y orientación	N° de Dormitorios	m2	m3	FF (Factor de forma)
17 - Este	2	54,98	130,51	1,01
21 - Norte	4	85,35	198,46	1,13
6 - Oeste	3	69,03	159,03	1,06
36 - Sur	2	54,98	130,51	1,01

Tabla 7: Datos generales de las viviendas estudiadas.

El monitoreo de temperatura y humedad relativa⁶ se realizó solamente para el período frío, y se efectuó entre el 10 de julio de 2020 y el 17 de agosto de 2020, mientras que para el período caluroso se realizó una simulación. Si observamos como se comportó el estado del tiempo en el período en que se monitoreó, vemos que en algunos días se registraron bajas temperaturas y bajas sensaciones térmicas, en donde por momentos la temperatura descendió por debajo de los 0°C y se registraron heladas agrometeorológicas. Mientras que, en otros días,

⁶ HR (%): relación entre la masa de vapor de agua presente en un volumen de aire y la masa de vapor de agua contenida en un volumen igual de aire saturado, a la misma temperatura y presión barométrica.

se registraron temperaturas mínimas superiores a los 18°C y que en algunos momentos las máximas se acercaron a los 30°C. (Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET)).

Por otro lado, las mediciones de los otros parámetros a estudiar, se realizaron de forma puntual el día 18 de agosto de 2020 entre las 16:00 y las 18:00 horas, en donde el estado del tiempo en dicho rango horario, según la estación meteorológica ubicada en el Aeropuerto Internacional "Nueva Hespérides" de la ciudad de Salto, era de cielo claro, la temperatura del aire era de 24°C, la humedad relativa de un 28% y los vientos soplaban de la dirección SSW a 9 km/h. (Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET)).

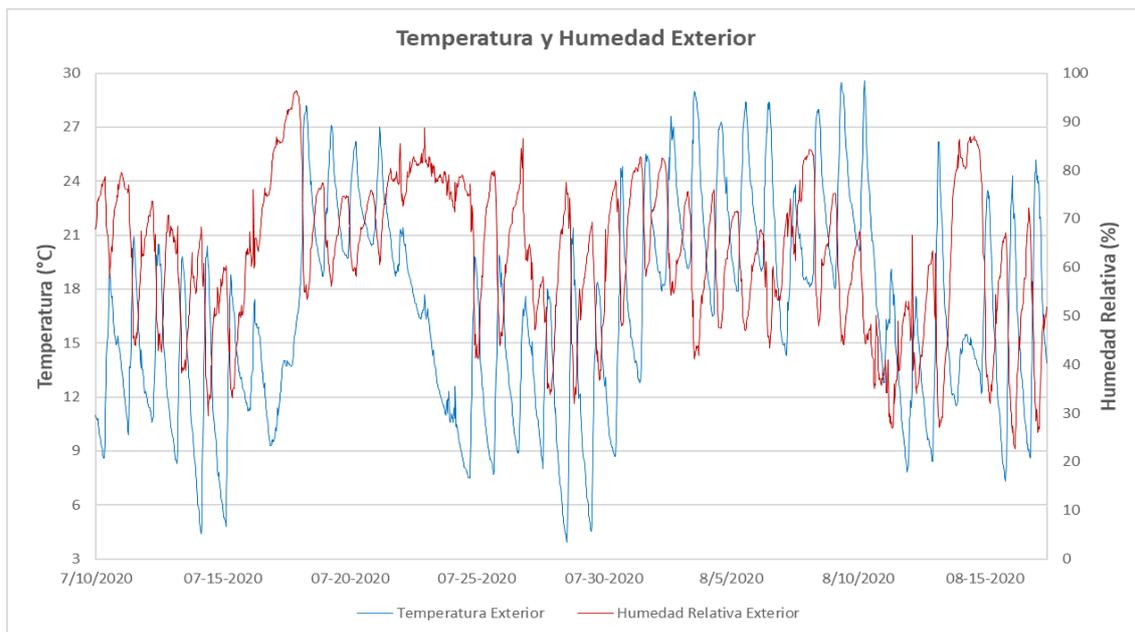


Gráfico 13: Variación humedad relativa y temperatura exterior para período frío.

4.2.1 Humedad relativa y temperatura

El rango recomendado de temperatura de confort, con personas en actividad sedentaria en edificios no climatizados, se encuentra entre los 20 y 22°C para el período frío, extendido de 18 a 24°C, y, por otra parte, en lo que respecta al período caluroso, va de 20 a 27°C, con un límite superior que puede llegar hasta los 28°C. En ambos períodos se considera una humedad relativa de entre 40 y 70% (Departamento de Clima y Confort en Arquitectura (DECCA), Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU), Uruguay).

- Período frío

Para el monitoreo de la humedad relativa y temperatura, se colocaron 2 sensores por cada una de las viviendas a estudiar (Ver Gráfico 14), uno se colocó en planta baja en la escalera y otro en planta alta sobre la ventana del dormitorio principal, a una altura aproximada de 2 metros sobre el nivel del piso. Mientras que otro sensor se colocó a la intemperie para conocer el comportamiento ambiental exterior de los parámetros estudiados en esta sección. Todos los sensores estuvieron protegidos de la radiación solar directa, ya que la misma alteraría los valores que registran los equipos.

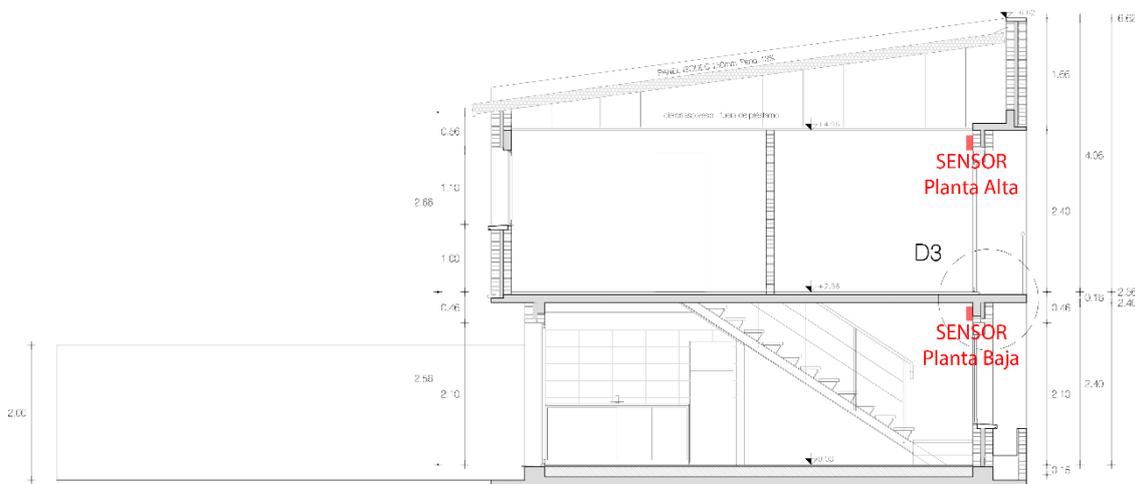


Gráfico 14: Ejemplo de colocación de sensores en planta baja y alta (Vivienda 6).

- Análisis general de humedad relativa y temperatura

Con los registros obtenidos del sensor colocado en el exterior, se observó que durante el período de monitoreo la humedad media en el exterior fue de 63,9% (la cual está aproximadamente un 11% por debajo de la media estadística según INUMET), la humedad máxima media fue de 76,1% y la humedad mínima media fue de 46,1%.

En lo que refiere a los promedios de humedad relativa registrados en cada vivienda (Ver Tabla 8), se observó que los de máximas medias se encontraron fuera del rango de confort, mientras que los promedios de mínimas se encontraron dentro.

Durante el mismo período de monitoreo, la temperatura media exterior⁷ fue de 16,6°C, (la cual está aproximadamente unos 3°C por encima de la media estadística según INUMET), la

⁷ tm (°C): media aritmética de las temperaturas exteriores registradas en un período determinado.

temperatura máxima media⁸ fue de 22,6°C y la temperatura mínima media⁹ fue de 12,0°C, por lo cual esto da como resultado una amplitud media de la temperatura exterior¹⁰ de 10,6°C.

Por otra parte, según los datos superpuestos para este período en la carta bioclimática y a modo de simplificación aproximada (Ver Gráfico 15), se observó que la temperatura media y humedad relativa media de todas las viviendas se encontraron en zona de masa térmica aislada para calentamiento, en donde es necesario el aislamiento térmico para evitar las pérdidas de calor hacia el exterior y por otro lado aprovechar las ganancias internas y del sol.

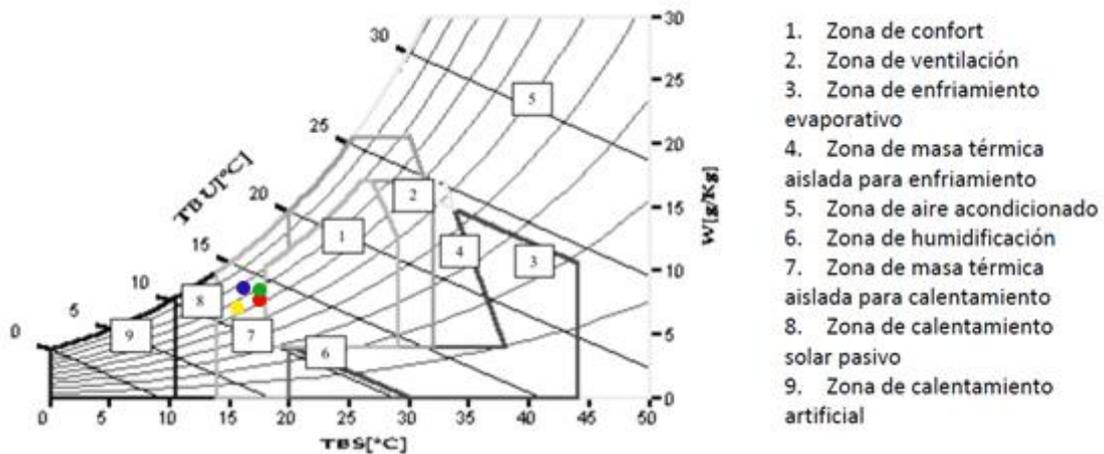


Gráfico 15: Carta bioclimática de Givoni para viviendas estudiadas en base a temperatura media y humedad relativa media (Período frío). Rojo – Vivienda 17, Verde – Vivienda 21, Azul – Vivienda 6, Amarillo – Vivienda 36

La inercia térmica conlleva dos fenómenos, uno de ellos es el de la amortiguación en la variación de las temperaturas y otro es el retardo de la temperatura interior respecto a la exterior. En el caso de estudio, como se observó en los valores de amplitud y amortiguación registrados (Ver Tabla 9), las oscilaciones interiores de las diferentes viviendas fueron menores que las oscilaciones exteriores.

⁸ t_{xm} (°C): media aritmética de las temperaturas máximas exteriores registradas en cada uno de los días de un período determinado.

⁹ t_{nm} (°C): media aritmética de las temperaturas mínimas exteriores registradas en cada uno de los días de un período determinado.

¹⁰ A (°C) = $t_{xm} - t_{nm}$

N° de vivienda (Planta y orientación)	Promedio de máx. (%)	Promedio de mín. (%)	HRm (%)
17 (PB) (Este)	74,4	55,5	64,95
17 (PA) (Este)	75,5	54,3	64,9
21 (PB) (Norte)	70	53,6	61,8
21 (PA) (Norte)	72,9	60,7	66,8
6 (PB) (Oeste)	81	63,2	72,1
6 (PA) (Oeste)	81,7	64	72,85
36 (PB) (Sur)	75,6	54,3	64,95
36 (PA) (Sur)	70,8	53,9	62,35
Exterior	76,1	46,1	61,1

Tabla 8: Humedad relativa promedio de máximas y mínimas medias, y humedad relativa media de cada una de las viviendas monitoreadas (Período frío).

N° de vivienda (Planta y orientación)	txm (°C)	tnm (°C)	tm (°C)	Amplitud (A) (°C)	Amortiguación (W) (°C)
17 (PB) (Este)	19,4	17,3	18,4	2	0,2
17 (PA) (Este)	19,6	17	18,3	2,7	0,3
21 (PB) (Norte)	19,3	17,2	18,3	2	0,2
21 (PA) (Norte)	18,3	16,1	17,2	2,1	0,2
6 (PB) (Oeste)	17,8	16,1	17,0	1,8	0,2
6 (PA) (Oeste)	18,8	16,6	17,7	2,2	0,2
36 (PB) (Sur)	19	16,4	17,7	2,6	0,2
36 (PA) (Sur)	20	17,5	18,8	2,5	0,2
Exterior	22,6	12	17,3	10,6	

Tabla 9: Temperatura promedio de máximas y mínimas, temperatura media, amplitud y amortiguación de cada una de las viviendas monitoreadas (Período frío).

- Vivienda 17 (Este)

En la vivienda 17 que tiene orientación Este, se observó que el porcentaje de horas en confort en planta baja fue de 43%, siendo el resto de horas en disconfort por frío de 57% (Ver Tabla 10). Mientras que en planta alta el porcentaje de horas en confort fue de 41% y de disconfort de 59% (Ver Tabla 11).

Horas En Confort		405	43%
Horas En Disconfort	Por Calor	0,5	0%
	Por Frío	530,5	57%
	Total	531	57%
Horas Totales		936	100%

Tabla 10: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período frío (Vivienda 17 – Planta baja).

Horas En Confort		381	41%
Horas En Disconfort	Por Calor	24,5	2%
	Por Frío	530,5	57%
	Total	555	59%
Horas Totales		936	100%

Tabla 11: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período frío (Vivienda 17 – Planta alta).

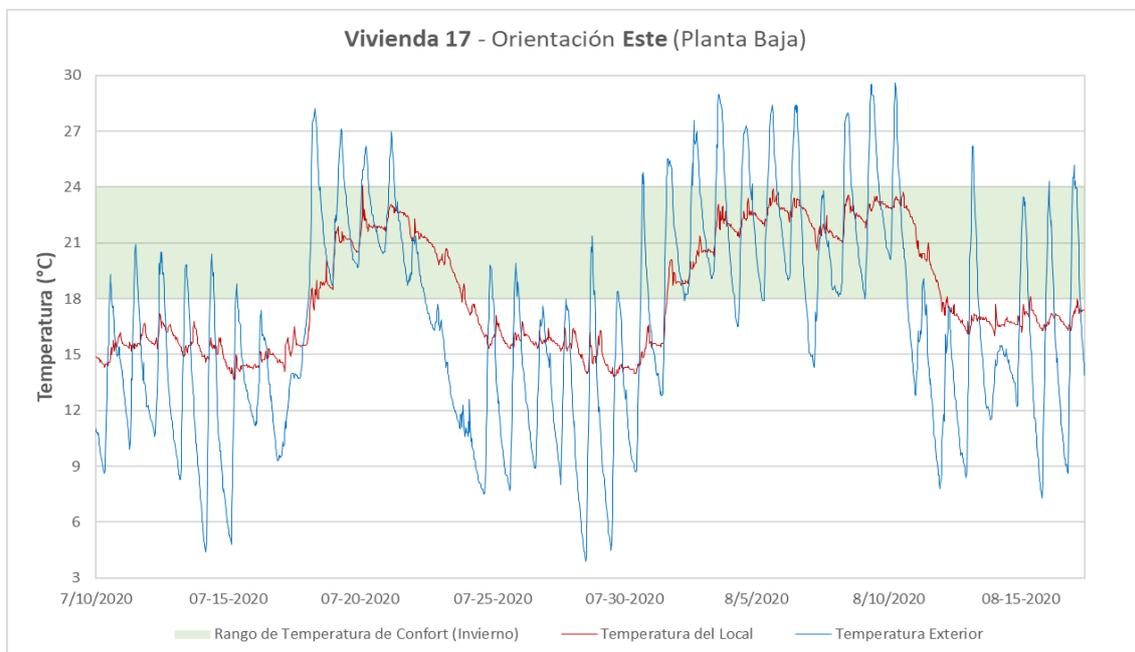


Gráfico 16: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 17 – Planta baja).

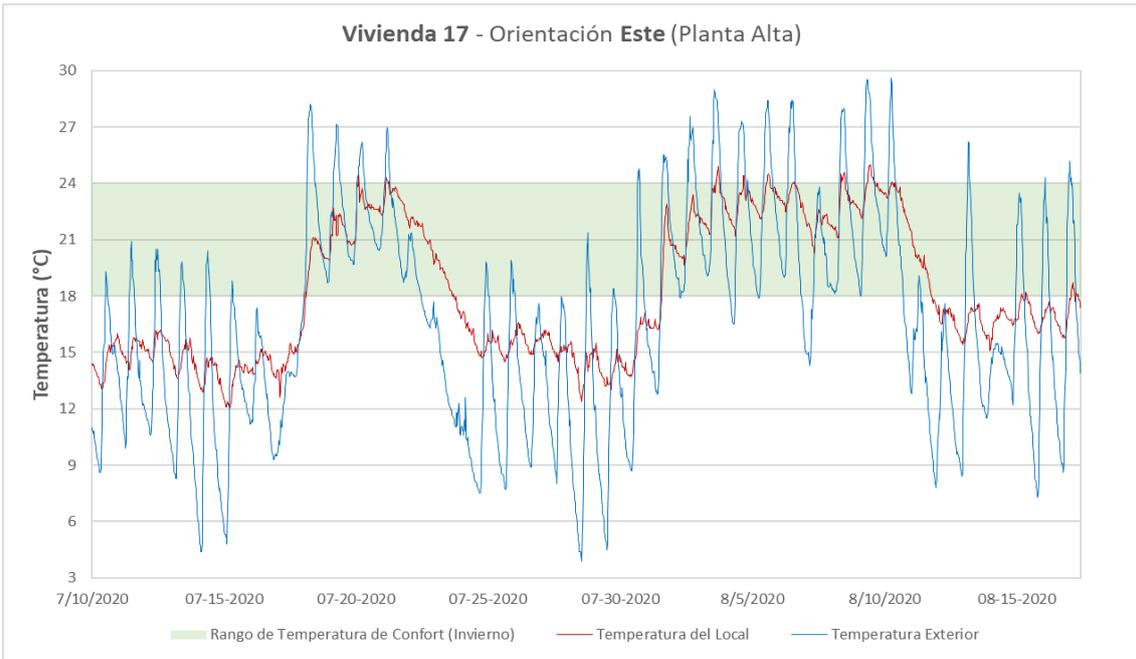


Gráfico 17: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 17 – Planta alta).

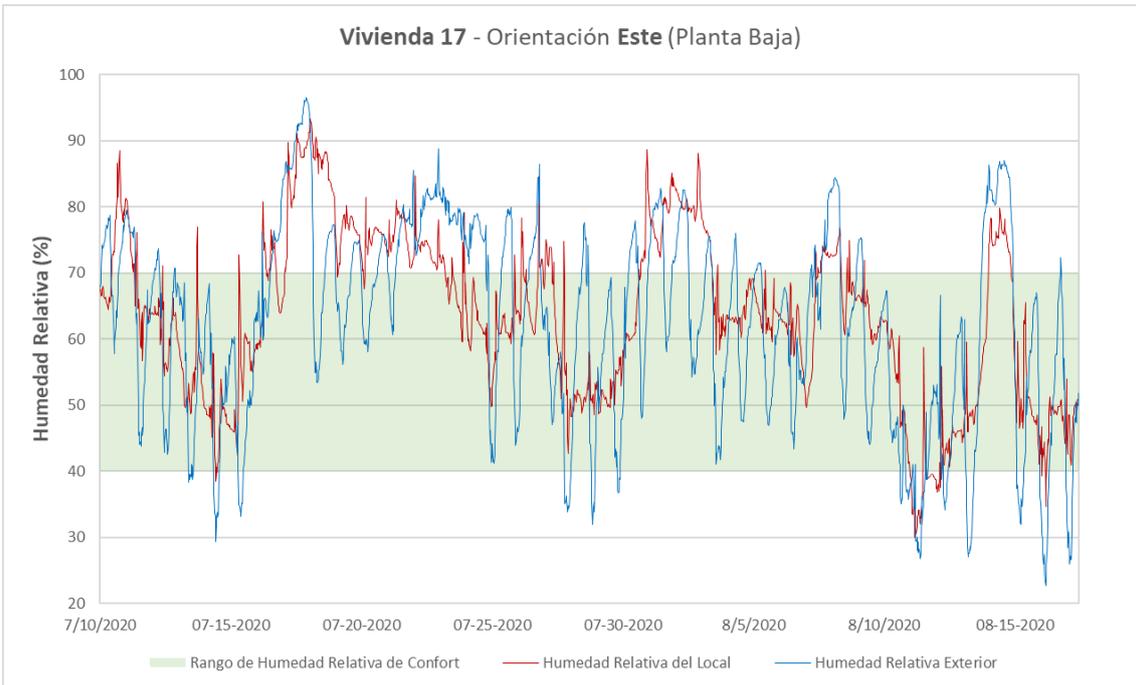


Gráfico 18: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 17 – Planta baja).

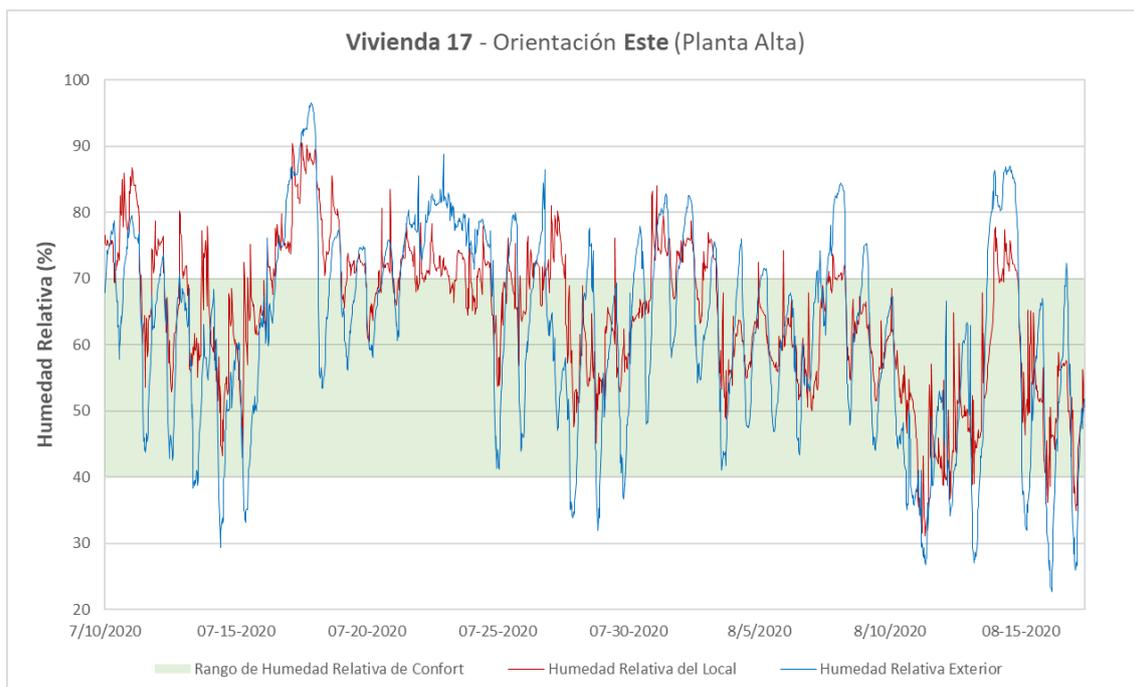


Gráfico 19: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 17 – Planta alta).

- Vivienda 21 (Norte)

En la vivienda 21 que tiene orientación Norte, se observó que el porcentaje de horas en confort en planta baja fue de 42%, siendo el resto de horas en disconfort por frío de 58% (Ver Tabla 12). Mientras que en planta alta el porcentaje de horas en confort fue de 39% y de disconfort de 61% (Ver Tabla 13).

Horas En Confort		389	42%
Horas En Disconfort	Por Calor	6,5	1%
	Por Frío	540,5	57%
	Total	547	58%
Horas Totales		936	100%

Tabla 12: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período frío (Vivienda 21 – Planta baja).

Horas En Confort		367	39%
Horas En Disconfort	Por Calor	3,5	1%
	Por Frío	565,5	60%
	Total	569	61%
Horas Totales		936	100%

Tabla 13: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período frío (Vivienda 21 – Planta alta).

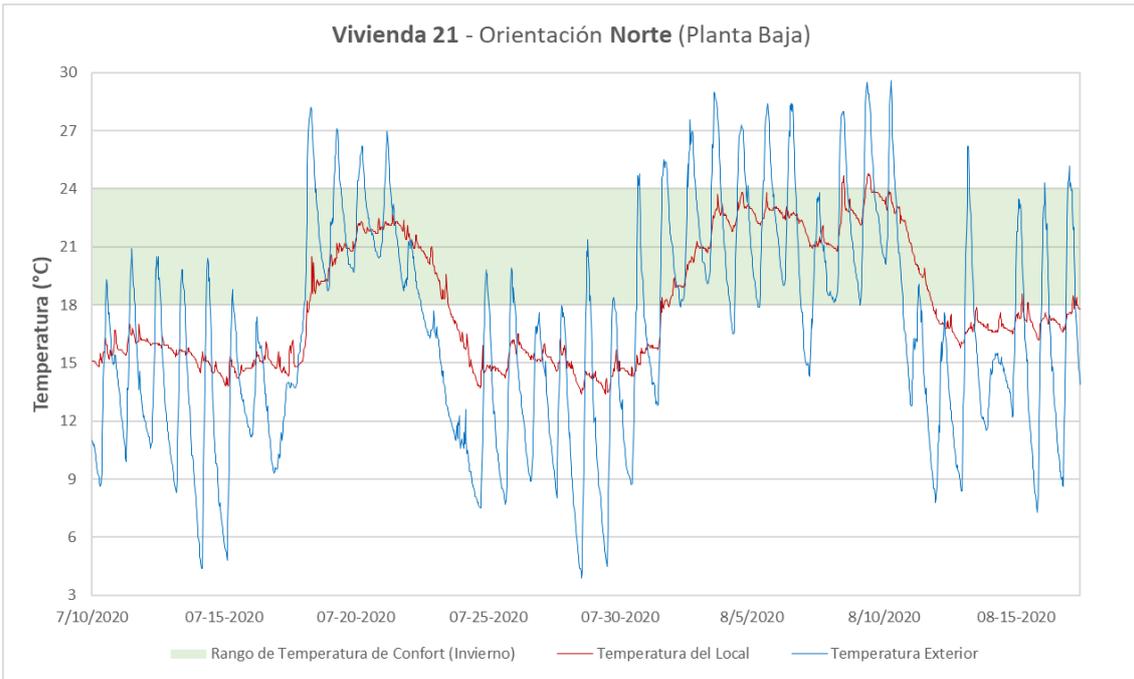


Gráfico 20: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 21 – Planta baja).

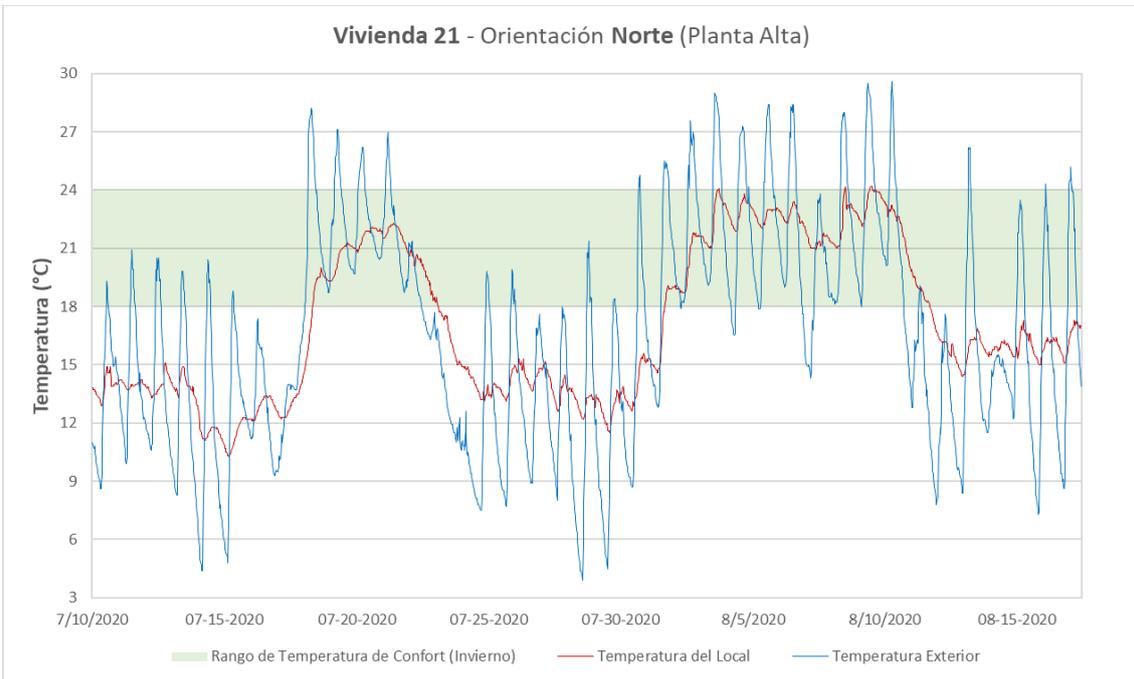


Gráfico 21: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 21 – Planta alta).

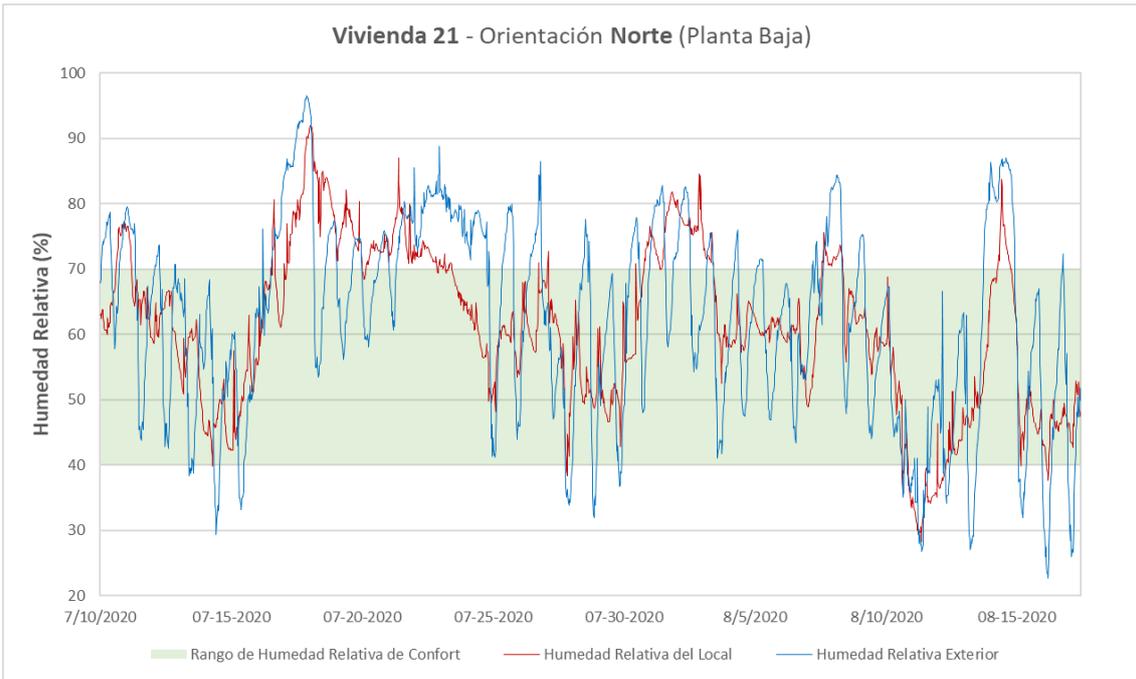


Gráfico 22: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 21 – Planta baja).

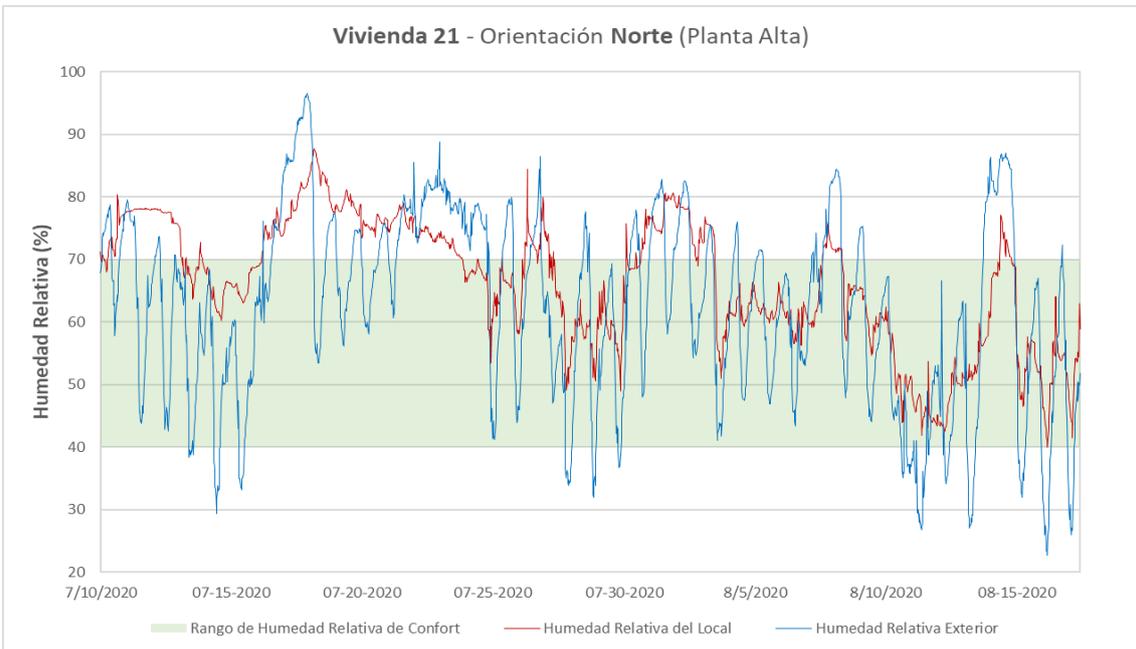


Gráfico 23: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 21 – Planta alta).

- Vivienda 6 (Oeste)

En la vivienda 6 que tiene orientación Oeste, se observó que el porcentaje de horas en confort en planta baja fue de 36%, siendo el resto de horas en disconfort por frío de 64% (Ver Tabla 14). Mientras que en planta alta el porcentaje de horas en confort fue de 41% y de disconfort de 59% (Ver Tabla 15).

Horas En Confort		341,5	36%
Horas En Disconfort	Por Calor	0	0%
	Por Frío	594,5	64%
	Total	594,5	64%
Horas Totales		936	100%

Tabla 14: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período frío (Vivienda 6 – Planta baja).

Horas En Confort		380	41%
Horas En Disconfort	Por Calor	4,5	1%
	Por Frío	551,5	58%
	Total	556	59%
Horas Totales		936	100%

Tabla 15: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período frío (Vivienda 6 – Planta alta).

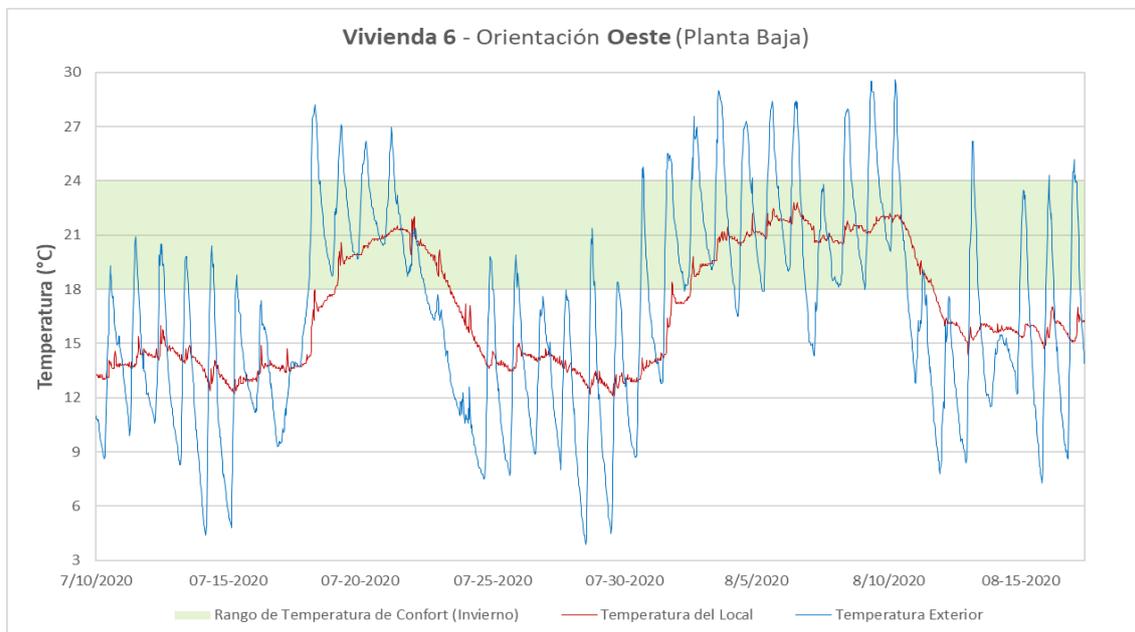


Gráfico 24: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 6 – Planta baja).

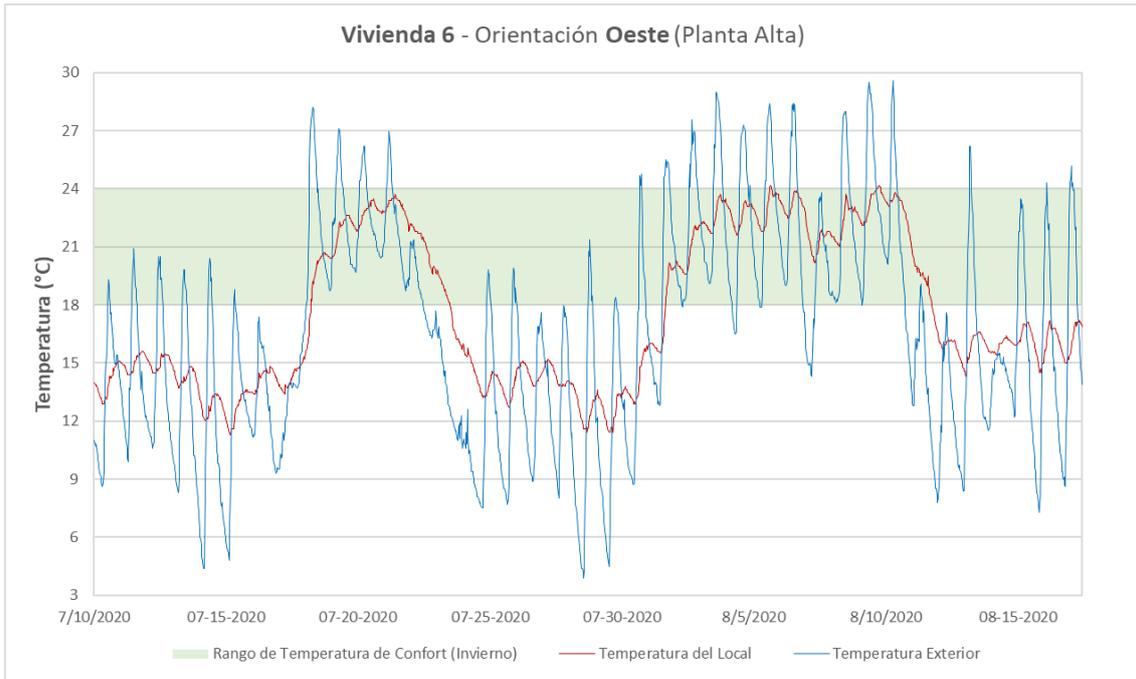


Gráfico 25: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 6 – Planta alta).

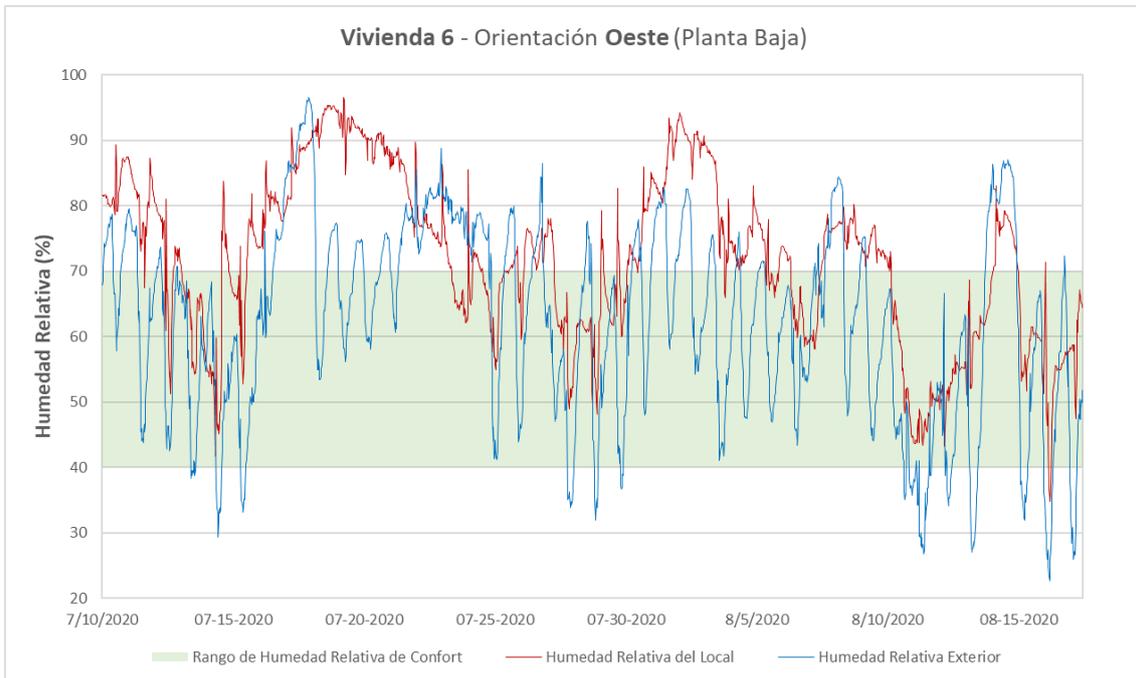


Gráfico 26: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 6 – Planta baja).

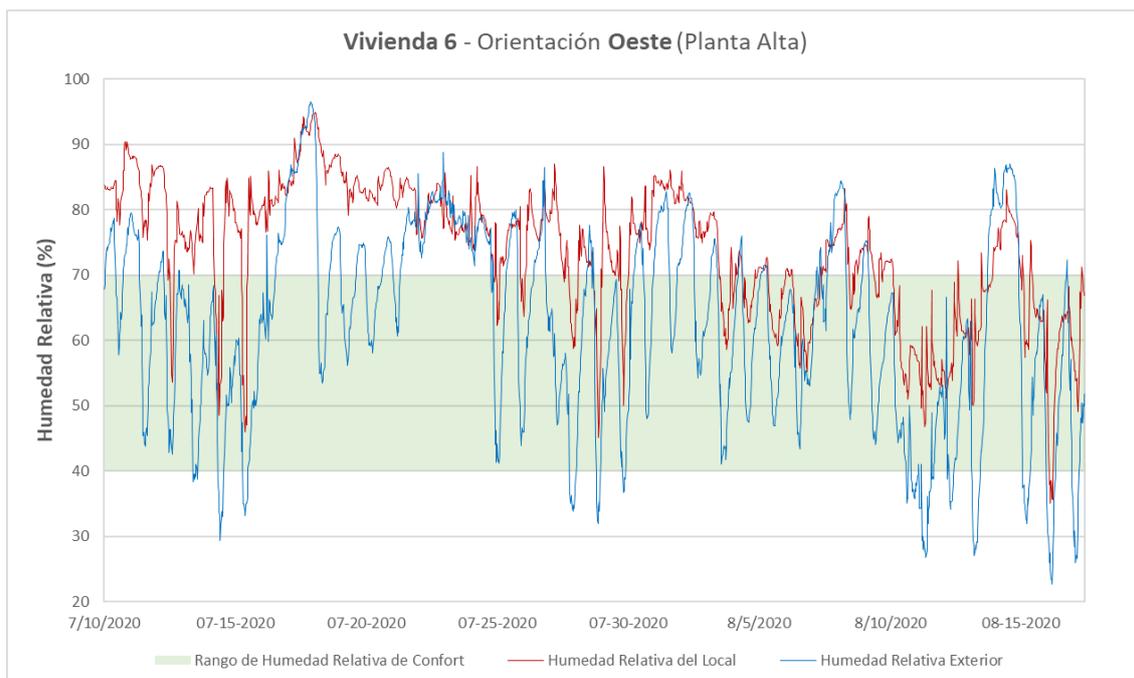


Gráfico 27: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 6 – Planta alta).

- Vivienda 36 (Sur)

En la vivienda 36 que tiene orientación Sur, se observó que el porcentaje de horas en confort en planta baja fue de 41%, siendo el resto de horas en disconfort por frío de 59% (Ver Tabla 16). Mientras que en planta alta el porcentaje de horas en confort fue de 37% y de disconfort de 63% (Ver Tabla 17).

Horas En Confort		384,5	41%
Horas En Disconfort	Por Calor	0,5	0%
	Por Frío	551	59%
	Total	551,5	59%
Horas Totales		936	100%

Tabla 16: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período frío (Vivienda 36 – Planta baja).

Horas En Confort		344	37%
Horas En Disconfort	Por Calor	80	8%
	Por Frío	512	55%
	Total	592	63%
Horas Totales		936	100%

Tabla 17: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período frío (Vivienda 36 – Planta alta).

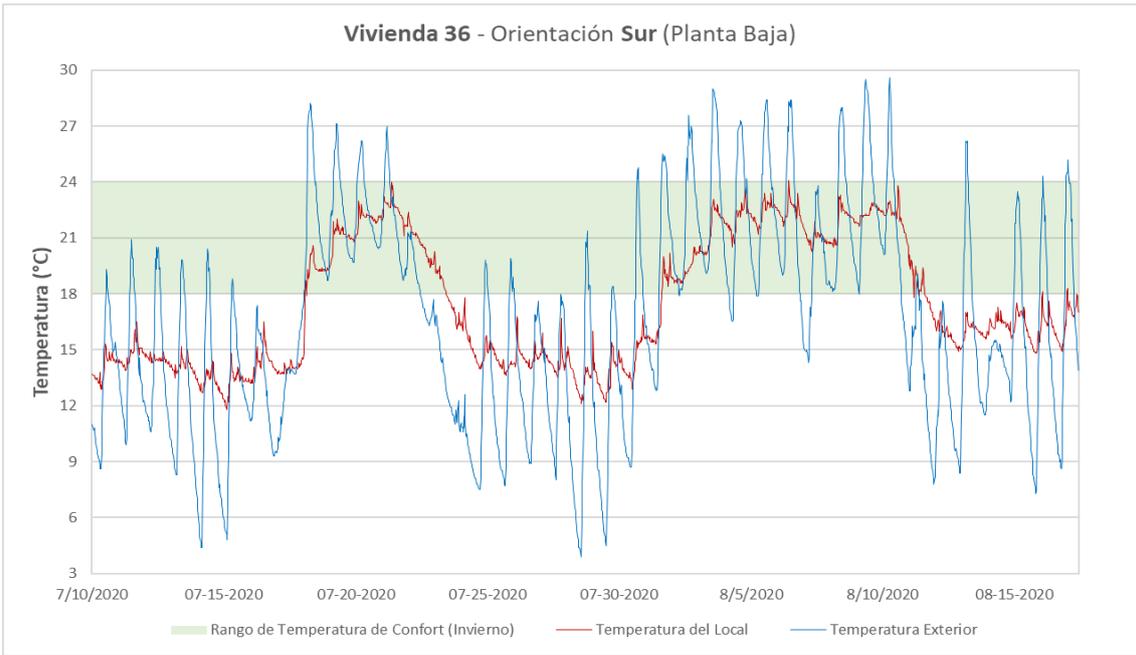


Gráfico 28: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 36 – Planta baja).

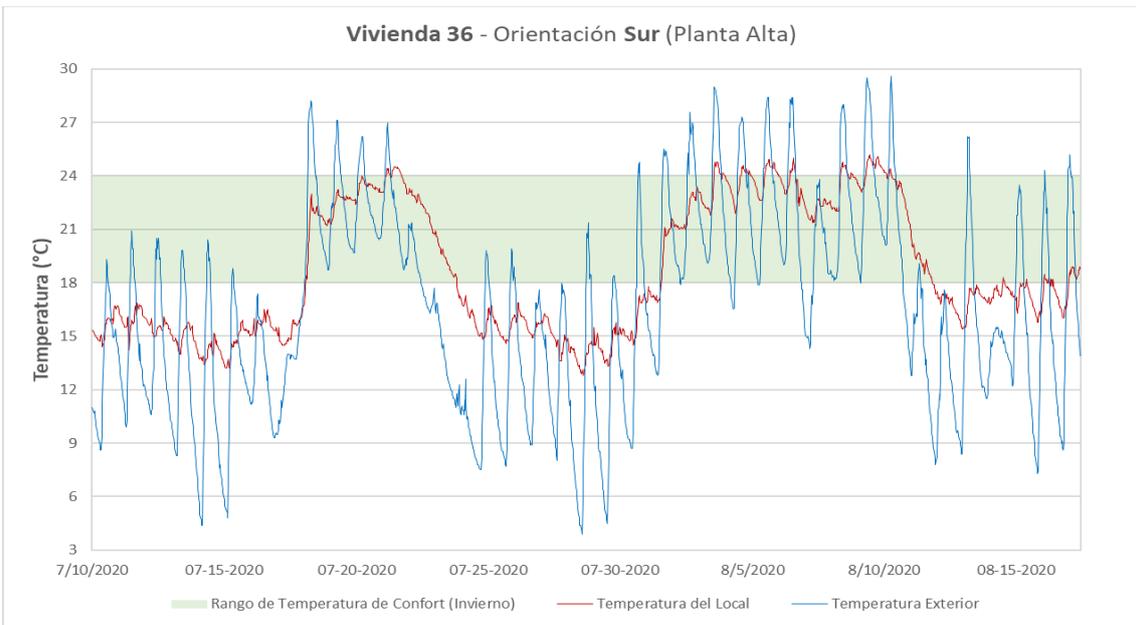


Gráfico 29: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período frío (Vivienda 36 – Planta alta).

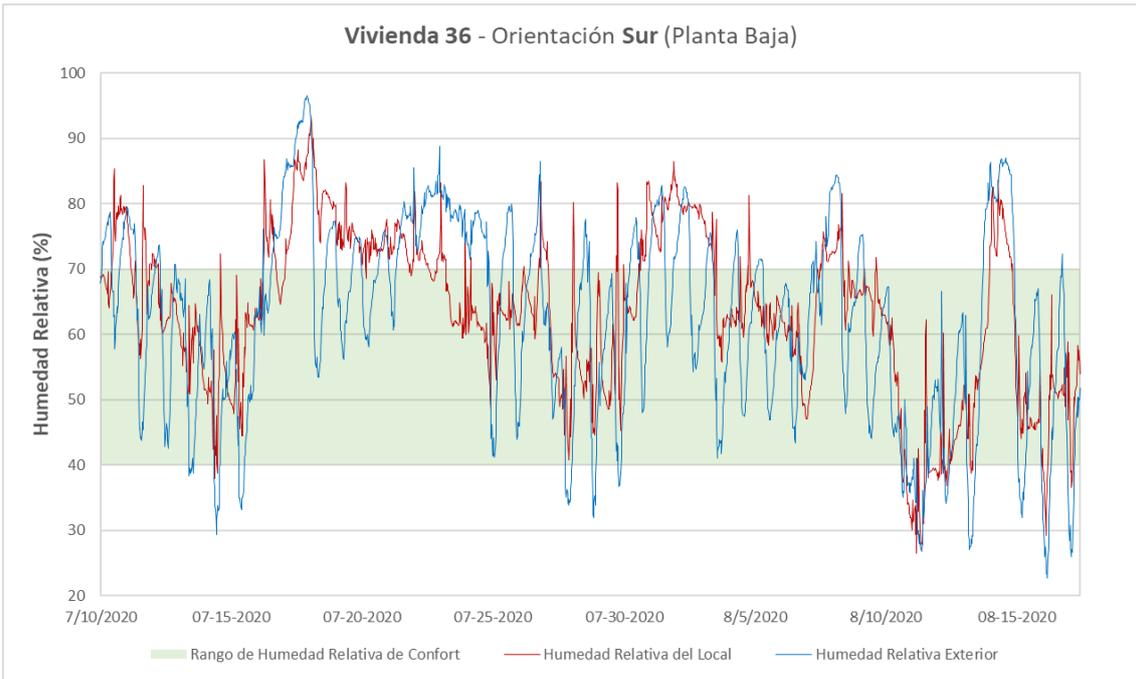


Gráfico 30: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 36 – Planta baja).

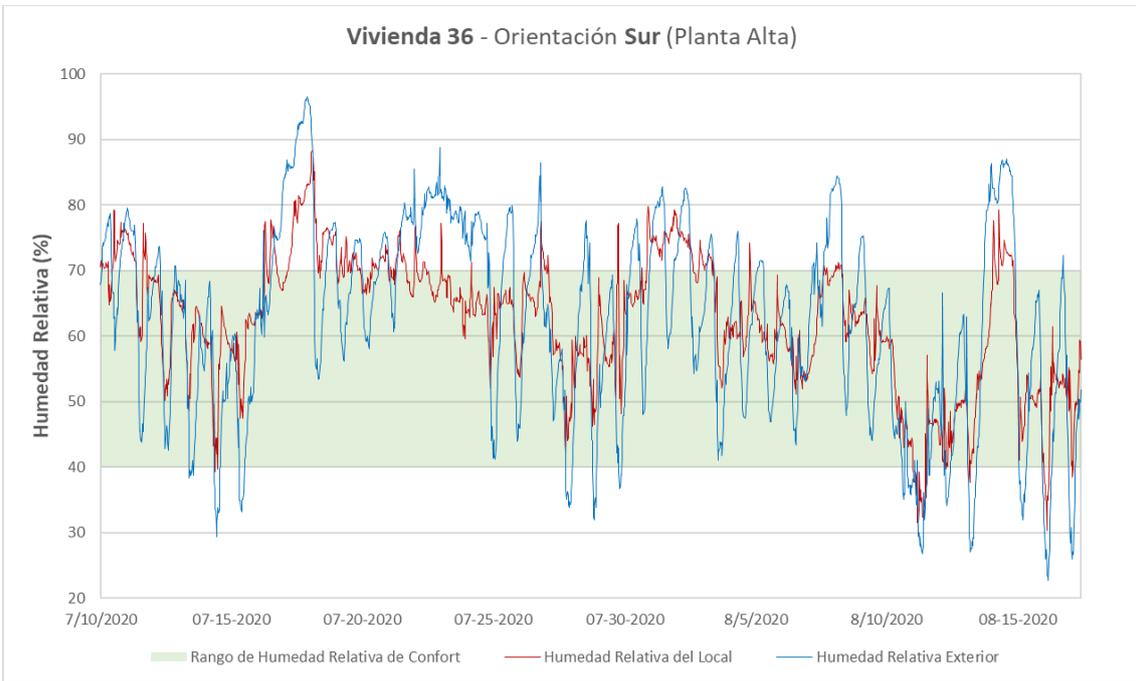


Gráfico 31: Humedad relativa interior y exterior para período frío (Vivienda 36 – Planta alta).

- Análisis general de gráficos de humedad relativa y temperatura

En todas las viviendas estudiadas se observó que la temperatura interior estuvo fuera del rango de confort en los días típicos de invierno con temperaturas bajas, pese a que en todos los casos se contaba con sistemas complementarios para calefacción y que según lo manifestado por los cooperativistas eran utilizados con diferentes frecuencias. Aunque en el período en que se realizaron las mediciones se registraron días en donde la temperatura exterior fue más alta de lo normal y por lo tanto en esos momentos la temperatura interior tendió a estar en el rango de confort.

Por otro lado, al comparar ambas plantas de cada vivienda, se observó una mínima tendencia de la planta alta a tener menor cantidad de horas de confort, con una mayor variación de temperatura interior, acompañando más las variaciones exteriores. Todo esto se debe a que son los locales con mayor cantidad de área expuesta y además debido a los materiales de la cubierta; que como se observó en las imágenes termográficas, es por donde se dan mayores pérdidas o ganancias de calor debido a los problemas de aislación presentes. Y por ende, se corrobora lo que se intuye por experiencia.

Basándose en el porcentaje de horas de confort registrados, el comportamiento de las viviendas es bueno ya que los porcentajes de horas en confort llegan hasta un 40% en algunos casos con orientaciones más favorables. Y también se desprende de las tablas y gráficos que la variación de la orientación, tipología y dimensiones de las viviendas estudiadas en la cooperativa, tiene una incidencia en el confort térmico de las mismas.

N° de vivienda (Planta y orientación)	% Horas En Confort	% Horas En Disconfort
17 (PB) (Este)	43	57
17 (PA) (Este)	41	59
21 (PB) (Norte)	42	58
21 (PA) (Norte)	39	61
6 (PB) (Oeste)	36	64
6 (PA) (Oeste)	41	59
36 (PB) (Sur)	41	59
36 (PA) (Sur)	37	63

Tabla 18: Porcentaje de horas en confort de todas las viviendas en planta baja y alta.

La humedad relativa interior tendió en general a mantenerse en el rango de confort, registrándose algunos días en que este valor se encontró por encima de dicho rango y por lo tanto esto generó bajas sensaciones térmicas, ya que, como se mencionó anteriormente, cuando la humedad relativa es más alta, el aire frío y húmedo hace que nuestros cuerpos pierdan

calor rápidamente y esto nos dé una mayor sensación de frío. También se remarcó que fue el parámetro que en el interior más tendió a acompañar a lo que sucedió en el exterior.

- **Período caluroso**

Para el estudio del comportamiento de las viviendas en el período caluroso, se comenzó en primer lugar, por realizar una simulación y comparación con los datos que se pudieron medir in situ. Para ello, se realizó un modelado del caso de estudio en el software Design Builder, al cual luego se le incorporó datos de sistema constructivo, usuarios, equipos, etc., basándose en recaudos gráficos proporcionados por el IAT actuante, así como por relevamientos realizados. Los datos climáticos exteriores utilizados para realizar las simulaciones y futuras propuestas, fueron descargados del sitio web “climate.onebuilding.org”, que contiene datos climáticos para su utilización en simulaciones constructivas, utilizándose más concretamente el archivo “URY_SA_Salto-Nueva.Hesperides.Intl.AP_863600_AMTUes.zip” que corresponde al Departamento de Salto.

Para analizar el comportamiento de las viviendas durante este período de estudio, se realizó una simulación en un lapso de tiempo de 20 días desde el 5 de enero hasta el 24 del mismo mes, ya que es el mes más caluroso para el clima de Salto (Ver Tabla 1). En todas las viviendas se consideró la incidencia de la ventilación nocturna determinándose los valores de rph (Ver Tabla 19, 20, 21 y 22), así como el uso de sistemas complementarios de refrigeración para los cuales se determinó un horario promedio de uso nocturno desde la 1:00 hasta las 7:00 horas lo que dio un resultado con un mayor acercamiento a la realidad. Y además, se optó por realizar simulaciones sin tener en cuenta los sistemas de refrigeración para realizar una comparación de la incidencia de los mismos. También se tuvieron en cuenta el uso de las protecciones solares exteriores existentes (Ver Tabla 23).

El caudal de ventilación generado mediante esta estrategia se puede calcular según:

$$v = E \cdot A_e \cdot v \cdot F \quad (m^3/s)$$

donde E = coeficiente de efectividad
Ae = área útil de la abertura de entrada (m²)
v = velocidad del aire (m/s)
F = factor que relaciona área de entrada con área de salida del flujo de aire

Expresado en renovaciones por hora

$$Rph = v(m^3/h) / vol (m^3)$$

Rph =

Cálculo de ventilación natural (Período caluroso). Fuente: FADU - Acondicionamiento Térmico. Capítulo “Ventilación natural”. (p. 15 y 16).

Vivienda N° 17	
Planta	Rph
Baja	82
Alta	57

Tabla 19: Propiedades ventilación natural (Vivienda 17 – Planta baja y alta).

Vivienda N° 21	
Planta	Rph
Baja	109
Alta	110

Tabla 20: Propiedades ventilación natural (Vivienda 21 – Planta baja y alta).

Vivienda N° 6	
Planta	Rph
Baja	74
Alta	51

Tabla 21: Propiedades ventilación natural (Vivienda 6 – Planta baja y alta)

Vivienda N° 36	
Planta	Rph
Baja	140
Alta	51

Tabla 22: Propiedades ventilación natural (Vivienda 36 – Planta baja y alta)

Protecciones Exteriores			
Tipo	Posición	Tipo De Control	Punto de ajuste temperatura interior
Persiana PVC	Exterior	Temperatura del aire interior	28°C

Tabla 23: Protecciones solares exteriores y propiedades de uso.

Por otra parte, según los datos superpuestos para este período en la carta bioclimática y a modo de simplificación aproximada (Ver Gráfico 32), se observó que la temperatura media y humedad relativa media de todas las viviendas se encontraron en zona de ventilación, lo que significa que se debe recurrir a la ventilación como estrategia para mejorar la sensación térmica. Ya sea ventilación cruzada o de la cubierta.

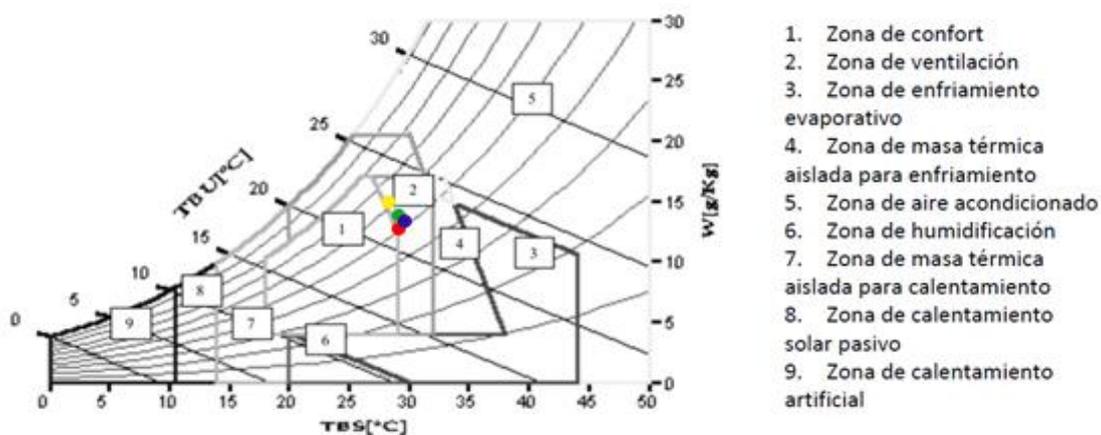


Gráfico 32: Carta bioclimática de Givoni para viviendas estudiadas en base a temperatura media y humedad relativa media (Período caluroso). Rojo – Vivienda 17, Verde – Vivienda 21, Azul – Vivienda 6, Amarillo – Vivienda 36

- Análisis general de temperatura

Para este período crítico analizado, la inercia es el principal medio para amortiguar y retrasar la onda térmica. Para el caso de estudio, se observó en la amplitud registrada mediante simulación tanto con el uso y no uso de sistemas de refrigeración (Ver Tabla 24 y 25), que las oscilaciones interiores fueron mayores en planta alta que en planta baja, debido al mayor intercambio de calor con el exterior a través de la cubierta. Mientras que, sin el uso de aire acondicionado, las amplitudes fueron mucho mayores a cuando se utilizaron debido a su incidencia en la temperatura interior, lo que deja en evidencia el problema de la inercia térmica en la cubierta.

N° de vivienda (Planta y orientación)	txm (°C)	tnm (°C)	tm (°C)	Amplitud (A) (°C)	Amortiguación (W) (°C)	SIN AIRE ACONDICIONADO
17 (PB) (Este)	34,9	28,9	31,9	6	0,5	
17 (PA) (Este)	34,7	29,1	31,9	5,6	0,5	
21 (PB) (Norte)	32,6	27,6	30,1	5	0,4	
21 (PA) (Norte)	33,1	27,7	30,4	5,3	0,4	
6 (PB) (Oeste)	34,9	29,1	32,0	5,8	0,5	
6 (PA) (Oeste)	35,7	28,8	32,3	6,9	0,6	
36 (PB) (Sur)	32,2	27,5	29,9	4,7	0,4	
36 (PA) (Sur)	32,9	27,9	30,4	5	0,4	
Exterior	33,7	21,4	27,6	12,3		

Tabla 24: Temperatura promedio de máximas y mínimas, media y amplitud de cada una de las viviendas monitoreadas (Período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración).

N° de vivienda (Planta y orientación)	txm (°C)	tnm (°C)	tm (°C)	Amplitud (A) (°C)	Amortiguación (W) (°C)	CON AIRE ACONDICIONADO
17 (PB) (Este)	29,2	26,5	27,9	2,7	0,2	
17 (PA) (Este)	29,5	25,9	27,7	3,6	0,3	
21 (PB) (Norte)	28,7	26,4	27,6	2,3	0,2	
21 (PA) (Norte)	29,4	25,8	27,6	3,6	0,3	
6 (PB) (Oeste)	29,4	26,9	28,2	2,5	0,2	
6 (PA) (Oeste)	30,2	26,6	28,4	3,6	0,3	
36 (PB) (Sur)	28,6	26,1	27,4	2,5	0,2	
36 (PA) (Sur)	29,2	25,6	27,4	3,5	0,3	
Exterior	33,7	21,4	27,6	12,3		

Tabla 25: Temperatura promedio de máximas y mínimas, media y amplitud de cada una de las viviendas monitoreadas (Período caluroso con uso de sistemas de refrigeración).

- Vivienda 17 (Este)

En la vivienda 17, se observó que el porcentaje de horas en confort en planta baja sin el uso de sistemas de refrigeración fue de 11%, siendo el resto de horas en disconfort por calor de 89% y teniendo en cuenta el uso de sistemas complementarios fue de 38% de confort, siendo el resto de horas en disconfort por calor de 62%. (Ver Tabla 26).

Mientras que en planta alta el porcentaje de horas en confort fue de 14% y de disconfort de 86% sin el uso de sistemas de refrigeración y con su uso, de 43% de confort y de 57% de disconfort (Ver Tabla 27).

		<i>Sin Aire Acondicionado</i>		<i>Con Aire Acondicionado</i>	
Horas En Confort		54	11%	181	38%
Horas En Disconfort	Por Calor	426	89%	299	62%
	Por Frío	0	0%	0	0%
Total		426	89%	299	62%
Horas Totales		480	100%	480	100%

Tabla 26: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta baja).

		<i>Sin Aire Acondicionado</i>		<i>Con Aire Acondicionado</i>	
Horas En Confort		66	14%	208	43%
Horas En Disconfort	Por Calor	414	86%	272	57%
	Por Frío	0	0%	0	0%
Total		414	86%	272	57%
Horas Totales		480	100%	480	100%

Tabla 27: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta alta).

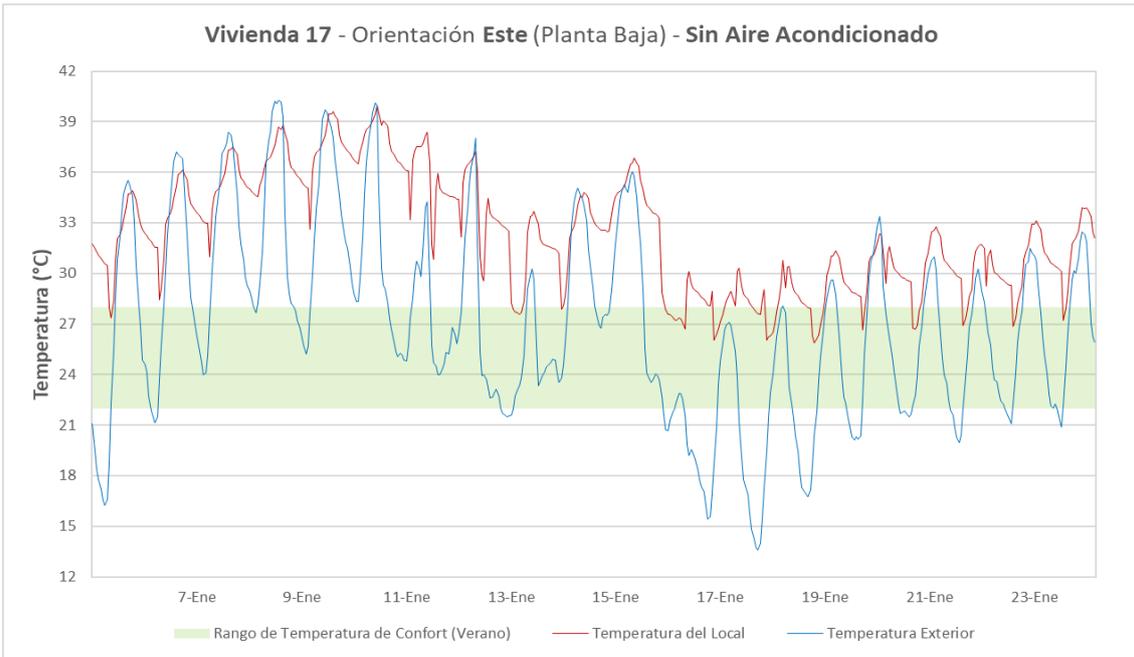


Gráfico 33: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta baja).

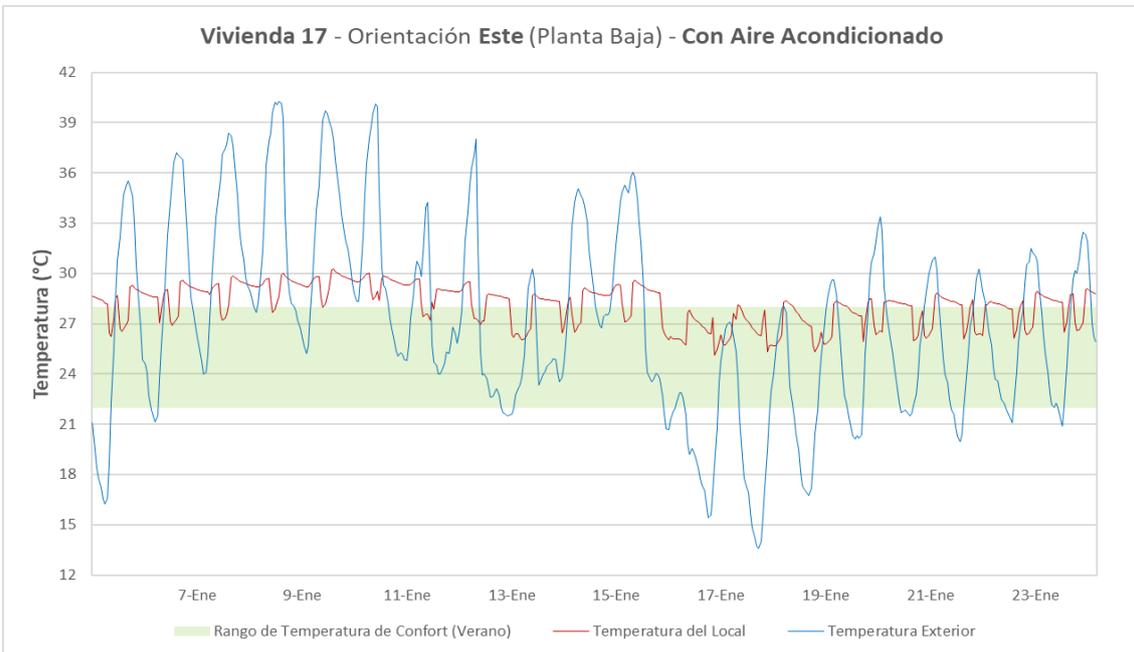


Gráfico 34: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta baja).

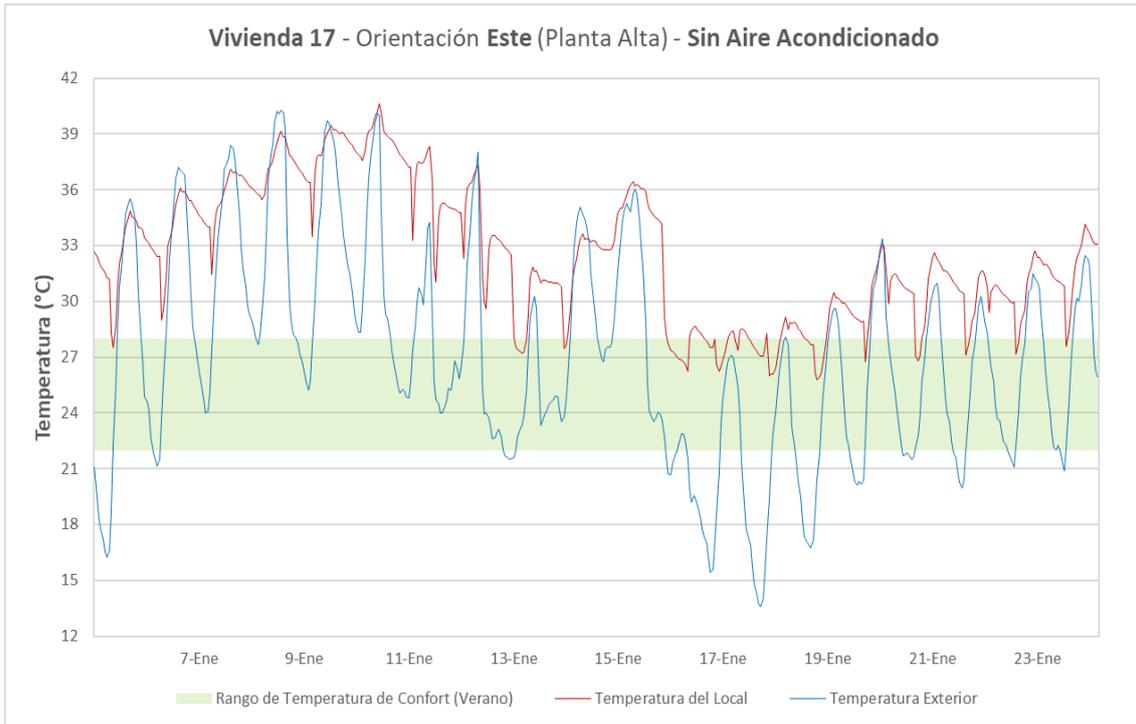


Gráfico 35: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta alta).

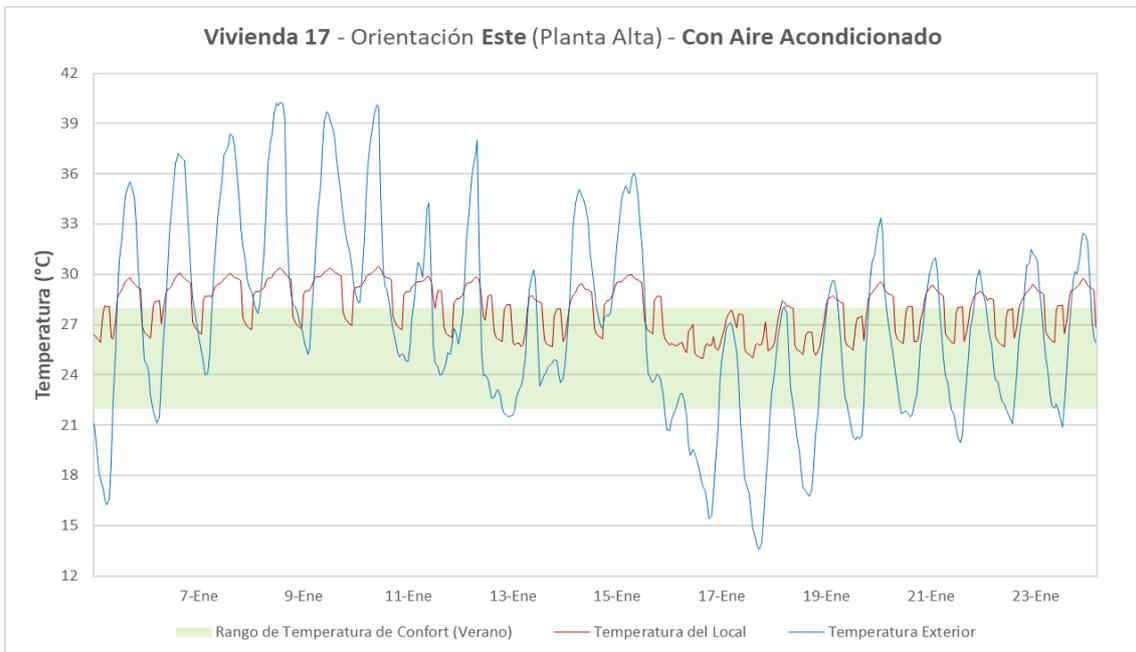


Gráfico 36: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 17 – Planta alta).

- Vivienda 21 (Norte)

En la vivienda 21, se observó que el porcentaje de horas en confort en planta baja sin el uso de sistemas de refrigeración fue de 23%, siendo el resto de horas en disconfort por calor de 78% y teniendo en cuenta el uso de sistemas complementarios fue de 43% de confort, siendo el resto de horas en disconfort por calor de 57%. (Ver Tabla 28).

Mientras que en planta alta el porcentaje de horas en confort fue de 24% y de disconfort de 76% sin el uso de sistemas de refrigeración y con su uso, de 45% de confort y de 55% de disconfort (Ver Tabla 29).

		Sin Aire Acondicionado		Con Aire Acondicionado	
Horas En Confort		108	23%	206	43%
Horas En Disconfort	Por Calor	372	78%	274	57%
	Por Frío	0	0%	0	0%
Total		372	78%	274	57%
Horas Totales		480	100%	480	100%

Tabla 28: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta baja).

		Sin Aire Acondicionado		Con Aire Acondicionado	
Horas En Confort		114	24%	214	45%
Horas En Disconfort	Por Calor	366	76%	266	55%
	Por Frío	0	0%	0	0%
Total		366	76%	266	55%
Horas Totales		480	100%	480	100%

Tabla 29: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta alta).

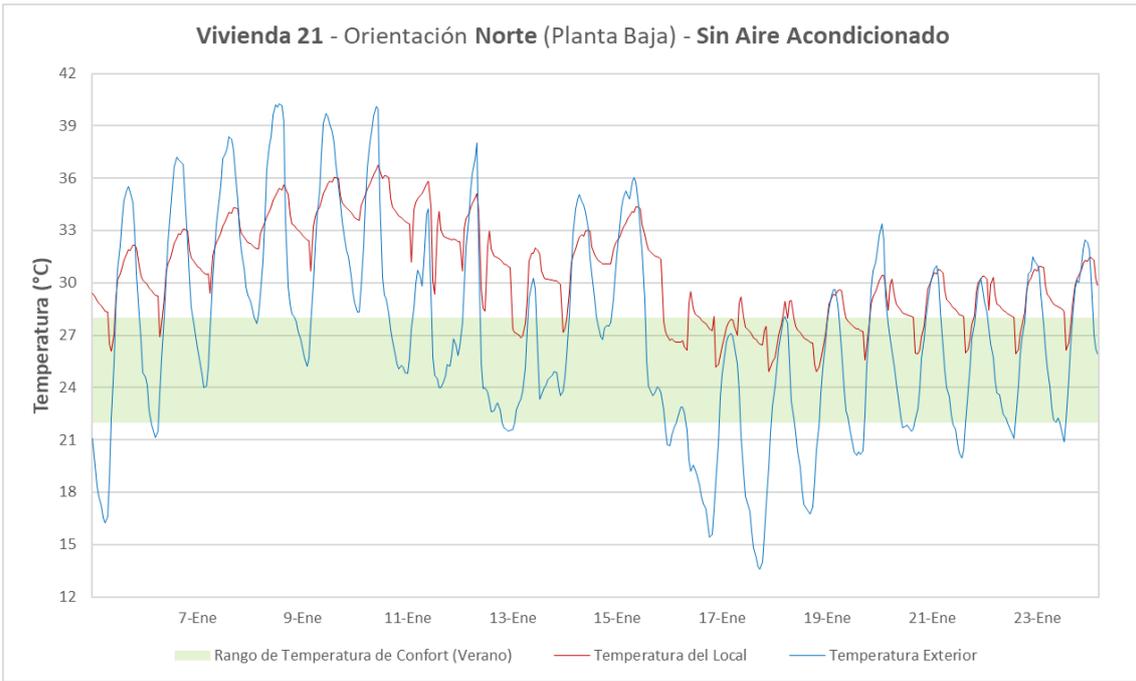


Gráfico 37: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta baja).

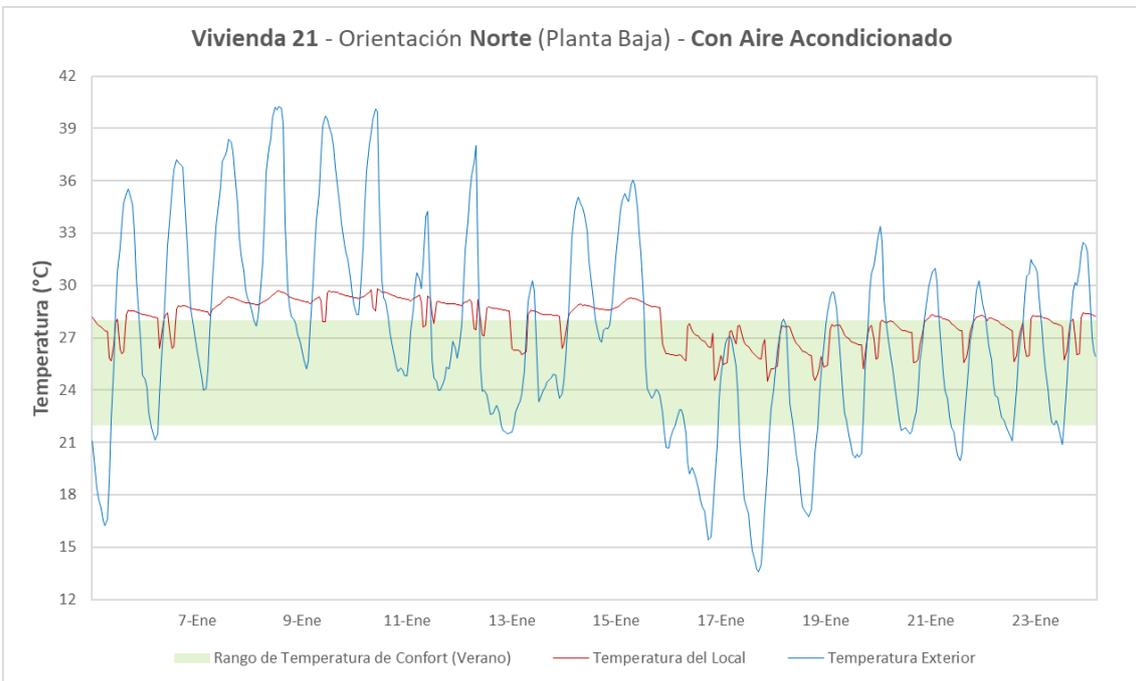


Gráfico 38: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta baja).

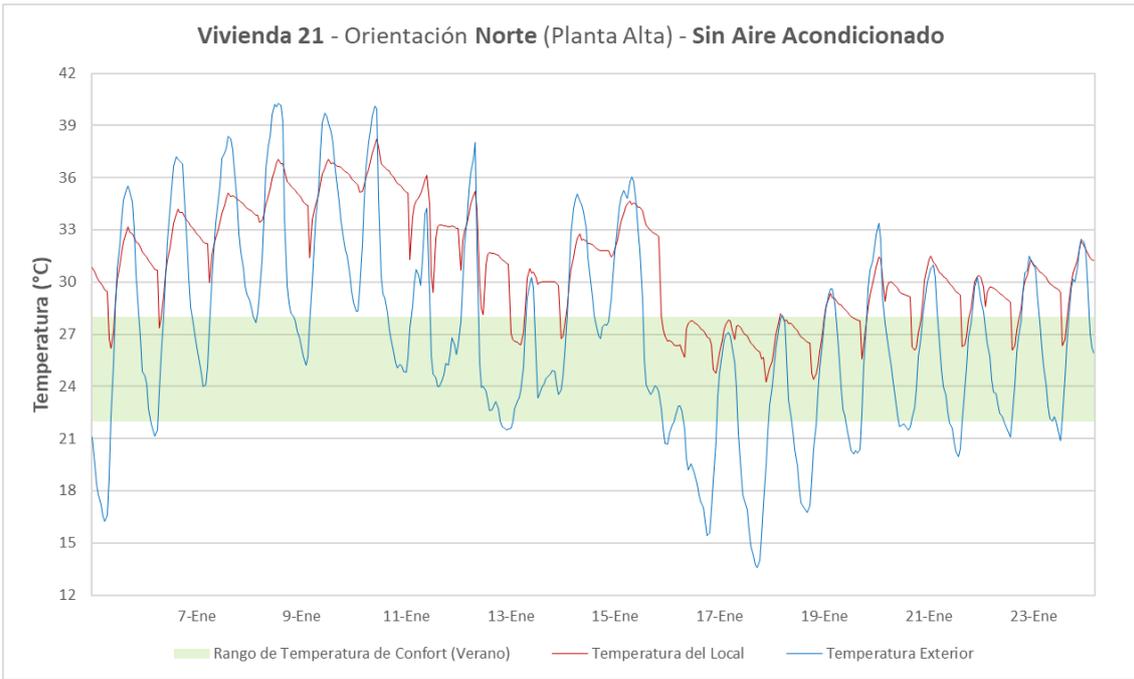


Gráfico 39: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta alta).

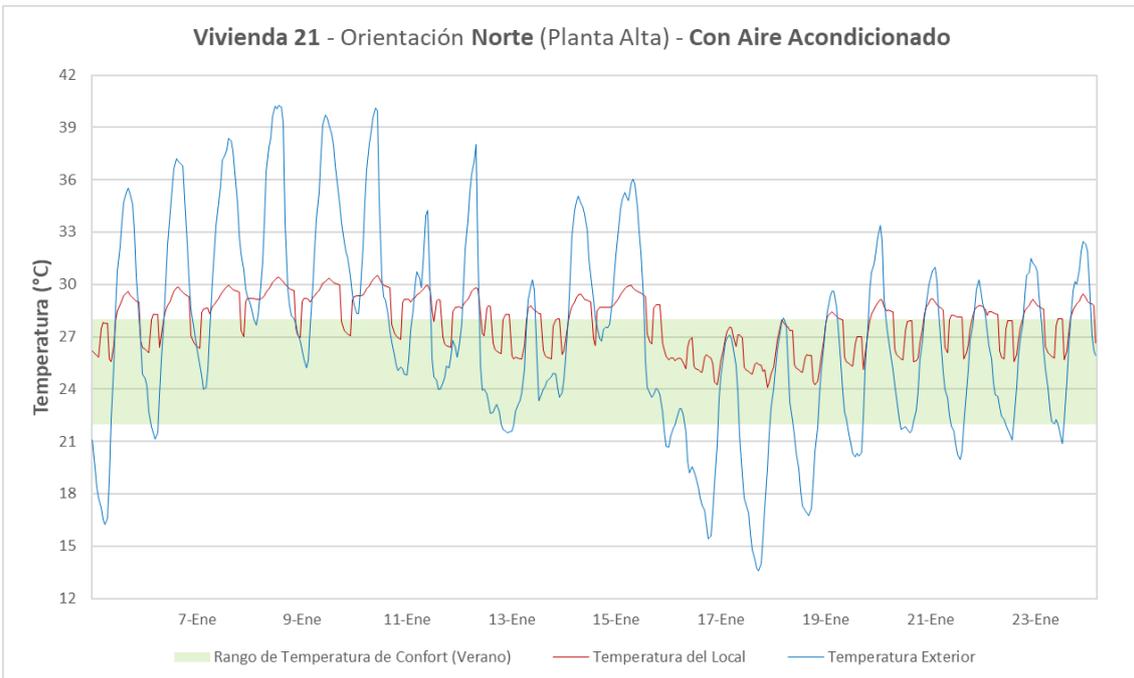


Gráfico 40: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 21 – Planta alta).

- Vivienda 6 (Oeste)

En la vivienda 6, se observó que el porcentaje de horas en confort en planta baja sin el uso de sistemas de refrigeración fue de 9%, siendo el resto de horas en disconfort por calor de 91% y teniendo en cuenta el uso de sistemas complementarios fue de 33% de confort, siendo el resto de horas en disconfort por calor de 67%. (Ver Tabla 30).

Mientras que en planta alta el porcentaje de horas en confort fue de 15% y de disconfort de 85% sin el uso de sistemas de refrigeración y con su uso, de 30% de confort y de 70% de disconfort (Ver Tabla 31).

		<i>Sin Aire Acondicionado</i>		<i>Con Aire Acondicionado</i>	
Horas En Confort		45	9%	160	33%
Horas En Disconfort	Por Calor	435	91%	320	67%
	Por Frío	0	0%	0	0%
Total		435	91%	320	67%
Horas Totales		480	100%	480	100%

Tabla 30: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta baja).

		<i>Sin Aire Acondicionado</i>		<i>Con Aire Acondicionado</i>	
Horas En Confort		72	15%	142	30%
Horas En Disconfort	Por Calor	408	85%	338	70%
	Por Frío	0	0%	0	0%
Total		408	85%	338	70%
Horas Totales		480	100%	480	100%

Tabla 31: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta alta).

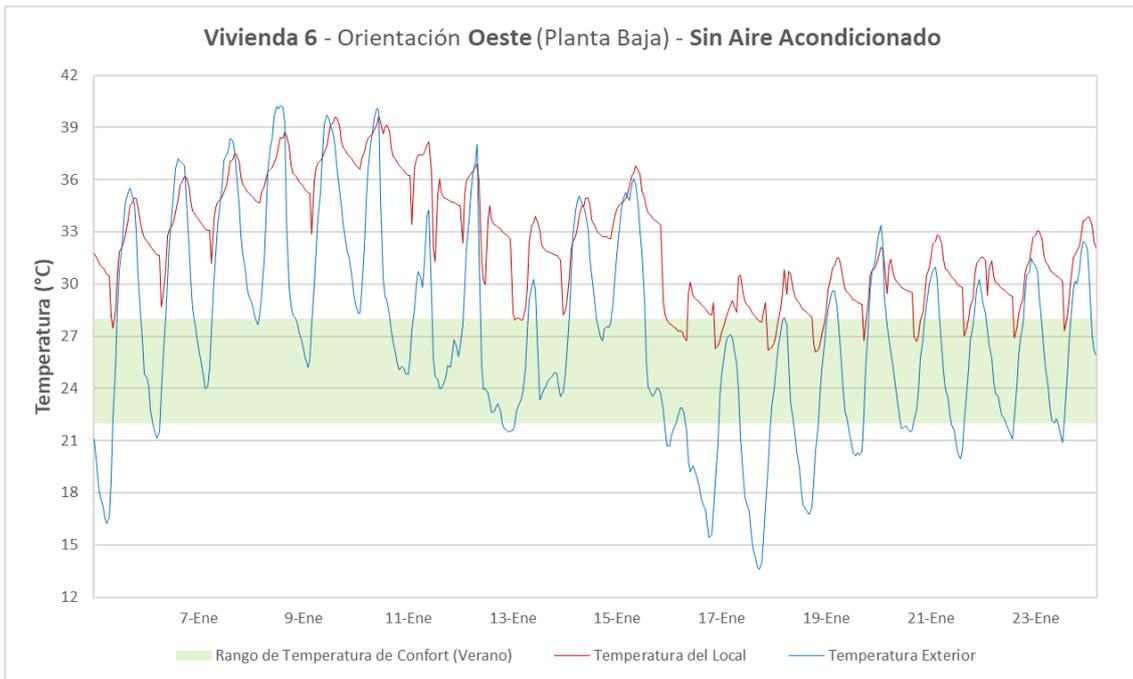


Gráfico 41: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta baja).

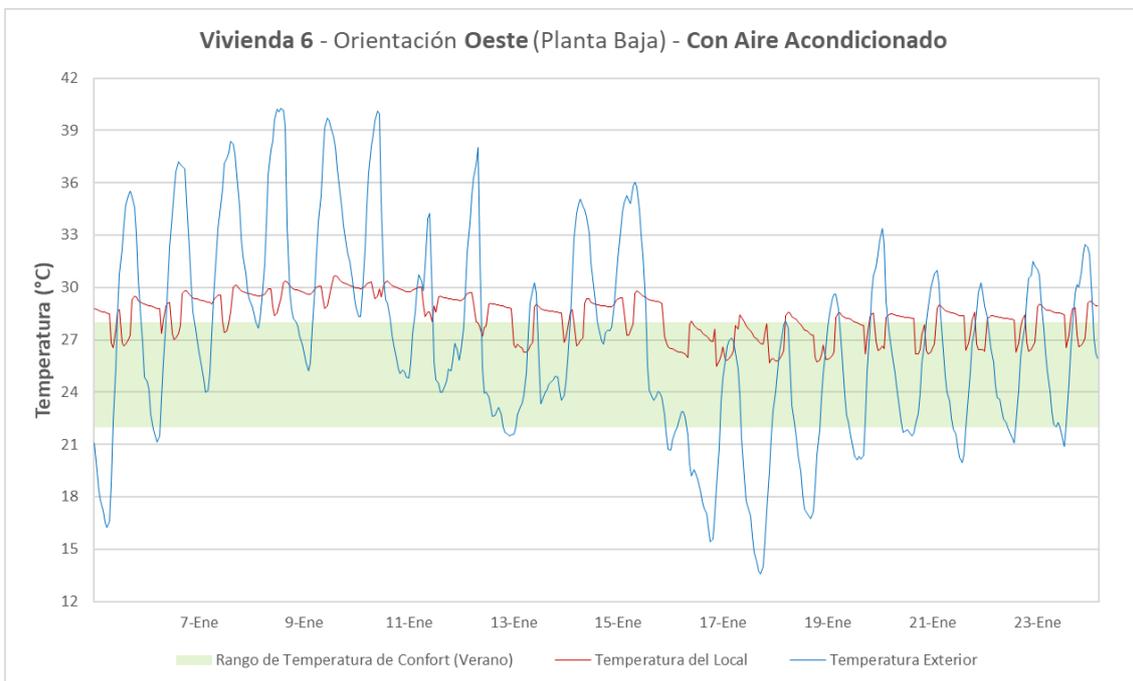


Gráfico 42: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta baja).

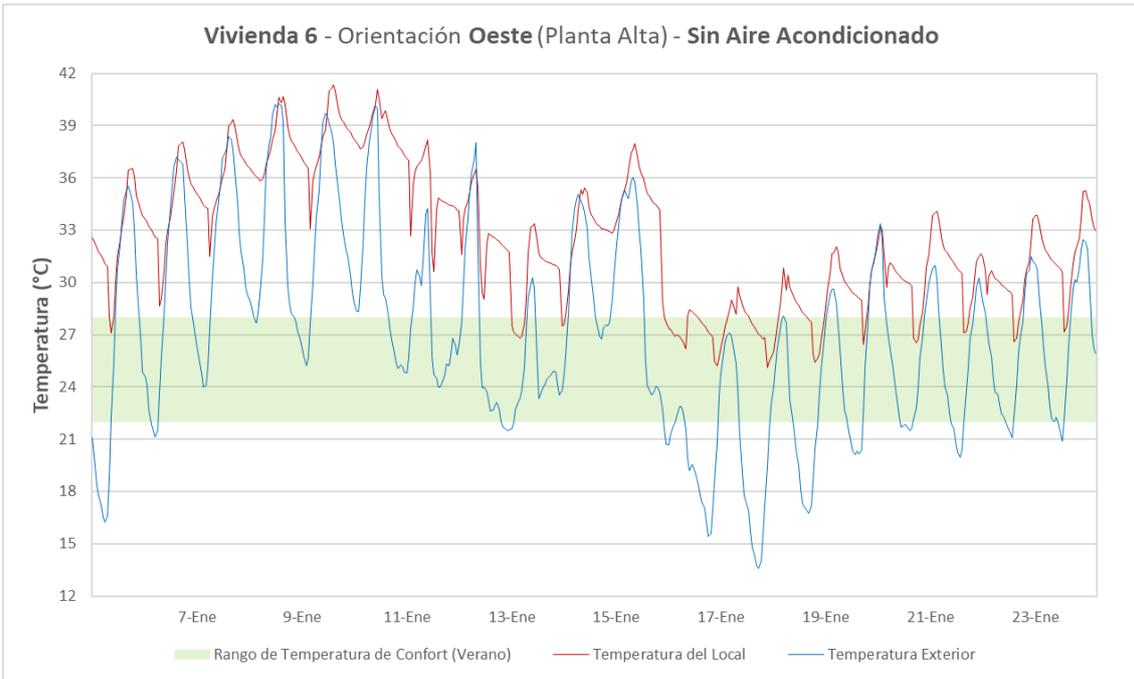


Gráfico 43: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta alta).

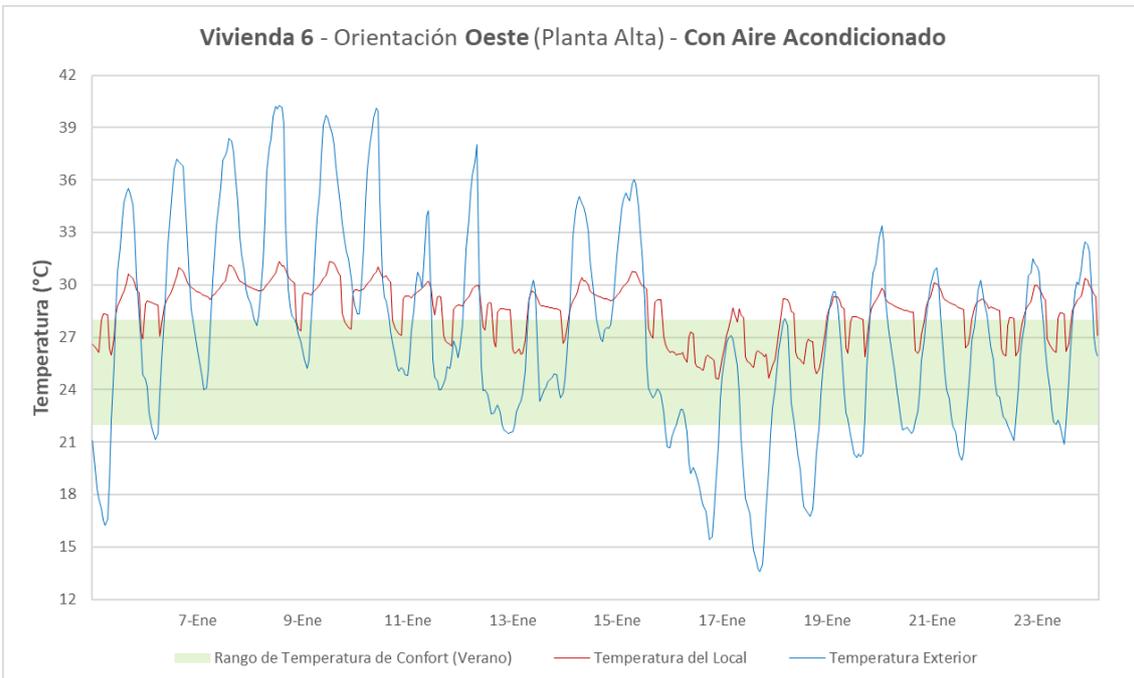


Gráfico 44: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 6 – Planta alta).

- Vivienda 36 (Sur)

En la vivienda 36, se observó que el porcentaje de horas en confort en planta baja sin el uso de sistemas de refrigeración fue de 26%, siendo el resto de horas en disconfort por calor de 74% y teniendo en cuenta el uso de sistemas complementarios fue de 45% de confort, siendo el resto de horas en disconfort por calor de 55%. (Ver Tabla 32).

Mientras que en planta alta el porcentaje de horas en confort fue de 24% y de disconfort de 76% sin el uso de sistemas de refrigeración y con su uso, de 47% de confort y de 53% de disconfort (Ver Tabla 33).

		<i>Sin Aire Acondicionado</i>		<i>Con Aire Acondicionado</i>	
Horas En Confort		124	26%	216	45%
Horas En Disconfort	Por Calor	356	74%	264	55%
	Por Frío	0	0%	0	0%
Total		356	74%	264	55%
Horas Totales		480	100%	480	100%

Tabla 32: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta baja).

		<i>Sin Aire Acondicionado</i>		<i>Con Aire Acondicionado</i>	
Horas En Confort		115	24%	226	47%
Horas En Disconfort	Por Calor	365	76%	254	53%
	Por Frío	0	0%	0	0%
Total		365	76%	254	53%
Horas Totales		480	100%	480	100%

Tabla 33: Horas totales y porcentaje de horas, de confort y disconfort para período caluroso con y sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta alta).

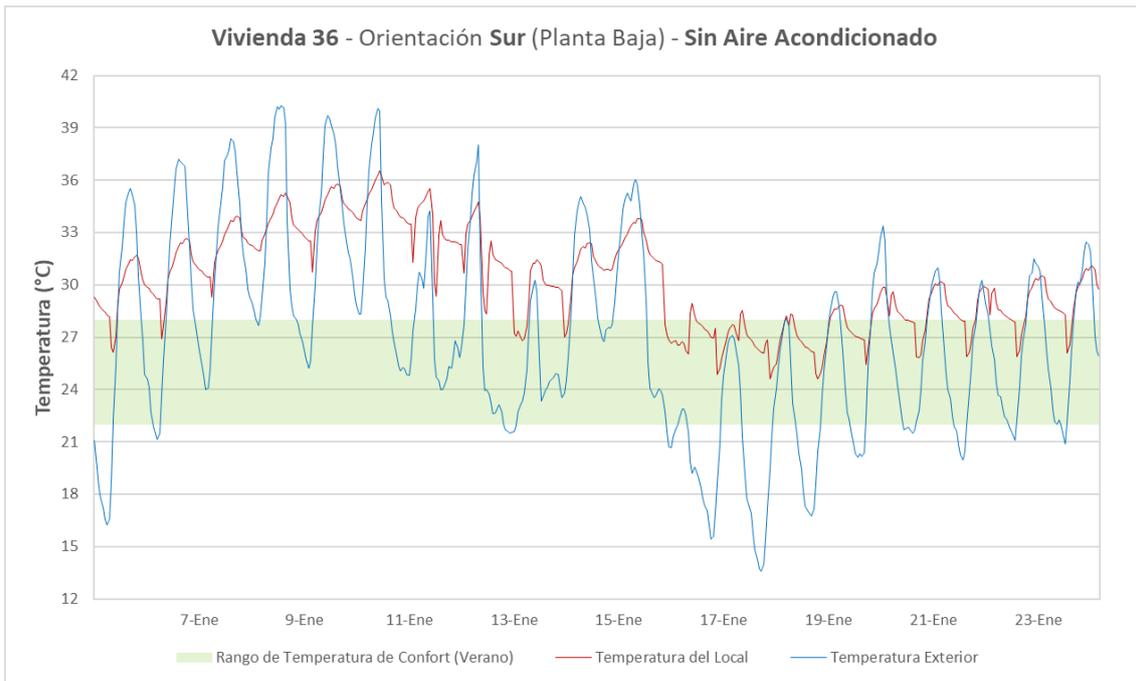


Gráfico 45: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta baja).

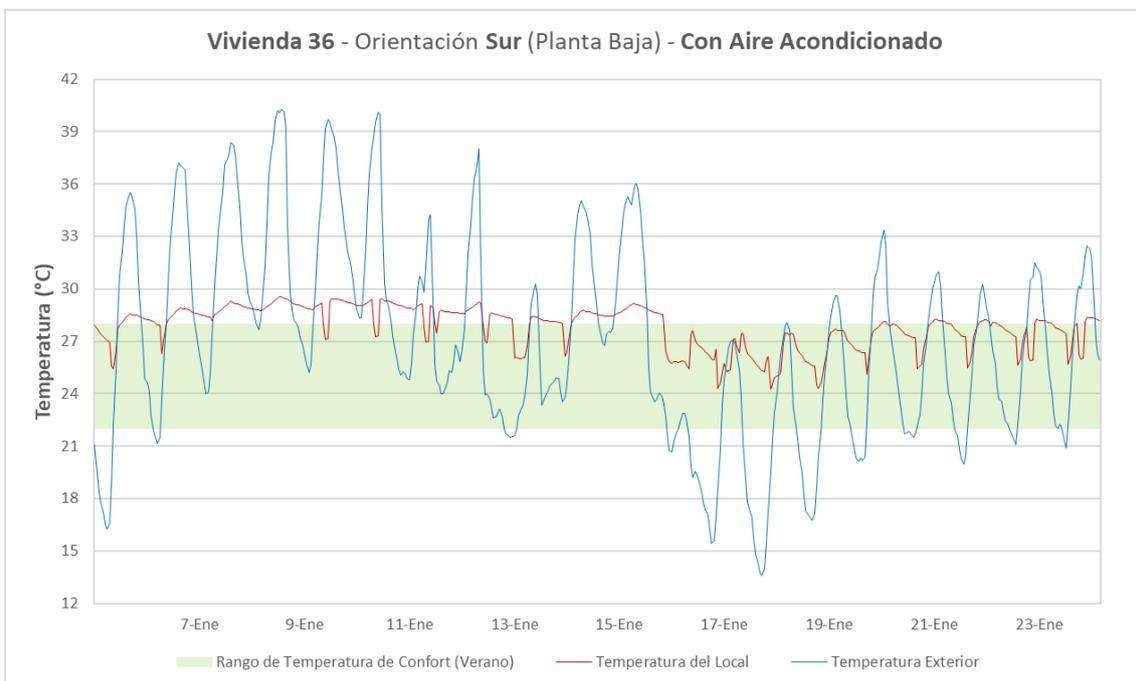


Gráfico 46: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta baja).

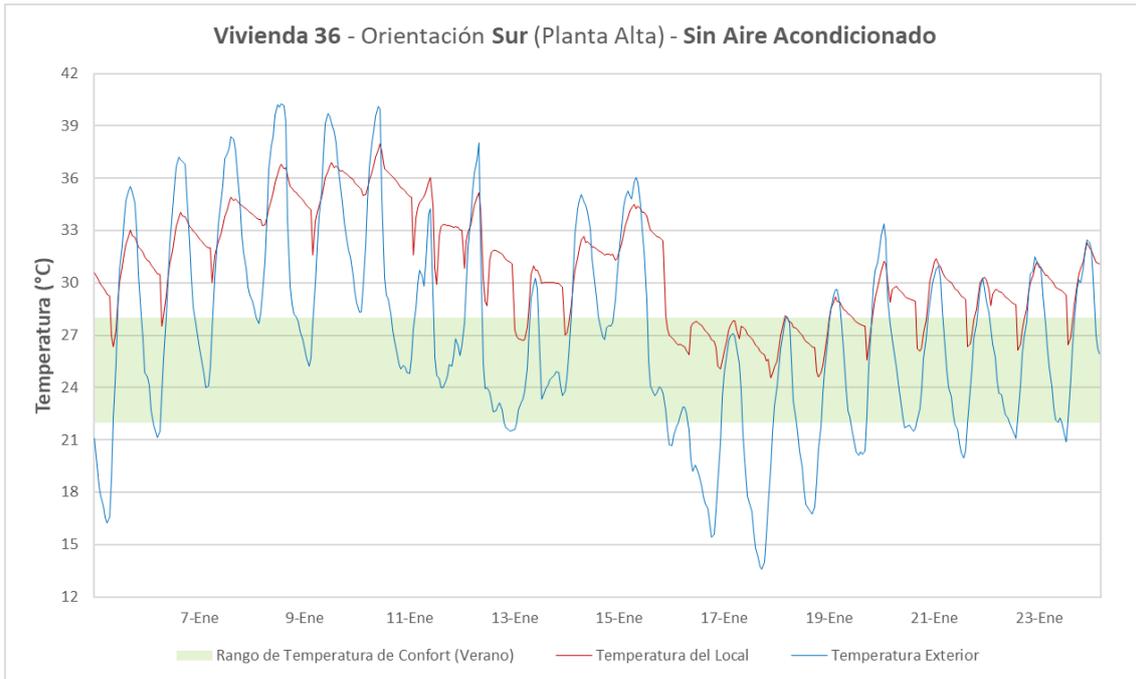


Gráfico 47: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso sin uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta alta).

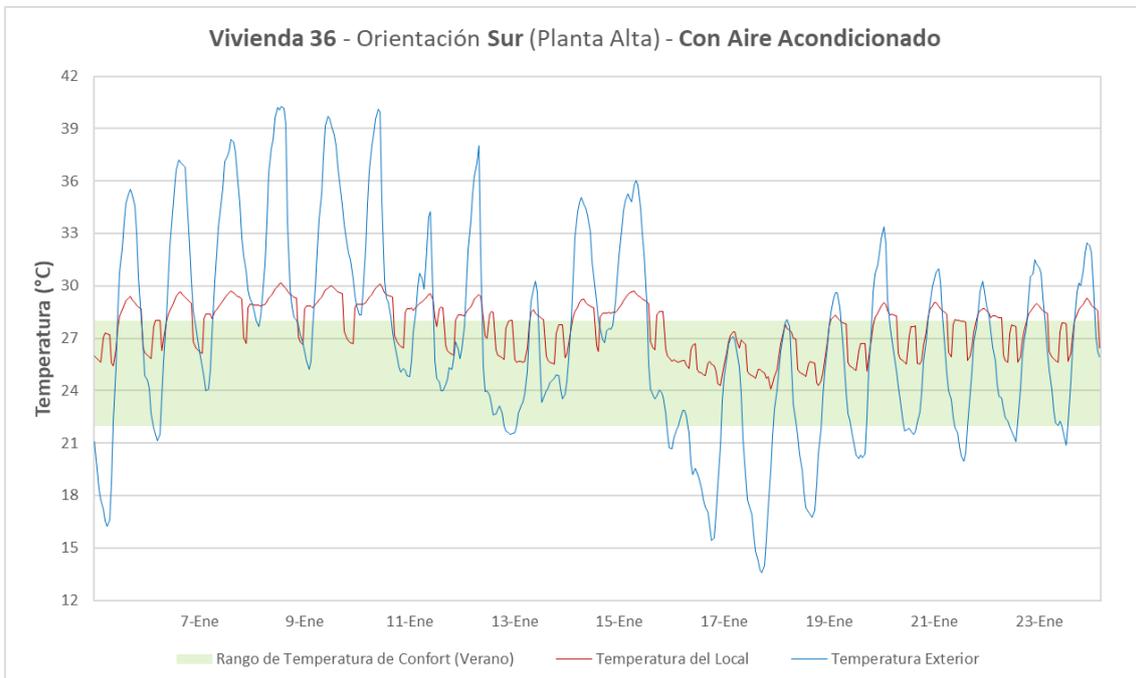


Gráfico 48: Temperatura interior, exterior y rango de confort para período caluroso con uso de sistemas de refrigeración (Vivienda 36 – Planta alta).

- Análisis general de gráficos de temperatura

En este período, se observó que la temperatura interior en todas las viviendas sin uso de aire acondicionado tendió a asimilar a la temperatura exterior, lo que demostró el mal comportamiento que presentan las viviendas en el período caluroso, que es el sobrecalentamiento y que es además el que presentan las edificaciones en general en la ciudad de Salto.

Por otra parte, observando las gráficas, vemos que las temperaturas de los locales estudiados generalmente estuvieron fuera del rango de confort sin el uso de los equipos de aire acondicionado, con temperaturas interiores altas, que se mantuvieron así a pesar de que la temperatura exterior haya descendido, notándose esto tanto en planta alta como en planta baja. Y si comparamos las gráficas con y sin uso de equipos de refrigeración, se distinguió claramente la incidencia que tienen los mismos en el confort, que si bien no se utilizan todo el tiempo sino en momentos puntuales como durante la noche, cuando están operativos, el ambiente se encuentra dentro del rango de confort.

N° de vivienda (Planta y orientación)	<i>Sin Aire Acondicionado</i>		<i>Con Aire Acondicionado</i>	
	% Horas En Confort	% Horas En Disconfort	% Horas En Confort	% Horas En Disconfort
17 (PB) (Este)	11	89	38	62
17 (PA) (Este)	14	86	43	57
21 (PB) (Norte)	23	78	43	57
21 (PA) (Norte)	24	76	45	55
6 (PB) (Oeste)	9	91	33	67
6 (PA) (Oeste)	15	85	30	70
36 (PB) (Sur)	26	74	45	55
36 (PA) (Sur)	24	76	47	53

Tabla 34: Porcentaje de horas en confort de todas las viviendas en planta baja y alta (Con y sin uso de sistemas complementarios).

4.2.2 Pérdidas y ganancias

Por medio de una simulación con Design Builder, se determinaron para todas las viviendas estudiadas los niveles de energía en ganancias y pérdidas en KWh a través de los diferentes cerramientos y ventilación, a nivel mensual.

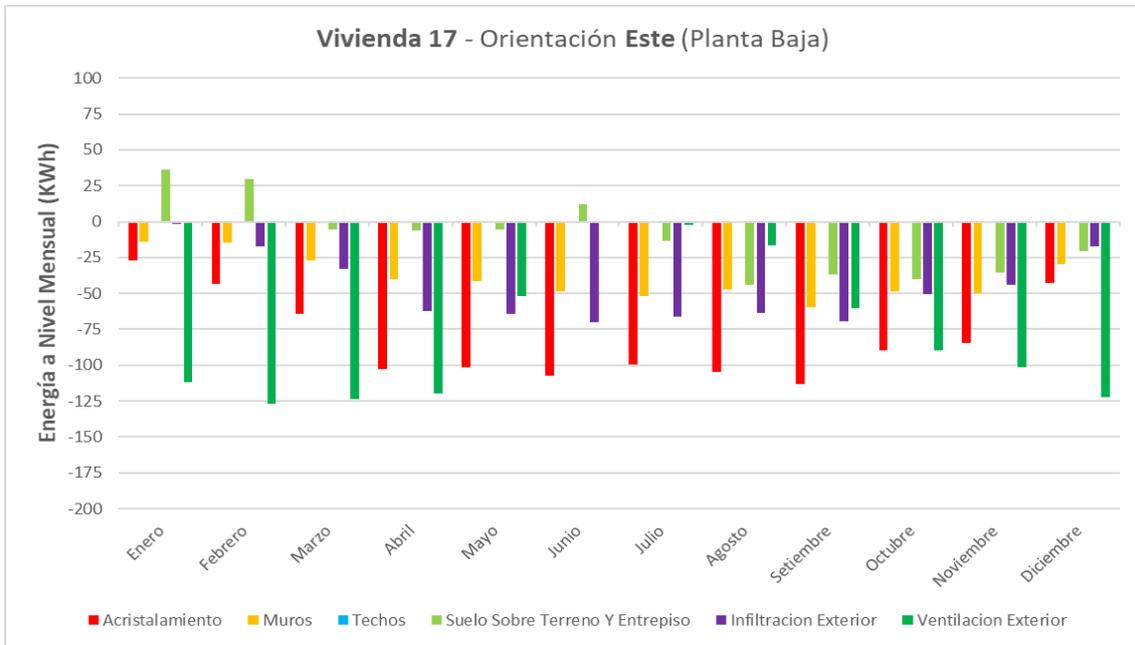


Gráfico 49: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 17 – Planta baja).

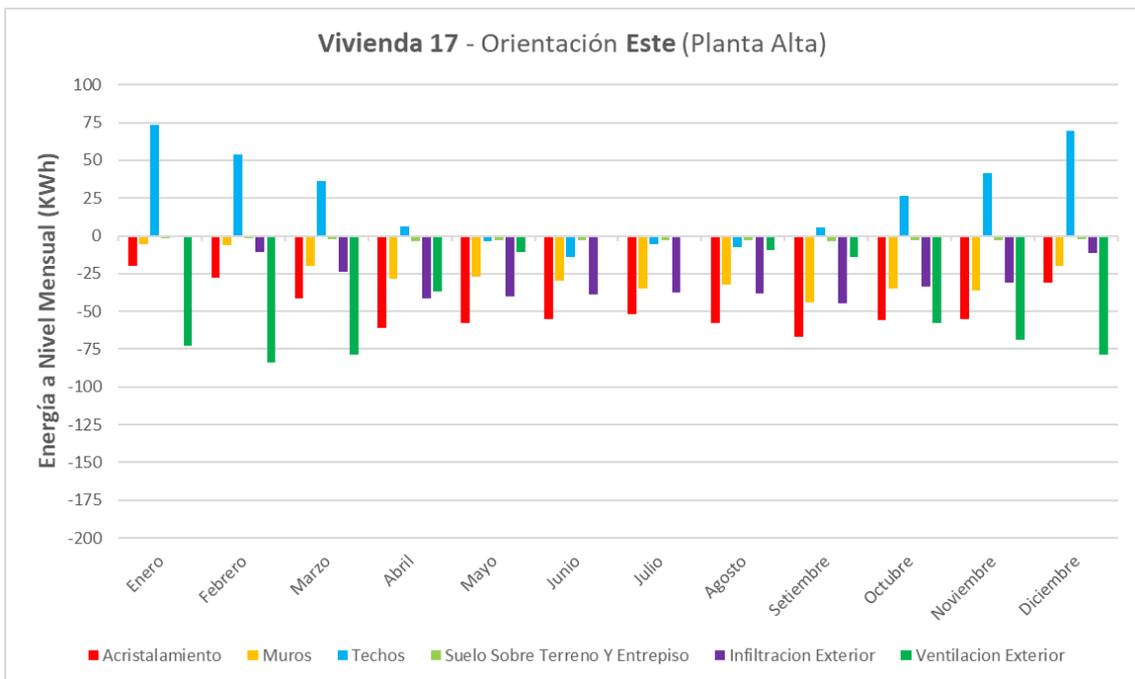


Gráfico 50: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 17 – Planta alta).

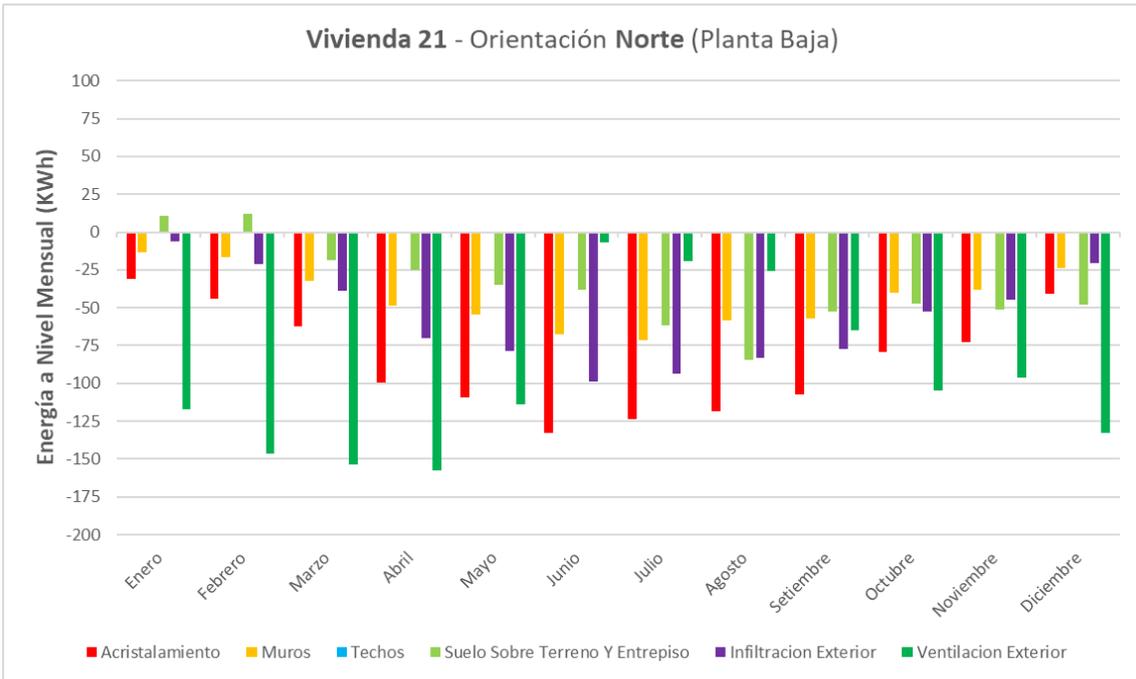


Gráfico 51: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 21 – Planta baja).

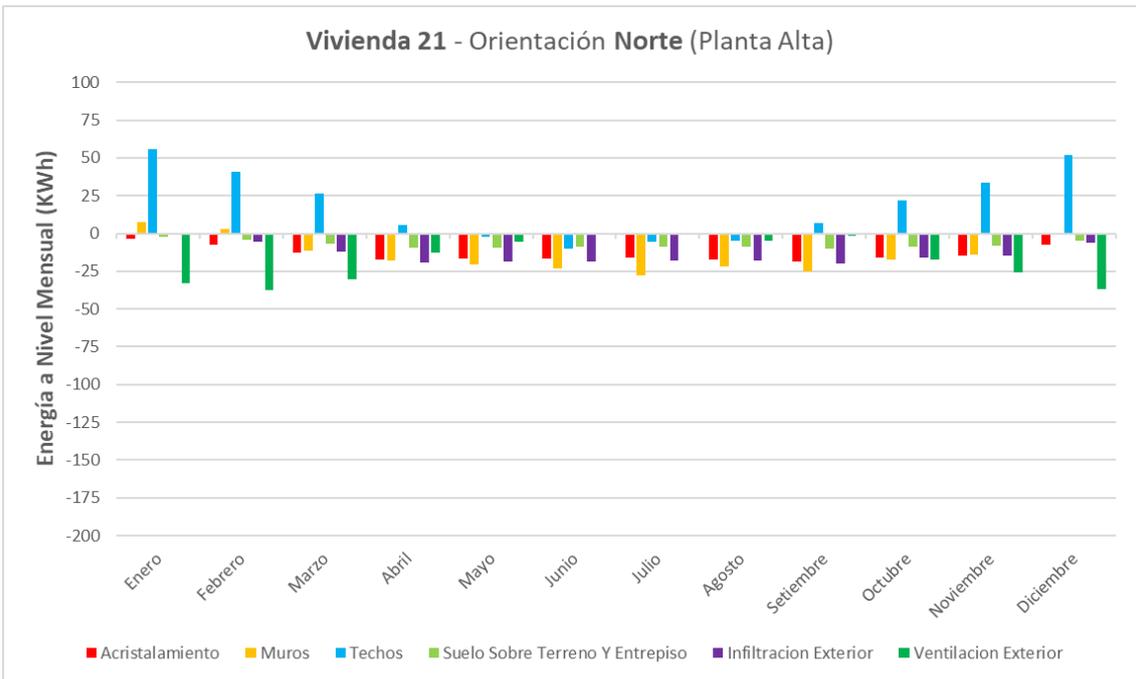


Gráfico 52: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 21 – Planta alta).

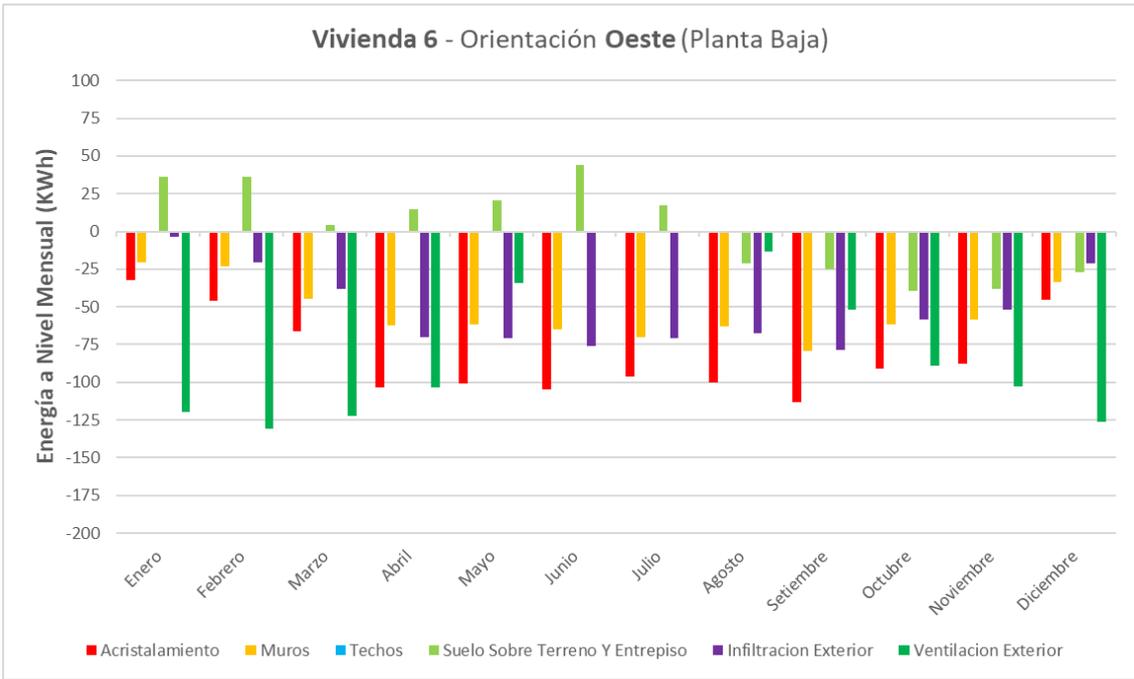


Gráfico 53: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 6 – Planta baja).

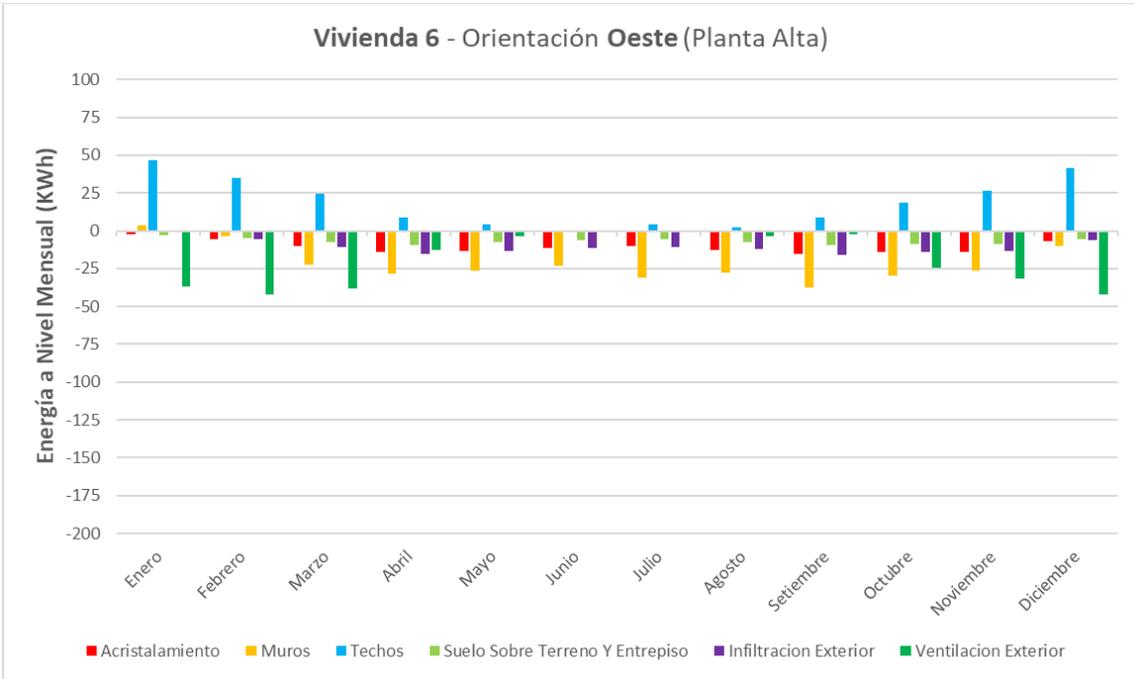


Gráfico 54: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 6 – Planta alta).

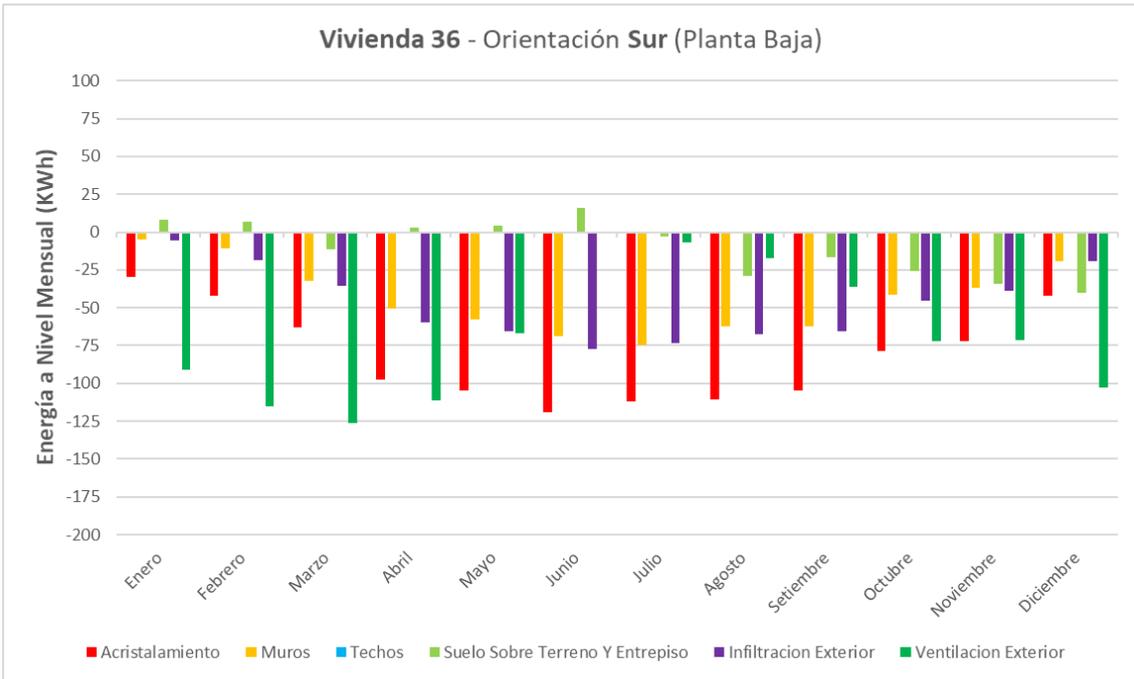


Gráfico 55: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 36 – Planta baja).

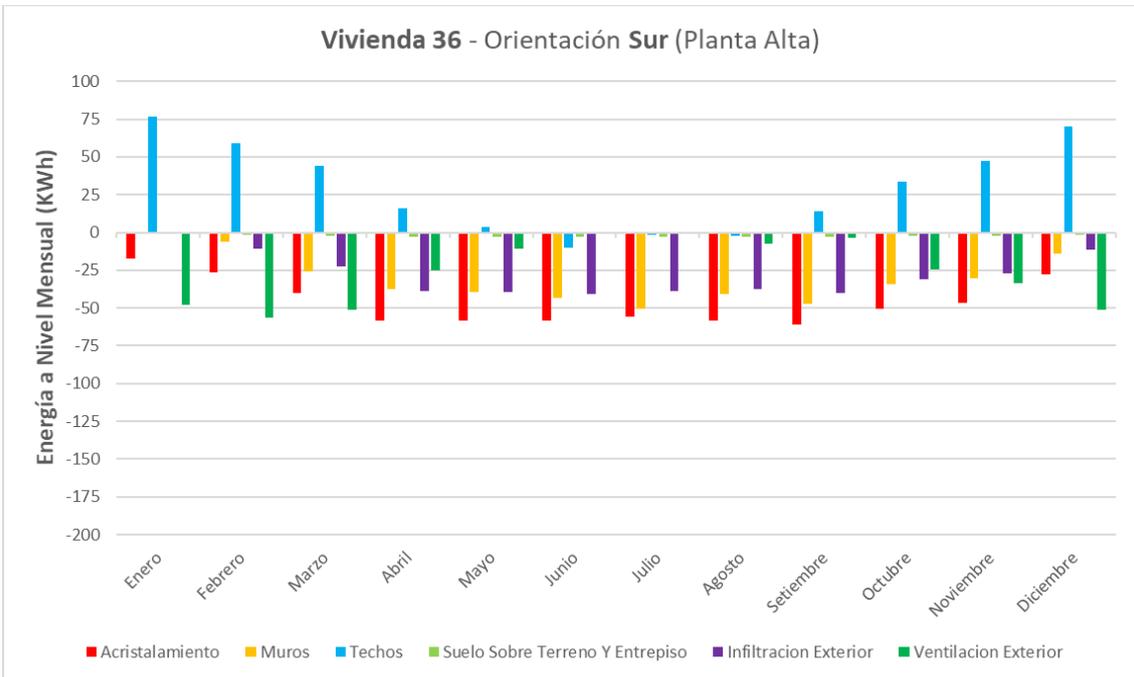


Gráfico 56: Pérdidas y ganancias a través de los cerramientos y por ventilación (Vivienda 36 – Planta alta).

- Análisis general de gráficos de ganancias y pérdidas

Se observó los niveles de energía que se ganan en el período caluroso por la cubierta superior, evidenciando el problema térmico que genera el uso de la chapa, ya que el plano horizontal es en donde se recibe una enorme cantidad de radiación solar directa que sobrepasa a cualquiera de los otros planos verticales.

Por otra parte, son importantes las pérdidas a través de la envolvente opaca y de las áreas vidriadas durante el período frío, lo que evidencia los problemas para retener el calor ganado a través de los mismos, siendo esta una de las principales estrategias a tener en cuenta para el clima de Uruguay durante dicho período.

4.2.3 Niveles de iluminación natural

El monitoreo de este parámetro se realizó en todas las viviendas seleccionadas dentro del caso de estudio y comprendió a los niveles de iluminación natural. Las mediciones se realizaron el día 18 de agosto de 2020, entre las 16:00 y 16:20 horas en la vivienda 17, entre las 16:30 y 16:40 horas en la vivienda 36, entre las 16:55 y 17:20 horas en la vivienda 6 y entre las 17:25 y las 17:50 horas en la vivienda 21.

- Vivienda 17 (Este)

En este caso se registraron buenos niveles de iluminación sobre planta baja y alta (Ver Gráfico 57 y 58), a excepción del estar que fue apenas por debajo de lo recomendado.

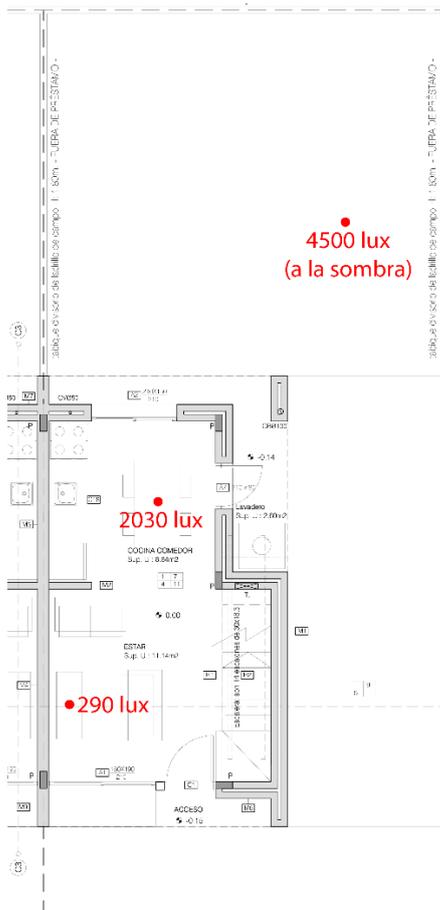


Gráfico 57: Niveles de iluminación natural (Vivienda 17 – Planta baja).

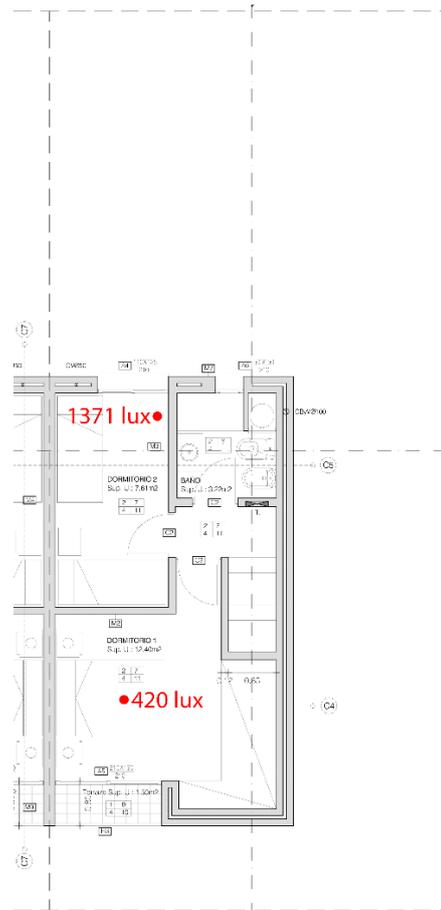


Gráfico 58: Niveles de iluminación natural (Vivienda 17 – Planta alta).

Relación de área vidriada respecto a área de piso

Estar y cocina-comedor

- Ventanas: A1 1,50 m alto / 1,90 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%
- A2 2,10 m alto / 1,50 largo / Corrediza / Área de Apertura 50%
- Puertas: C1 2,10 m alto / 0,90 m largo
- A7 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 19,78 m² Área Vanos = Ventanas + Puertas = 9,57 m²

19,78-----100%

9,57-----X

$X = 9,57 \times 100 / 19,78 = 48,38\%$

Dormitorio 1

Ventanas: A5 2,10 m alto / 1,90 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C2 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 12,40 m² Área Vanos = Ventanas + Puertas = 5,67 m²

12,40-----100%

5,67-----X

$$X = 5,67 \times 100 / 12,40 = \mathbf{45,73\%}$$

Dormitorio 2

Ventanas: A4 1,10 m alto / 1,25 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C2 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 7,61 m² Área Vanos = Ventanas + Puertas = 3,06 m²

7,61-----100%

3,06-----X

$$X = 3,06 \times 100 / 7,61 = \mathbf{40,21\%}$$

- Vivienda 21 (Norte)

En esta ocasión, sobre planta baja (Ver Gráfico 59) el estar fue donde apenas se estuvo por debajo de lo recomendado, mientras que sobre la cocina-comedor que tiene orientación Sur, se estuvo más por debajo debido a que el área vidriada para la tipología de 4 dormitorios es una ventana de menores dimensiones respecto a la “puerta-ventana” que están presentes en las tipologías de 2 y 3 dormitorios. Por otro lado, la iluminación sobre planta alta (Ver Gráfico 60) en el dormitorio principal fue buena debido a que cuenta con una gran área vidriada.

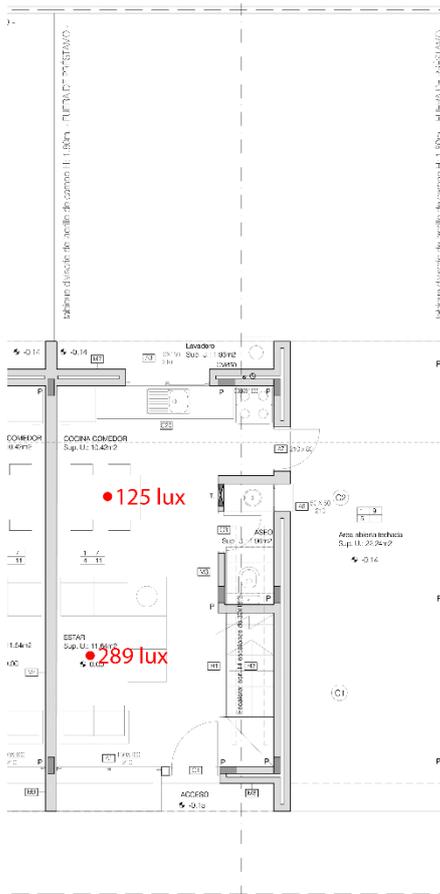


Gráfico 59: Niveles de iluminación natural (Vivienda 21 – Planta baja).

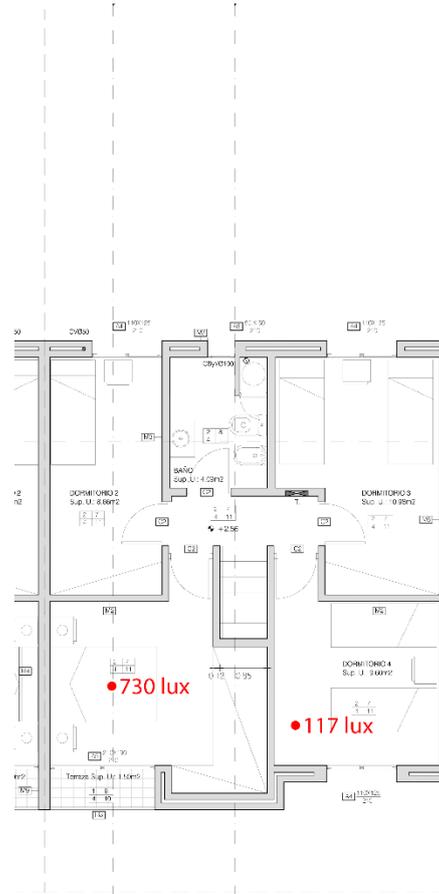


Gráfico 60: Niveles de iluminación natural (Vivienda 21 – Planta alta).

Relación de área vidriada respecto a área de piso

Estar y cocina-comedor

- Ventanas: A1 1,50 m alto / 1,90 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%
 A3 1,10 m alto / 1,50 largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C1 2,10 m alto / 0,90 m largo
A7 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 22,06 m² Área Vanos = Ventanas + Puertas = 8,07 m²

22,06-----100%

8,07-----X

$$X = 8,07 \times 100 / 22,06 = \mathbf{36,58\%}$$

Dormitorio 1

Ventanas: A5 2,10 m alto / 1,90 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C2 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 12,40 m² Área Vanos = Ventanas + Puertas = 5,67 m²

12,40-----100%

5,67-----X

$$X = 5,67 \times 100 / 12,40 = \mathbf{45,73\%}$$

Dormitorio 2

Ventanas: A4 1,10 m alto / 1,25 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C2 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 8,66 m² Área Vanos = Ventanas + Puertas = 3,06 m²

8,66-----100%

3,06-----X

$$X = 3,06 \times 100 / 8,66 = \mathbf{40,21\%}$$

Dormitorio 3

Ventanas: A4 1,10 m alto / 1,25 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C2 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 10,98 m² Área Vanos = Ventanas + Puertas = 3,06 m²

10,98-----100%

3,06-----X

$$X = 3,06 \times 100 / 10,98 = \mathbf{27,87\%}$$

Dormitorio 4

Ventanas: A4 1,10 m alto / 1,25 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C2 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 9,60 m²

Área Vanos = Ventanas + Puertas = 3,06 m²

9,60-----100%

3,06-----X

$$X = 3,06 \times 100 / 9,60 = \mathbf{31,88\%}$$

- Vivienda 6 (Oeste)

En esta vivienda, los niveles de iluminación registrados en planta baja (Ver Gráfico 61) son buenos, tanto a nivel de cocina-comedor como los son aún más a nivel del estar, el cual es que cuenta con área vidriada sobre la orientación Oeste.

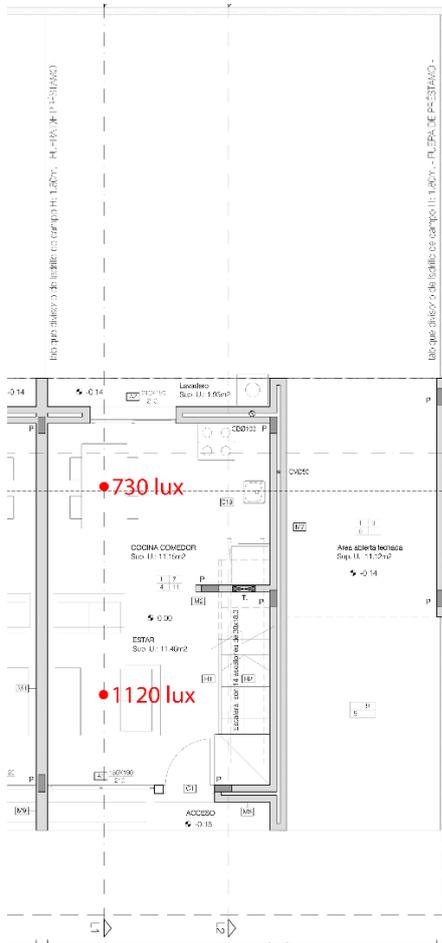


Gráfico 61: Niveles de iluminación natural (Vivienda 6 – Planta baja)

Relación de área vidriada respecto a área de piso

Estar y cocina-comedor

Ventanas: A1 1,50 m alto / 1,90 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

A2 2,10 m alto / 1,50 largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C1 2,10 m alto / 0,90 m largo

Área Piso: 22,61 m²

Área Vanos = Ventanas + Puertas = 7,89 m²

22,61-----100%

7,89-----X

$$X = 7,89 \times 100 / 22,61 = \mathbf{34,90\%}$$

Dormitorio 1

Ventanas: A5 2,10 m alto / 1,90 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C2 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 12,40 m²

Área Vanos = Ventanas + Puertas = 5,67 m²

12,40-----100%

5,67-----X

$$X = 5,67 \times 100 / 12,40 = \mathbf{45,73\%}$$

Dormitorio 2

Ventanas: A4 1,10 m alto / 1,25 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C2 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 7,61 m²

Área Vanos = Ventanas + Puertas = 3,06 m²

7,61-----100%

3,06-----X

$$X = 3,06 \times 100 / 7,61 = \mathbf{40,21\%}$$

Dormitorio 3

Ventanas: A4 1,10 m alto / 1,25 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C2 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 10,16 m²

Área Vanos = Ventanas + Puertas = 3,06 m²

10,16-----100%

3,06-----X

$$X = 3,06 \times 100 / 10,16 = \mathbf{30,12\%}$$

- Vivienda 36 (Sur)

En este caso, lo registrado en planta baja (Ver Gráfico 62), es apenas por debajo respecto a lo recomendado, pero es importante mencionar que la calidad de la iluminación que se recibe desde esta orientación es la más beneficiosa, ya que se recibe el tipo de luz “difusa” que es la más aconsejada para la iluminación natural, ya que la incidencia no se da de forma directa, siendo más uniforme, con una eficiencia constante y sin generar deslumbramientos ni reflejos.

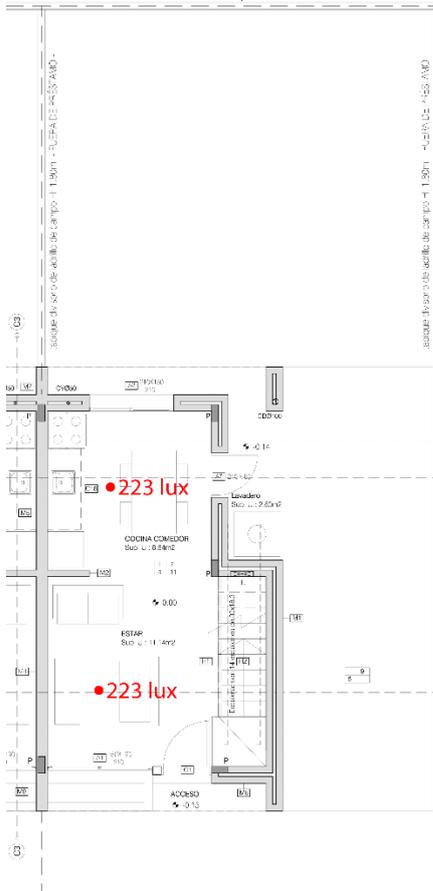


Gráfico 62: Niveles de iluminación natural (Vivienda 36 – Planta baja).

Relación de área vidriada respecto a área de piso

Estar y cocina-comedor

- Ventanas: A1 1,50 m alto / 1,90 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%
- A2 2,10 m alto / 1,50 largo / Corrediza / Área de Apertura 50%
- Puertas: C1 2,10 m alto / 0,90 m largo

A7 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 19,78 m²

Área Vanos = Ventanas + Puertas = 9,57 m²

19,78-----100%

9,57-----X

$$X = 9,57 \times 100 / 19,78 = \mathbf{48,38\%}$$

Dormitorio 1

Ventanas: A5 2,10 m alto / 1,90 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C2 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 12,40 m²

Área Vanos = Ventanas + Puertas = 5,67 m²

12,40-----100%

5,67-----X

$$X = 5,67 \times 100 / 12,40 = \mathbf{45,73\%}$$

Dormitorio 2

Ventanas: A4 1,10 m alto / 1,25 m largo / Corrediza / Área de Apertura 50%

Puertas: C2 2,10 m alto / 0,80 m largo

Área Piso: 7,61 m²

Área Vanos = Ventanas + Puertas = 3,06 m²

7,61-----100%

3,06-----X

$$X = 3,06 \times 100 / 7,61 = \mathbf{40,21\%}$$

- Análisis general de iluminación natural

Como conclusión general respecto a este parámetro estudiado y su incidencia en el confort, quedó en evidencia el hecho de que si se tuvo en cuenta este factor en el diseño del proyecto desde el inicio del mismo. Ya que como se registró en las mediciones realizadas, en todas las viviendas analizadas se midieron buenos valores de iluminación natural, a excepción de algunos casos, pero fueron valores casi aceptables. Así como, el hecho de que el área de vanos cumple con el porcentaje mínimo del 10% indicado en la normativa departamental.

Por otra parte, como aspecto positivo, fue que se utilizó el color blanco en las terminaciones interiores de los diferentes cerramientos, ya que es adecuado para distribuir en el interior de los locales la iluminación recibida a través de las áreas vidriadas. También se evidenció que en casi todos los cerramientos transparentes se cuenta con protecciones exteriores móviles que impiden el ingreso casi total de luz para aquellos casos en que los usuarios perciban niveles de iluminación que les genera discomfort.

Sin embargo, cuando se estudió el manejo de algunos aspectos que no se tuvieron en cuenta y que permitirían manejar este factor de diseño de una manera más adecuada para el confort, fue el no uso de la vegetación natural como protector de la incidencia directa de la radiación solar; que para algunas orientaciones esto puede resultarle muy favorable, ya que no se observó ningún tipo de flora en los alrededores de las viviendas.

4.2.4 Radiación solar

La radiación solar es una de las variables climáticas más conocidas y se puede medir con varios instrumentos, expresados en (w/m^2) y como diseñadores, nos interesa saber la cantidad y el momento en que se recibe. En el caso de estudio, se realizaron mediciones tanto al exterior, en plano horizontal y vertical y en el interior tanto de la vivienda 17 (Este) (Ver Gráfico 63), entre las 16:00 y las 16:20 horas del día 18 de agosto de 2020, como de la vivienda 6 (Oeste) (Ver Gráfico 64), entre las 16:55 y las 17:20 horas también en el mismo día. Dichas mediciones se realizaron sobre la fachada Oeste de ambas viviendas, ya que en ese momento la radiación solar incidía de forma directa desde dicha orientación y además el estado del cielo era claro en ese momento.

Cuando se comparó la radiación solar que se registró en el exterior al sol con la del interior de la vivienda 17 (Este), se observó que el área vidriada redujo 18% la incidencia del exterior hacia el interior y en la vivienda 6 (Oeste) la reducción fue de 26%.

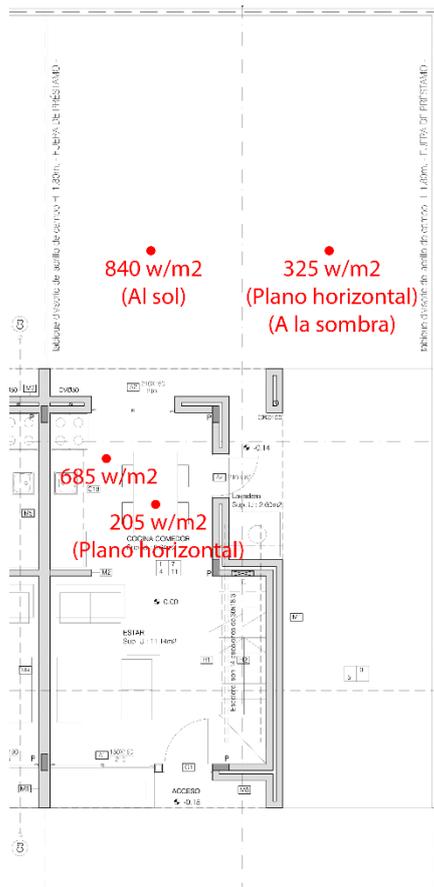


Gráfico 63: Niveles de radiación solar (Vivienda 17 – Planta baja).

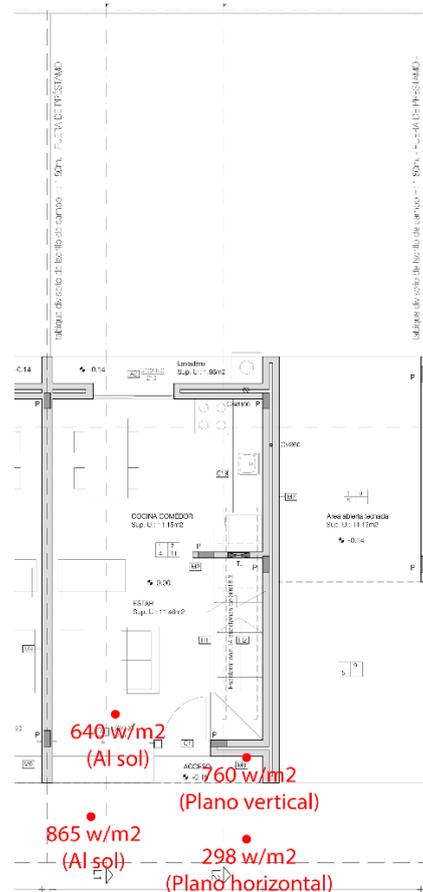


Gráfico 64: Niveles de radiación solar (Vivienda 6 – Planta baja).

4.2.5 Humedad superficial

Por medio de un medidor de humedad se puede detectar de forma rápida y sencilla la humedad cercana a la superficie en varios tipos de materiales, como los que se encuentran en las paredes, pisos o techos, y que nos permite conocer como es la distribución de la misma en dichos cerramientos. La vivienda 17 (Este) (Ver Gráfico 65) fue la única en que se realizaron mediciones de humedad superficial sobre los cerramientos verticales, entre las 16:00 y las 16:20 horas, en donde en ese momento se registraba a nivel del aire exterior un 28,0% de humedad relativa y 24,0°C de temperatura exterior según el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET).

superior, que cuentan con una capa de aislación de lana de vidrio, que presenta deficiencias en cuanto a su función, sumado a la terminación superior que es en chapa de acero galvanizado, la cual presenta muy malas propiedades térmicas, y genera continuos problemas de condensaciones que redundan en goteos y aparición de cielorrasos mojados y manchas de humedad.

Además, se observaron la presencia de puentes térmicos sobre los marcos de los cerramientos móviles, como fueron el caso de puertas y ventanas.



Gráfico 66: Dormitorio principal (Vivienda 17 – Planta alta).

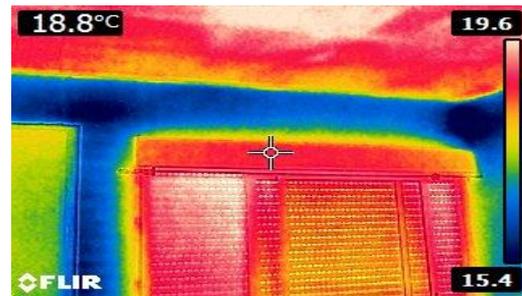


Gráfico 67: Termográfica dormitorio principal (Vivienda 17 – Planta alta).



Gráfico 68: Cocina-comedor (Vivienda 21 – Planta baja).



Gráfico 69: Termográfica cocina-comedor (Vivienda 21 – Planta baja).



Gráfico 70: Estar (Vivienda 6 – Planta baja).



Gráfico 71: Termográfica estar (Vivienda 6 – Planta baja).

4.2.7 Factor de forma

El factor de forma es la relación entre forma y volumen, que se calcula como el cociente entre la superficie expuesta de la envolvente del edificio y el volumen que alberga. Dicha envolvente es aquella que intercambia calor con el exterior, entonces las pérdidas y/o ganancias de calor son proporcionales a esta, ya que un mayor factor de forma indica una mayor exposición al exterior y por ende está relacionado con una mayor demanda de energía para calefacción o refrigeración (Picción, et al, 2010).

En el caso de estudio se determinó el factor de forma para cada una de las viviendas estudiadas (Ver Tabla 35), en donde se observó que las viviendas de 2 dormitorios (Vivienda 17 y 36) son las que presentan menor área expuesta respecto a su volumen interior, ya que las mismas son las que tienen forma más compacta posible. Mientras que la vivienda de 4 dormitorios (Vivienda 21) que además tiene orientación Norte, es la que presentan mayor área expuesta.

	Vivienda 17 (Este)	Vivienda 21 (Norte)	Vivienda 6 (Oeste)	Vivienda 36 (Sur)
Área expuesta (m ²)	131,32	223,5	168,7	131,32
Volumen interior (m ³)	130,51	198,46	159,03	130,51
Factor de forma	1,01	1,13	1,06	1,01

Tabla 35: Factor de forma para cada una de las viviendas estudiadas.

Capítulo 5

Estrategias de diseño pasivo

5.1 Estrategias aplicadas

Dentro de las estrategias aplicadas al proyecto actual, se destaca en lo que respecta a los cerramientos de la envolvente la incorporación de aislación térmica como estrategia de diseño pasivo, en donde la masa aislada ubicada del lado interior aporta tanto para refrigeración como para calefacción, logrando un cerramiento con gran inercia térmica. En donde también los valores de transmitancia térmica se encuentran por debajo de los establecidos por la normativa más actual perteneciente a la Intendencia de Montevideo.

Por otra parte, en lo que hace a la ventilación, se acentúa la posibilidad de realizar ventilación cruzada en planta baja, ya que la misma se desarrolla como un único espacio, amplio, con entrada y salida de aire en lados opuestos. No siendo lo mismo para la planta alta en donde la ventilación es unilateral y más difícil de realizar.

Y por último, es importante destacar el buen manejo de la iluminación natural como estrategia de diseño, ya que en la mayoría de los casos se registraron buenos niveles de ella, así como el hecho de contar con protecciones exteriores (cortinas de enrollar), que es un recurso necesario para protegernos de la radiación solar durante el período caluroso o durante el resto del año si es necesario.



Gráfico 72: Protecciones exteriores presentes en todas las áreas vidriadas.

5.2 Otras estrategias propuestas

En el desarrollo de un programa cooperativo, la implantación del conjunto, tiene un impacto muy importante en cómo se pondrán en práctica las estrategias que hacen al diseño pasivo en la arquitectura. Ya que la misma, implica a la elección del terreno y por ende aquellas posibles restricciones que se puedan encontrar en el desarrollo del proyecto.

Por ende, el proyectista tiene un papel clave en este sentido, ya que es quien determina y asesora acerca de cuál es el mejor terreno para el desarrollo del conjunto de viviendas. Y, debe tener en cuenta las diferentes características de cada uno para la implantación del conjunto, así como, otras exigencias que determina el MVOT como son el acceso a diferentes servicios básicos (agua potable, saneamiento y energía eléctrica).

En consecuencia, se presentan a continuación otras estrategias de diseño pasivo que se pudieron aplicar al caso de estudio desde las primeras etapas de anteproyecto y la mejora en el confort que representan.

5.2.1 Orientación y forma

Como establece Picción, et al (2010), la orientación con mejor comportamiento es la Norte, ya que es la que recibe la mayor cantidad de radiación en el período frío, y el mínimo en verano. Mientras que, para las otras orientaciones el principal problema se presenta durante el verano, siendo el más afectado el plano horizontal, ya que es el que recibe altos valores de radiación, así como también los planos Este y Oeste, siendo el Oeste el que presenta mayor problema térmico, ya que en horas de la tarde el aire tiene mayor temperatura durante dicho período. Y para la orientación Sur el problema es que no se recibe radiación directa durante el período frío, pero si durante el verano. Por ende, la orientación de las viviendas es fundamental para cómo serán afectados los diferentes ambientes, ya que, en el caso de estudio se observó que se logró una orientación adecuada para algunas viviendas hacia el Norte, no siendo así para el resto de viviendas que presentan otras orientaciones.

Por otra parte, no solo es importante la orientación de la fachada principal, sino también la forma del volumen respecto a la misma y el factor de huecos. En el conjunto estudiado, se tienen viviendas con distintos niveles de compacidad (planta rectangular e irregular) y con diferentes áreas y volúmenes edificados según cada tipología, en donde la aplicación de esta estrategia de diseño se logró a través de la distribución de las viviendas de forma apareada, pero con diferentes orientaciones.

Por esta razón, en este primer punto, la propuesta de diseño consistió en agrupar a las viviendas en tiras continuas, ya que esto permitiría reducir el factor de forma que cuando se encuentran apareadas y, además, cambiar la orientación de aquellas viviendas con otras orientaciones y agruparlas en una nueva disposición sobre el terreno conectadas por diferentes calles internas.

Haciendo un seguimiento de las cuatro viviendas estudiadas desde el inicio de este trabajo, se puede observar una nueva ubicación que resultó aleatoria para las mismas (Ver Gráfico 73), las cuales a los solos efectos de poder continuar su observación en el presente estudio, se continúan identificando con la numeración de puerta del proyecto original.



Gráfico 73: Planta de conjunto con propuesta de cambio de orientación y forma.

De esta manera, se observó que en la vivienda 17 hubo una mejora en el porcentaje de horas en confort de 4% para la planta baja y de 3% para la planta alta en el período frío y de 13% y 7% en el período caluroso. En la vivienda 6 de 9% y 4% para el período frío y de 18% y 10% para el período caluroso, y en la vivienda 36 de 11% y 7% para el período frío y de 1% y 2% para el período caluroso, mientras que la vivienda 21 no presenta variaciones ya que se mantiene su orientación original hacia el norte.

Por otro lado, además de las mejoras que se consiguieron en cuanto al porcentaje de horas en confort, con esta nueva disposición de las viviendas sobre el terreno, también se logran reducir costos directos e indirectos en cuanto al proyecto en sí, ya que al agrupar las viviendas en tiras directamente se reducen la cantidad de muros divisorios a construir e indirectamente esos muros pasan a ser adiabáticos y desde el punto de la eficiencia energética se producen menos intercambios de calor con el exterior.

Vivienda 17		Período Frío							
		PB - Sin Mejoras		PB - Con Mejoras		PA - Sin Mejoras		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		405	43%	438	47%	381	41%	412	44%
Horas En Disconfort	Por Calor	0,5	0%	85	9%	24,5	3%	94	10%
	Por Frío	530,5	57%	413	44%	530,5	57%	430	46%
Total		531	57%	498	53%	555	59%	524	56%
Horas Totales		936	100%	936	100%	936	100%	936	100%

Tabla 36: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período frío (Vivienda 17).

Vivienda 17		Período Caluroso							
		PB - Sin Mejoras		PB - Con Mejoras		PA - Sin Mejoras		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		54	11%	117	24%	66	14%	102	21%
Horas En Disconfort	Por Calor	426	89%	363	76%	414	86%	378	79%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		426	89%	363	76%	414	86%	378	79%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 37: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 17).

Vivienda 6		Período Frío							
		PB - Sin Mejoras		PB - Con Mejoras		PA - Sin Mejoras		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		341,5	36%	423	45%	380	41%	418	45%
Horas En Disconfort	Por Calor	0	0%	65	7%	4,5	0%	61	7%
	Por Frío	594,5	64%	448	48%	551,5	59%	457	49%
Total		594,5	64%	513	55%	556	59%	518	55%
Horas Totales		936	100%	936	100%	936	100%	936	100%

Tabla 38: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período frío (Vivienda 6).

Vivienda 6		Período Caluroso							
		PB - Sin Mejoras		PB - Con Mejoras		PA - Sin Mejoras		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		45	9%	128	27%	72	15%	122	25%
Horas En Disconfort	Por Calor	435	91%	352	73%	408	85%	358	75%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		435	91%	352	73%	408	85%	358	75%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 39: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 6).

Vivienda 36		Período Frío							
		PB - Sin Mejoras		PB - Con Mejoras		PA - Sin Mejoras		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		384,5	41%	487	52%	344	37%	411	44%
Horas En Disconfort	Por Calor	0,5	0%	83	9%	80	9%	97	10%
	Por Frío	551	59%	366	39%	512	55%	428	46%
Total		551,5	59%	449	48%	592	63%	525	56%
Horas Totales		936	100%	936	100%	936	100%	936	100%

Tabla 40: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período frío (Vivienda 36).

Vivienda 36		Período Caluroso							
		PB - Sin Mejoras		PB - Con Mejoras		PA - Sin Mejoras		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		124	26%	128	27%	115	24%	124	26%
Horas En Disconfort	Por Calor	356	74%	352	73%	365	76%	356	74%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		356	74%	352	73%	365	76%	356	74%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 41: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de orientación y forma para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).

5.2.2 Ventilación natural

Como establece Picción, et al (2010), la ventilación es la acción de permitir el paso del aire a través de un local o de un edificio. Ventilar implica renovar el aire, introduciendo aire fresco al local. Pero también, la ventilación obedece a necesidades diferentes, como explica Rivero (1988) para un clima templado como es el caso de la ciudad de Salto, que tiene un período frío y uno caluroso. La arquitectura debe adaptarse a una ventilación de invierno, en donde la única preocupación son las exigencias higiénicas y la ventilación de verano, que deberá satisfacer tanto las higiénicas como las térmicas.

Para el caso de estudio, en la planta alta que si bien tiene la posibilidad de realizar ventilación cruzada perdiendo privacidad al abrir las puertas de los dormitorios, se optó por un diseño de ventilación térmica, que como explican los autores mencionados, se basa en la diferencia entre las temperaturas del aire interior y exterior, que da lugar a presiones distintas que provocan un movimiento del aire de la zona de mayor presión a la de menor, estableciéndose una circulación de aire, denominado efecto de chimenea, en donde el flujo tiende a desplazarse verticalmente.

En donde, a mayor diferencia de altura entre las masas de aire, más fuertes son las corrientes térmicas. Y con esto, se buscó que la ventilación por efecto de chimenea colabore con la unilateral que ya presentan los locales en planta alta.

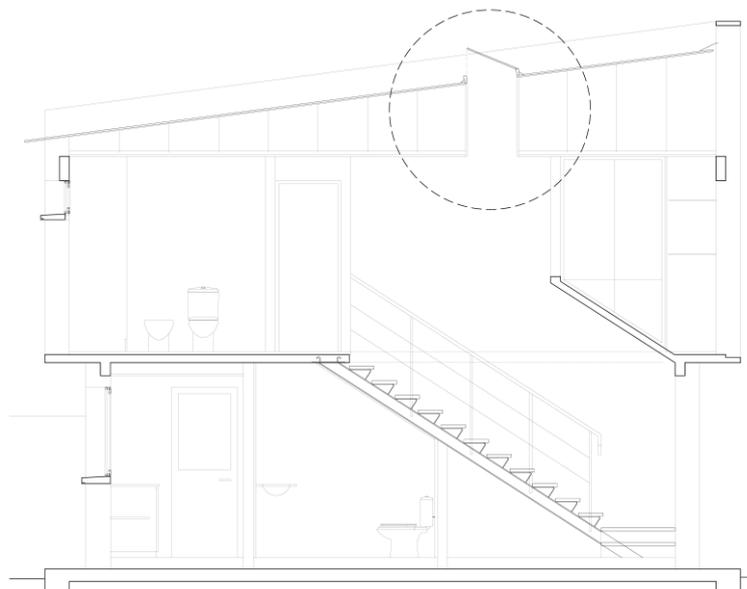


Gráfico 74: Ejemplo abertura para ventilación por efecto chimenea que aprovecha el vano que conecta planta baja y alta. (Vivienda 21).

Para el caso de estudio, solamente se tuvo en cuenta las mejoras en el confort para el período caluroso, ya que es el período en que nos interesa ventilar para eliminar el aire caliente interior, y se obtuvieron los siguientes resultados presentados en las siguientes tablas.

De esta manera, se observó que en la vivienda 17 hubo una mejora en el porcentaje de horas en confort de 1% para la planta baja y de 2% para la alta. En la vivienda 21 fue 3hs más de confort en planta baja y de 1% en planta alta. En la vivienda 6 de 1h en planta baja y de 2% para la alta, y en la vivienda 36 de 2% en ambas plantas.

Vivienda 17		Período Caluroso							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		117	24%	122	25%	102	21%	108	23%
Horas En Disconfort	Por Calor	363	76%	358	75%	378	79%	372	78%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		363	76%	358	75%	378	79%	372	78%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 42: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de ventilación natural para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 17).

Vivienda 21		Período Caluroso							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		108	23%	111	23%	114	24%	118	25%
Horas En Disconfort	Por Calor	372	78%	369	77%	366	76%	362	75%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		372	78%	369	77%	366	76%	362	75%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 43: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de ventilación natural para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 21).

Vivienda 6		Período Caluroso							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		128	27%	129	27%	122	25%	129	27%
Horas En Disconfort	Por Calor	352	73%	351	73%	358	75%	351	73%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		352	73%	351	73%	358	75%	351	73%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 44: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de ventilación natural para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 6).

Vivienda 36		Período Caluroso							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		128	27%	141	29%	124	26%	135	28%
Horas En Disconfort	Por Calor	352	73%	339	71%	356	74%	345	72%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	Total	352	73%	339	71%	356	74%	345	72%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 45: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de ventilación natural para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).

5.2.3 Vegetación

Otra forma de contribuir a solucionar problemas térmicos es a través de elementos vegetales para generar sombreado, como pueden ser árboles, césped, arbustos, etc. constituyéndose como una estrategia efectiva para el control climático, ya que como determina Bustamante (2009), los árboles pueden proteger a las viviendas de vientos fríos, de la radiación solar directa durante el período caluroso, así como también, son excelentes atenuadores del ruido y contaminación visual.

En este caso, la propuesta radicó en una forestación (Ver Gráfico 75) con vegetación de hoja caduca sobre las fachadas más desfavorables de aquellas viviendas con un área expuesta mayor, interponiéndose como un obstáculo que permite atenuar la incidencia de la radiación solar sobre los cerramientos verticales opacos de las fachadas Este y Oeste, así como bajar el factor de sombra¹¹ de los cerramientos transparentes sobre todo en horas de la mañana y tarde, durante el período caluroso.



Gráfico 75: Planta de conjunto con forestación proyectada.

¹¹ Es la fracción de la radiación que no es bloqueada por obstáculos de fachadas (toldos, celosías, vegetación...). De forma que si no cuenta con ningún obstáculo el factor de sombra es igual a 1.

Para esta propuesta de diseño, solamente se tuvo en cuenta las mejoras en el confort para el período caluroso, ya que la vegetación propuesta es de hoja caduca y solamente tiene incidencia en el período de verano, que es además cuando nos interesa proteger a los cerramientos de la incidencia de la radiación solar directa. Y en consecuencia, si a las simulaciones anteriores le sumamos esta nueva proposición sobre la vegetación, se obtuvieron los siguientes resultados presentados en las siguientes tablas.

En donde se observó que en la vivienda 17 hubo una mejora en el porcentaje de horas en confort de 3% para la planta baja y de 1% para la alta. En la vivienda 21 fue 2% más de confort en planta baja y de 2hs en planta alta. En la vivienda 6 de 1% en planta baja y de 1% para la alta, y para el caso de la vivienda 36 no se realizaron simulaciones ya que la misma se encuentra adosada a otras viviendas y no requiere de vegetación como protección.

Vivienda 17		Período Caluroso							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		122	25%	133	28%	108	23%	114	24%
Horas En Disconfort	Por Calor	358	75%	347	72%	372	78%	366	76%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		358	75%	347	72%	372	78%	366	76%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 46: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de vegetación para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).

Vivienda 21		Período Caluroso							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		111	23%	118	25%	118	25%	120	25%
Horas En Disconfort	Por Calor	369	77%	362	75%	362	75%	360	75%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		369	77%	362	75%	362	75%	360	75%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 47: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de vegetación para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).

Vivienda 6		Período Caluroso							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		129	27%	134	28%	129	27%	134	28%
Horas En Disconfort	Por Calor	351	73%	346	72%	351	73%	346	72%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		351	73%	346	72%	351	73%	346	72%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 48: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de vegetación para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).

5.2.4 Aislación térmica en cubierta

Como señala Rivero (1988), el objetivo de una aislación es controlar las condiciones térmicas de un medio habitado frente a los agentes térmicos del medio externo, en donde los materiales a utilizar serán los que nos sirvan como instrumento para ello. Por lo tanto, cualquier material que agreguemos en forma de capa a un cerramiento, dará siempre como resultado una mayor aislación térmica, aumentando también el poder de amortiguamiento, ya que aumentamos la capacidad térmica del conjunto.

Por ende, la propuesta de diseño consistió en agregar a la cubierta, una nueva capa de aislación térmica de lana de vidrio de 5cm con un film de aluminio a la ya existente, consiguiéndose así un total de 10cm de aislación de ese material y mejorando además el problema higrotérmico de condensación al agregar dicho film como barrera de vapor, buscando así mejorar la respuesta de este cerramiento frente a las solicitaciones climáticas.

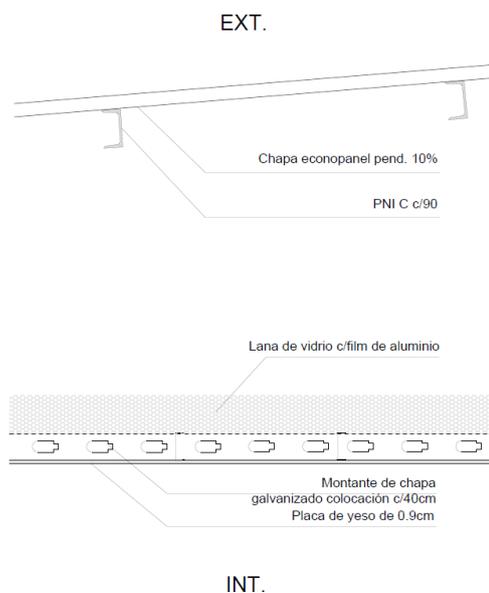


Gráfico 76: Corte con propuesta de mejora en aislación térmica.

Entonces, si a las simulaciones anteriores le sumamos los porcentajes de horas en confort de esta nueva proposición, se observó que en la vivienda 17 hubo una mejora en el porcentaje de horas en confort de 4% para la planta baja y también de 1% para la planta alta en el período frío y de 6% y 1% en el período caluroso. En la vivienda 21 de 6% y 3% para el período frío y de 5% y 2% para el período caluroso. En la vivienda 6 de 7% y 1% para el período frío y de 7% y 5% para el período caluroso, y por último, en la vivienda 36 de 3% en ambas plantas para el período frío y de 7% y 6% para el período caluroso.

Vivienda 17		Período Frío							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		438	47%	482	51%	412	44%	425	45%
Horas En Disconfort	Por Calor	85	9%	26	3%	94	10%	39	4%
	Por Frío	413	44%	428	46%	430	46%	472	50%
Total		498	53%	454	49%	524	56%	511	55%
Horas Totales		936	100%	936	100%	936	100%	936	100%

Tabla 49: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período frío (Vivienda 17).

Vivienda 17		Período Caluroso							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		133	28%	164	34%	114	24%	119	25%
Horas En Disconfort	Por Calor	347	72%	316	66%	366	76%	361	75%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		347	72%	316	66%	366	76%	361	75%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 50: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 17).

Vivienda 21		Período Frío							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		389	42%	452	48%	367	39%	391	42%
Horas En Disconfort	Por Calor	6,5	1%	26	3%	3,5	0%	9	1%
	Por Frío	540,5	58%	458	49%	565,5	60%	536	57%
Total		547	58%	484	52%	569	61%	545	58%
Horas Totales		936	100%	936	100%	936	100%	936	100%

Tabla 51: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período frío (Vivienda 21).

Vivienda 21		Período Caluroso							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		118	25%	142	30%	120	25%	129	27%
Horas En Disconfort	Por Calor	362	75%	338	70%	360	75%	351	73%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		362	75%	338	70%	360	75%	351	73%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 52: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 21).

Vivienda 6		Período Frío							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		423	45%	491	52%	418	45%	428	46%
Horas En Disconfort	Por Calor	65	7%	27	3%	61	7%	3	0%
	Por Frío	448	48%	418	45%	457	49%	505	54%
Total		513	55%	445	48%	518	55%	508	54%
Horas Totales		936	100%	936	100%	936	100%	936	100%

Tabla 53: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período frío (Vivienda 6).

Vivienda 6		Período Caluroso							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		134	28%	168	35%	134	28%	158	33%
Horas En Disconfort	Por Calor	346	72%	312	65%	346	72%	322	67%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		346	72%	312	65%	346	72%	322	67%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 54: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 6).

Vivienda 36		Período Frío							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		487	52%	515	55%	411	44%	441	47%
Horas En Disconfort	Por Calor	83	9%	36	4%	97	10%	43	5%
	Por Frío	366	39%	385	41%	428	46%	452	48%
Total		449	48%	421	45%	525	56%	495	53%
Horas Totales		936	100%	936	100%	936	100%	936	100%

Tabla 55: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período frío (Vivienda 36).

Vivienda 36		Período Caluroso							
		PB - Mejoras Anteriores		PB - Con Mejoras		PA - Mejoras Anteriores		PA - Con Mejoras	
Horas En Confort		141	29%	172	36%	135	28%	162	34%
Horas En Disconfort	Por Calor	339	71%	308	64%	345	72%	318	66%
	Por Frío	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
Total		339	71%	308	64%	345	72%	318	66%
Horas Totales		480	100%	480	100%	480	100%	480	100%

Tabla 56: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño de cubierta para planta baja y alta en período caluroso (Vivienda 36).

5.3 Análisis general de propuestas de mejora

Si tenemos en cuenta todas las medidas propuestas (5.2.1 al 5.2.4), se comprueba una mejora en el confort de las viviendas analizadas para los períodos críticos de invierno y verano.

			% Inicial Horas En Confort	% Mejora 1 - Orientación Y Forma	%+	% Mejora 2 - Ventilación Natural	%+	% Mejora 3 - Vegetación	%+	% Mejora 4 - Cubierta	%+	% Total Mejoras	%+
Vivienda 17	Planta Baja	Período Frío	43	47	4					51	4	51	8
		Período Caluroso	11	24	13	25	1	28	3	34	6	34	23
	Planta Alta	Período Frío	41	44	3					45	1	45	4
		Período Caluroso	14	21	7	23	2	24	1	25	1	25	11
Vivienda 21	Planta Baja	Período Frío	42							48	6	48	6
		Período Caluroso	23			23	0	25	2	30	5	30	7
	Planta Alta	Período Frío	39							42	3	42	3
		Período Caluroso	24			25	1	25	0	27	2	27	3
Vivienda 6	Planta Baja	Período Frío	36	45	9					52	7	52	16
		Período Caluroso	9	27	18	27	0	28	1	35	7	35	26
	Planta Alta	Período Frío	41	45	4					46	1	46	5
		Período Caluroso	15	25	10	27	2	28	1	33	5	33	18
Vivienda 36	Planta Baja	Período Frío	41	52	11					55	3	55	14
		Período Caluroso	26	27	1	29	2			36	7	36	10
	Planta Alta	Período Frío	37	44	7					47	3	47	10
		Período Caluroso	24	26	2	28	2			34	6	34	10

Tabla 57: Porcentaje de horas en confort con aplicación de estrategias de diseño para planta baja y alta en período caluroso y frío (Vivienda 17, 21, 6 y 36).

En la tabla 57, se pueden observar con detalle dichos valores discriminados por vivienda y por período crítico, evidenciándose como la mejor propuesta, la que refiere al cambio en la orientación y forma en donde se logran los más altos porcentajes de mejora en el confort, sobre todo en aquellas viviendas que presentan una orientación más desfavorable, como las ubicadas al Este y Oeste. En cuanto a las otras propuestas de diseño, se destaca la incorporación de más aislación térmica en la cubierta, en donde se alcanzan buenos porcentajes de mejora en ambos períodos analizados (invierno y verano), sobre todo en planta baja. Y por último, las propuestas respecto a la ventilación natural y el uso de vegetación, denotan una mejoría que, si bien no llega a ser tan relevante como las propuestas anteriores, se constituyen como estrategias complementarias a tener en cuenta en las primeras etapas de diseño.

Capítulo 6

Reflexiones finales

Las primeras decisiones que el proyectista debe tomar en la etapa de anteproyecto en la construcción cooperativa, serán decisivas para la calidad térmica de los espacios interiores. Por eso, es importante comprender las diferentes estrategias y sus requerimientos de diseño para que se puedan aplicar desde dicha etapa, ya que las viviendas deben responder a las solicitaciones del clima, de modo que el confort y la eficiencia energética se logren lo máximo posible. Por ende, las estrategias que se analizaron en este trabajo, buscan constituirse como una herramienta que permita al proyectista implementar diferentes opciones que hacen a la arquitectura bioclimática en los programas cooperativos de vivienda, y que a su vez no impliquen realizar una inversión económica mayor sobre el proyecto en sí.

En cuanto a la eficiencia energética, su promoción, es un tema que en Uruguay recién está comenzando, a diferencia de algunos países de la región y del mundo en donde este tema se lo tiene en cuenta desde el comienzo del proceso de diseño y que además es impulsado por sus diferentes organismos competentes que establecen normativas que inciden en la calidad higrotérmica de las viviendas y en el confort de los usuarios. Muchas veces se da por sentado en Uruguay, que más eficiencia energética, implica una mayor inversión económica y destino de recursos, cuando esto no siempre es así, lo que se evidencia con el resultado de este trabajo, donde otras estrategias de diseño que se podrían aplicar desde las primeras etapas de anteproyecto, lograron una mejora en el confort térmico.

Por ende, se considera clave al proyectista, quien determina y asesora no solo en cuál es la mejor implantación para el desarrollo del conjunto de viviendas, sino que también es fundamental a la hora de tener en cuenta las diferentes estrategias de diseño pasivo que hacen a la eficiencia energética y que a veces no son tenidas en cuenta. Así mismo, es imprescindible que los usuarios (cooperativistas) cuenten con la información correspondiente para que puedan concientizarse sobre los modos correctos de uso y mantenimiento de la vivienda, ya que serán importantes para lograr una economía en la energía destinada al funcionamiento de los diferentes equipos térmicos.

En el caso de estudio, las estrategias de diseño ya empleadas, fueron acertadas y contribuyeron en gran medida en el confort térmico, lo cual se evidencia en cuanto a que con las estrategias propuestas el porcentaje de mejoras no fue tan significativo, a excepción de la orientación. Esto demuestra que la construcción de cooperativas de vivienda en Uruguay con el

sistema constructivo tradicional no es deficiente en cuanto a la calidad constructiva y el confort térmico. Por ende, las estrategias que se puedan incorporar sin generar un costo adicional se limitan en gran medida, y, a lo sumo, las que se pueden incorporar mejoran levemente el desempeño en cuanto a la eficiencia energética.

Por este motivo se concluye que la hipótesis propuesta en esta tesis para el caso de estudio es acertada, en la medida en que existen otras estrategias de acondicionamiento térmico pasivo que pueden ser aplicadas desde la etapa de diseño, sin que esto tenga un costo económico adicional para una Cooperativa de Vivienda por Ayuda Mutua, aunque la elección de estas estrategias y la mejora que generan en el confort térmico se ve muy limitada. Una de las que debe tenerse más en cuenta en las primeras etapas de anteproyecto, es la orientación, ya que según se desprende de este trabajo, su incidencia en el confort es una de las más significativas y que a su vez no genera un costo adicional si se logra aplicar a las viviendas. El hacer hincapié en esta estrategia no implica desconocer que otras estrategias también son importantes y tienen una incidencia en el confort, aunque en porcentajes menores, como sucedió en el caso de estudio con la ventilación, el uso de vegetación y la mejora en la cubierta.

Sería de interés para futuras investigaciones, estudiar y analizar la aplicación de otros sistemas constructivos no tradicionales avalados por el MVOT en las cooperativas de vivienda por Ayuda Mutua, para evaluar la incidencia de los mismos en cuanto a la eficiencia energética y la posibilidad de incorporar más estrategias de diseño pasivo. En estos casos se buscaría que estos sistemas constructivos permitan una mayor flexibilidad a la hora de mejorar el confort térmico sin generar costos adicionales, teniendo en cuenta el carácter social de las construcciones cooperativas.

Bibliografía consultada

- Agencia Española de Cooperación Internacional; Intendencia Municipal de Montevideo; Junta de Andalucía, (1999). *Una Historia con Quince Mil Protagonistas. Las Cooperativas de Vivienda por Ayuda Mutua Uruguayas*. Montevideo, Uruguay. Sevilla, España.
- Alias, H. M., Jacobo, G. J. (diciembre de 2011). Eficiencia energética en viviendas sociales. Incidencia de la envolvente en el consumo eléctrico para mantener el bienestar higrotérmico en los espacios interiores. *Revista ARQUISUR. Vol. 1 (N°1)*, pp. 76-89.
- Alonso, N., Bozzo, L., Calone, M., Nahoum, B., Recalde, S., Tedros, G., (2013), *¿La Tecnología es la Solución? Evaluación integral de las viviendas realizadas por el MVOT (1993-2002) empleando sistemas innovadores*. Montevideo, Uruguay: Los Autores.
- Arman, M., Chileshe, N., Pullen, S., Wilson, L., Zillante, G., Zuo, J. (enero de 2010). National Housing Policy in Australia: Are New Initiatives in Affordable Housing Sustainable?. *The International Journal of Interdisciplinary Social Sciences. Vol. 5 (N°2)*, pp. 129-147.
- Batthyány, K., Cabrera, M., (2011). *Metodología de la investigación en Ciencias Sociales. Apuntes para un curso inicial*. Montevideo, Uruguay: Las Autoras.
- Bustamante, W., (2009). *Guía de diseño para la eficiencia energética en la vivienda social*. Santiago de Chile, Chile: MINVU y CNE.
- CEPAL. (2013). Eficiencia energética en América Latina y el Caribe: avances y desafíos del último quinquenio. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4106/1/S2013957_es.pdf
Fecha de consulta: 23/04/2020.
- Chauvie, V., Picción, A., (2005). *Patologías de condensación: diseño y uso del edificio*. Montevideo, Uruguay: Comisión Sectorial de Educación Permanente – UDELAR.

- Congreso de Intendentes. (2016). Normativa Nacional de Edificación sobre Higiene de la Vivienda. Recuperado de: <https://www.sau.org.uy/wp-content/uploads/2016/09/Normativa-Nacional-de-Edificaci%c3%b3n-01-09-16.pdf>
Fecha de Consulta: 03/05/2021.

- Departamento de Clima y Confort en Arquitectura – Instituto de la Construcción, Facultad de Arquitectura UDELAR. (2009). Pautas de diseño bioclimático para optimizar condiciones de confort y uso de energía en el sector residencial financiado por organismos públicos, para Uruguay, caso de clima complejo. Recuperado de: http://www.fadu.edu.uy/ic/files/2012/03/documento-final_proyPDT06.pdf
Fecha de consulta: 02/05/2020.

- Esteves, A., Filippín, C., Mercado, M. (junio de 2010). Comportamiento térmico-energético de una vivienda social de la ciudad de Mendoza, Argentina. *Revista Ambiente Construido*. Vol. 10 (N°2), pp. 87-100.

- Filippín, C., Flores, S., Mazzocco, M. P., Sulaiman, H. (2018). Performance energética de una vivienda social en Argentina y su rehabilitación basada en simulación térmica. *Revista Ambiente Construido*. Vol. 18 (N°4), pp. 215-235.

- Gerwer, K. (diciembre de 2014). *Evaluación económica de la eficiencia energética. Caso de estudio: sistemas constructivos para Vivienda de Interés Social en Montevideo-Uruguay*. *Revista Hábitat Sustentable*. Vol. 4 (N°2), pp. 26-43.

- MIEM. (2018). Balance Energético 2018. Montevideo, Uruguay. Recuperado de: <https://ben.miem.gub.uy/descargas/1balance/1-1-Libro-BEN2018.pdf>
Fecha de Consulta: 30/04/2020.

- MIEM. (2017). Apoyo a la eficiencia energética. Préstamos para la mejora de viviendas. Montevideo, Uruguay. Recuperado de: http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/356113/OR_Tri%CC%81ptico_13x25.pdf/8c3d3b55-adb6-4b72-8fa0-0c110167efc2
Fecha de Consulta: 20/04/2020.

- MIEM. (2015). Plan nacional de eficiencia energética 2015-2024. Montevideo, Uruguay. Recuperado de: http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/22654/Plan_Nacional_de_Eficiencia_Energetica.pdf/2e21a8c6-3492-4c7d-b6ba-33b138632a85
Fecha de Consulta: 18/03/2020.

- MIEM. (2008). Política energética 2005-2030. Montevideo, Uruguay. Recuperado de: <http://www.eficienciaenergetica.gub.uy/documents/20182/22528/Pol%C3%ADtica+Energ%C3%A9tica+2005-2030/841defd5-0b57-43fc-be56-94342af619a0>
Fecha de Consulta: 18/03/2020.

- Montaner, J. M., Muxí, Z., (2006). *Habitar el presente. Vivienda en España: sociedad, ciudad, tecnología y recursos*. Madrid, España: Ministerio de Vivienda.

- Moya, L., (2008). *La vivienda social en Europa: Alemania, Francia y Países Bajos desde 1945*. España: Maira Libros.

- MVOT. (2015). Plan quinquenal de vivienda 2015-2019. Montevideo, Uruguay. Recuperado de: <http://www.mvotma.gub.uy/component/k2/item/10011311-plan-quinquenal-de-vivienda-2015-2019?highlight=WyJwbGFuliwicXVpbnF1ZW5hbCIsInBsYW4gcXVpbnF1ZW5hbCJd>
Fecha de Consulta: 23/03/2020.

- MVOT. (2008). Reglamento, subsidio y producto. Montevideo, Uruguay. Recuperado de: https://www.anv.gub.uy/sites/default/files/2019-10/COOP_PARTE6_Reglamento_subsidio_y_producto.pdf
Fecha de Consulta: 14/03/2020.

- Nahoum, B., (2013). *Algunas claves. Reflexiones sobre aspectos esenciales de la vivienda cooperativa por ayuda mutua*. Montevideo, Uruguay: Ediciones Trilce.

- Rivero, R., (1988). *Arquitectura y Clima: Acondicionamiento Térmico Natural*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

- Solares, H., (1999). *Vivienda y Estado. Políticas habitacionales y producción del hábitat popular en América Latina*. Cochabamba, Bolivia.
- Terra, J. P., (diciembre 1969). La vivienda. *Nuestra Tierra*. (N°38), pp. 1-60.
- Tsenkova, S., Youssef, K. (julio de 2011). Green and affordable housing in Canada: investment strategies of social housing organisations. *Enhr Conference*.

Anexos

Anexo 1

Datos Del Sitio (Localización y Datos Meteorológicos)	Ciudad De Salto (Uruguay)	Latitud	-31,43
		Longitud	-57,97
		Altitud (m)	33

Anexo 1 [Tabla 1]: Modelo en Design Builder.

Datos de Cerramientos y Acristalamientos	General	Esto permite cargar los datos de los cerramientos manualmente introduciendo sus características y propiedades
Datos de Ganancias	Simplificadas	Nos da la posibilidad de definir las ganancias internas por personas aparatos e iluminación por separado
Sincronización	Día Laborable	Con esta opción se carga de manera simplificada cuando suceden determinados eventos en el edificio (ocupación, uso de aparatos y equipos, etc.), mediante periodos diarios definidos por una hora de inicio y finalización, así como el número de días a la semana que esto sucede
HVAC	Simple	Con esto se modelan sistemas de climatización "ideales" que suministran la energía de calentamiento y enfriamiento, caudales de ventilación, para mantener el confort en el edificio
Ventilación Natural	Programada	Aquí se determinan las tasas máximas de renovación de aire por hora (rph)

Anexo 1 [Tabla 2]: Opciones de modelo.

Vivienda N° 17				
Zona	Horario	Días/Semana	Tipo	Actividad
Estar/Comedor/Cocina	08:00/22:00	7	Estándar	De pie, trabajo ligero, caminar
Baño	-	-	No acondicionada	-
Dormitorio 1	22:00/08:00	7	Estándar	Sentado, trabajo muy ligero
Dormitorio 2	22:00/08:00	7	Estándar	Sentado, trabajo muy ligero

Anexo 1 [Tabla 3]: Datos de modelo (Actividad – Vivienda 17).

Vivienda N° 21				
Zona	Horario	Días/Semana	Tipo	Actividad
Estar/Comedor/Cocina	08:00/22:00	7	Estándar	De pie, trabajo ligero, caminar
Aseo	-	-	No acondicionada	-
Baño	-	-	No acondicionada	-
Dormitorio 1	22:00/08:00	7	Estándar	Sentado, trabajo muy ligero
Dormitorio 2	22:00/08:00	7	Estándar	Sentado, trabajo muy ligero
Dormitorio 3	22:00/08:00	7	Estándar	Sentado, trabajo muy ligero
Dormitorio 4	22:00/08:00	7	Estándar	Sentado, trabajo muy ligero

Anexo 1 [Tabla 4]: Datos de modelo (Actividad – Vivienda 21).

Vivienda N° 6				
Zona	Horario	Días/Semana	Tipo	Actividad
Estar/Comedor/Cocina	08:00/22:00	7	Estándar	De pie, trabajo ligero, caminar
Baño	-	-	No acondicionada	-
Dormitorio 1	22:00/08:00	7	Estándar	Sentado, trabajo muy ligero
Dormitorio 2	22:00/08:00	7	Estándar	Sentado, trabajo muy ligero
Dormitorio 3	22:00/08:00	7	Estándar	Sentado, trabajo muy ligero

Anexo 1 [Tabla 5]: Datos de modelo (Actividad – Vivienda 6).

Vivienda N° 36				
Zona	Horario	Días/Semana	Tipo	Actividad
Estar/Comedor/Cocina	08:00/22:00	7	Estándar	De pie, trabajo ligero, caminar
Baño	-	-	No acondicionada	-
Dormitorio 1	22:00/08:00	7	Estándar	Sentado, trabajo muy ligero
Dormitorio 2	22:00/08:00	7	Estándar	Sentado, trabajo muy ligero

Anexo 1 [Tabla 6]: Datos de modelo (Actividad – Vivienda 36).

Vivienda N° 17													
Zona	Horario	Días/Semana	N° Hombres	N° Mujeres	N° Niños	Total Personas	Área Suelo (m ²)	Densidad (Personas/m ²)	Fracción Latente	Tasa Metabólica (W)	Factor Metabólico	Clo (Invierno)	Clo (Verano)
Estar/Comedor/Cocina	08:00/22:00	7	2	1	0	3	19,78	0,15	0,44	133	0,95	1,00	0,5
Dormitorio 1	22:00/08:00	7	1	1	0	2	12,4	0,16	0,39	123	0,93	1,00	0,5
Dormitorio 2	22:00/08:00	7	1	0	0	1	7,61	0,13	0,39	123	1,00	1,00	0,5

Anexo 1 [Tabla 7]: Ocupación y uso de cada local (Vivienda 17).

Vivienda N° 21													
Zona	Horario	Días/Semana	N° Hombres	N° Mujeres	N° Niños	Total Personas	Área Suelo (m ²)	Densidad (Personas/m ²)	Fracción Latente	Tasa Metabólica (W)	Factor Metabólico	Clo (Invierno)	Clo (Verano)
Estar/Comedor/Cocina	08:00/22:00	7	1	2	3	6	22,06	0,27	0,44	133	0,83	1,00	0,5
Dormitorio 1	22:00/08:00	7	1	1	0	2	12,4	0,16	0,39	123	0,93	1,00	0,5
Dormitorio 2	22:00/08:00	7	0	1	0	1	8,66	0,12	0,39	123	0,85	1,00	0,5
Dormitorio 3	22:00/08:00	7	0	0	1	1	10,98	0,09	0,39	123	0,75	1,00	0,5
Dormitorio 4	22:00/08:00	7	0	0	2	2	9,6	0,21	0,39	123	0,75	1,00	0,5

Anexo 1 [Tabla 8]: Ocupación y uso de cada local (Vivienda 21).

Vivienda N° 6													
Zona	Horario	Días/Semana	N° Hombres	N° Mujeres	N° Niños	Total Personas	Área Suelo (m ²)	Densidad (Personas/m ²)	Fracción Latente	Tasa Metabólica (W)	Factor Metabólico	Clo (Invierno)	Clo (Verano)
Estar/Comedor/Cocina	08:00/22:00	7	1	2	0	3	24,96	0,12	0,44	133	0,90	1,00	0,5
Dormitorio 1	22:00/08:00	7	0	1	0	1	12,4	0,08	0,39	123	0,85	1,00	0,5
Dormitorio 2	22:00/08:00	7	0	1	0	1	7,61	0,13	0,39	123	0,85	1,00	0,5
Dormitorio 3	22:00/08:00	7	1	0	0	1	10,16	0,10	0,39	123	1,00	1,00	0,5

Anexo 1 [Tabla 9]: Ocupación y uso de cada local (Vivienda 6).

Vivienda N° 36													
Zona	Horario	Días/Semana	N° Hombres	N° Mujeres	N° Niños	Total Personas	Área Suelo (m ²)	Densidad (Personas/m ²)	Fracción Latente	Tasa Metabólica (W)	Factor Metabólico	Clo (Invierno)	Clo (Verano)
Estar/Comedor/Cocina	08:00/22:00	7	1	1	1	3	19,78	0,15	0,44	133	0,87	1,00	0,5
Dormitorio 1	22:00/08:00	7	1	1	0	2	12,4	0,16	0,39	123	0,93	1,00	0,5
Dormitorio 2	22:00/08:00	7	0	0	1	1	7,61	0,13	0,39	123	0,75	1,00	0,5

Anexo 1 [Tabla 10]: Ocupación y uso de cada local (Vivienda 36).

Vivienda N° 17									
Zona	Horario	Equipos	Cantidad	Potencia (Por Equipo) (W)	Fracción Radiante (Por Equipo)	Potencia Total (W)	Área Suelo (m ²)	Ganancia (W/m ²)	Fracción Radiante Promedio
Estar/Comedor/Cocina	00:00/24:00	Heladera	1	92	0,45	92	24,96	3,69	0,00
	18:00/22:00	TV	1	22	0,4	22		0,88	0,02
Dormitorio 1	22:00/24:00	TV	1	22	0,4	22	12,4	1,77	0,02
Dormitorio 2	18:00/22:00	PC	1	73	0,1	232	7,61	30,49	0,01
		Monitor	1	22	0,4				
		Impresora	1	137	0,7				

Anexo 1 [Tabla 11]: Equipos de cada local (Vivienda 17).

Vivienda N° 21									
Zona	Horario	Equipos	Cantidad	Potencia (Por Equipo) (W)	Fracción Radiante (Por Equipo)	Potencia Total (W)	Área Suelo (m ²)	Ganancia (W/m ²)	Fracción Radiante Promedio
Estar/Comedor/Cocina	00:00/24:00	Heladera	1	92	0,45	92	24,96	3,69	0,00
	18:00/22:00	TV	1	22	0,4	22		0,88	0,02
Dormitorio 4	18:00/22:00	PC	1	73	0,1	232	9,6	24,17	0,01
		Monitor	1	22	0,4				
		Impresora	1	137	0,7				

Anexo 1 [Tabla 12]: Equipos de cada local (Vivienda 21).

Vivienda N° 6									
Zona	Horario	Equipos	Cantidad	Potencia (Por Equipo) (W)	Fracción Radiante (Por Equipo)	Potencia Total (W)	Área Suelo (m ²)	Ganancia (W/m ²)	Fracción Radiante Promedio
Estar/Comedor/Cocina	00:00/24:00	Heladera	1	92	0,45	92	24,96	3,69	0,00
	18:00/22:00	TV	1	22	0,4	22		0,88	0,02

Anexo 1 [Tabla 13]: Equipos de cada local (Vivienda 6).

Vivienda N° 36									
Zona	Horario	Equipos	Cantidad	Potencia (Por Equipo) (W)	Fracción Radiante (Por Equipo)	Potencia Total (W)	Área Suelo (m ²)	Ganancia (W/m ²)	Fracción Radiante Promedio
Estar/Comedor/Cocina	00:00/24:00	Heladera	1	92	0,45	92	24,96	3,69	0,00
	18:00/22:00	TV	1	22	0,4	22		0,88	0,02

Anexo 1 [Tabla 14]: Equipos de cada local (Vivienda 36).

Cubiertas Inclinas								
Capa	Espesor (m)	K (Conductividad) (W/m.K)	c _p (Calor Específico) (J/kg.K)	ρ (Densidad) (kg/m ³)	ε (Emisividad)	α (Absortancia Visible)	α (Absortancia Solar)	Rca (Resistencia Media) (m ² .K/W)
Chapa Galvanizada	0,005	47	460	7800	0,3	0,65	0,65	
Camara de Aire	0,4							0,14
Lana de Vidrio	0,05	0,036	700	50				
Yeso	0,01	0,3	1050	600	0,95	0,15	0,15	

Anexo 1 [Tabla 15]: Propiedades cubierta superior.

Piso (Suelo Sobre Terreno Y Suelo Interior (Entrepiso))							
Capa	Espesor (m)	K (Conductividad) (W/m.K)	c _p (Calor Específico) (J/kg.K)	ρ (Densidad) (kg/m ³)	ε (Emisividad)	α (Absortancia Visible)	α (Absortancia Solar)
Losa Hormigón Armado	0,12	1,74	1000	2200	0,88	0,7	0,7
Carpeta De Nivelación	0,04	1,1	1000	1800			
Cerámica	0,008	0,84	800	1900	0,95	0,25	0,25

Anexo 1 [Tabla 16]: Propiedades piso sobre terreno y entrepiso.

Particiones Internas							
Capa	Espesor (m)	K (Conductividad) (W/m.K)	c _p (Calor Específico) (J/kg.K)	ρ (Densidad) (kg/m ³)	ε (Emisividad)	α (Absortancia Visible)	α (Absortancia Solar)
Ladrillo De Campo Pintado	0,12	0,79	920	1600	0,95	0,3	0,3

Anexo 1 [Tabla 17]: Propiedades particiones internas.

Muros Exteriores							
Capa	Espesor (m)	K (Conductividad) (W/m.K)	c _p (Calor Específico) (J/kg.K)	ρ (Densidad) (kg/m ³)	ε (Emisividad)	α (Absortancia Visible)	α (Absortancia Solar)
Ladrillo De Campo Visto	0,12	0,79	920	1600	0,9	0,4	0,4
Poliestireno Expandido	0,05	0,035	1420	20			
Mortero C/Hidrófugo	0,01	1,1	1000	1800			
Ladrillo De Campo Pintado	0,12	0,79	920	1600	0,95	0,3	0,3

Anexo 1 [Tabla 18]: Propiedades muros exteriores.

Vidrio Simple		
Factor Solar	Transmitancia Visible	U (W/m ² .K)
0,83	0,85	6

Anexo 1 [Tabla 19]: Propiedades vidrio simple (ventanas).

Marcos y Divisores				
Material	Resistencia Media (m ² .K/W)	ε (Emisividad)	α (Absortancia Visible)	α (Absortancia Solar)
Aluminio	0,17	0,2	0,2	0,2

Anexo 1 [Tabla 20]: Propiedades marcos y divisores (ventanas).

Puertas							
Material	Espesor (m)	K (Conductividad) (W/m.K)	c _p (Calor Especifico) (J/kg.K)	ρ (Densidad) (kg/m ³)	ε (Emisividad)	α (Absortancia Visible)	α (Absortancia Solar)
Madera	0,03	0,11	1340	400	0,89	0,7	0,7

Anexo 1 [Tabla 21]: Propiedades madera (puertas).

Vivienda N° 17														
Zona	Horario	Días/Semana	Área Suelo (m ²)	Iluminacion Requerida (lux)	Denominacion De Lámpara	Potencia De Cada Lámpara (W)	Rendimiento De Cada Lámpara (lm/W)	Flujo Luminoso De Cada Lámpara (lm)	Cantidad De Lámparas	Potencia Total (W)	Iluminancia Total (lux)	Densidad Normalizada De Potencia (W/m ²)	Densidad Normalizada De Potencia (W/m ²) @ 100 lux	Tipo De Luminaria
Estar/Comedor/Cocina	19:00/22:00	7	19,78	400	Fluorescente	80	66	5280	2	160	266,94	8,09	3,03	Suspendida
Dormitorio 1	19:00/22:00	7	12,4	400	Fluorescente	80	66	5280	1	80	212,90	6,45	3,03	Suspendida
Dormitorio 2	19:00/22:00	7	7,61	400	Fluorescente	80	66	5280	1	80	346,91	10,51	3,03	Suspendida

Anexo 1 [Tabla 22]: Propiedades lámparas por local (Vivienda 17).

Vivienda N° 21														
Zona	Horario	Días/Semana	Área Suelo (m ²)	Iluminacion Requerida (lux)	Denominacion De Lámpara	Potencia De Cada Lámpara (W)	Rendimiento De Cada Lámpara (lm/W)	Flujo Luminoso De Cada Lámpara (lm)	Cantidad De Lámparas	Potencia Total (W)	Iluminancia Total (lux)	Densidad Normalizada De Potencia (W/m ²)	Densidad Normalizada De Potencia (W/m ²) @ 100 lux	Tipo De Luminaria
Estar/Comedor/Cocina	19:00/22:00	7	22,06	400	Fluorescente	80	66	5280	2	160	239,35	7,25	3,03	Suspendida
Dormitorio 1	19:00/22:00	7	12,4	400	Fluorescente	80	66	5280	1	80	212,90	6,45	3,03	Suspendida
Dormitorio 2	19:00/22:00	7	8,66	400	Fluorescente	80	66	5280	1	80	304,85	9,24	3,03	Suspendida
Dormitorio 3	19:00/22:00	7	10,98	400	Fluorescente	80	66	5280	1	80	240,44	7,29	3,03	Suspendida
Dormitorio 4	19:00/22:00	7	9,6	400	Fluorescente	80	66	5280	1	80	275,00	8,33	3,03	Suspendida

Anexo 1 [Tabla 23]: Propiedades lámparas por local (Vivienda 21).

Vivienda N° 6														
Zona	Horario	Días/Semana	Área Suelo (m ²)	Iluminacion Requerida (lux)	Denominacion De Lámpara	Potencia De Cada Lámpara (W)	Rendimiento De Cada Lámpara (lm/W)	Flujo Luminoso De Cada Lámpara (lm)	Cantidad De Lámparas	Potencia Total (W)	Iluminancia Total (lux)	Densidad Normalizada De Potencia (W/m ²)	Densidad Normalizada De Potencia (W/m ²) @ 100 lux	Tipo De Luminaria
Estar/Comedor/Cocina	19:00/22:00	7	24,96	400	Fluorescente	80	66	5280	2	160	211,54	6,41	3,03	Suspendida
Dormitorio 1	19:00/22:00	7	12,4	400	Fluorescente	80	66	5280	1	80	212,90	6,45	3,03	Suspendida
Dormitorio 2	19:00/22:00	7	7,61	400	Fluorescente	80	66	5280	1	80	346,91	10,51	3,03	Suspendida
Dormitorio 3	19:00/22:00	7	10,16	400	Fluorescente	80	66	5280	1	80	259,84	7,87	3,03	Suspendida

Anexo 1 [Tabla 24]: Propiedades lámparas por local (Vivienda 6).

Vivienda N° 36														
Zona	Horario	Días/Semana	Área Suelo (m ²)	Iluminación Requerida (lux)	Denominación De Lámpara	Potencia De Cada Lámpara (W)	Rendimiento De Cada Lámpara (lm/W)	Flujo Luminoso De Cada Lámpara (lm)	Cantidad De Lámparas	Potencia Total (W)	Iluminancia Total (lux)	Densidad Normalizada De Potencia (W/m ²)	Densidad Normalizada De Potencia (W/m ²) @ 100 lux	Tipo De Luminaria
Estar/Comedor/Cocina	19:00/22:00	7	19,78	400	Fluorescente	80	66	5280	2	160	266,94	8,09	3,03	Suspendida
Dormitorio 1	19:00/22:00	7	12,4	400	Fluorescente	80	66	5280	1	80	212,90	6,45	3,03	Suspendida
Dormitorio 2	19:00/22:00	7	7,61	400	Fluorescente	80	66	5280	1	80	346,91	10,51	3,03	Suspendida

Anexo 1 [Tabla 25]: Propiedades lámparas por local (Vivienda 36).

Vivienda N° 17				
Zona Térmica	Potencia Empleada Para Simulación		CoP	
	KW	BTU/hr	Refrigeración	Calefacción
Dormitorio 1	2,64	9000	3,2	3,6

Anexo 1 [Tabla 26]: Coeficiente de calefacción y refrigeración, y potencia en KW de sistemas complementarios (Vivienda 17).

Vivienda N° 21				
Zona Térmica	Potencia Empleada Para Simulación		CoP	
	KW	BTU/hr	Refrigeración	Calefacción
Dormitorio 1	2,64	9000	3,2	3,6

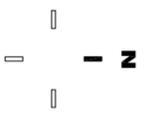
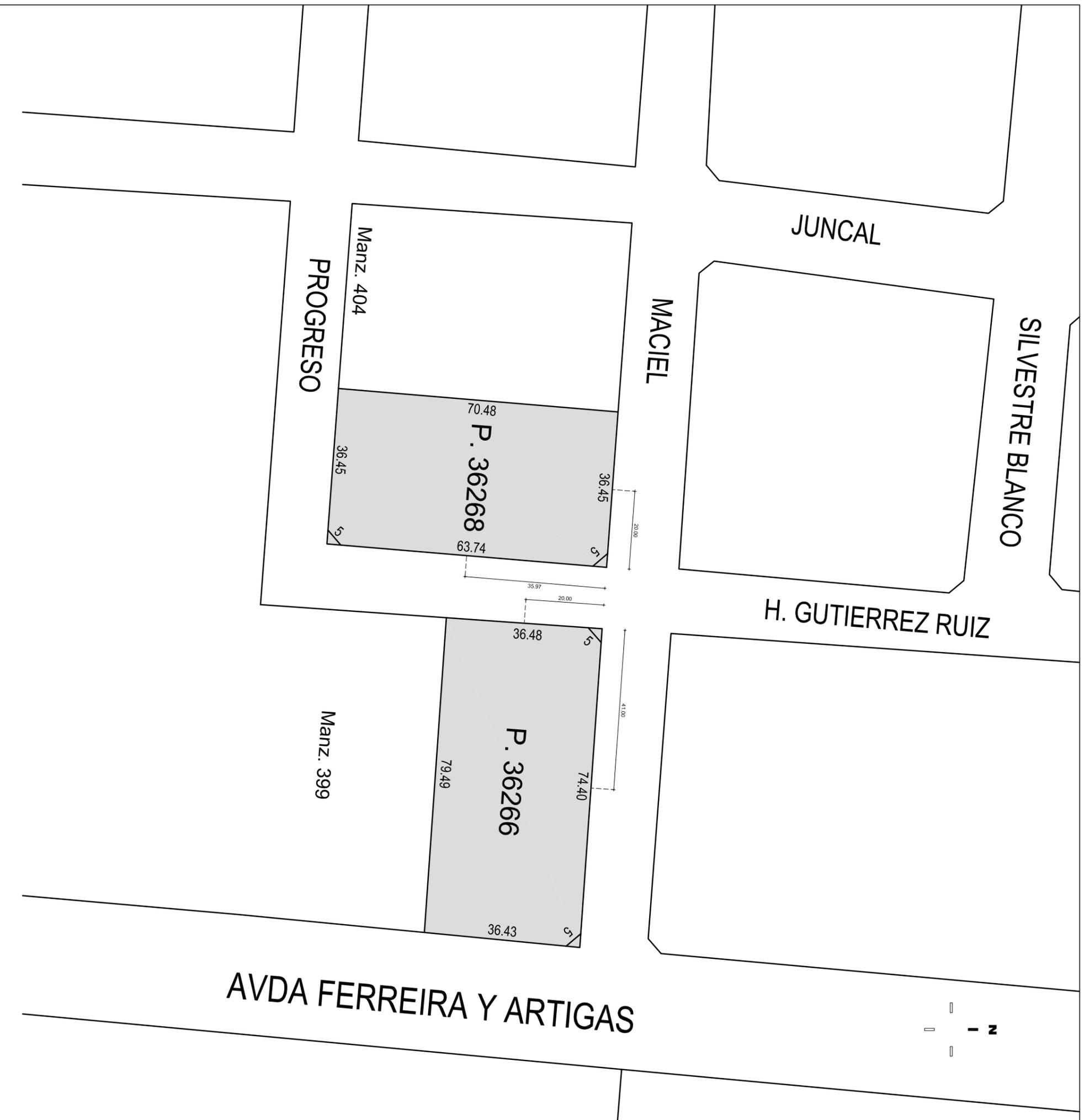
Anexo 1 [Tabla 27]: Coeficiente de calefacción y refrigeración, y potencia en KW de sistemas complementarios (Vivienda 21).

Vivienda N° 6				
Zona Térmica	Potencia Empleada Para Simulación		CoP	
	KW	BTU/hr	Refrigeración	Calefacción
Dormitorio 1	2,64	9000	3,2	3,6

Anexo 1 [Tabla 28]: Coeficiente de calefacción y refrigeración, y potencia en KW de sistemas complementarios (Vivienda 6).

Vivienda N° 36				
Zona Térmica	Potencia Empleada Para Simulación		CoP	
	KW	BTU/hr	Refrigeración	Calefacción
Dormitorio 1	2,64	9000	3,2	3,6

Anexo 1 [Tabla 29]: Coeficiente de calefacción y refrigeración, y potencia en KW de sistemas complementarios (Vivienda 36).



DATOS GENERALES

CIUDAD DE SALTO
UB 2 - PARQUE SOLARI -
PADRÓN N° 36268 - CARP. CATASTRAL 253
PADRÓN N° 36266 - CARP. CATASTRAL 153
CANTIDAD : 39 VIVIENDAS
22 viviendas de 2 dormitorios.
8 viviendas de 3 dormitorios.
9 viviendas de 4 dormitorios.



PROYECTO EJECUTIVO

COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO

UBICACIÓN: Calle Maciel esq. Gutierrez Ruiz
LOCALIDAD: SALTO
PADRÓN: 36266 SUP.: 3209m2 27dm2 | PADRÓN: 36268 SUP.: 2812m2 86dm2 | FECHA: 19/11/2015
I.A.T.: SALTO ORIENTAL

TÉCNICO: ARO. LUIS H. INVERNIZZI
ARO. SERGIO LIZASOAIN
TEL.: 099647687 - 099741714
EMAIL: SERGIO LIZASOAIN
sergilizasoain@gmail.com

N° REG.:
FECHA: 19/11/2015

PLANO DE UBICACIÓN

TÉCNICO:	ARO. LUIS H. INVERNIZZI	FIRMA:		ESC.: LÁMINA N°:	1:1000
	ARO. SERGIO LIZASOAIN				
PRESIDENTE:	GUSTAVO FARINHA	FIRMA:			
SECRETARIO:	LIZ SILVA	FIRMA:			



Calle Maciell
ancho 17m. - carpeta asfáltica

Calle Maciell
ancho 17m. - carpeta asfáltica

Calle Gutiérrez Ruiz
ancho 17m. (sin escallar)

Avenida Ferreira y Artigas
ancho: 30m. - carpeta asfáltica

DATOS Y NORMATIVA

Ciudad de Salto
UB 2 - PARQUE SOLARI -
Padrón N° 362668 - CAPP. CATASTRAL 253
Padrón N° 362668 - CAPP. CATASTRAL 153

RETORNOS: en Avenidas 4m.
en calles no existen.
ALtura EXIGIDA EN CALLES 9m.
ALtura DE WIENDAS PROYECTADAS 6,60m.

F.O.S. exigido 0,7 Proyecto 0,21
F.O.T. exigido 2 Proyecto 0,42

22 WIENDAS DE 2 DORMITORIOS
8 WIENDAS DE 3 DORMITORIOS
9 WIENDAS DE 2 DORMITORIOS
S.U.M.

CUADRO DE ÁREAS

TIPOLOGÍAS	Nº DORM.	Nº VIV.	ÁREA HABITABLE	ÁREA HABITABLE TOTAL TIPOLOGÍA
2D	2	22	54,98 m ²	1.203,56 m ²
3D	3	8	69,03 m ²	552,24 m ²
4D	4	9	85,55 m ²	768,15 m ²
		39		2.523,95 m ²

REFERENCIAS

+12,00 NIVELES PROYECTADOS
NIVELES ALTIMÉTRICOS EXISTENTES

CUADRO DE ÁREAS CONSTRUIDAS

RUBRO	ÁREAS
2. ÁREA HABITABLE	2.523,95 m ²
3.1. TERRAZAS DE SERVICIOS	
3.2. TERRAZAS PPAI, BALCONES, ALEROS, FORCHES	257,29 m ²
3.3. CIRCUACIONES HORIZONTALES TECHADOS	
3.4. ESCALERA DE PROPIEDAD O DE USO COMÚN	29,20 m ²
3.5. TOLDE DE AGUA LOC. SERVICIOS, ESPACIO LIBRES TECHADOS	
3.6. SUBESTACION	73,42 m ²
3.7. SILLAS	
4. TOTAL ÁREA CONSTRUIDA	3370,66 m ²

NOTAS:
- La IdS no exige vereda a los efectos de final de obra.
- En las calles no existen actualmente cordón curveto.

Las cotas están referidas al zampado de salida de la alcantarilla ubicada a mitad de cuadra de calle Maciell, punto al que se adjudicó COTA +10,00

PROYECTO EJECUTIVO
COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTÓ

AGENCIA NACIONAL DE VIVIENDA

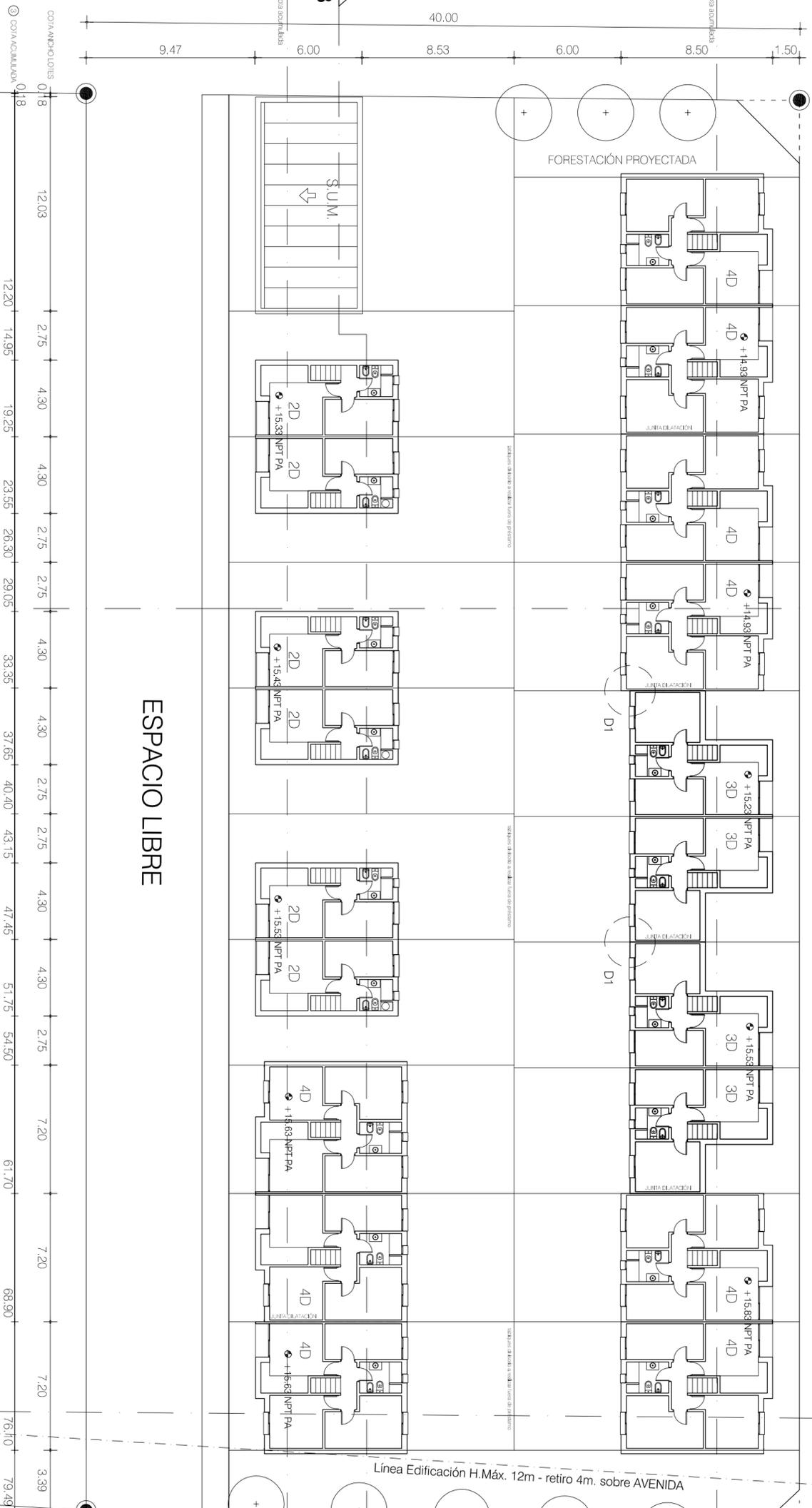
PROYECTO:	COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTÓ	Nº REG.:	1471
UBICACIÓN:	Salto	Nº PLAN:	SALTÓ
PROYECTANTE:	Estudio de Ingeniería y Arquitectura	FECHA:	20/02/2016
PROYECTANTE:	Estudio de Ingeniería y Arquitectura	FECHA:	20/02/2016
PROYECTANTE:	Estudio de Ingeniería y Arquitectura	FECHA:	20/02/2016
PROYECTANTE:	Estudio de Ingeniería y Arquitectura	FECHA:	20/02/2016

Calle Maciel ancho 17m.

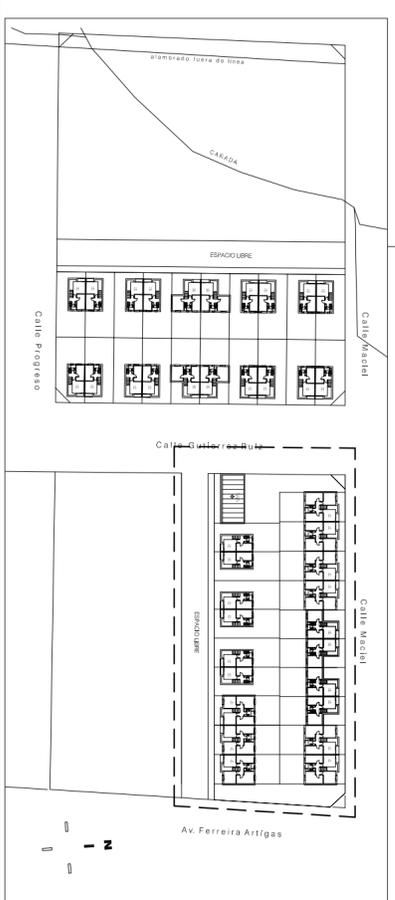
81,60



Calle Gutierrez Ruiz ancho 17m. (sin escallar)



Avenida Ferreira y Artigas
ancho: 30m.



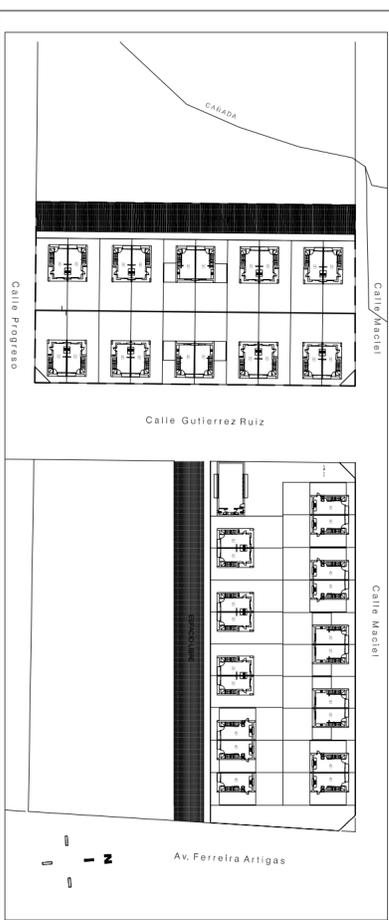
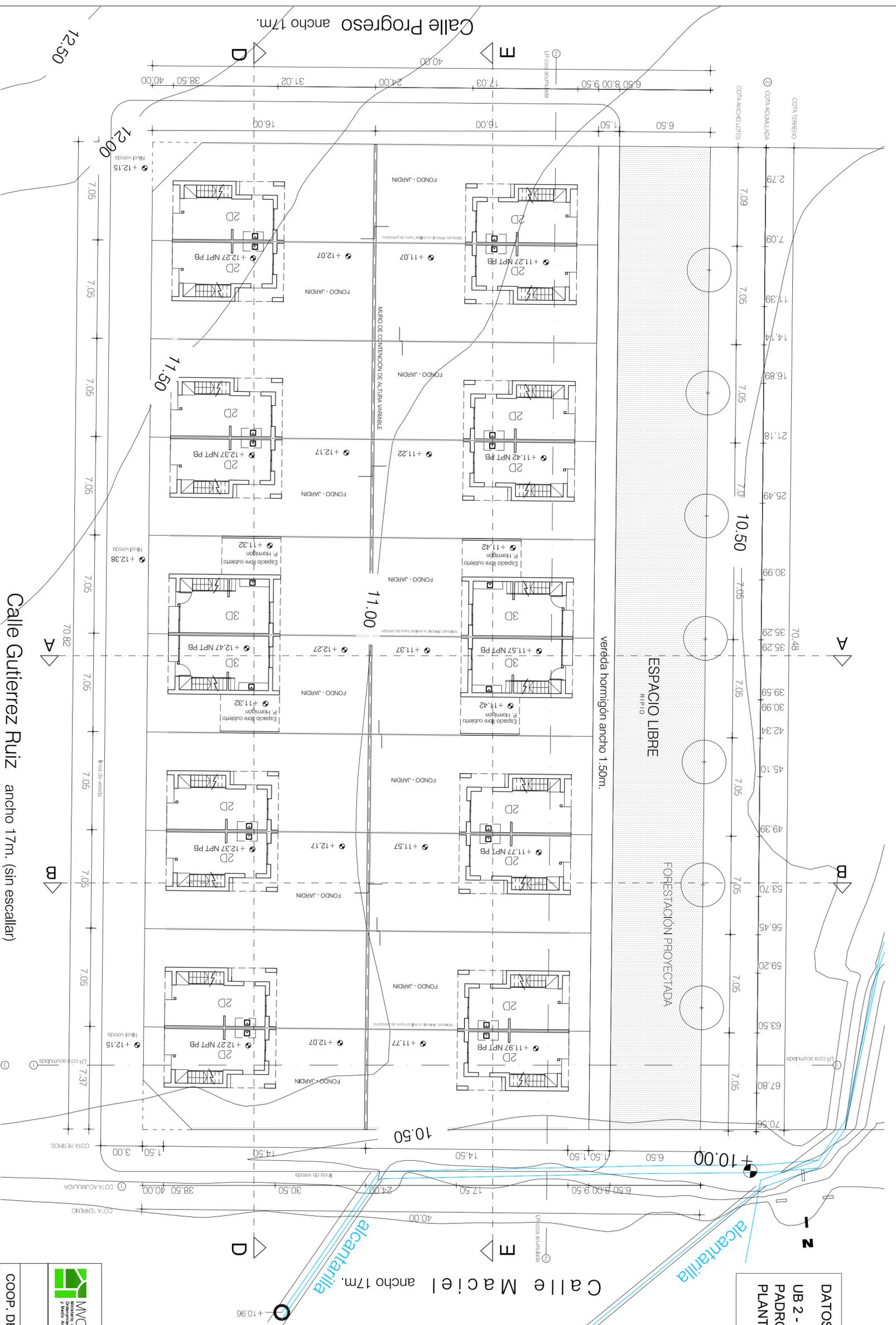
PLANTA REFERENCIA DEL CONJUNTO

			
PROYECTO EJECUTIVO			
COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO		PMV:	
UBICACIÓN: Calle Maciel esq. Gutiérrez Ruiz	LOCALIDAD: SALTO	Nº REG.: 1474	DPTO.: SALTO
PADRÓN: 36266 y 36268	FECHA: 22/02/2016		
I.A.T.: SALTO ORIENTAL		LOGO	
TÉCNICO: ARO. LUIS H. NÚÑEZ/ARQ. SERGIO LIZASOÁN TEL: 09984789 / 099141714 EMAIL: SERGIO.LIZASOAN@nrvvivienda.com		TÉCNICO: ARO. LUIS H. NÚÑEZ/ARQ. SERGIO LIZASOÁN TEL: 09984789 / 099141714 EMAIL: SERGIO.LIZASOAN@nrvvivienda.com	
Padrón Nº 36266 - PLANTA ALTA - LÁMINA SUPLEMENTARIA - PLANTA PARCIAL DEL CONJUNTO -			
TÉCNICO: ARO. LUIS H. NÚÑEZ/ARQ. SERGIO LIZASOÁN	FIRMA:	ESC.: LAMINA Nº:	1:200
PRESIDENTE: GUSTAVO FAHINA	FIRMA:		
SECRETARIO: LILIANA	FIRMA:		
		2.2	

Calle Maciel ancho 17m.



DATOS
 UB 2 - PARQUE SOLARI -
 PADRÓN N° 36268 - MANZ. CATASTRAL 404
 PLANTA BAJA



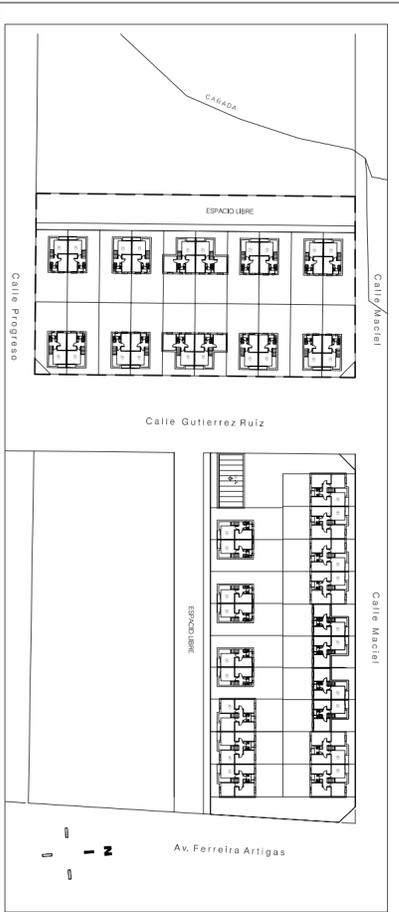
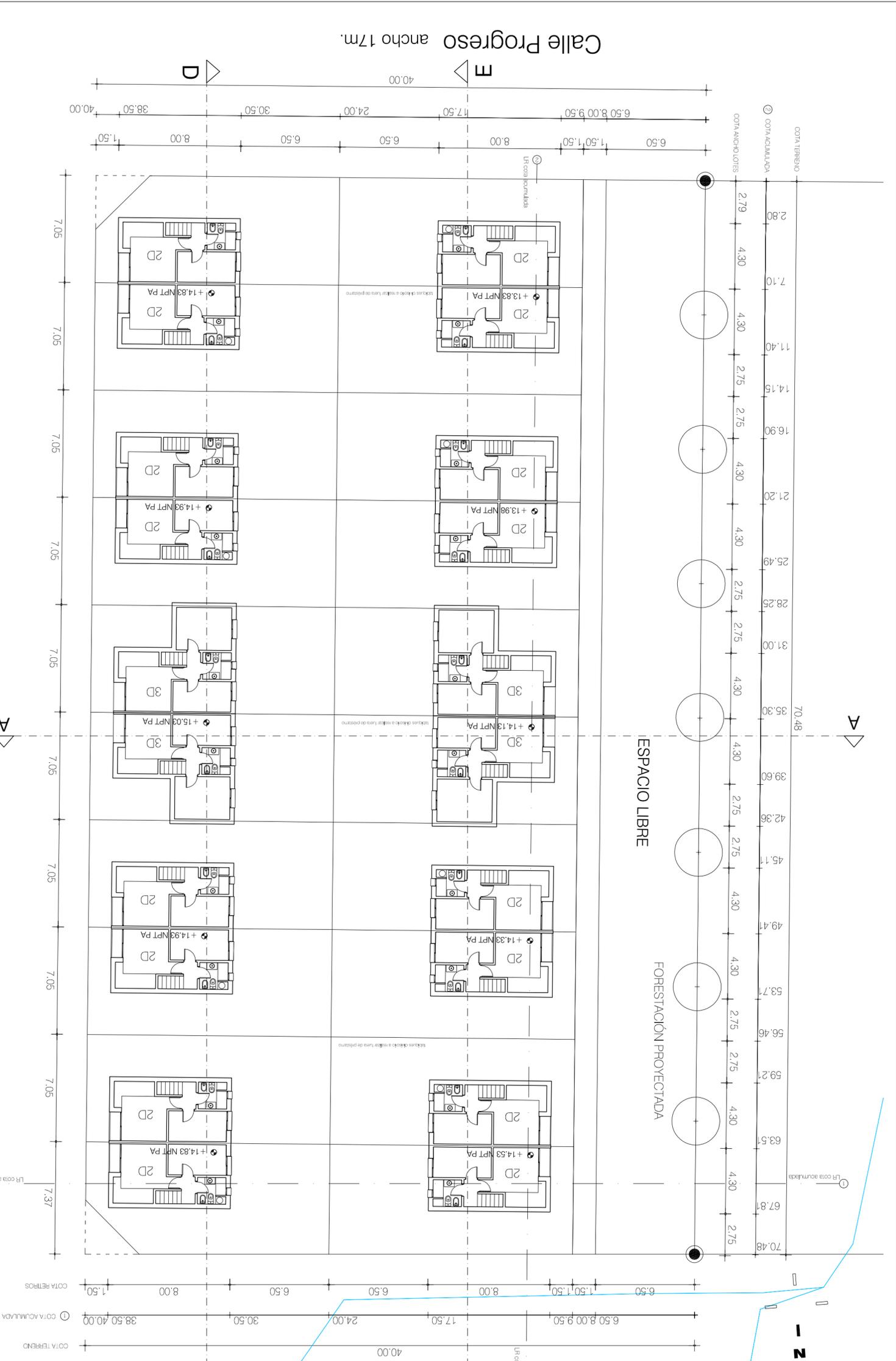
Calle Gutiérrez Ruiz ancho 17m. (sin escallar)

Las cotas están referidas al zampado de salida de la alcantarilla ubicada a mitad de cuadra de calle Maciell, punto al que se adjudicó COTA +10,00

 		
PROYECTO EJECUTIVO		
COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO		
UBICACIÓN: Calle Maciell esq. Gutiérrez Ruiz	PMV:	
LOCALIDAD: SALTO	N° REG.: 1474	
PADRÓN: 36268 y 3206	DPTO.: SALTO	
I.A.T.: SALTO ORIENTAL	FECHA: 22/02/2016	
TÉCNICO: AYO, LUIS H. INVERNIZZI N° REG.: LUIS H. INVERNIZZI luis.h.invernizzi@motima.com AYO, SERGIO UZASQUAN TEL: 09984789 / 099141714 EMAIL: SERGIO.UZASQUAN@motima.com PLANO: Padrón N° 36268 - PLANTA BAJA - LÁMINA SUPLEMENTARIA - PLANTA PARCIAL DEL CONJUNTO -		
TÉCNICO: AYO, LUIS H. INVERNIZZI	FIRMA:	ESC.: 1:200
PRESIDENTE: GUSTAVO FABIANA	FIRMA:	LÁMINA N°:
SECRETARIO: LILIANA	FIRMA:	2.5

PLANTA REFERENCIA DEL CONJUNTO

DATOS
UB 2 - PARQUE SOLARI -
PADRÓN Nº 36268 - MANZ. CATASTRAL 404
PLANTA ALTA

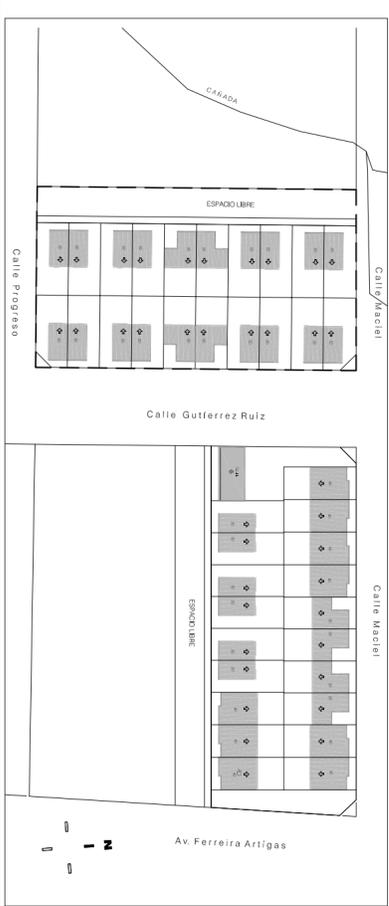
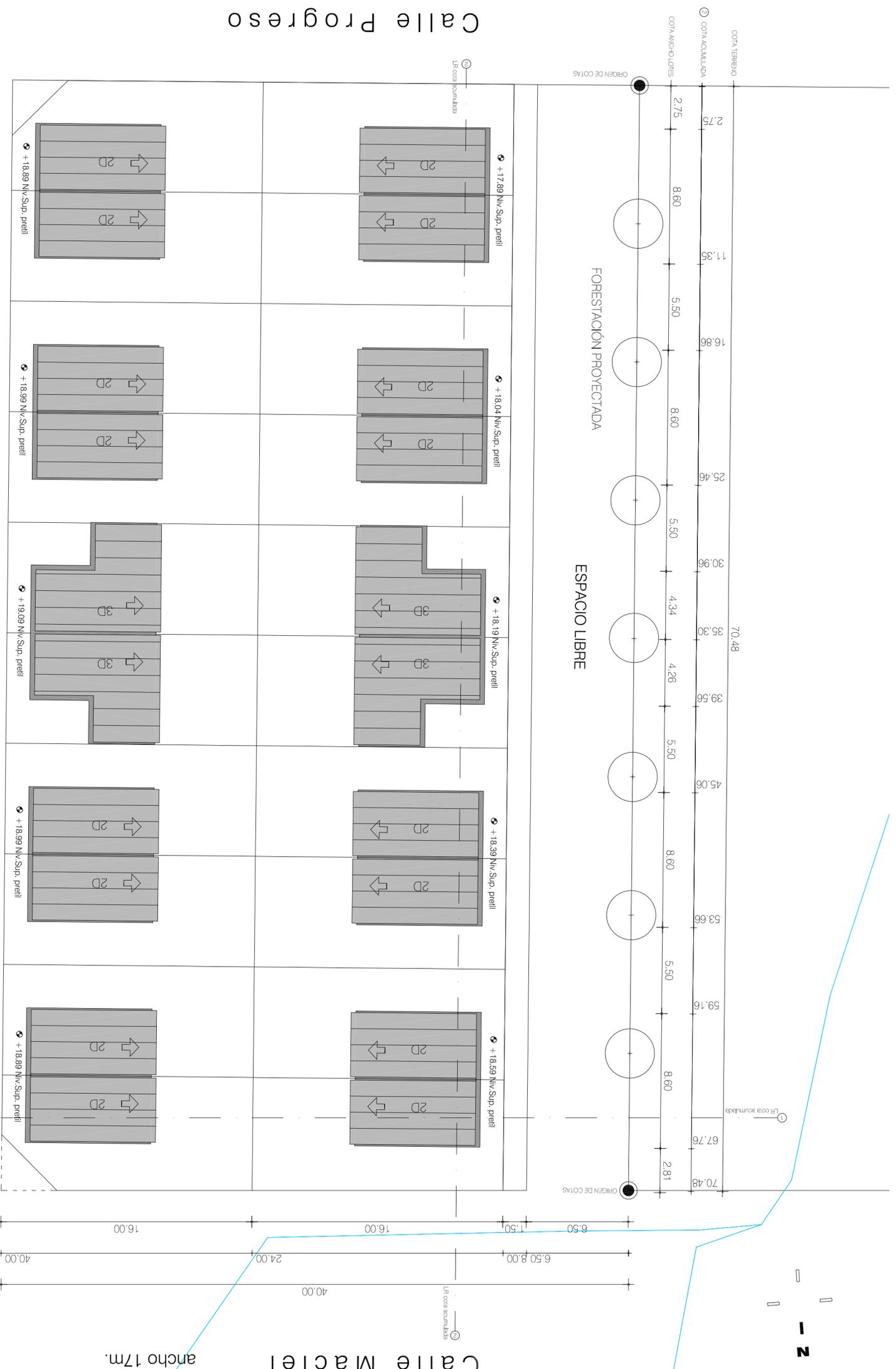


Calle Gutierrez Ruiz ancho 17m. (sin escallar)

PLANTA REFERENCIA DEL CONJUNTO

 	
PROYECTO EJECUTIVO	
COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO	
UBICACIÓN: Calle Macieli (est. Gutierrez Ruiz)	Nº REG.: 1474
LOCALIDAD: SALTO	DPTO.: SALTO
PADRÓN: 36268 y 36268	FECHA: 22/02/2016
I.A.T.: SALTO ORIENTAL	
LOGO	
TÉCNICO: ARO. LUIS H. INFERRIZZI N.º REG.: LUIS H. INFERRIZZI luis.h.inferrizzi@gmail.com ARO. SERGIO UZASOAIN N.º REG.: SERGIO UZASOAIN sergio.uzasoain@gmail.com TEL: 099844789 / 099141714 EMAIL: SERGIO.UZASOAIN@sergiouzasoain.com	
PLANO: Padrón Nº 36268 - PLANTA ALTA - LÁMINA SUPLEMENTARIA - PLANTA PARCIAL DEL CONJUNTO -	
TÉCNICO: ARO. LUIS H. INFERRIZZI FIRMA:	ESC.: 1:200
PRESIDENTE: GUSTAVO FABRINA FIRMA:	LÁMINA Nº:
SECRETARIO: LILIANA FIRMA:	2.6

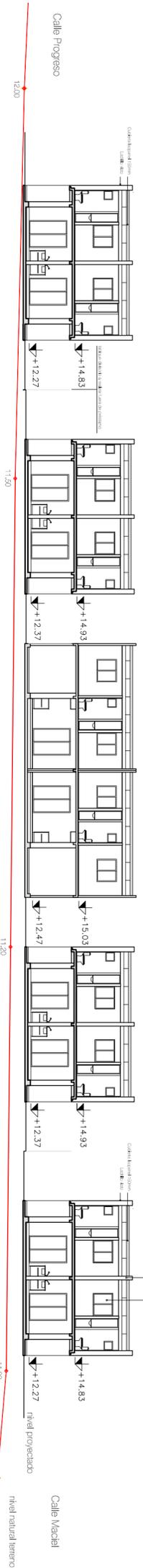
DATOS
UB 2 - PARQUE SOLARI -
PADRÓN Nº 36268 - MANZ. CATASTRAL 404
PLANTA DE TECHOS



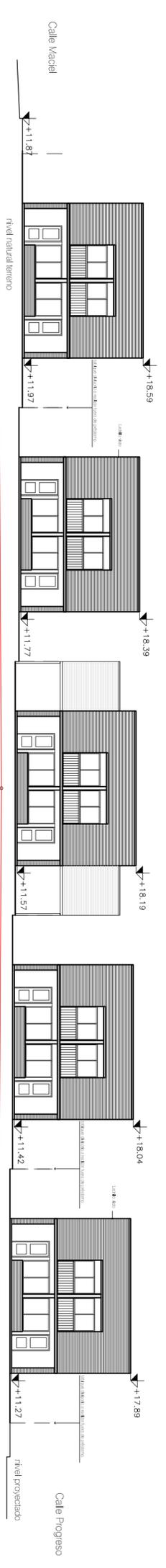
PLANTA REFERENCIA DEL CONJUNTO

 		
PROYECTO EJECUTIVO		
COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO		
UBICACIÓN: Calle Maciel (est. Guíñez Ruiz)	PMV:	
LOCALIDAD: SALTO	Nº REG.: 1474	
PADRÓN: 36268 y 36268	DPTO.: SALTO	
I.A.T.: SALTO ORIENTAL	FECHA: 22/02/2016	
TÉCNICO: ARO. LUIS H. INVERNIZI N.º REG.: LUIS H. INVERNIZI luis.h.invernizi@motima.com.uy ARO. GUSTAVO FARINHA / 099/41714 EMAIL: GUSTAVO.FARINHA@motima.com		
PLANO: Padrón Nº 36268 - PLANTA TECHOS - LÁMINA SUPLEMENTARIA - PLANTA PARCIAL DEL CONJUNTO -		
TÉCNICO: ARO. LUIS H. INVERNIZI	FIRMA:	ESC.: 1:200
PRESIDENTE: GUSTAVO FARINHA	FIRMA:	LÁMINA Nº:
SECRETARIO: LILIANA	FIRMA:	2.7

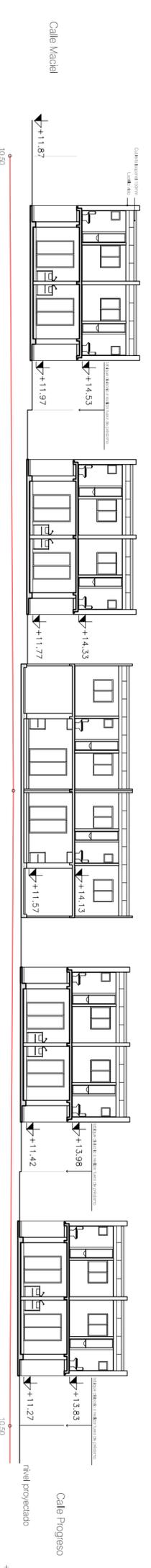
DATOS
UB 2 - PARQUE SOLARI -
PADRÓN Nº 36268 - MANZ. CATASTRAL 404
FACHADAS Y CORTES



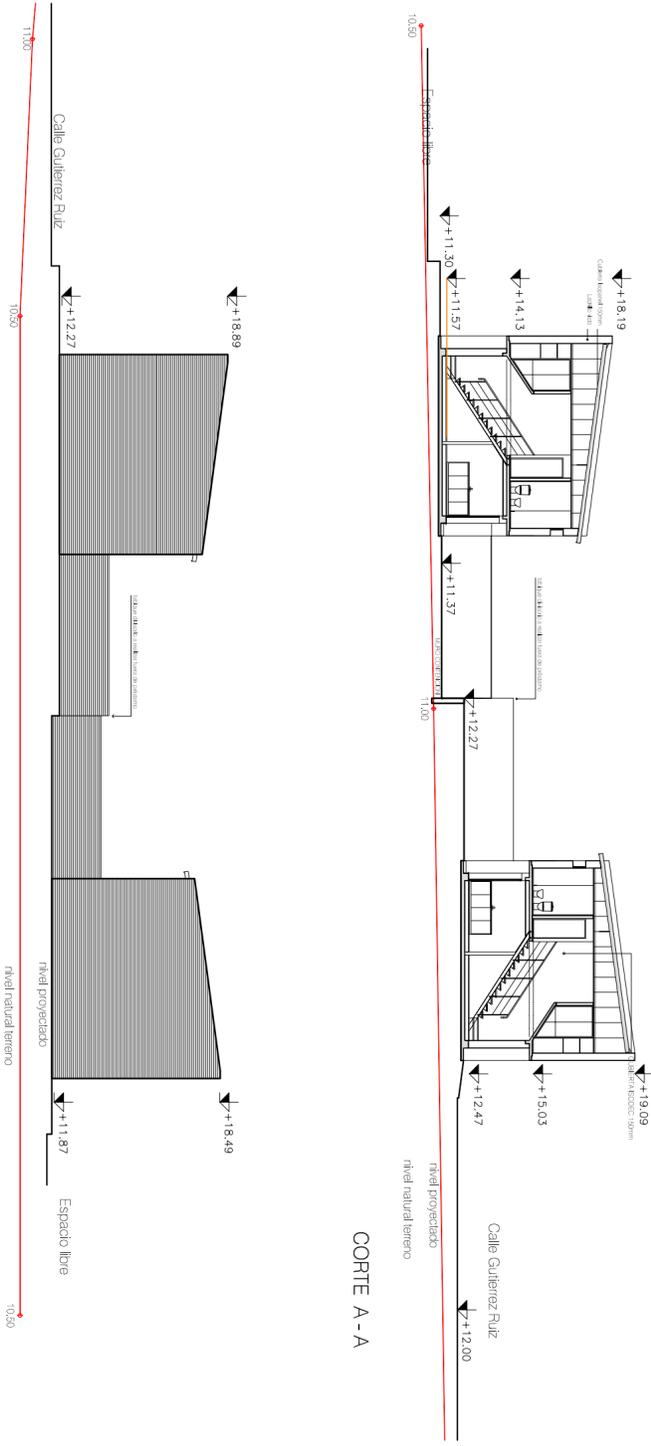
FACHADA CALLE GUTIERREZ RUIZ



FACHADA oeste PASAJE VEHICULAR



CORTE E - E



CORTE A - A



FACHADA CALLE MAÑUEL

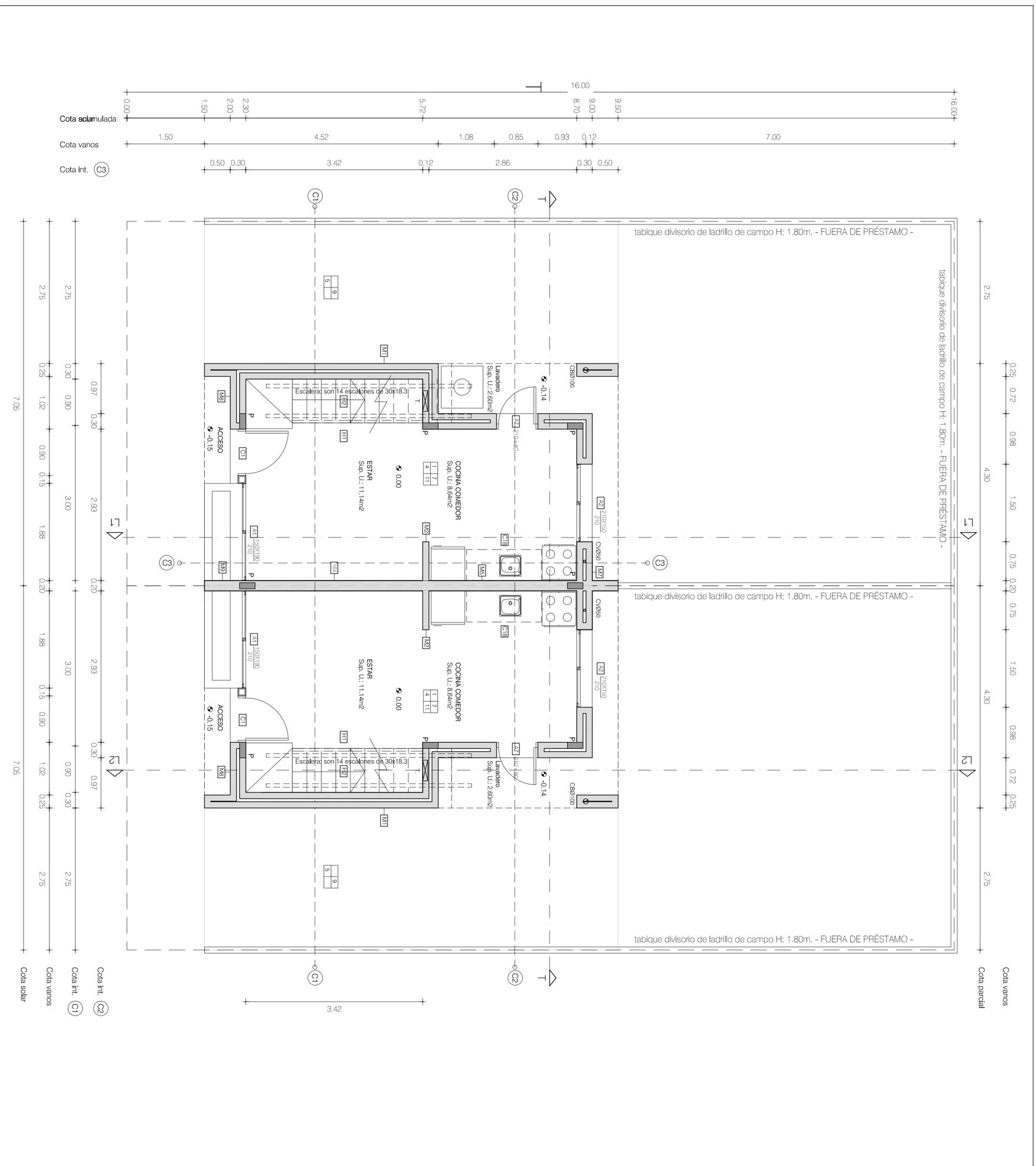


PROYECTO EJECUTIVO

COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO		P.M.V.
UBICACIÓN: Calle Mañuel (este), Gutiérrez Ruiz	Nº REG.: 1474	
LOCALIDAD: SALTO	D.P.T.O.: SALTO	
PADRÓN: 36268 y 36268	FECHA: 19/11/2015	
SALTO ORIENTAL		LOGO

- ALZADOS PARCIALES DEL CONJUNTO -

TÉCNICO: AYO, LUIS H. INFERRIZZI	FIRMA:	ESC.: 1:200
PRESIDENTE: GUSTAVO FARINHA	FIRMA:	LÁMINA Nº:
SECRETARIO: LIL SILVA	FIRMA:	2.8



REFERENCIA TERMINACIONES

- | | |
|-----------|--------|
| chataraso | pared |
| pliso | zocalo |
- Cielorrasos
- 1 - LOSA DE H.A. VISTO
 - 2 - CHAPA Ho. GALV. Tipo ECONOPANEL
 - 3 - CARTÓN YESO
- Pisos
- 4 - CERÁMICA
 - 5 - HORMIGÓN LUSTRADO
 - 6 - PISO FLOTANTE
- Paredes
- 7 - LADRILLO BOLSADO PINTADO
 - 8 - CERÁMICA
 - 9 - LADRILLO VISTO
 - 10 - REVOQUE MONOCAPA PINTADO
- Zócalos
- 11 - CERÁMICA
 - 12 - MADERA

- [T1] LADRILLO JUNTA AL RAS
- [T2] REVOQUE MONOCAPA
- [T3] LADRILLO VISTO

DESTINO: O B R A



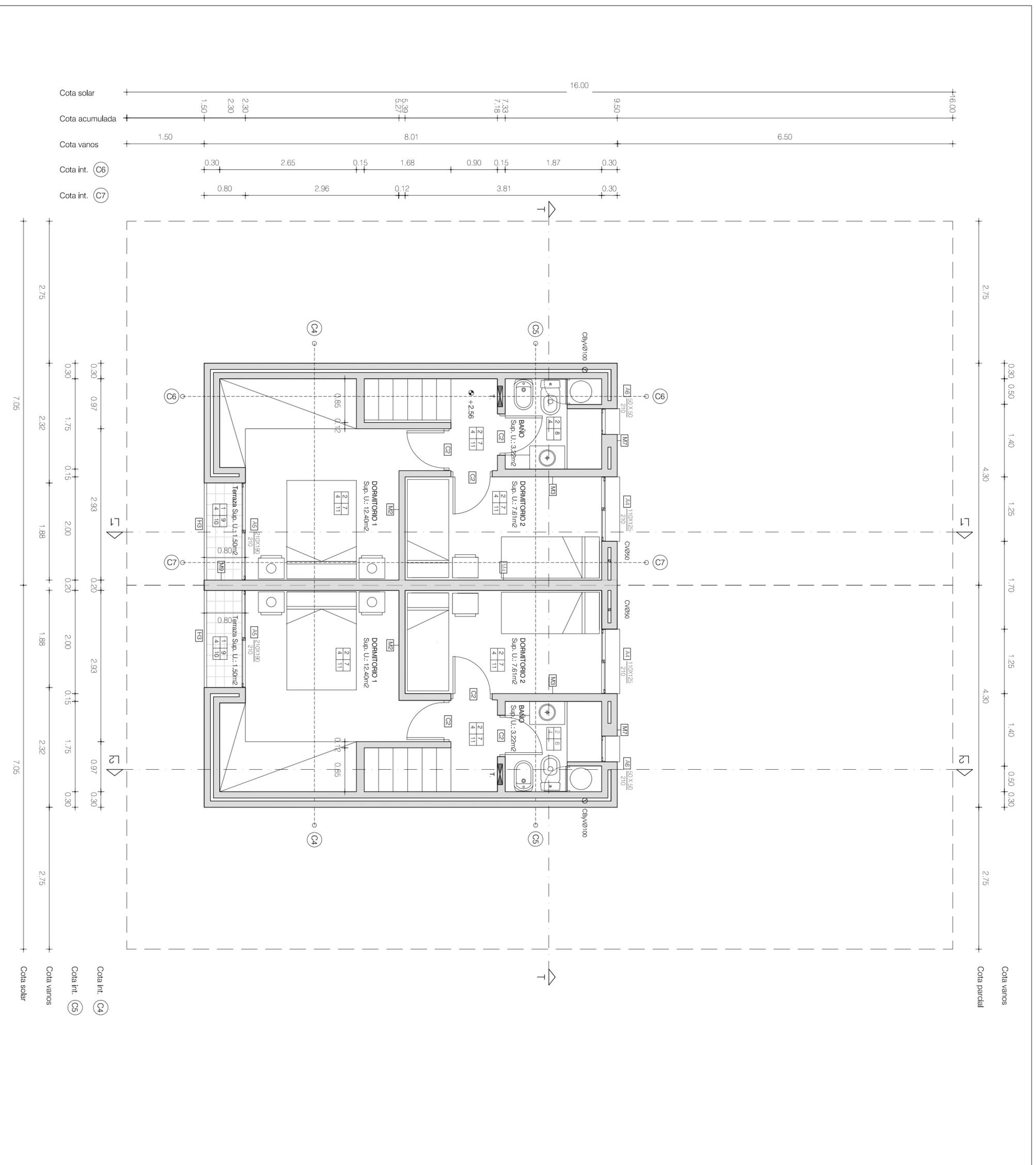
PROYECTO EJECUTIVO

COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO		PAV:
UBICACION:	Calle Michel esa, Guárdia Ruiz	Nº REG.: 1474
LOCALIDAD:	SALTO	DEPTO.: SALTO
PADRON:	36289 y 36288	FECHA: NOV/2016
L.A.T.: SALTO ORIENTAL		LOGO

TIPOLOGIA 2 DORM. - PLANTA BAJA - LÁMINA SUPLEMENTARIA

- ALBAÑILERIA -

TECNICO:	ARQ. LUIS H. INVERNIZZI	Nº REG.:	1330
PRESIDENTE:	GUSTINO FARFANA	FIRMA:	LAJUNA Nº:
SECRETARIO:	LE SILVA	FIRMA:	A1

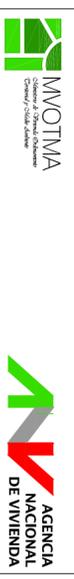


REFERENCIA TERMINACIONES

- ☐ cielo raso | pared
- ☐ piso | zocalo
- Cielorrasos
- 1 - LOSA DE H.A. VISTO
- 2 - CHAPA Ho. GALV. Tipo ECONOPANEL
- 3 - CARTÓN YESO
- Pisos
- 4 - CERÁMICA
- 5 - HORMIGÓN LUSTRADO
- 6 - PISO FLOTANTE
- Paredes
- 7 - LADRILLO BOLSADO PINTADO
- 8 - CERÁMICA
- 9 - LADRILLO VISTO
- 10 - REVOQUE MONOCAPA PINTADO
- Zócalos
- 11 - CERÁMICA
- 12 - MADERA

- ☐ T1 LADRILLO JUNTA AL RAS
- ☐ T2 REVOQUE MONOCAPA
- ☐ T3 LADRILLO VISTO

DESTINO: O B R A



PROYECTO EJECUTIVO

UBICACION:	Calle Micheli esta. Guáñez Ruiz	Nº REG.:	1474
LOCALIDAD:	SALTO	DPTO.:	SALTO
PADRON:	36289 y 36298	FECHA:	NOV/2016
J.A.C.:	SALTO ORIENTAL	LOGO:	

TIPOLOGIA 2 DORM. - PLANTA ALTA - LÁMINA SUPLEMENTARIA

- ALBAÑILERIA -

TÉCNICO:	ARQ. LUIS H. INGENIERA	FIRMA:		ESC.:	130
PRESIDENTE:	GUSTAVO FARIÑA	FIRMA:		LABORAL Nº:	
SECRETARIO:	LUIS SILVA	FIRMA:			

A2



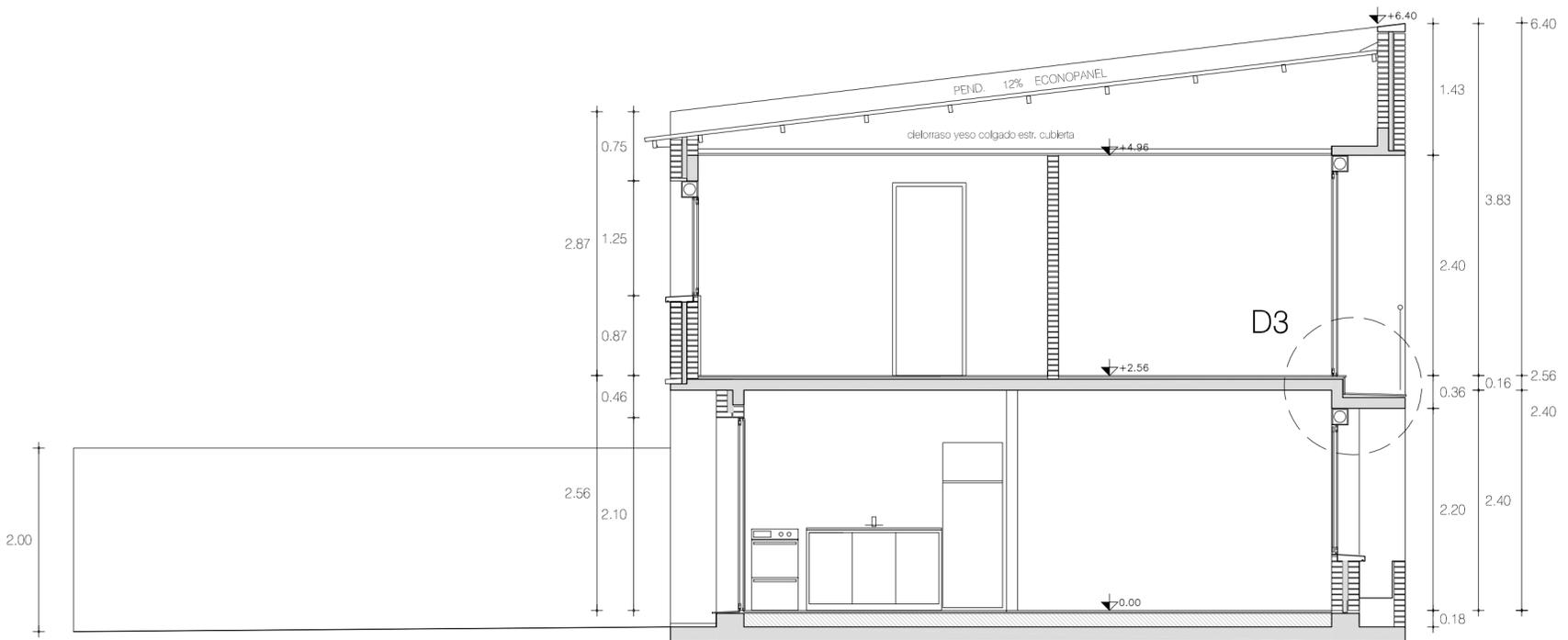
REFERENCIAS TERMINACIONES FACHADA

- 1- CUBIERTA ChaPa Ho. galv. tipo ECONOPANEL
- 2- PRETIL H.A. VISTO
- 3- LADRILLO VISTO
- 4- REVOQUE FINO PINTADO
- 5- ABERTURA MONOBLOCK ALUMINIO
- 6- BARANDA METÁLICA
- 7- MASETERO LADRILLO VISTO

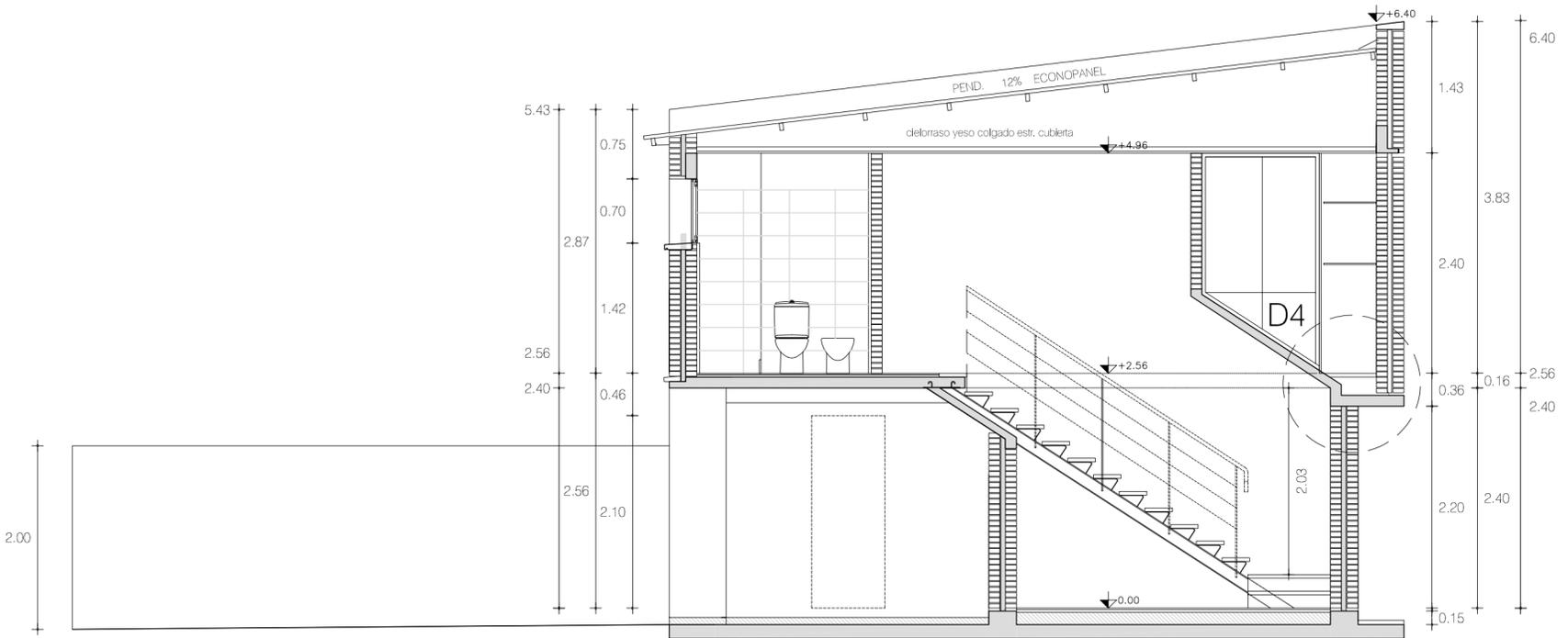
-0.13

-0.13

FACHADA



CORTE T-T



CORTE L2

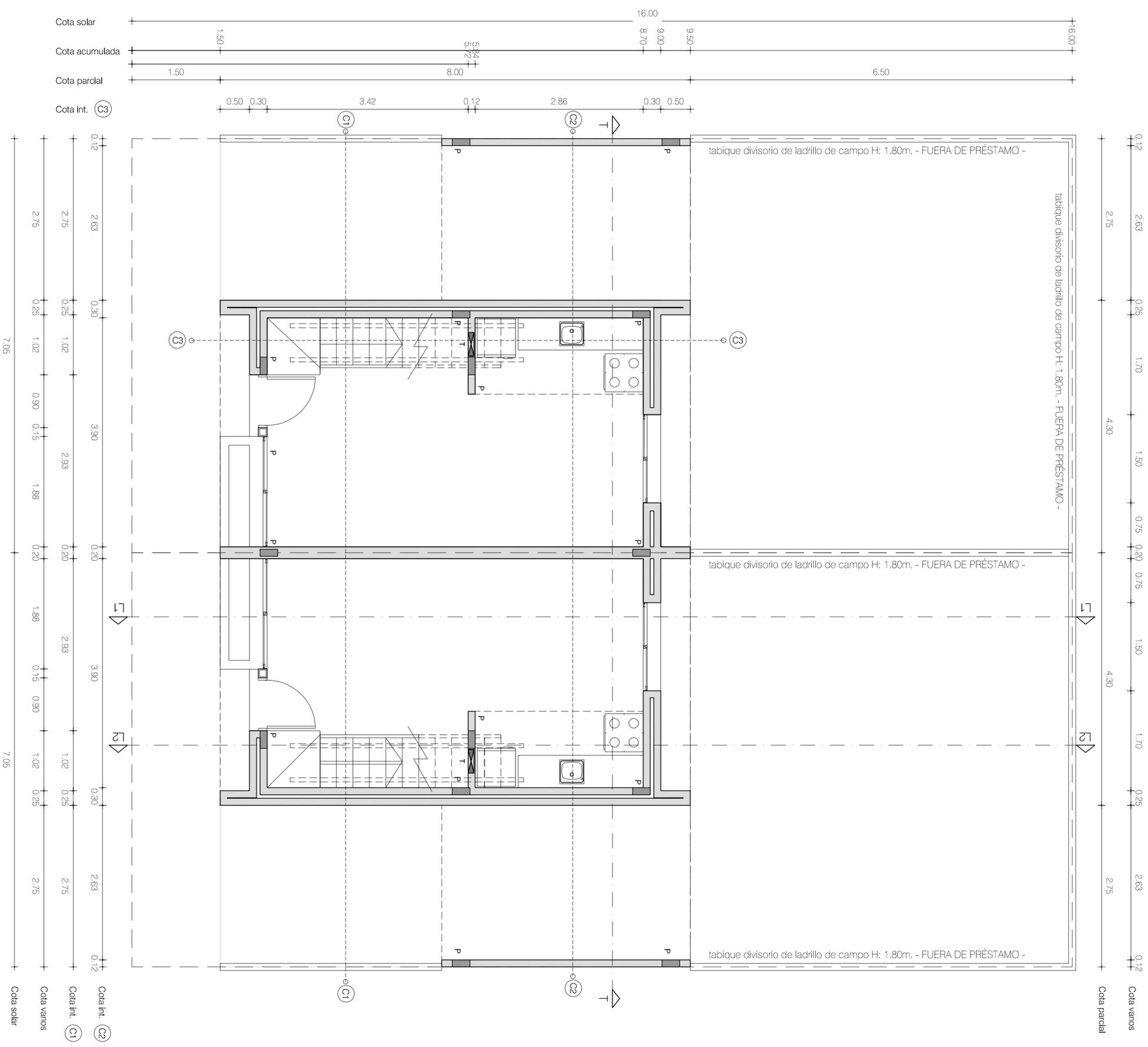


FACHADA POSTERIOR ESC. 1-75

DESTINO: O B R A			
PROYECTO EJECUTIVO			
COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO		P.M.V.	
UBICACION:	Calle Micheli esq. Calderoz Ruiz	Nº REG.:	1474
LOCALIDAD:	SALTO	DPTO.:	SALTO
PADRON:	36289 y 36288	FECHA:	NOV/2016
A.T.: SALTO ORIENTAL		LOGO	
TÉCNICO: ARO. LUIS H. INVERNIZZI Nº REG.: ARO. SERGIO LEZOSQAN TEL: 099447897 / 099741714 EMAIL: SERGIO.LEZOSQAN@com.kupr.com SERGIO.LEZOSQAN@com.kupr.com		ESC.: 130 LAMINA Nº:	
TIPOLOGIA 2 DORM. - FACHADA Y CORTES - LÁMINA SUPLEMENTARIA			
- ALBAÑILERIA -			
TÉCNICO:	ARO. LUIS H. INVERNIZZI	FIRMA:	
PRESIDENTE:	GUSTAVO FARIÑA	FIRMA:	
SECRETARIO:	LE SILVA	FIRMA:	

A3

REFERENCIA TERMINACIONES



DESTINO: O B R A
07-12-2016



PROYECTO EJECUTIVO

COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO

UBICACIÓN: Calle Michel esca. Guárdiez Ruiz
LOCALIDAD: SALTO
PAÍSON: 36289 y 36288
LAI: SALTO ORIENTAL

TÉCNICO: AYO, LUIS H. INGENIERIA Nº REG.: LUIS H. INGENIERIA Inscr. Prof. en 60014497
TEL: 099844789 / -099741714 EMAIL: SINDIC@LIVVIVENDASALTO.COM

PLANO: TIPOLOGIA 3 DORM. - PLANTA BAÑA - LÁMINA SUPLEMENTARIA - ALBAÑILERIA -

TÉCNICO: AYO, LUIS H. INGENIERIA FIRMA: ESC.: 1350
PRESIDENTE: GUSTINO FARIÑA FIRMA: LÁMINA Nº:
SECRETARIO: LUIS SILVA FIRMA:

A4



REFERENCIA TERMINACIONES

- ☐ cielo raso | pared
- ☐ piso | zocalo
- Cielorrasos
- 1 - LOSA DE H.A. VISTO
- 2 - CHAPA Ho. GALV. Tipo ECONOPANEL
- 3 - CARTÓN YESO
- Pisos
- 4 - CERÁMICA
- 5 - HORMIGÓN LUSTRADO
- 6 - PISO FLOTANTE
- Paredes
- 7 - LADRILLO BOLSADO PINTADO
- 8 - CERÁMICA
- 9 - LADRILLO VISTO
- 10 - REVOQUE MONOCAPA PINTADO
- Zócalos
- 11 - CERÁMICA
- 12 - MADERA

- ☐ T1 > LADRILLO JUNTA AL RAS
- ☐ T2 > REVOQUE MONOCAPA
- ☐ T3 > LADRILLO VISTO

DESTINO: O B R A



PROYECTO EJECUTIVO

COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO		PAV:
UBICACION:	Calle Michel esta. Guiberez Hill	Nº REG.: 1474
LOCALIDAD:	SALTO	DPTO.: SALTO
PADRON:	36289 y 36288	FECHA: NOV/2016
A.T.: SALTO ORIENTAL		LOGO
TÉCNICO: ARO. LUIS H. INVERNIZI Nº REG.: ARO. SERGIO LEZCANO TEL: 099847897 - 09941714 EMAIL: SERGIO.LEZCANO@gnmail.com		

TIPOLOGIA 3 DORM. - PLANTA ALTA - LÁMINA SUPLEMENTARIA

- ALBAÑILERIA -

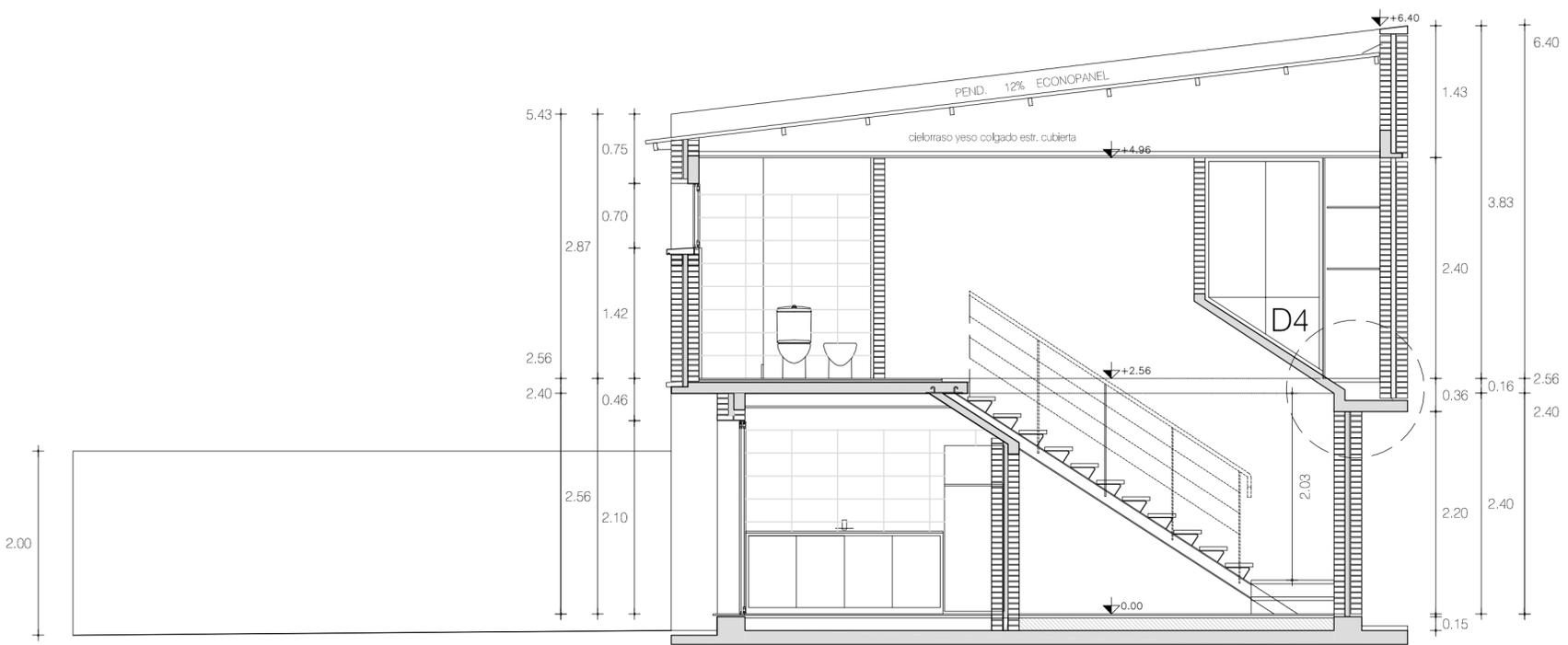
TÉCNICO:	ARO. LUIS H. INVERNIZI	FIRMA:	ESC.: 130
PRESIDENTE:	GUSTAVO FARIÑA	FIRMA:	LÁMINA Nº:
SECRETARIO:	LE SILVA	FIRMA:	A5



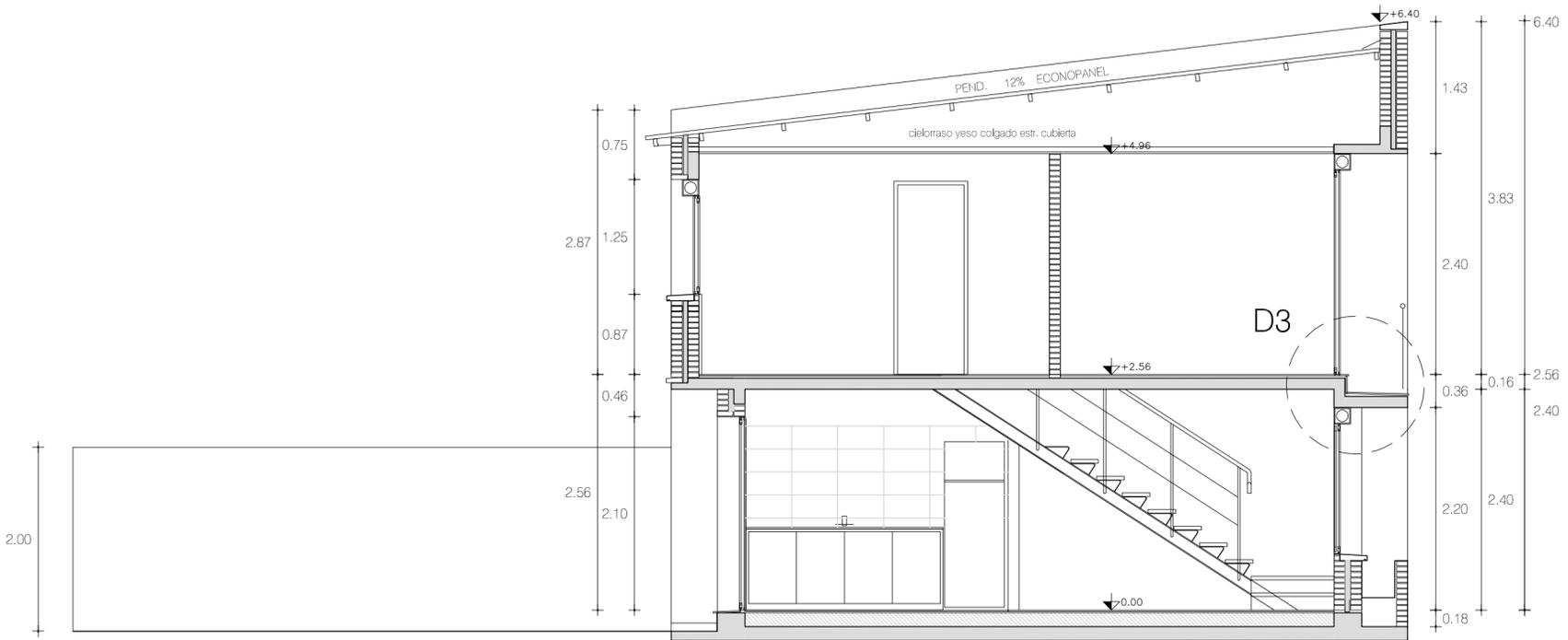
REFERENCIAS TERMINACIONES FACHADA

- 1- CUBIERTA ChaPa Ho. galv. tipo ECONOPANEL
- 2- PRETIL H.A. VISTO
- 3- LADRILLO VISTO
- 4- REVOQUE FINO PINTADO
- 5- ABERTURA MONOBLOCK ALUMINIO
- 6- BARANDA METÁLICA
- 7- MASETERO LADRILLO VISTO

FACHADA



CORTE T-T



CORTE L2



FACHADA POSTERIOR ESC. 1-75

DESTINO: O B R A

PROYECTO EJECUTIVO

COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO

PROYECTO EJECUTIVO

SALTO ORIENTAL

TIPOLOGIA 3 DORM. - FACHADA Y CORTES - LÁMINA SUPLEMENTARIA

- ALBAÑILERIA -

A6

UBICACION: Calle Michel esca. Guibrez Ruiz

LOCALIDAD: SALTO

PADRON: 36289 y 36296

J.A.T.: SALTO ORIENTAL

LOGO

TÉCNICO: ARO. LUIS H. INVERNIZZI Nº REG.: LUIS H. INVERNIZZI luisinvernizzi@ornal.com.uy

TEL: 099844789 / 099741714 EMAIL: SINDIC@LIVSJOAN sinterfaga@gmail.com

PLANO: 130

SECRETARIO: LT. SILVA

ESCA.: 1:30

AGENCIA NACIONAL DE VIVIENDA



REFERENCIA TERMINACIONES

chatarazo	pared
piso	zocalo

- Cielorrasos**
- 1 - LOSA DE H.A. VISTO
 - 2 - CHAPA HO. GALV. Tipo ECONOPANEL
 - 3 - CARTÓN YESO
- Pisos**
- 4 - CERÁMICA
 - 5 - HORMIGÓN LUSTRADO
 - 6 - PISO FLOTANTE
- Paredes**
- 7 - LADRILLO BOLSADO PINTADO
 - 8 - CERÁMICA
 - 9 - LADRILLO VISTO
 - 10 - REVOQUE MONOCAPA PINTADO
- Zócalos**
- 11 - CERÁMICA
 - 12 - MADERA

- [T1] LADRILLO JUNTA AL RAS
- [T2] REVOQUE MONOCAPA
- [T3] LADRILLO VISTO

DESTINO: O B R A



PROYECTO EJECUTIVO

UBICACIÓN:	Calle Micheli esq. Calderón Ruiz	Nº REG.:	1474
LOCALIDAD:	SALTO	DPTO.:	SALTO
PADRÓN:	36289 y 36296	FECHA:	NOV/2016
LAT:	SALTO ORIENTAL	LOGO	

TIPOLOGIA 4 DORM. - PLANTA ALTA - LÁMINA SUPLEMENTARIA

- ALBAÑILERIA -

TECNICO:	ARQ. LUIS H. INVERNIZZI	FIRMA:		ESC.:	1350
PRESENTE:	GUSTINO FARINHA	FIRMA:		LABORAL N.º:	
SECRETARIO:	LE SILVA	FIRMA:			

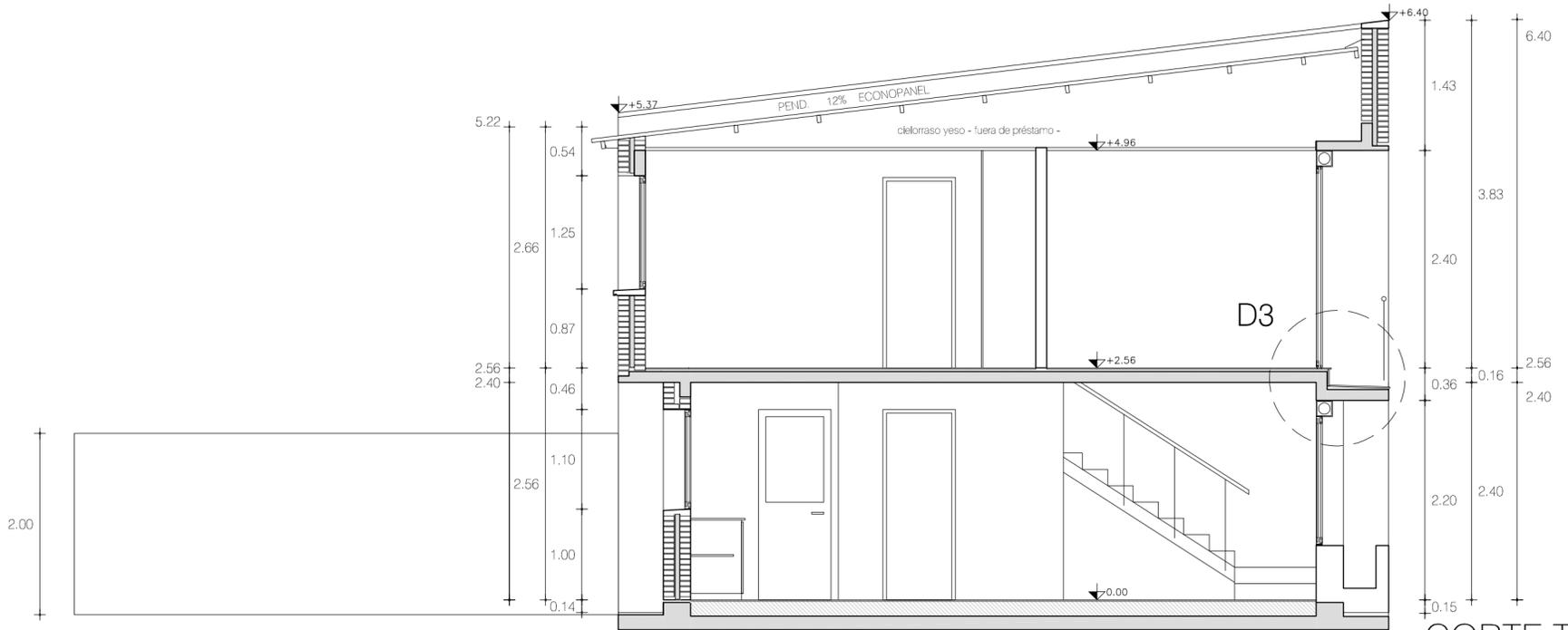
A8



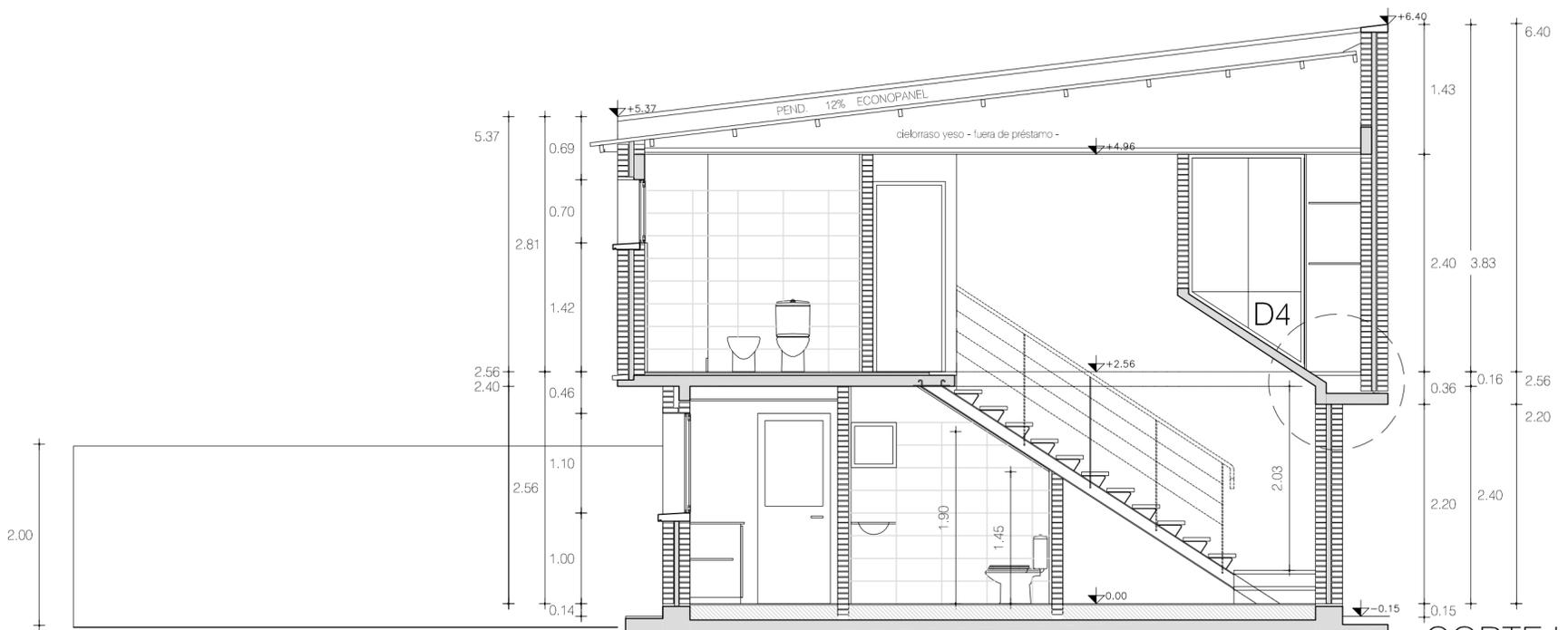
REFERENCIAS TERMINACIONES FACHADA

- 1- CUBIERTA ChaPa Ho. galv. tipo ECONOPANEL
- 2- PRETIL H.A. VISTO
- 3- LADRILLO VISTO
- 4- REVOQUE FINO PINTADO
- 5- ABERTURA MONOBLOCK ALUMINIO
- 6- BARANDA METÁLICA
- 7- MASETERO LADRILLO VISTO

FACHADA



CORTE T-T



CORTE L2



FACHADA POSTERIOR ESC. 1-75

DESTINO: O B R A

PROYECTO EJECUTIVO

COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO

SALTO ORIENTAL

TIPOLOGIA 4 DORM. - FACHADA Y CORTES - LÁMINA SUPLEMENTARIA

- ALBAÑILERIA -

A9

UBICACION: Calle Micheli esq. Gutiérrez Ruiz

LOCALIDAD: SALTO

PADRON: 36289 y 36288

Nº REG.: 1474

DPTO.: SALTO

FECHA: NOV/2016

LOGO

AGENCIA NACIONAL DE VIVIENDA

MOOTMA

PROYECTO EJECUTIVO

COOP. DE VIVIENDAS SAN JOSÉ SALTO

SALTO ORIENTAL

TÉCNICO: ARO. LUIS H. INVERNIZZI Nº REG.: LUIS H. INVERNIZZI Invernizzi@arrol.com.uy

TEL: 099847897 / 099741714 EMAIL: SINDICO.LUZSCIANI_sinfraespaga@gmail.com

ESCALA: 1:30

SECRETARIO: LT. SILVA

PRESIDENTE: GUSTAVO FARIÑA

TÉCNICO: ARO. LUIS H. INVERNIZZI