

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL  
FACULTAD REGIONAL MENDOZA**

**MAESTRÍA EN DESARROLLO SUSTENTABLE  
DEL HÁBITAT HUMANO**



**TESIS DE MAESTRÍA**

**DESARROLLO DE PAUTAS DE DISEÑO EDIFICIO  
Y URBANO PARA OPTIMIZAR EL  
APROVECHAMIENTO DE LA VENTILACIÓN EN  
LA CIUDAD DE MENDOZA, COMO ESTRATEGIA  
DE MITIGACIÓN DE LA ISLA DE CALOR**

**Autora: Esp. Arq. Marcela Dávila**

**Directora: Dra. Erica Correa  
Codirectora: Dra. María Belén Sosa**

**Mendoza, Argentina. Mayo de 2022**

## **Agradecimientos**

La presente Tesis de Maestría se desarrolló gracias a las instituciones y personas que me acompañaron en este proceso y lo hicieron posible.

En primer lugar deseo agradecer en forma particular a mi directora de tesis la Dra. Erica Correa, por su extraordinaria guía y apoyo profesional en cada instancia del desarrollo de la presente tesis. También a mi co-directora de tesis la Dra. María Belén Sosa, por su asesoramiento y aportes, que permitieron enriquecer el trabajo. A mi amiga Cecilia Schroh, por su incondicional presencia y colaboración, a lo largo de todo este camino. A Viviana Giacomo, por su paciencia y acompañamiento en todas las gestiones y tramitaciones. Agradezco también al Instituto Nacional de Ambiente Hábitat y Energía (INAHAE) por haber puesto a mi disposición los recursos necesarios para el desarrollo del trabajo y a la Universidad Tecnológica Nacional-Facultad Regional Mendoza, que permitió mi formación en la carrera de Maestría.

Finalmente, agradezco infinitamente a mi marido, por su paciencia y acompañamiento, sin lo cual nada de esto sería posible.

Esp. Arq. Marcela Dávila

## Resumen

Las ciudades actualmente se encuentran sometidas a procesos de acumulación de calor, debido a sus configuraciones espaciales y tecnológicas, lo que ha llevado al desarrollo de la Isla de Calor Urbana (ICU). Frente a esta situación resulta necesario comenzar a diseñar estrategias de mitigación para este fenómeno, y una de ellas es la optimización de la ventilación en los entornos de las ciudades.

El objetivo de la presente tesis fue identificar relaciones cuantificables entre la forma urbana (trama y edificación) y las posibilidades de ventilación de los espacios abiertos tanto del interior de manzanas como del entorno público de circulación de la Ciudad de Mendoza. Para esto se seleccionaron cuatro sectores dentro del tejido urbano de la ciudad. El criterio de selección fue el de identificar sectores que representan diferentes configuraciones morfológicas en cuanto a: densidades constructivas, tipologías edilicias y geometrías de amanzanamiento. Los sectores elegidos se designaron del siguiente modo: 1) Zona Centro: 9 manzanas del centro consolidado de la ciudad con exigencia de basamento continuo y trazado en damero, 2) Zona Pellegrini: 6 manzanas del entorno del Parque Central con trazado irregular y predominancia de torres exentas, 3) Zona Emilio Civit y Boulogne Sur Mer: 2 manzanas de un sector residencial de baja densidad, con amanzanamiento rectangular (mayor longitud en el sentido E-O) y 4) Zona Torres B. Sur Mer: 5 manzanas caracterizadas por la baja densidad edilicia con presencia de torres exentas de mayor altura y amanzanamiento rectangular (mayor longitud en el sentido N-S).

El desarrollo del trabajo se planteó en tres etapas. En la **primera etapa** se realizó el diagnóstico de la situación actual, en cuanto a las condiciones de ventilación en los cuatro sectores seleccionados. Para este diagnóstico se utilizaron dos herramientas: el cálculo de “sombra de viento” de las construcciones y el análisis de “permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento”. De este diagnóstico surgieron datos de porcentajes de espacios ventilados por manzanas y por zonas, y la correlación existente entre las superficies ventiladas y la permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento. Estos datos indicaron que el sector más comprometido de la ciudad, desde el punto de vista de la ventilación, es el que corresponde al centro consolidado.

A partir de la información obtenida en el diagnóstico, se inició la **segunda etapa** del trabajo, en la cual se desarrollaron dos escenarios teóricos, mediante la aplicación de los valores de indicadores urbanos establecidos por el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza. Para esta segunda evaluación se seleccionaron 8 manzanas (dos de cada una de las zonas evaluadas en la etapa de diagnóstico). Para cada una de estas manzanas se desarrollaron escenarios de valores mínimos y máximos basados en los indicadores urbanísticos establecidos en la codificación (Factor de ocupación del suelo = FOS y Factor de ocupación total = FOT), además de tener en cuenta todas las consideraciones pertinentes, según el sector en análisis, en cuanto a retiros obligatorios y requerimientos edilicios como las condiciones de basamento (obligatorio, optativo o no permitido) y características de las torres.

En la etapa de análisis de escenarios teóricos, a los cálculos de ventilación sobre las manzanas se agregó el cálculo de sombras arrojadas por asoleamiento para invierno y verano. El objetivo del cálculo de asoleamiento fue determinar si el comportamiento de las construcciones en relación a la ventilación era contrapuesto o complementario a la respuesta al asoleamiento. Los resultados obtenidos de este análisis y su comparación con la situación real calculada en la etapa de diagnóstico, permitieron identificar por un lado algunas dificultades surgidas en la aplicación del Código y por otra parte, indicaron aquellos aspectos de la morfología urbana y edilicia de mayor relevancia para la optimización de la ventilación exterior.

En virtud de los resultados obtenidos en cuanto a los aspectos morfológicos de la edificación, con incidencia en la circulación del aire, se inició la **tercera etapa**, de búsqueda de modelos predictivos. Para el desarrollo de estos modelos se utilizó el Análisis Estadístico Multivariado, mediante la técnica de Regresión Lineal Múltiple (RLM). Las variables dependientes seleccionadas fueron: *sombra de viento* y *patios ventilados*, y entre las variables independientes evaluadas se pueden mencionar: *profundidad de la construcción, relación entre el ancho y la profundidad*, tanto a nivel de construcción individual como de fachada, *total de patios, permeabilidades a nivel peatonal y de basamento, altura total de la construcción, ángulo de orientación*, entre otras.

De la aplicación de este método, se obtuvieron cuatro modelos predictivos, dos para ser utilizados en el diseño arquitectónico individual (Modelos 1 y 2, de patios ventilados y sombra de viento por lote) y los otros dos para su aplicación en procesos de planificación de espacios urbanos (Modelos 3 y 4, de patios ventilados y sombra de viento por fachada). Los coeficientes de determinación ajustado para los distintos modelos fueron:  $R^2$  (Modelo 1) = 0,99;  $R^2$  (Modelo 2) = 0,79;  $R^2$  (Modelo 3) = 0,91 y  $R^2$  (Modelo 4) = 0,89, lo que indica un buen nivel de ajuste. Esto muestra que los modelos obtenidos permitirán pronosticar con rangos acotados de error, las superficies de *patios ventilados* en los interiores de manzana y en espacios urbanos y las superficies de espacios abiertos ocupadas por *sombra de viento* (aire estancado), tanto para espacios públicos como privados.

De este modo, el trabajo concluyó con el cumplimiento de la hipótesis planteada, ya que se lograron identificar las pautas de diseño edilicio y urbano que permitirán favorecer la ventilación natural en el entorno urbano de la Ciudad de Mendoza, obteniéndose cuatro indicadores que presentan la posibilidad de ser incorporados al Código Urbano, como una medida tendiente a la optimización de la ventilación en el entorno de ciudad, que coadyuve a la mitigación de la isla de calor y a su vez como una estrategia más de adaptación a los impactos del cambio climático.



## **ÍNDICE GENERAL**

<b>Agradecimientos.....</b>	<b>1</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>INDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>5</b>
<b>INDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>11</b>
<b>INDICE DE TABLAS .....</b>	<b>15</b>

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>18</b>
1. INTRODUCCIÓN .....	19
1.1 LA URBANIZACIÓN Y EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	19
1.1.1 El Microclima Urbano y la Isla de Calor.....	21
1.1.2 Forma urbana y estrategias de mitigación de la ICU .....	25
1.2 PROBLEMA DE ORIGEN.....	27
1.2.1 Impacto de la temática en el área de estudio .....	27
1.3 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN .....	28
1.4 OBJETIVOS.....	28
1.4.1 Objetivo General.....	28
1.4.2 Objetivos Específicos.....	28
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>30</b>
2. MARCO DE REFERENCIA.....	31
2.1 ANTECEDENTES .....	31
2.2 MARCO TEÓRICO.....	44
2.2.1 Características del viento .....	44
2.2.1.1 Velocidad, dirección y frecuencia.....	44
2.2.2 Comportamiento del viento en entornos urbanos.....	45
2.2.2.1 Ley exponencial de Hellman.....	45
2.2.2.2 Vientos de montaña y de valle.....	45
2.2.2.3 Comportamiento del viento alrededor de los edificios .....	46
2.2.2.4 Comportamiento del viento en cañones urbanos.....	50
2.2.3 Herramientas de análisis en entornos urbanos .....	51
2.3 MARCO CONCEPTUAL.....	52
2.3.1 Definición de conceptos clave .....	53
2.3.2 Conceptos aplicables .....	53
2.3.2.1 Sombra de Viento de las construcciones .....	53
2.3.2.2 Permeabilidad de las construcciones en fachadas ventiladas.....	56
2.3.2.3 Análisis Estadístico.....	60
2.4 MARCO GEOGRÁFICO .....	68
2.4.1 Área de Estudio.....	68
2.4.2 Modelo urbano de la Ciudad de Mendoza .....	69
2.5 MARCO NORMATIVO .....	71
2.5.1 Introducción.....	71
2.5.2 Ley N° 8051/2009 de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo de la Pcia de Mza .....	72
2.5.3 Ley N° 8999/17 - Plan Provincial de Ordenamiento Territorial 2045 .....	74
2.5.3.1 Introducción.....	74
2.5.3.2 Modelos Territoriales.....	75
2.5.4 Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Mendoza.....	79
2.5.4.2 Propuestas vinculadas con la problemática de la Isla de Calor Urbana .....	81

2.5.5 Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza.....	82
2.5.5.1 Conceptos del Código .....	82
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>97</b>
3. METODOLOGÍA.....	98
3.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	98
3.1.1 Selección del Sector de análisis.....	98
3.1.2 Cálculo de Sombra de Viento .....	103
3.1.3 Cálculo de Permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento .....	108
3.2 ANÁLISIS DE ESCENARIOS.....	114
3.2.1 Selección de Áreas de Análisis.....	115
3.2.2 Requerimientos del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza .....	120
3.2.2.1 Especificaciones sobre alturas máximas de fachada.....	120
3.2.2.2 Definiciones sobre tipologías edilicias.....	121
3.2.2.3 Zonificación de la Ciudad de Mendoza aplicable al caso.....	123
3.2.3 Sombra por Asoleamiento en invierno y verano .....	136
3.2.4 Diseño de escenarios.....	140
3.2.5 Cálculos y representación de escenarios .....	146
3.2.5.1 Densidad edilicia y patios .....	146
3.2.5.2 Ventilación .....	147
3.2.5.3 Asoleamiento en verano e invierno.....	148
3.2.5.4 Permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento.....	150
3.3 DESARROLLO DEL MODELO-HERRAMIENTA DE PREDICCIÓN.....	152
3.3.1 Selección del Método Estadístico .....	152
3.3.2 Selección de variables para el Modelo .....	152
3.3.3 Métodos de verificación de supuestos .....	158
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>163</b>
4. RESULTADOS.....	164
4.1 RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO.....	164
4.1.1 Resultados Zona Centro .....	165
4.1.1.1 Comparación entre Manzana 1 y Manzana 2.....	166
4.1.1.2 Comparación entre Manzana 2 y Manzana 8.....	168
4.1.1.3 Comparación entre Manzana 5 y Manzana 8.....	169
4.1.1.4 Comparación entre Manzana 6 y Manzana 9.....	172
4.1.1.5 Conclusiones Zona Centro .....	174
4.1.2 Resultados Zona Pellegrini .....	175
4.1.2.1 Comparación entre Manzana 11 y Manzana 12 .....	176
4.1.2.2 Comparación entre Manzana 12 y Manzana 13 .....	177
4.1.2.3 Comparación entre Manzana 11 y Manzana 14 .....	179
4.1.2.4 Conclusiones Zona Pellegrini .....	181
4.1.3 Resultados Zona Emilio Civit y Boulogne Sur Mer.....	181
4.1.3.1 Comparación entre Manzanas 16 y Manzana 17 .....	182
4.1.3.2 Conclusiones Zona E. Civit y Boulogne Sur Mer .....	183
4.1.4 Resultados Zona Torres Boulogne Sur Mer .....	184
4.1.4.1 Comparación entre Manzana 18 y Manzana 19 .....	184
4.1.4.2 Comparación entre Manzana 19 y Manzana 21 .....	187
4.1.4.3 Comparación entre Manzana 19 y Manzana 20 .....	188

4.1.4.4 Conclusiones Zona Torres Boulogne Sur Mer .....	190
4.1. 5 Conclusiones del Diagnóstico .....	190
4.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE ESCENARIOS .....	192
4.2.1 Zona Centro – Manzanas 1 y 8.....	193
4.2.1.1 Manzana 1- Características .....	193
4.2.1.2 Manzana 1 - Superficie de patios y densidad edilicia.....	194
4.2.1.3 Manzana 1 - Ventilación de la manzana.....	195
4.2.1.4 Manzana 1 - Asoleamiento .....	195
4.2.1.5 Manzana 1 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento.....	197
4.2.1.6 Conclusiones de la Manzana 1 .....	198
4.2.1.7 Observaciones sobre el comportamiento de la morfología de la Manzana 1.....	200
4.2.1.8 Manzana 8 - Características .....	202
4.2.1.9 Manzana 8 - Superficie de patios y densidad edilicia.....	203
4.2.1.10 Manzana 8 - Ventilación .....	203
4.2.1.11 Manzana 8 - Asoleamiento.....	204
4.2.1.12 Manzana 8 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento.....	206
4.2.1.13 Conclusiones de la Manzana 8 .....	207
4.2.1.14 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 8 .....	209
4.2.1.15 Conclusiones Zona Centro .....	212
4.2.2 Zona Pellegrini – Manzana 11 y 13.....	214
4.2.2.1 Manzana 11 - Características .....	214
4.2.2.2 Manzana 11 - Superficie de patios y densidad edilicia .....	214
4.2.2.3 Manzana 11 - Ventilación .....	215
4.2.2.4 Manzana 11 - Asoleamiento.....	216
4.2.2.5 Manzana 11 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento.....	218
4.2.2.6 Conclusiones de la Manzana 11.....	219
4.2.2.7 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 11 .....	221
4.2.2.8 Manzana 13 - Características .....	223
4.2.2.9 Manzana 13 - Superficie de patios y densidad edilicia .....	223
4.2.2.10 Manzana 13 - Ventilación.....	224
4.2.2.11 Manzana 13 - Asoleamiento.....	225
4.2.2.12 Manzana 13 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento .....	227
4.2.2.13 Conclusiones de la Manzana 13.....	228
4.2.2.14 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 13.....	230
4.2.2.15 Conclusiones Zona Pellegrini .....	232
4.2.3 Zona E. Civit y Boulogne Sur Mer – Manzana 16 y 17.....	234
4.2.3.1 Manzana 16 - Características .....	234
4.2.3.2 Manzana 16 - Superficie de patios y densidad edilicia .....	234
4.2.3.3 Manzana 16 - Ventilación.....	235
4.2.3.4 Manzana 16 - Asoleamiento.....	236
4.2.3.5 Manzana 16 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento .....	238
4.2.3.6 Conclusiones de la Manzana 16.....	239
4.2.3.7 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 16.....	241
4.2.3.8 Manzana 17 - Características .....	242
4.2.3.9 Manzana 17 - Superficie de patios y densidad edilicia .....	243
4.2.3.10 Manzana 17 - Ventilación.....	243
4.2.3.11 Manzana 17 - Asoleamiento.....	244
4.2.3.12 Manzana 17 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento .....	246
4.2.3.13 Conclusiones de la Manzana 17.....	247
4.2.3.14 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 17 .....	249
4.2.3.15 Conclusiones Zona E.Civit y Boulogne Sur Mer.....	251
4.2.4 Zona Torres Boulogne Sur Mer – Manzanas 19 y 20 .....	252
4.2.4.1 Manzana 19 - Características .....	252

4.2.4.2	Manzana 19 - Superficie de patios y densidad edilicia.....	253
4.2.4.3	Manzana 19 - Ventilación.....	254
4.2.4.4	Manzana 19 - Asoleamiento.....	254
4.2.4.5	Manzana 19 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento .....	256
4.2.4.6	Conclusiones de la Manzana 19 .....	257
4.2.4.7	Observaciones sobre la morfología de la Manzana 19.....	259
4.2.4.8	Manzana 20 - Características .....	261
4.2.4.9	Manzana 20 - Superficie de patios y densidad edilicia .....	262
4.2.4.10	Manzana 20 - Ventilación.....	262
4.2.4.11	Manzana 20 - Asoleamiento.....	263
4.2.4.12	Manzana 20 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento .....	265
4.2.4.13	Conclusiones de la Manzana 20.....	266
4.2.4.14	Observaciones sobre la morfología de la Manzana 20.....	268
4.2.4.15	Conclusiones Torres Boulogne Sur Mer.....	270
4.2.5	Conclusiones del Análisis de Escenarios.....	271
4.2.5.1	Superficie de Patios y Alta Densidad.....	272
4.2.5.2	Ventilación .....	275
4.2.5.3	Asoleamiento .....	276
4.2.5.4	Permeabilidad .....	278
4.2.5.5	Pautas morfológicas.....	283
4.3	RESULTADOS DEL DESARROLLO DEL MODELO-HERRAMIENTAS DE PREDICCIÓN .....	284
4.3.1	Modelos Desarrollados.....	284
4.3.2	Modelo de Patios Ventilados por lote.....	284
4.3.2.1	Cálculo de Regresión Lineal Múltiple.....	285
4.3.2.2	Supuesto de Normalidad de los Residuos.....	286
4.3.2.3	Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos .....	287
4.3.2.4	Supuesto de Independencia de los Residuos.....	290
4.3.2.5	Comparación de valores ordenados .....	290
4.3.2.6	Conclusión del Modelo de Patios Ventilados por lotes.....	290
4.3.3	Modelo de Sombra de Viento por lote.....	291
4.3.3.1	Cálculo de Regresión Lineal Múltiple.....	291
4.3.3.2	Supuesto de Normalidad de los Residuos .....	292
4.3.3.3	Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos .....	294
4.3.3.3	Supuesto de Independencia de los Residuos.....	296
4.3.3.5	Comparación de valores ordenados .....	296
4.3.3.6	Conclusión del Modelo de Sombra de Viento por lotes .....	297
4.3.4	Modelo de Patios Ventilados por fachada.....	297
4.3.4.1	Cálculo Regresión Lineal Múltiple-Alternativa 1 .....	297
4.3.4.2	Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 1.....	298
4.3.4.3	Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 1 .....	300
4.3.4.4	Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 1 .....	301
4.3.4.5	Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 1.....	301
4.3.4.6	Raíz del error cuadrático medio – Alternativa 1 .....	302
4.3.4.7	Comparación de valores ordenados – Alternativa 1.....	302
4.3.4.8	Cálculo de Regresión Lineal Múltiple – Alternativa 2 .....	303
4.3.4.9	Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 2 .....	303
4.3.4.10	Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 2 .....	305
4.3.4.11	Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 2.....	306
4.3.4.12	Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 2.....	306
4.3.4.13	Raíz del error cuadrático medio (RSME) – Alternativa 2 .....	307
4.3.4.14	Comparación de valores ordenados – Alternativa 2.....	307
4.3.4.15	Cálculo de Regresión Lineal Múltiple – Alternativa 3.....	308
4.3.4.16	Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 3.....	308

4.3.4.17	Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 3 .....	310
4.3.4.18	Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 3.....	311
4.3.4.19	Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 3.....	311
4.3.4.20	Raíz del error cuadrático medio (RSME) – Alternativa 3 .....	311
4.3.4.21	Comparación de valores ordenados – Alternativa 3.....	312
4.3.4.22	Selección de la mejor alternativa.....	312
4.3.4.23	Conclusión del modelo de patios ventilados por fachada .....	313
4.3.5	Modelo de Sombra de Viento por fachada.....	314
4.3.5.1	Cálculo de Regresión Lineal Múltiple – Alternativa 1 .....	314
4.3.5.2	Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 1.....	315
4.3.5.3	Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 1 .....	317
4.3.5.4	Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 1 .....	318
4.3.5.5	Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 1.....	318
4.3.5.6	Raíz del error cuadrático medio – Alternativa 1 .....	319
4.3.5.7	Comparación de valores ordenados – Alternativa 1.....	319
4.3.5.8	Cálculo Regresión Lineal Múltiple – Alternativa 2 .....	320
4.3.5.9	Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 2.....	321
4.3.5.10	Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 2 .....	322
4.3.5.11	Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 2.....	323
4.3.5.12	Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 2.....	324
4.3.5.13	Raíz del error cuadrático medio – Alternativa 2 .....	324
4.3.5.14	Comparación de valores ordenados – Alternativa 2.....	324
4.3.5.15	Cálculo de Regresión Lineal Múltiple – Alternativa 3 .....	325
4.3.5.16	Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 3.....	326
4.3.5.17	Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 3.....	327
4.3.5.18	Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 3.....	329
4.3.5.19	Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 3.....	329
4.3.5.20	Raíz del error cuadrático medio – Alternativa 3 .....	329
4.3.5.21	Comparación de valores ordenados – Alternativa 3.....	329
4.3.5.22	Selección de la mejor alternativa.....	330
4.3.5.23	Conclusión del modelo de patios ventilados por fachada .....	331
4.3.6	Conclusiones sobre los modelos desarrollados .....	332
<b>CAPÍTULO 5</b>	.....	<b>336</b>
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	337
5.1	CONCLUSIONES FINALES DEL TRABAJO .....	337
5.2	RECOMENDACIONES DE ESTUDIOS A FUTURO.....	341
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>343</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>347</b>
7.1	ANEXO PLANOS.....	347
7.1.1	PLANOS DE DIAGNÓSTICO .....	347
7.1.1.1	Planos Parámetros Urbanos .....	347
7.1.1.2	Planos Sombra de Viento .....	347
7.1.2	PLANOS DE ESCENARIOS.....	347
7.1.2.1	Plano Zonificación de la Ciudad de Mendoza.....	347
7.1.2.2	Planos Zona Centro (Manzanas 1 y 8) .....	347

7.1.2.3 Planos Zona Pellegrini (Manzanas 11 y 13).....	347
7.1.2.4 Planos Zona E. Civit y B. Sur Mer (Manzanas 16 y 17).....	347
7.1.2.5 Planos Zona Torres B. Sur Mer (Manzanas 19 y 20).....	347
7.2 ANEXO PLANILLAS DE CÁLCULO.....	347
7.2.1 PLANILLAS DE DIAGNÓSTICO .....	347
7.2.1.1 Planillas de Sombra de Viento .....	347
7.2.1.2 Planillas de Parámetros Urbanos .....	347
7.2.1.3 Planillas de Resultados .....	347
7.2.2 PLANILLAS DE ESCENARIOS .....	347
7.2.2.1 Planillas Diseño de Escenarios .....	347
7.2.2.2 Planillas Sombra de Viento Escenarios .....	347
7.2.2.3 Planillas Parámetros Urbanos Escenarios .....	347
7.2.2.4 Planillas Asoleamiento Escenarios .....	347
7.2.2.5 Planillas Resultados Escenarios .....	347
7.2.2.6 Planillas Resumen Escenarios.....	347
7.2.3 PLANILLAS MODELO PREDICTIVO.....	347
7.2.3.1 Planillas Análisis de datos .....	347
7.2.3.2 Planillas Modelos finales.....	347

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1: Procesos que interactúan en el clima urbano a mesoescala y microescala.....	22
Figura 2: Representación de la ICU a nivel de meso-escala y micro-escala urbana.....	23
Figura 3: Esquema de variables controlables y no controlables en la generación de la ICU.....	24
Figura 4: Variación temporal típica en zonas urbanas y rurales .....	25
Figura 5: Esquema de circulación del viento en la ciudad .....	31
Figura 6: Representación de varios efectos aerodinámicos sobre la morfología edificatoria .....	32
Figura 7: Resultados de la simulación CFD en verano (Al Sallal et al., 2012).....	33
Figura 8: Resultado de la simulación CFD en invierno (Al Sallal et al., 2012).....	33
Figura 9: Cálculo del índice de área frontal ( $\lambda_f$ ) (Wong et al., 2010) .....	34
Figura 10: Mapa de Índice de Área Frontal de la península de Kowloon (Wong et al., 2010).....	34
Figura 11: Bloques de gran altura y cañones profundos en Hong Kong (Yuan y Ng, 2012).....	34
Figura 12: Resumen nueve modelos de rendimiento de ventilación natural (Yuan y Ng, 2012)	35
Figura 13: Resumen nueve modelos de rendimiento de la ventilación natural - continuación..	36
Figura 14: Medios alternativos típicos para compensar la permeabilidad del edificio (P): .....	37
Figura 15: Vista esquemática de un cañón urbano simétrico y sus descriptores SVF y H/W.....	38
Figura 16: Flujo de aire sobre cañones urbanos aumentando su relación H/W.....	39
Figura 17: Pequeño canal hidráulico que se utilizó para los ensayos .....	40
Figura 18: Patrón de flujo para una cavidad rectangular a bajos números de Froude.....	40
Figura 19: Edificio aislado con patios interiores. Fuente: imágenes aéreas Bing Maps .....	41
Figura 20: Influencia del comportamiento en la distribución de la edad del aire puntual (s).....	42
Figura 21: Evolución columna de aire a del cerramiento del patio. Impacto la edad del aire.....	42
Figura 22: Ley exponencial de Hellman: Gradiente de viento .....	45
Figura 23: Dirección de los vientos en distintos ciclos del día .....	46
Figura 24: Efectos de presión y succión sobre el edificio .....	48
Figura 25: Proporciones cuerpos frente al viento. Relaciones de ancho en planta .....	49
Figura 26: Proporciones cuerpos frente al viento. Relaciones de ancho y altura en elevación ...	49
Figura 27: Efectos del viento en un cañón urbano.....	50
Figura 28: Diagrama de funcionamiento de la Sombra de Viento.....	55
Figura 29: Requisito de Separación de Edificios (S) y ( $L_p$ ) a diferentes permeabilidades (P).....	57
Figura 30: Ejemplo de cálculo de separación de edificios (S).....	58
Figura 31: Relación entre la longitud de la fachada ( $L_p$ ) y tamaño de la calle contigua (U).....	58
Figura 32: Medios alternativos típicos para compensar la permeabilidad del edificio (P).....	59
Figura 34: Localización de la Ciudad de Mendoza .....	68
Figura 35: Plano de Mendoza – Ciudad Nueva (Archivo General de la Provincia).....	70
Figura 36: Esquema del sistema funcional de la ciudad oasis.....	70
Figura 37: Vista aérea de la ciudad .....	70
Figura 38: Principios de introversión y extroversión de los volúmenes arquitectónicos.....	71
Figura 39: Modelo geométrico de la Ciudad Nueva: trazado urban y tipología de vivienda.....	71
Figura 39: Proceso de institucionalización del Ordenamiento Territorial de la Pcia. de Mza.....	74
Figura 40: Plano de Macrozonificación de la Ciudad de Mendoza.....	87
Figura 41: Área de Estudio seleccionada dentro del Departamento Capital .....	99
Figura 42: Zona Centro y entorno.....	100
Figura 43: Zona Pellegrini y entorno.....	101
Figura 44: Zona Emilio Civit y Boulogne Sur Mer .....	102
Figura 45: Zona Torres Boulogne Sur Mer .....	103
Figura 46: Rosa de los Vientos Anual – Mendoza Norte .....	104
Figura 47: Plano de Sombra de Viento Zona Centro .....	106
Figura 48: Plano de Sombra de Viento Zona Pellegrini.....	106
Figura 49: Plano de Sombra de Viento Zona E. Civit y B. Sur Mer .....	107
Figura 50: Plano de Sombra de Viento Zona Torres B. Sur Mer .....	107
Figura 51: Perfiles de fachadas- porcentajes de permeabilidad – Manzana 1 – Zona Centro ...	110
Figura 52: Plano de permeabilidad de fachadas Manzanas 1 a 3 – Zona Centro .....	111



<i>Figura 53: Plano de permeabilidad de fachadas – Manzanas 12 y 13 – Zona Pellegrini .....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 54: Plano de permeabilidad de fachadas – Manzanas 18 a 20 – Zona Torres B. S.M.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 55: Plano de permeabilidad de fachadas – Manzana 16 – Zona E. Civit y B. Sur Mer.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 56: Esquema de la división de la fachada en niveles horizontales.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 57: Ubicación de Manzanas 1 y 8 de Zona Centro.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 58: Ubicación de Manzanas 11 y 13 de Zona Pellegrini.....</i>	<i>116</i>
<i>Figura 59: Ubicación de Manzanas 16 y 17 de Zona E. Civit y B. Sur Mer .....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 60: Ubicación de Manzanas 19 y 20 de Zona Torres B. Sur Mer.....</i>	<i>117</i>
<i>Figura 61: Plano de Zonificación de la Ciudad de Mendoza -indicación áreas de estudio.....</i>	<i>124</i>
<i>Figura 62: Sector Zona Centro ubicado dentro de la Zona Central 1.....</i>	<i>125</i>
<i>Figura 63: Sector Zona Pellegrini ubicado dentro de las Zonas Residencial 5 y Residencial 6... </i>	<i>127</i>
<i>Figura 64: Sector Zona E. Civit y B. Sur Mer - dentro de las Zonas Residencial 2 y 2PP.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 65: Sector Zona Torres B. Sur Mer -dentro de las Zonas Residencial 2 y Residencial 4.. </i>	<i>134</i>
<i>Figura 66: Ángulo de azimut y altitud.....</i>	<i>137</i>
<i>Figura 67: Captura de pantalla Software Geosol para el día 21 de diciembre.....</i>	<i>138</i>
<i>Figura 68: Captura de pantalla del Software Geosol para el día 21 de junio.....</i>	<i>139</i>
<i>Figura 69: Ángulos acimutales obtenidos para el 21 de diciembre y 21 de junio .....</i>	<i>140</i>
<i>Figura 70: Ángulos de altitud solar obtenidos para el 21 de diciembre y 21 de junio .....</i>	<i>140</i>
<i>Figura 71: Planilla de cálculo - Escenario de Valores Máximos – Manzana 16 .....</i>	<i>146</i>
<i>Figura 72: sombra de viento y patios ventilados a nivel de lote urbano .....</i>	<i>153</i>
<i>Figura 73: sombra de viento y patios ventilados a nivel de fachada.....</i>	<i>153</i>
<i>Figura 74: Variables a nivel de lote en construcción con basamento.....</i>	<i>156</i>
<i>Figura 75: Variables a nivel de lote en construcciones exentas.....</i>	<i>156</i>
<i>Figura 76: Variables a nivel de fachada enfrentada al viento.....</i>	<i>156</i>
<i>Figura 77: División de fachada en niveles horizontales para análisis de permeabilidad.....</i>	<i>156</i>
<i>Figura 78: Tabla Resumen – Regresión Lineal Múltiple.....</i>	<i>157</i>
<i>Figura 79: Tabla de Análisis de Varianza – Regresión Lineal Múltiple.....</i>	<i>157</i>
<i>Figura 80: Tralabal de Ecuación de Regresión Lineal Múltiple.....</i>	<i>157</i>
<i>Figura 81: Modelo Prueba de Shapiro-Wilks (modificado)-Software Infostat.....</i>	<i>159</i>
<i>Figura 82: Modelo Prueba de Kolmogorov-Smirnov – Software Infostat.....</i>	<i>159</i>
<i>Figura 83: Modelo gráfica Q-QPlot – Software Infostat.....</i>	<i>159</i>
<i>Figura 84: Modelo Histograma-Software Infostat.....</i>	<i>160</i>
<i>Figura 85: Modelo nueva regresión para verificación de homocedasticidad .....</i>	<i>161</i>
<i>Figura 86: Modelo Verificación de Chi Cuadrado.....</i>	<i>161</i>
<i>Figura 87: Modelo gráfico de “residuos vs. predichos” Software Infostat.....</i>	<i>161</i>
<i>Figura 88: Modelo gráfico “valores calculados vs. valores pronosticados”.....</i>	<i>162</i>
<i>Figura 89: Relación entre ventilación y parámetros urbanos Zona Centro.....</i>	<i>165</i>
<i>Figura 90: Plano de Sombra de Viento Manzanas 1 y 2 .....</i>	<i>167</i>
<i>Figura 91: Fachada suroeste Manzana 1 .....</i>	<i>167</i>
<i>Figura 92: Manzana suroeste Manzana 2.....</i>	<i>167</i>
<i>Figura 93: Plano de Sombra de Viento Manzanas 2 y 8.....</i>	<i>169</i>
<i>Figura 94: Plano de Sombra de Viento Manzanas 5 y 8.....</i>	<i>171</i>
<i>Figura 95: Fachada suroeste Manzana 5 .....</i>	<i>171</i>
<i>Figura 96: Fachada suroeste Manzana 8 .....</i>	<i>172</i>
<i>Figura 97: Plano de Sombra de Viento – Manzanas 6 y 9 .....</i>	<i>173</i>
<i>Figura 98: Fachada suroeste – Manzana 6 .....</i>	<i>174</i>
<i>Figura 99: Fachada suroeste – Manzana 9 .....</i>	<i>174</i>
<i>Figura 100: Relación entre ventilación y parámetros urbanos Zona Pellegrini.....</i>	<i>175</i>
<i>Figura 101: Plano de Sombra de Viento – Manzanas 11 y 12 .....</i>	<i>177</i>
<i>Figura 102: Plano Sombra de Viento – Manzanas 12 y 13.....</i>	<i>179</i>
<i>Figura 103: Plano Sombra de Viento – Manzanas 11 y 14.....</i>	<i>180</i>
<i>Figura 104: Relación entre ventilación y parámetros urbanos – Manzanas 16 y 17.....</i>	<i>182</i>
<i>Figura 105: Plano Sombra de Viento – Manzanas 16 y 17.....</i>	<i>183</i>
<i>Figura 106: Relación entre ventilación y parámetros urbanos – Manzanas 18 a 22.....</i>	<i>184</i>

<i>Figura 107: Plano Sombra de Viento – Manzanas 18 y 19.....</i>	<i>186</i>
<i>Figura 108: Fachada suroeste – Manzana 18.....</i>	<i>186</i>
<i>Figura 109: Fachada suroeste – Manzana 19.....</i>	<i>186</i>
<i>Figura 110: Plano Sombra de Viento – Manzanas 19 y 21.....</i>	<i>188</i>
<i>Figura 111: Plano Sombra de Viento – Manzanas 19 y 20.....</i>	<i>189</i>
<i>Figura 112: Cuadro Resumen – Relación entre ventilación y parámetros urbanos.....</i>	<i>191</i>
<i>Figura 113: Comportamiento indicadores manzanas Zona Centro – Escenario Real .....</i>	<i>213</i>
<i>Figura 114: Comportamiento indicadores manzanas Zona Centro – Esc. de Val.Mínimos .....</i>	<i>213</i>
<i>Figura 115: Comportamiento indicadores en manzanas Zona Centro – Esc. de Val.Máximos... 214</i>	
<i>Figura 116: Comportamiento indicadores manzanas Zona Pellegrini – Escenario Real .....</i>	<i>233</i>
<i>Figura 117: Comportamiento indicadores manzanas Zona Pellegrini – Esc.de Val. Mínimos.... 233</i>	
<i>Figura 118: Comportamiento indicadores manzanas Zona Pellegrini – Esc. de Val. Máximos.. 234</i>	
<i>Figura 119: Comportamiento indicadores manzanas Zona E. Civit y B. S.M. – Esc. Real..... 251</i>	
<i>Figura 120: Comportamiento Indicadores manzanas Zona E. Civit y B.S.M.– Esc.de Val. Mín.... 252</i>	
<i>Figura 121: Comportamiento Indicadores manzanas Zona E. Civit y B.S.M.– Esc. de Val.Máx... 252</i>	
<i>Figura 122: Comportamiento Indicadores manzanas Zona Torres B.S.M. – Escenario Real..... 270</i>	
<i>Figura 123: Comportamiento Indicadores manzanas Zona Torres B. S.M.– Esc. de Val.Mín..... 271</i>	
<i>Figura 124: Comportamiento Indicadores manzanas Zona Torres B. S.M. – Esc. de Val.Máx.... 271</i>	
<i>Figura 125: Plano general y plano de entorno de cada una de las zonas seleccionadas..... 272</i>	
<i>Figura 126: Comparación de superficie de patios en los tres escenarios..... 273</i>	
<i>Figura 127: Comparación edificios altos en los tres escenarios..... 274</i>	
<i>Figura 128: Comparación Ventilación en los tres escenarios..... 275</i>	
<i>Figura 129: Comparación Asoleamiento en verano en los tres escenarios..... 277</i>	
<i>Figura 130: Comparación Asoleamiento en invierno en los tres escenarios..... 278</i>	
<i>Figura 131: Comparación Permeabilidad a nivel peatonal en los tres escenarios..... 279</i>	
<i>Figura 132: Comparación Permeabilidad de Basamento en los tres escenarios..... 281</i>	
<i>Figura 133: Resultados del Cálculo de la RLM – Modelo Patios ventilados por lotes..... 285</i>	
<i>Figura 134: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo patios ventilados por lote .....</i>	<i>286</i>
<i>Figura 135: Prueba Kolmogorov-Smirnov – Modelo patios ventilados por lote..... 286</i>	
<i>Figura 136: Gráfico Q-QPlot – Modelo patios ventilados por lote .....</i>	<i>287</i>
<i>Figura 137: Histograma – Modelo patios ventilados por lote..... 287</i>	
<i>Figura 138: Nueva RLM verificación homocedasticidad – Modelo patios vent. por lote..... 288</i>	
<i>Figura 139: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo patios ventilados por lote..... 288</i>	
<i>Figura 140: Tabla de Distribución de Chi Cuadrado- Modelo de patios ventilados por lotes..... 289</i>	
<i>Figura 141: Gráfica de residuos vs. predichos – Modelo patios ventilados por lote..... 289</i>	
<i>Figura 142: Valores calculados vs. Valores pronosticados – Modelo patios ventilados por lote 290</i>	
<i>Figura 143: Resultados del Cálculo de la RLM-Modelo sombra de viento por lotes..... 292</i>	
<i>Figura 144: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo sombra de viento por lote..... 293</i>	
<i>Figura 145: Prueba Kolmogorov-Smirnov – Modelo sombra de viento por lotes .....</i>	<i>293</i>
<i>Figura 146: Gráfico Q-QPlot – Modelo sombra de viento por lotes..... 294</i>	
<i>Figura 147: Histograma – Modelo sombra de viento por lotes..... 294</i>	
<i>Figura 148: Nueva RLM verificación homocedasticidad – Modelo sombra de viento por lotes. 295</i>	
<i>Figura 149: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo sombra de viento por lotes..... 295</i>	
<i>Figura 150: Gráfico residuos vs. predichos – Modelo sombra de viento por lote..... 296</i>	
<i>Figura 151: Valores calculados vs. Valores pronosticados – Modelo sombra de viento por lote 296</i>	
<i>Figura 152: Resultados del Cálculo de la RLM – Modelo patios vent. por fachada (Alt. 1)..... 298</i>	
<i>Figura 153: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo patios vent. por fachada (Alt.1)..... 299</i>	
<i>Figura 154: Gráfico Q-QPlot – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 1) .....</i>	<i>299</i>
<i>Figura 155: Histograma – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 1) .....</i>	<i>300</i>
<i>Figura 156: Nueva RLM verificación homocedasticidad – Mod. patios vent. por fach.(Alt. 1).... 300</i>	
<i>Figura 157: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo patios vent. por fachada (Alternativa 1) .....</i>	<i>301</i>
<i>Figura 158: Gráfico de residuos vs. predichos – Modelo patios vent. por fachada (Alt. 1)..... 301</i>	
<i>Figura 159: Valores calculados vs. Valores pronost.– Mod. patios vent. por fachada (Alt. 1)..... 302</i>	
<i>Figura 160: Resultados del Cálculo de la RLM – Mod. patios vent.por fachada (Alt. 2)..... 303</i>	

Figura 161: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo patios vent. por fachada (Alt. 2).....	304
Figura 162: Gráfico Q-QPlot – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 2) .....	304
Figura 163: Histograma – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 2) .....	305
Figura 164: Nueva RLM verificación homocedasticidad – Mod. patios vent. por fach. (Alt. 2) ..	305
Figura 165: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo patios ventilados por fachada (Alt. 2).....	306
Figura 166: Gráfico residuos vs. predichos – Modelo patios ventilados (Alt. 2).....	306
Figura 167: Valores calculados vs. Valores pronost. – Modelo patios vent. por fach.(Alt. 2).....	307
Figura 168: Resultados del Cálculo de la RLM – Modelo patios vent. por fach. (Alt. 3).....	308
Figura 169: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo patios vent. por fach. (Alt. 3).....	309
Figura 170: Gráfico Q-QPlot – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 3) .....	309
Figura 171: Histograma – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 3) .....	310
Figura 172: Nueva RLM verificación homocedasticidad – Mod. patios vent. por fach.(Alt. 3) ..	310
Figura 173: Cálculo Chi Cuadrado – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 3).....	311
Figura 174: Gráfico residuos vs. predichos – Modelo patios ventilados (Alternativa 3).....	311
Figura 175: Valores calculados vs. Valores pronost.– Mod. patios vent. por fach. (Alt. 3).....	312
Figura 176: Resultados del Cálculo de la RLM – Mod. sombra de viento por fach. (Alt. 1).....	315
Figura 177: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Mod. sombra de viento por fach.(Alt. 1) .....	316
Figura 178: Gráfico Q-QPlot – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 1).....	316
Figura 179: Histograma – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 1).....	317
Figura 180: Nueva RLM verific. homocedasticidad – Mod. sombra de viento por fach. (Alt.1) ..	317
Figura 181: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo sombra de viento por fachada (Alt. 1) .....	318
Figura 182: Gráfico residuos vs. predichos – Mod. sombra de viento por fach. (Alt. 1).....	318
Figura 183: Valores calc. vs. Valores pronost. – Mod. sombra de viento por fach. (Alt. 1).....	319
Figura 184: Resultados del Cálculo de la RLM – Mod. sombra de viento por fach. (Alt. 2).....	320
Figura 185: Prueba Shapiro-Wilks (mod.) – Mod. sombra de viento por fachada (Alt. 2).....	321
Figura 186: Gráfico Q-QPlot – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 2).....	321
Figura 187: Histograma – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 2).....	322
Figura 188: Nueva RLM verific. homocedasticidad – Mod. sombra de viento por fach. (Alt. 2) ..	322
Figura 189: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo sombra de viento por fachada (Alt. 2) .....	323
Figura 190: Gráfico residuos vs. predichos – Mod. sombra de viento por fach. (Alt. 2).....	323
Figura 191: Valores calculados vs. Valores pronost.– Mod. sombra de viento por fach. (Alt. 2) ..	324
Figura 192: Resultados del Cálculo de la RLM – Mod.o sombra de viento por fach.(Alt. 3) .....	325
Figura 193: Prueba Shapiro-Wilks (mod.) – Mod. sombra de viento por fach. (Alternativa 3) ..	326
Figura 194: Gráfico Q-QPlot – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 3).....	327
Figura 195: Histograma – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 3).....	327
Figura 196: Nueva RLM verif. homocedasticidad – Mod. sombra de viento por fach. (Alt. 3).....	328
Figura 197: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo sombra de viento por fach. (Alt. 3) .....	328
Figura 198: Gráfico residuos vs. predichos – Modelo sombra de viento por fach (Alt.3).....	329
Figura 199: Valores calc. vs. Valores pronost. – Mod. sombra de viento por fach. (Alt. 3).....	330

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Modificaciones del viento frente a las construcciones (Yarke, 2005)</i> .....	46
<i>Tabla 2: Altura y permeabilidad del edificio</i> .....	56
<i>Tabla 3: Zonas verticales y características de diseño para la ventilación</i> .....	59
<i>Tabla 4: Unidades de Integración Territorial y Modelos Territoriales Actual, Tendencial y Deseado de la Provincia de Mendoza</i> .....	76
<i>Tabla 5: Variables para la clasificación del territorio</i> .....	77
<i>Tabla 6: Propuesta de estructura para los Códigos Municipales</i> .....	78
<i>Tabla 7: Modelos Territoriales: Actual, Tendencial y Deseado de la Ciudad de Mendoza</i> .....	80
<i>Tabla 8: Resumen Indicadores urbanos para distintas zonas (Código de la Ciudad de Mza)</i> .....	95
<i>Tabla 9: Cálculo Principio de diseño separación de edificios Manzana 1 – Zona Centro</i> .....	109
<i>Tabla 10: Cálculo aplicación Principio de superficies por niveles – Manzana 1 – Zona Centro</i>	109
<i>Tabla 11: Gráficas Zona Centro y Zona Pellegrini -indicación de sup. de patios y edif. altos</i> .....	118
<i>Tabla 12: Gráficas Zona E. Civit y B. S. M. y Zona Torres B. S.M.-sup. de patios y edif. altos</i> .....	119
<i>Tabla 13: Relación altura máxima de fachada y ancho de vereda</i> .....	120
<i>Tabla 14: Indicadores urbanos parcelas &lt; 500 m2 (CENTRAL 1)</i> .....	125
<i>Tabla 15: Indicadores urbanos parcelas entre 501 y 1250 m2 (CENTRAL 1)</i> .....	125
<i>Tabla 16: Indicadores urbanos parcelas &gt; 1251 m2 (CENTRAL 1)</i> .....	126
<i>Tabla 17: Indicadores Urbanos parcelas &lt; 500 m2 (RESIDENCIAL 5)</i> .....	127
<i>Tabla 18: Indicadores Urbanos parcelas entre 501 y 1250 m2 (RESIDENCIAL 5)</i> .....	128
<i>Tabla 19: Indicadores urbanos parcela &gt; 1250 m2 (RESIDENCIAL 5)</i> .....	128
<i>Tabla 20: Indicadores urbanos parcelas &lt; 400 m2 (RESIDENCIAL 6)</i> .....	129
<i>Tabla 21: Indicadores urbanos parcelas entre 401 y 1000 m2 (RESIDENCIAL 6)</i> .....	129
<i>Tabla 22: Indicadores urbanos parcelas &gt; 1001 m2 (RESIDENCIAL 6)</i> .....	129
<i>Tabla 23: Indicadores urbanos parcelas &lt; 600 m2 (RESIDENCIAL 2)</i> .....	131
<i>Tabla 24: Indicadores urbanos parcelas entre 601 y 1000 m2 (RESIDENCIAL 2)</i> .....	131
<i>Tabla 25: Indicadores urbanos parcelas &gt; 1001 m2 (RESIDENCIAL 2)</i> .....	131
<i>Tabla 26: Indicadores urbanos parcelas &lt; 400 m2 (RESIDENCIAL 2PP)</i> .....	133
<i>Tabla 27: Indicadores urbanos parcelas entre 401 y 1000 m2 (RESIDENCIAL 2PP)</i> .....	133
<i>Tabla 28: Indicadores urbanos parcelas &gt; 1001 m2 (RESIDENCIAL 2PP)</i> .....	133
<i>Tabla 29: Indicadores urbanos parcelas &lt; 400 m2 (RESIDENCIAL 4)</i> .....	135
<i>Tabla 30: Indicadores urbanos parcelas entre 401 y 1000 m2 (RESIDENCIAL 4)</i> .....	135
<i>Tabla 31: Indicadores urbanos parcelas &gt; 1001 m2 (RESIDENCIAL 4)</i> .....	135
<i>Tabla 32: Resumen de parámetros urbanos Zona Central 1</i> .....	141
<i>Tabla 33: Resumen de parámetros urbanos Zona Residencial 5</i> .....	142
<i>Tabla 34: Resumen de parámetros urbanos Zona Residencial 6</i> .....	142
<i>Tabla 35: Resumen de parámetros urbanos Zona Residencial 2</i> .....	143
<i>Tabla 36: Resumen de parámetros urbanos Zona Residencial 2PP</i> .....	143
<i>Tabla 37: Resumen de parámetros urbanos Zona Residencial 4</i> .....	144
<i>Tabla 38: Sup. de patios y edificios altos. Esc. de máx. y mín.-Mzana 1 (Zona Centro)</i> .....	147
<i>Tabla 39: Análisis Vent. Esc. de Máximos y Mínimos – Mzana 11 (Zona Pellegrini)</i> .....	148
<i>Tabla 40: Análisis Asoleam. en verano. Esc. de Máx. y Mín.- Mzana 16 (Zona E. C. y B. S. M.)</i> ...	149
<i>Tabla 41: Análisis Asol. en invierno. Esc. de Máx. y Mín. – Mzana 20 (Zona Torres B. S.M.)</i> .....	150
<i>Tabla 42: Análisis permeab.de fach. Esc. de Máx.y Mín.- Mzana 8 (ZC) y Mzana 11 (ZP)</i> .....	151
<i>Tabla 43: Variables dependientes seleccionadas</i> .....	153
<i>Tabla 44: Listado de variables independientes seleccionadas</i> .....	154
<i>Tabla 45: Listado nuevas variables independ. incorporadas a los modelos predictivos</i> .....	158
<i>Tabla 46: Cuadro Comparativo de resultados por Zona</i> .....	165
<i>Tabla 47: Comparación Manzana 1 y 2</i> .....	166
<i>Tabla 48: Comparación Manzana 2 y 8</i> .....	168
<i>Tabla 49: Comparación Manzanas 5 y 8</i> .....	170
<i>Tabla 50: Comparación Manzanas 6 y 9</i> .....	172
<i>Tabla 51: Comparación Manzana 11 y 12</i> .....	176

Tabla 52: Comparación Manzana 12 y 13.....	178
Tabla 53: Comparación Manzanas 11 y 14.....	180
Tabla 54: Comparación Manzanas 16 y 17.....	182
Tabla 55: Comparación Manzanas 18 y 19.....	185
Tabla 56: Comparación Manzanas 19 y 21.....	187
Tabla 57: Comparación Manzanas 19 y 20.....	189
Tabla 58: Cuadro Resumen Superficie de patios y densidad edilicia – Manzana 1 .....	194
Tabla 59: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 1 .....	195
Tabla 60: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 1 .....	196
Tabla 61: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 1.....	197
Tabla 62: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 1 ...	198
Tabla 63: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 1.....	199
Tabla 64: Comparación ventilación construcciones 1.12 y 1.13 – Manzana 1.....	200
Tabla 65: Comparación ventilación construcciones 1.11, 1.12, 1.3 y 1.4 – Manzana 1 .....	201
Tabla 66: Comparación asoleamiento construcciones 1.11 y 1.12 – Manzana 1 .....	202
Tabla 67: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidad – Manzana 8.....	203
Tabla 68: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 8 .....	204
Tabla 69: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 8 .....	205
Tabla 70: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 8.....	206
Tabla 71: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 8 ...	207
Tabla 72: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 8.....	208
Tabla 73: Comparación Vent. Const. 8.15 entre esc. de máx. y escenario de mín. – Mzana 8....	209
Tabla 74: Comparación Ventilación construcciones 8.13 y 8.14 – Manzana 8 .....	210
Tabla 75: Comparación Ventilación fachadas noreste y suroeste – Manzana 8 .....	210
Tabla 76: Comparación Asoleamiento en verano fachadas noreste y suroeste – Manzana 8....	211
Tabla 77: Comparación Asoleam. en invierno entre esc. valores reales y máx. – Manzana 8 ....	211
Tabla 78: Cuadro Resumen Superficie de patios y densidades – Manzana 11 .....	215
Tabla 79: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 11 .....	216
Tabla 80: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 11.....	217
Tabla 81: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 11 .....	218
Tabla 82: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 11. 219	
Tabla 83: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 11 .....	220
Tabla 84: Comparación Ventilación construcciones 11.3 con 11.7– Manzana 11.....	221
Tabla 85: Comparación Ventilación construcción 11.16 y 11.20 – Manzana 11 .....	222
Tabla 86: Comparación Ventilación construcciones 11.7 y 11.10 – Manzana 11 .....	222
Tabla 87: Comparación Asoleamiento en verano construcciones 11.3 y 11.16 – Manzana 11..	223
Tabla 88: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidades – Manzana 13 .....	224
Tabla 89: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 13.....	225
Tabla 90: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 13.....	226
Tabla 91: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 13 .....	227
Tabla 92: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 13. 228	
Tabla 93: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 13 .....	229
Tabla 94: Comparación Ventilación construcciones 13.3 y 13.18 – Manzana 13 .....	230
Tabla 95: Comparación Ventilación construcciones 13.6 y 13.8 – Manzana 13 .....	231
Tabla 96: Comparación Asoleamiento en verano construcciones 13.3 y 13.18 – Manzana 13..	231
Tabla 97: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidades – Manzana 16 .....	235
Tabla 98: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 16.....	236
Tabla 99: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 16.....	237
Tabla 100: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 16 .....	238
Tabla 101: Cuadro Resumen Permeab. de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 16.....	239
Tabla 102: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 16.....	240
Tabla 103: Comparación Ventilación construcciones 16.26 y 16.28 – Manzana 16.....	241
Tabla 104: Comparación Ventilación construcciones 16.24 y 16.26 – Manzana 16.....	241
Tabla 105: Comp. Asoleam. en verano e invierno const. 16.24, 16.26 y 16.28 – Mzana 16 .....	242

Tabla 106: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidades – Manzana 17.....	243
Tabla 107: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 17.....	244
Tabla 108: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 17.....	245
Tabla 109: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 17.....	246
Tabla 110: Cuadro Resumen Permeab. de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 17.....	247
Tabla 111: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 17.....	248
Tabla 112: Comparación Ventilación construcciones 17.49.1 y 17.09 – Manzana 17.....	249
Tabla 113: Comparación Ventilación construcciones 17.47 y 17.7 – Manzana 17.....	250
Tabla 114: Comparación Asoleamiento en verano construcciones 17.47 y 17.7 – Manzana 17.....	250
Tabla 115: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidades - Manzana 19.....	253
Tabla 116: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 19.....	254
Tabla 117: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 19.....	255
Tabla 118: Cuadro Resumen Asoleamiento en Invierno – Manzana 19.....	256
Tabla 119: Cuadro Resumen Permeab. de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 19.....	257
Tabla 120: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 19.....	258
Tabla 121: Comparación Ventilación construcciones 19.2 y 19.10 – Manzana 19.....	259
Tabla 122: Comparación Ventilación construcciones 19.11 y 19.14 – Manzana 19.....	260
Tabla 123: Comparación Asoleam. en verano construcciones 19.2 y 19.10 – Manzana 19.....	260
Tabla 124: Comparación Asoleam. en invierno construcciones 19.2 y 19.10 – Manzana 19.....	261
Tabla 125: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidades – Manzana 20.....	262
Tabla 126: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 20.....	263
Tabla 127: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 20.....	264
Tabla 128: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 19.....	265
Tabla 129: Cuadro Resumen Permeab. de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 20.....	266
Tabla 130: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 20.....	267
Tabla 131: Situación Ventilación en escenario actual – Manzana 20.....	268
Tabla 132: Comparación Vent. entre escenarios de máximos y mínimos – Manzana 20.....	269
Tabla 133: Comp. Asoleam. en invierno entre esc. real y escenario de máx.- Mzana 20.....	269
Tabla 134: Matriz de Resumen Indicadores-Escenarios.....	282
Tabla 135: Variables independientes - Modelo patios ventilados por lote.....	285
Tabla 136: Variables independientes – Modelo sombra de viento por lote.....	291
Tabla 137: Variables independientes – Mod. patios ventilados por fachada (Alt. 1).....	297
Tabla 138: Variables independientes – Mod. patios ventilados por fachada – Alt. 2.....	302
Tabla 139: Variables independientes – Mod. patios ventilados por fachada (Alt. 3).....	307
Tabla 140: Comp. de indicadores para las distintas alternativas-Modelo PV por fachada.....	313
Tabla 141: Comp. gráficas valores calculados vs. valores predichos – Mod. PV por fach. ....	313
Tabla 142: Variables independ. – Mod. de sombra de viento por fachadas (Alt. 1).....	314
Tabla 143: Variables independientes – Modelo sobra de viento por fachada (Alt.2).....	319
Tabla 144: Variables independientes – Modelo sombra de viento por fachada (Alt. 3).....	325
Tabla 145: Comp. de indicadores para las distintas alternativas – Mod. SV por fachada.....	330
Tabla 146: Comp. gráficas de valores calculados vs. valores predichos – Mod. SV por fach. ....	331
Tabla 147: Cuadro Resumen de Modelos e Indicadores.....	333
Tabla 148: Cuadro Resumen Ecuaciones de Regresión Modelos predictivos.....	335

# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 LA URBANIZACIÓN Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Las actuales aglomeraciones urbanas, relacionadas fundamentalmente con procesos de densificación metropolitana, han generado una serie de problemas ambientales que afectan a sus habitantes, tales como la contaminación atmosférica y el aumento de la temperatura del aire en los espacios urbanos.

Según el Informe ONU-Habitat (2016), desde 1990 se ha producido un aumento creciente de la población en áreas urbanas, pasando del 43% en esa fecha, al 54% en 2015. Si bien esta tendencia creciente de la población que habita en las ciudades no es uniforme a lo largo del mundo, ninguna región ha reportado un decremento en la misma. Esta urbanización en aumento, ha generado un fenómeno de calentamiento urbano que ha alterado el clima de las ciudades, situación que se ve agravada por los efectos del Cambio Climático.

El cambio del clima a nivel global, es el resultado de distintas actividades humanas como la quema de combustibles fósiles, la contaminación industrial a gran escala, la deforestación y los cambios en el uso del suelo, entre otras; que han llevado a una acumulación de gases efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Esta situación ha reducido la habilidad natural de la Tierra para restablecer el equilibrio del ciclo del carbono, lo que está ocasionando los cambios globales actuales en las temperaturas medias.

En el Informe sobre Ciudades y Cambio Climático (ONU-Habitat, 2011), se establece la necesidad de tener en cuenta la contribución de las ciudades al cambio climático. Esto se funda en que algunas actividades urbanas como el transporte, la generación de energía y la producción industrial, contribuyen directamente a la emisión de gases efecto invernadero (GEI). Por otra parte, los centros urbanos también dependen de la circulación de alimentos, agua y bienes de consumo, que pueden provocar emisiones de GEI desde áreas que se encuentran fuera de la ciudad. Según este mismo informe, las emisiones de gases efecto invernadero provenientes de las ciudades se ubicarían entre un 40 y 70% del total de emisiones, según cifras basadas en la producción (sólo considerando las emisiones que se producen dentro de la ciudad), o entre un 60% y 70% si se utiliza un método basado en consumo (emisiones generadas en la ciudad, más las provenientes de los puntos donde se producen los productos que se consumen en la ciudad).

Los impactos del cambio climático que afectarán a las ciudades, incluyen el aumento de días y noches más cálidas y la frecuencia de olas de calor, como así también períodos de sequía. Esto implicará para las ciudades la aparición de dificultades a la hora de proporcionar servicios básicos a sus habitantes como el suministro de agua, la infraestructura física, el suministro de energía y la producción industrial. La forma de enfrentar este desafío, es desarrollando *estrategias de mitigación*, es decir la implementación de medidas para la reducción de emisiones GEI y a su vez también *estrategias de adaptación* al cambio climático.

Desde la confección del Convenio Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC) a principio de los 90', el enfoque estuvo centrado en la mitigación de emisiones de GEI. Estas políticas, plantearon el desarrollo de estrategias a largo plazo y concentradas en los países desarrollados que son los que generan las mayores emisiones de gases efecto invernadero, pero actualmente, ante la evidencia de los cambios que ya se han producido, es necesario que las ciudades implementen, a mediano y corto plazo estrategias de adaptación tendientes a la reducción de la vulnerabilidad de sus habitantes. Es sabido que ni la *mitigación* ni la *adaptación* por separado pueden proteger de los impactos no deseados del cambio climático; ambos conceptos deben ser parte de la respuesta global. La mitigación es



fundamental para “atenuar” los efectos del cambio climático tanto como sea posible, aunque algunos impactos ya no se pueden evitar y será necesario “adaptarse” a ellos.

El término *resiliencia al clima*, ha surgido en los últimos años para precisar la necesidad de instalar la capacidad de adaptación y desarrollo de posibilidades de mejora de la situación existente en distintos territorios, frente a cambios climáticos ya anticipados en los informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC-Intergovernmental Panel on Climate Change). La reuniones *Conference of Parties* (COP), han establecido un seguimiento del proceso, vinculando la ciencia de las transformaciones atmosféricas y sus impactos terrestres y marinos con el aporte antrópico en estas transformaciones. En virtud de esto se han definido estrategias y políticas para responder a los cambios, estimados para el siglo XXI, en alzas de entre 1,4°C hasta 5,8°C en comparación con una variación de menos de 0,5°C durante los últimos 1000 años (Barton, 2009).

Todo esto indica que, al efecto propio de las urbanizaciones se ha sumado el aumento global de las temperaturas, lo que ha llevado a la aparición del fenómeno denominado Isla de Calor Urbana (ICU), que provoca que en el centro de la ciudad la temperatura del aire sea más elevada que en la periferia (Oke, 1988), y se define como la diferencia de temperatura que se registra entre las zonas urbanizadas y las zonas rurales. Este fenómeno de calentamiento urbano ha ido en aumento, y constituye un problema que afecta significativamente la climatología urbana, aumenta el consumo energético de los edificios, disminuye el confort térmico exterior en verano y aumenta la concentración de contaminantes atmosféricos (Akbari, Davis, Dorsano, Huan y Winert, 1992; Fujibe, 2009; Grimmond, 2007; Kolokotroni, Ren, Davies y Mavrogiani, 2012; Wong, Yusuf y Tan, 2011).

El fenómeno de la ICU se debe principalmente a la sustitución de los espacios naturales por espacios urbanos y al incremento de las fuentes artificiales de calor (Oke, 1978). Aunque el efecto de la isla de calor está presente en muchas ciudades, su intensidad varía de comunidad en comunidad de acuerdo a un gran número de variables como las condiciones climáticas del lugar, la topografía, la tipología de los edificios, los patrones constructivos de las urbanizaciones, entre otros.

En vistas del panorama planteado, la planificación urbana deberá incorporar necesariamente criterios de economía energética, acompañados de aprovechamiento y optimización en el uso de los recursos naturales disponibles considerando la interacción de las distintas variables presentes en el funcionamiento de las ciudades, a fin de incorporar los principios del urbanismo bioclimático (Higueras, 1997), entendiendo que la ciudad bioclimática implica otro tipo de interacciones y una problemática que es necesario abordar desde una perspectiva sistémica (Higueras, 2006).

Esta concepción de la ciudad como un sistema, que requiere de energía para su funcionamiento, es decir el denominado “metabolismo urbano” (Wolman, 1965), implica asumir que el consumo de energía de las ciudades siempre será superior al que se produce en un ecosistema natural (Odum H. y Odum E., 1980). Además, hay estudios que indican que el aumento de un 1% de la población urbana incrementa el consumo de energía en un 2.2%, es decir, la tasa de incremento en el uso de energía es el doble de la tasa de incremento de la urbanización (Santamouris et. al., 2001).

El desarrollo y diseño de zonas urbanas es complejo y abarca muchos aspectos de la vida en las ciudades que deben ser evaluados desde distintos puntos de vista. Actualmente y frente a la situación planteada, el “clima urbano” viene a sumarse como una variable más a ser incorporada cuando se plantea llevar adelante un proyecto urbano integral. Esto implica, entre otros aspectos, asociar al diseño y la planificación urbana, la problemática de la ICU y su consecuente impacto energético, el que tiene su base en el comportamiento de las

edificaciones y su relación directa con los consumos de electricidad, gas y agua (Sangines Coral, 2013) . El uso de la energía en la ciudad y sus consecuentes emisiones de GEI dependen tanto de la forma de desarrollo urbano, como de su diseño (ONU-Hábitat, 2011)

El diseño y el uso del entorno edificado representan un aspecto fundamental para la mitigación del cambio climático ya que, en la mayoría de los países, el sector de la construcción consume aproximadamente la mitad de toda la energía del planeta y, al mismo tiempo, genera la mayor parte de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, siendo asignable a la etapa de obra, aproximadamente sólo el 5%. Esto implica que la mayor parte del consumo de energía en las construcciones se produce en la etapa de uso, debido a la aclimatación térmica interior (Pérez Galaso, 2015).

Por todo esto, resulta de vital importancia el abordaje de la planificación estratégica para mitigar las influencias antrópicas sobre el cambio climático y la generación de la isla de calor urbana, y adaptarse a los impactos que ya están en curso. Los desafíos y las oportunidades del cambio climático en el futuro, a largo, mediano y corto plazo, están reconocidos como elementos fundamentales en la planificación estratégica para el siglo XXI (Barton, 2009), y la forma de abarcarlos y planificar es a través de la mitigación y la adaptación.

### **1.1.1 El Microclima Urbano y la Isla de Calor**

Actualmente se acepta que el concepto de clima abarca diferentes niveles. Los elementos que conforman el clima, como la temperatura, humedad, radiación, precipitaciones, vientos, etc., no se extienden en forma homogénea por todo el territorio, sino que tienen una distribución espacial y temporal diferente. Esto se relaciona con factores físicos y ambientales concretos de cada sitio.

Es una evidencia que el clima urbano presenta diferencias respecto del clima general del medio circundante. Autores como Landsberg han cuantificado las alteraciones que producen las ciudades en la radiación solar incidente, la nubosidad, las precipitaciones, las velocidades de viento y los valores de temperatura y humedad del aire. Tradicionalmente se distingue entre el clima a escala regional (macroclima), frente al clima urbano que recibe el nombre de mesoclima. A su vez, dentro de la ciudad pueden identificarse variaciones de los parámetros climáticos, que hablan de un clima muy localizado, denominado microclima (Fariña et al., 2013).

Landsberg (1981) identifica dos escalas climáticas, por un lado un clima sinóptico, gobernado por patrones de gran escala y regionales; y un clima local asociado a la capa límite atmosférica de la ciudad que se caracteriza por variaciones de los diferentes parámetros climáticos básicos, tanto en altura como en el plano horizontal.

El microclima urbano, en particular sufre diferentes modificaciones asociadas a las actividades urbanas, tanto a micro-escala como a meso-escala. Los procesos de micro-escala presentan perturbaciones atmosféricas debido a la morfología urbana (trama, edificación y espacios abiertos). En tanto los procesos de meso-escala abarcan decenas de kilómetros, incluyendo las perturbaciones climáticas del total de la superficie urbana (Sangines Coral, 2013). En la **Figura 1** se muestran los procesos que interactúan en el clima urbano a meso-escala y micro-escala.

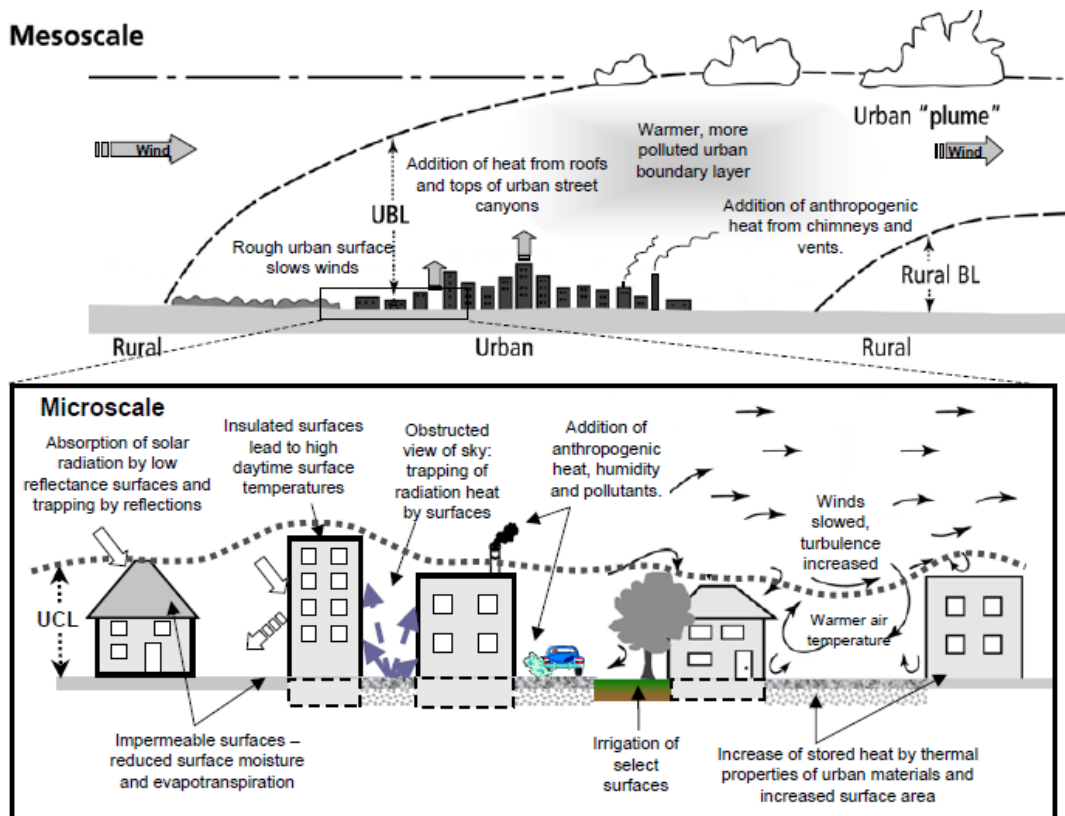


Figura 1: Procesos que interactúan en el clima urbano a mesoescala y microescala (Voogt, 2007)

Los procesos de micro-escala se producen por debajo de las cubiertas de los edificios y son los responsables de la formación de una Capa de Dosel Urbana (Urban Canopy Layer, UCL), donde se pueden observar variaciones del clima significativas en pequeñas distancias, debido a la interacción entre procesos atmosféricos y elementos urbanos (Sangines Coral, 2013).

Por encima de la UCL, y a un nivel de meso-escala se ubica la Capa Límite Urbana (Urban Boundary Layer, UBL), la que se genera por la interacción con fenómenos atmosféricos de la superficie urbana y del entorno cercano. Dentro de esta capa los procesos que ocurren son de mayor escala espacial que los que se desarrollan en la Capa de Dosel Urbana. Pero a su vez, ambas capas se relacionan entre sí, ya que una condiciona a la otra. En la **Figura 2** se ilustra lo descrito. Durante el día, en caso de ausencia o reducida velocidad de viento, la influencia del clima urbano de la ciudad sobre la capa límite urbana puede ser entre 0.6-1.5 km, sobre la capa límite rural. Durante la noche, la Capa Límite Urbana puede variar entre 0.1-0.3 km debido a que la estabilidad atmosférica reduce la transferencia vertical de calor del aire (Oke, 1978).

Las temperaturas de las zonas urbanas tienden a ser mayores que la de sus alrededores rurales, como consecuencia de la sustitución de vegetación por espacios impermeabilizados y construidos. Las superficies que conforman la ciudad, por las características de sus materiales absorben mayor cantidad de radiación solar, se calientan y devuelven energía calorífica al aire circundante, provocando una elevación de la temperatura local. Este fenómeno es conocido como "Isla de Calor Urbana" (Oke, 1978; Landsberg, 1981; Voogt et. al, 2003; Rosenzweig et al, 2005).

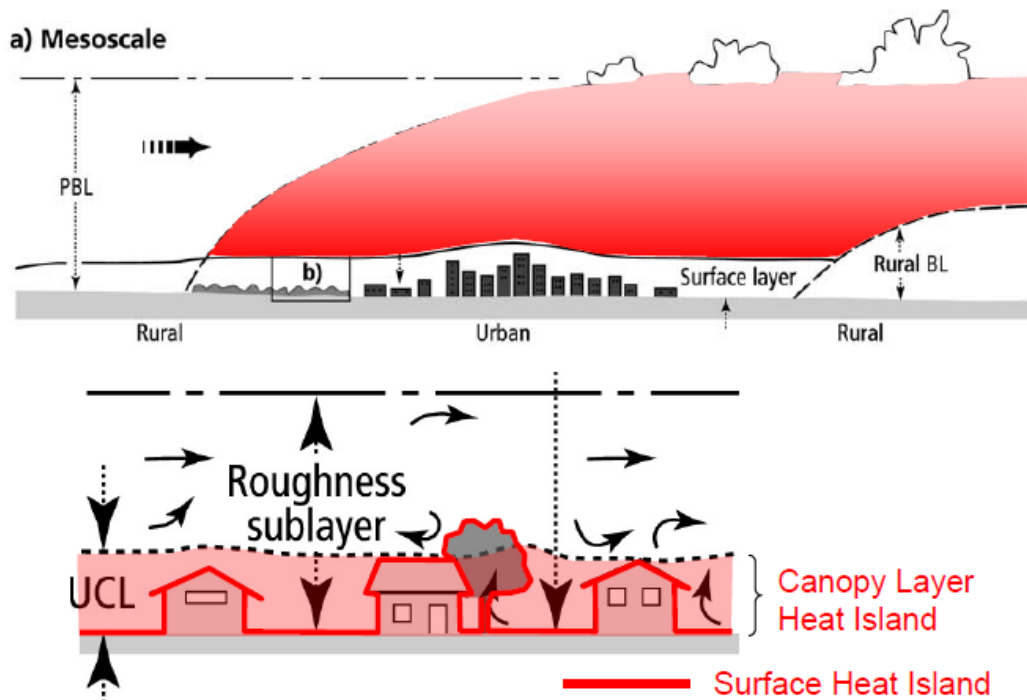


Figura 2: Representación de la ICU a nivel de meso-escala y micro-escala urbana. Tomado de (Oke, 1997 y Voogt, 2007)

La isla de calor urbana es la conjunción de diversos factores, los cuales pueden ser catalogados como controlables e incontrolables (Figura 3). A su vez estos factores pueden ser clasificados como variables temporales (por ejemplo, la velocidad del viento o la cobertura de nubes); como variables constantes en el tiempo (zonas verdes, materiales de los edificios y factor de visión de cielo); y como variables cíclicas como la radiación solar o las fuentes de calor antropogénico (Rizwan et al., 2008).

El calor que generan las ciudades proviene por un lado de la radiación solar y por otro, de distintas fuentes antropogénicas como los automóviles y los sistemas de aire acondicionado. El calor antropogénico, una vez generado es entregado en forma inmediata al ambiente, en tanto la radiación solar incidente en la estructura urbana, es en parte absorbida por la masa construida y en parte reflejada al ambiente.

La transferencia de calor y los procesos de conservación de energía, como la conducción, convección y radiación juegan un rol importante en el balance de calor del entramado urbano (Rizwan et al., 2008). La radiación absorbida por las construcciones urbanas es acumulada durante el día, en cantidades que dependen de las características de los materiales de la envolvente. Al atardecer, cuando en la ciudad comienza a descender la temperatura del aire, esta energía térmica almacenada es liberada en forma de calor al ambiente.

De acuerdo con Giridharan et al. (2004), los factores importantes a considerar en la generación de la ICU son el factor de visión de cielo<sup>1</sup> y el albedo<sup>2</sup>. El factor de visión de cielo en las ciudades se ve disminuido con relación a lo que sucede en zonas rurales. Esta situación reduce la posibilidad de liberación de energía por radiación de onda larga, lo que lleva a que una parte del flujo de calor liberado por las masas construidas quede acumulado en los espacios urbanos. Por otro lado, el albedo en general en las zonas urbanas es bajo, lo que

<sup>1</sup> Factor de visión de cielo (Sky View Factor): Porcentaje de cielo visible desde cualquier punto.

<sup>2</sup> Albedo: Razón entre la energía luminosa que difunde por reflexión una superficie y la energía incidente.

produce que la cantidad de radiación solar reflejada por las superficies sea menor en comparación con la radiación incidente.

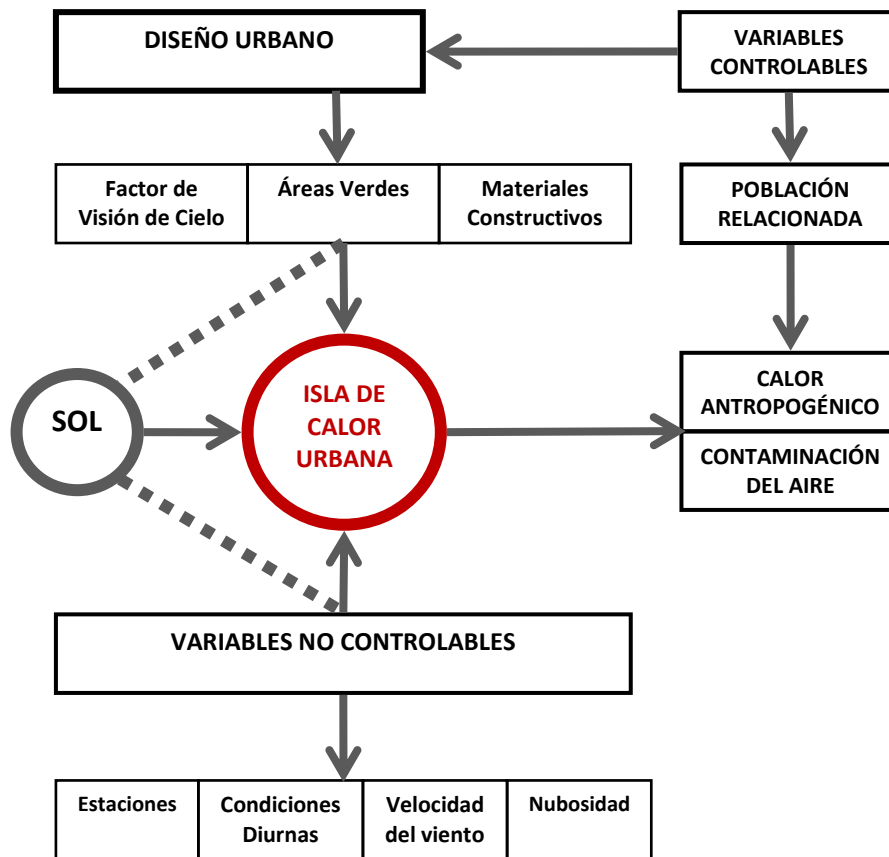
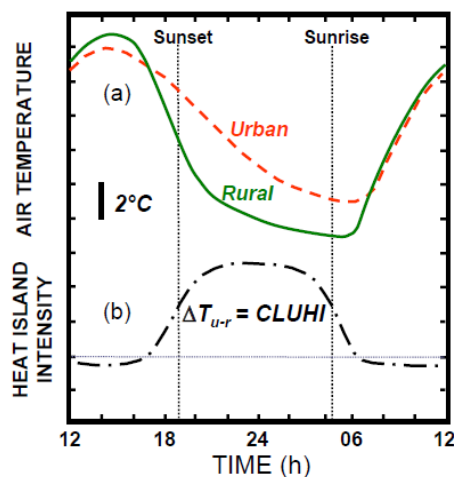


Figura 3: Esquema de variables controlables y no controlables en la generación de la isla de calor urbana (adaptado de Rizwan et al., 2008)

Por otra parte, la impermeabilización de los suelos reduce la humedad y las posibilidades de evapotranspiración de los espacios de la ciudad. También disminuyen las posibilidades de ventilación por la pérdida de velocidad del aire al ingresar a los centros urbanos, debido al aumento de rugosidad impuesta por las edificaciones y la forestación. Además, la contaminación del aire y los altos índices de ozono presentes, también son causas de un aumento de las temperaturas urbanas.

La ICU varía a lo largo del día, alcanzando su máximo efecto pocas horas después de la puesta del sol. Esto es debido a que la energía absorbida por las superficies urbanas es liberada lentamente en comparación con las superficies rurales (**Figura 4**). (Sangines Coral, 2013)



**Figura 4: Variación temporal típica en zonas urbanas y rurales. a) temperatura del aire, b) intensidad del clima urbano ( $\Delta T_{u-r}$ ) en condiciones de clima ideal (tomado de Oke, 1978)**

### 1.1.2 Forma urbana y estrategias de mitigación de la ICU

La morfología de las ciudades es la que determina su comportamiento térmico, es decir, que la reacción de la ciudad ante el clima es un subproducto de su forma (McPherson, 1994). Entre los aspectos formales de mayor incidencia en la interacción de la ciudad con las variables meteorológicas del lugar, se pueden mencionar: la masa edilicia en sus distintas configuraciones tipológicas y la altura de las edificaciones (Lin, Matzarakis y Hwang, 2010); la trama urbana que la sustenta, con sus características dimensionales (anchos de los canales viarios) y orientación; la forestación y la cantidad y tipo de espacios verdes existentes (Ruiz y Correa, 2014), y las propiedades termo-físicas de los materiales utilizados en pavimentos y envolvente edilicia (Alchapar y Correa, 2015).

Como ya se mencionó, la mayor problemática que está generando en las ciudades el aumento de la temperatura provocada por la isla de calor urbana, es el aumento constante del consumo de energía en las edificaciones a los efectos de lograr el confort térmico interior. Esto a su vez incrementa el aporte de calor en los espacios urbanos, empeorando las condiciones de habitabilidad de mismos.

Por esto resulta de vital importancia comprender cómo se comportan las ciudades climáticamente, en particular las ciudades ubicadas en climas cálidos y áridos ya que estas localizaciones se encuentran más exigidas por la variable climática local. Estas ciudades tienen un gran desafío en términos de acondicionar y bioclimatizar sus espacios exteriores, como así también los espacios interiores de las edificaciones, sobre todo teniendo en cuenta que hay una estimación que indica que un tercio de la población del planeta habita en zonas urbanas con climas áridos (Sosa B., 2018).

A los fines de mitigar los efectos de la ICU, es necesario el desarrollo de estrategias que resulten adecuadas al contexto local y a la disponibilidad de recursos. En virtud de los distintos factores que influyen en la configuración del microclima urbano, las estrategias de mitigación del sobrecalentamiento urbano se pueden orientar hacia distintas oportunidades de intervención, como pueden ser: el incremento de la masa verde, revisando las estrategias de forestación en los nuevos emprendimientos urbanos, y recurriendo al uso de especies que otorguen sombra sobre veredas y fachadas en el verano y que a su vez, permitan el acceso del sol y la luz natural durante el invierno; la utilización de materiales de la envolvente con

albedo alto y características reflectivas; la incorporación de principios bioclimáticos en nuevas urbanizaciones, la optimización de la ventilación urbana de modo que permita el refrescamiento convectivo de la ciudad y la dispersión de contaminantes; entre otras (Correa E., 2006).

Este planteo resulta fundamental, en vistas de la búsqueda de lograr mejoras en el confort térmico de las ciudades que permitan a sus habitantes poder utilizar y circular por los distintos espacios de la ciudad, en condiciones de equilibrio climático. Se debe tener en cuenta que si la combinación de la temperatura y humedad relativa de un territorio determinado se encuentra dentro de la zona de confort, se consigue una sensación de bienestar parecido al aportado por la sombra; y si a las altas temperaturas existentes se le agrega circulación de aire, a velocidades aceptables, si bien la temperatura del aire no desciende, se produce una sensación de frescor por la reducción de calor por convección y aumento de la evaporación. Así, ante temperaturas elevadas de los meses sobrecalentados se puede recuperar el confort, aprovechando las brisas de aire que no superen 1,52 m/s (Perez Galaso, 2015).

Si bien la ventilación en los espacios urbanos, tiene un gran potencial en cuanto a las posibilidades de la reducción de las altas temperaturas; actualmente las morfologías existentes en la ciudad que resultan de los procesos de concentración edilicia, perjudican la circulación del aire en calles y espacios abiertos, provocando un estancamiento del mismo. Esta situación se intensifica en ciudades de clima cálido templado y tropical, provocando que la sensación térmica en épocas cálidas se ubique por encima de los valores de confort.

En este sentido, la optimización de la ventilación natural en zonas urbanas, es considerada una estrategia efectiva para disminuir los efectos de la ICU. A su vez, la ventilación natural impacta positivamente sobre el consumo de energía para acondicionamiento térmico en los edificios, pudiendo generar reducciones significativas en el mismo.

El avance científico en cuanto a las posibilidades de aprovechamiento de la ventilación natural, se ha focalizado mayoritariamente en estudios, pautas y recomendaciones a escala edilicia, que favorecen la ventilación de los espacios interiores, sin presentar mayores avances en el aprovechamiento de la ventilación a escala urbana. Este problema se intensifica cuando desde el planeamiento urbano, la ventilación no es una variable considerada.

En algunas ciudades altamente densificadas como Hong Kong y Dubai, con climas cálidos y húmedos, donde el fenómeno de la isla de calor urbana ha ido en ascenso, la utilización de la ventilación urbana como medida de refrescamiento de los espacios ha tomado relevancia en las últimas décadas. A raíz de esta problemática se han realizado diversos estudios, tratando de identificar y cuantificar el potencial de enfriamiento (Al-Sallal y Al-Rais, 2011), evaluando la posibilidad de generación de corredores de ventilación dentro de la ciudad (Wong, Nichol, To y Wang, 2010), como así también la relación existente entre los trazados urbanos, las formas de las edificaciones y las posibilidades de circulación del aire (Yuan y Ng, 2012; Wong, Ng y Yau, 2012).

De estos estudios ha surgido el reconocimiento de ciertas pautas edilicias y de diseño urbano que permitirían favorecer la circulación del aire, con las velocidades requeridas para el logro de un ambiente urbano confortable.

En el presente trabajo se realizará un análisis, aplicado a la Ciudad de Mendoza, de las condiciones de ventilación urbana y su relación con la morfología de la ciudad; tomando como referencia estudios realizados a nivel internacional que abordan esta temática, para identificar posibilidades de aprovechamiento de este recurso en el contexto local, como medida de mitigación de la ICU.

## **1.2 PROBLEMA DE ORIGEN**

La ciudad de Mendoza, por estar localizada en un sitio con clima árido semidesértico, acompañado de una morfología de ciudad abierta, ha debido incorporar un sistema de arbolado público, que proteja los espacios de circulación urbana de la fuerte radiación solar incidente en la época cálida. Pero a su vez, esta situación ha reducido significativamente el Factor de Visión de Cielo (SVF), debido al denso follaje de las especies implantadas.

Esta condición, sumada al fuerte crecimiento urbano y la alta densificación edilicia en los sectores centrales de la ciudad, que ha ido en incremento en las últimas décadas, ha llevado al aumento de la Isla de Calor Urbana, la cual alcanza valores máximos para el Área Metropolitana de Mendoza de 10,6°C en verano (Correa E., De Rosa C., Lesino, G., 2010). Esta situación se ve agravada por el intenso tránsito vehicular, origen de emisiones contaminantes, que en épocas estivales resultan de difícil remoción, debido a la densidad de la bóveda vegetal que acompaña el trazado urbano.

En este marco, resulta de gran importancia la ventilación natural de los espacios urbanos, que ayude a la eliminación de los contaminantes del aire y que a su vez, actúe como una estrategia de mitigación de la ICU, permitiendo mejorar el confort térmico a nivel peatonal.

Es importante tener en cuenta, que el recurso viento en la ciudad de Mendoza es escaso, por lo cual, para su aprovechamiento se deben analizar distintas estrategias de optimización, que impliquen una adecuada distribución del recurso disponible a nivel local, con velocidades apropiadas a situaciones de confort humano exterior. El mejoramiento del confort térmico de las ciudades a nivel peatonal, permitirá incentivar el uso de los espacios abiertos, tanto de circulación como de recreación, motivando la interacción social y contribuyendo a prevenir la inseguridad generada en los espacios poco transitados.

La tendencia a la densificación edilicia en las zonas centrales de la ciudad, es un fenómeno al cual se tiende desde las normativas provinciales de ordenamiento del territorio, y que se refleja en los códigos urbanos. Si bien esta idea propende al desarrollo de ciudades compactas, para la optimización del uso de la tierra y la mejora en el funcionamiento del transporte público, estos objetivos se deben compatibilizar con la búsqueda de la mejora de la calidad del ambiente urbano, siguiendo el principio expresado por Jan Gehl (2010), en el libro "Ciudades para la gente", donde indica que en una ciudad se debe buscar una densidad edilicia razonable para el logro de un espacio urbano de buena calidad.

En este sentido y respetando los principios de uso racional de la tierra, es importante destacar la importancia del diseño de las edificaciones y su localización relativa dentro de la trama de la ciudad, para la conformación de una morfología urbana que favorezca y potencie la ventilación natural, tanto de los espacios públicos como de los espacios interiores de las edificaciones que conforman esta trama, los que al mejorar sus condiciones internas de habitabilidad, permitirán reducir el consumo de energía para acondicionamiento interior, reduciendo de este modo el aporte de calor a los espacios urbanos, provocado por los equipos de enfriamiento.

### **1.2.1 Impacto de la temática en el área de estudio**

El estado del arte indica que existen diversos estudios y análisis, desarrollados con distintos grados de profundidad acerca de los efectos de la ventilación en el interior de las edificaciones, de donde han surgido propuestas de utilización de la misma para el refrescamiento en climas cálidos.



Sin embargo, no existen tantas investigaciones acerca del comportamiento del viento en ciudades altamente densificadas y sus efectos sobre el confort térmico, tanto en los espacios urbanos como en las edificaciones que conforman estos conglomerados. Como tampoco, la evaluación del potencial de utilización de la ventilación como estrategia de enfriamiento urbano en los meses cálidos, que a su vez permitiría el aprovechamiento de la ventilación natural en los espacios interiores de las construcciones, llevando de este modo, a la reducción del consumo energético asociado al acondicionamiento térmico interior.

En este sentido, resultan de interés algunos estudios realizados en ciudades cálidas húmedas y cálidas secas, tendientes a buscar distintas estrategias relacionadas con la regulación de la forma de crecimiento de las ciudades y la morfología de sus construcciones, para lograr una optimización de la circulación del aire, como elemento de refrescamiento de los espacios urbanos, que permitan mitigar los efectos de la Isla de Calor.

Entre algunos de los ejemplos se pueden mencionar, el estudio sobre el potencial de enfriamiento en la ciudad de Dubai (Al-Sallal y Al-Rais, 2012), análisis de la ventilación urbana de Hong Kong (Wong, Ng, y Yau, 2012), identificación de corredores de viento en la península de Kowloon-Hong Kong (Wong, Nichol, To y Wang, 2010), entre otros.

Como hasta la fecha no se han desarrollado estudios de posibilidades de optimización de la ventilación urbana en la ciudad de Mendoza, en el presente trabajo se propone hacer un análisis de la situación local para llegar a una propuesta centrada en la regulación de la forma urbana, aportando lineamientos sobre parámetros constructivos específicos, tendientes al mejoramiento, en la medida de lo posible de la situación actual y en vistas a nuevos emprendimientos constructivos a desarrollarse.

### **1.3 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

La identificación de pautas de diseño edilicio y urbano que favorezcan la ventilación natural del entorno de la Ciudad de Mendoza posibilitará, en el mediano y largo plazo, incorporar criterios a los códigos de ordenamiento urbano, que permitan mitigar el calentamiento de la ciudad, disminuir la demanda energética asociada, mejorar la calidad del aire y la habitabilidad de los espacios urbanos.

### **1.4 OBJETIVOS**

#### **1.4.1 Objetivo General**

Desarrollar pautas de diseño edilicio y urbano para el aprovechamiento del recurso viento en la Ciudad de Mendoza, como estrategia de mitigación de la Isla de Calor.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- 1) Realizar un diagnóstico de la situación existente en el área de estudio, en cuanto a las posibilidades de ventilación de los espacios abiertos, tanto públicos como privados, seleccionando para este análisis, sectores de la ciudad que representen distintas configuraciones morfológicas.
- 2) Identificar y analizar distintos parámetros de diseño urbano-edilicio recomendados internacionalmente, para la optimización de la ventilación natural de la ciudad.
- 3) Elaborar un conjunto de propuestas para la configuración morfológica de las manzanas, que incorporen los criterios de optimización de la ventilación identificados en el objetivo anterior, y que respeten los lineamientos del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial

y los parámetros establecidos en el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza.

- 4) Desarrollar, en caso de ser posible, un indicador que permita optimizar la ventilación natural en espacios urbanos, en función de parámetros constructivos y/o proponer pautas de morfología edilicia.
- 5) Proponer, si fuera necesario, modificaciones a la normativa municipal vigente en la materia: Plan Municipal de Ordenamiento Territorial y Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, en función de los hallazgos realizados.

# **CAPÍTULO 2**

## **MARCO DE REFERENCIA**

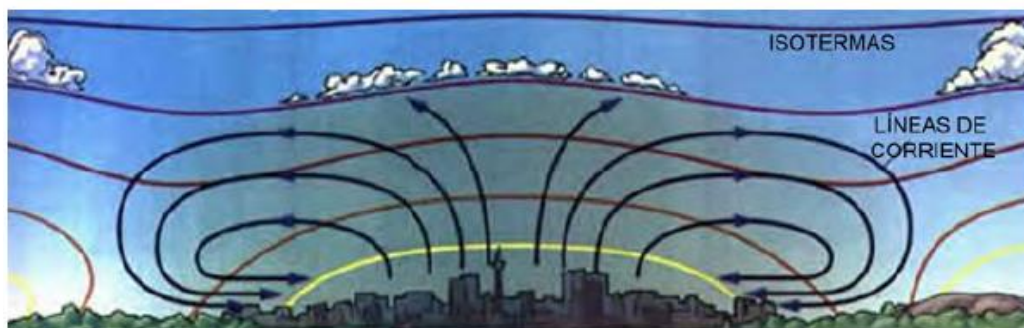
## 2. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1 ANTECEDENTES

El presente trabajo se centra en la investigación de las posibilidades de *aprovechamiento de la ventilación urbana* como medida de mitigación de la Isla de Calor, en este sentido es importante conocer las características locales de este fenómeno.

En el estudio sobre la Isla de Calor Urbana del Área Metropolitana de Mendoza (Correa E., De Rosa C., Lesino, G., 2010) se indica que este fenómeno se produce a la largo de todo el año, alcanzando valores máximos que oscilan entre los 8° y 10°C, con la ocurrencia de las máximas durante el período de enfriamiento nocturno (entre las 20 y 8 horas). Estas características indicaron que hay una disminución de las posibilidades de enfriamiento convectivo y radiativo en el centro de la ciudad. Del análisis realizado surgieron recomendaciones con relación a las propiedades superficiales de las fachadas (aumentar la reflectividad para disminuir la acumulación de calor), y también a la utilización de especies forestales que permitan el ingreso del viento en los canales viales, para facilitar la dispersión de los contaminantes acumulados durante el día y propiciar el refrescamiento convectivo de la ciudad.

La presencia de la “*isla térmica*” en las ciudades no sólo provoca una bolsa con mayor temperatura en la ciudad, sino que también afecta a la dirección y velocidad del viento, generando corrientes ascendentes de aire. De esta forma se crea un centro de bajas presiones que succiona el aire de todo su alrededor, dando lugar a un flujo de aire artificial propio de la ciudad (Pérez Galaso, 2015). La representación gráfica de estas corrientes de aire se puede observar en la **Figura 5**.



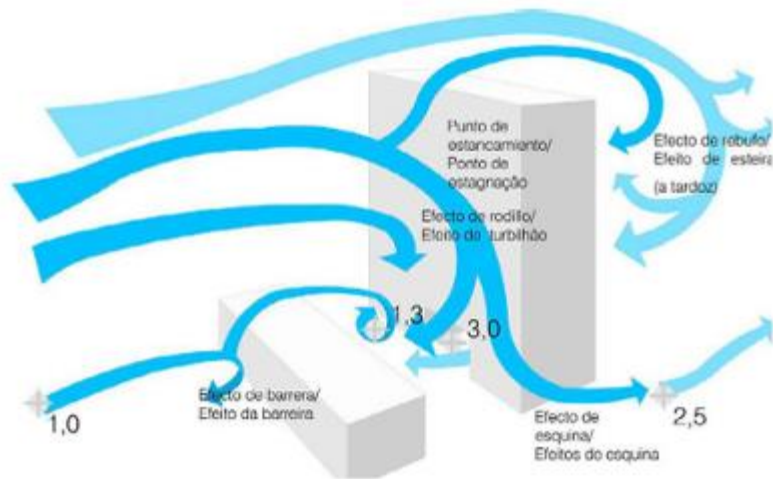
**Figura 5:** Esquema de circulación del viento en la ciudad (Pérez Galaso, 2015)

Este fenómeno se genera a nivel de meso-escala, pero también resulta necesario conocer los fenómenos a micro-escala, donde se produce la interacción entre la morfología urbana específica de cada sitio y el recurso viento disponible.

La edificación puede actuar como barrera o aumentar la velocidad del viento según sea la configuración de la masa construida. En general se puede indicar que donde existen edificios en altura se producen turbulencias y remolinos que aceleran la velocidad original del aire, los cañones urbanos estrechos, también provocan aumento de la velocidad. Es decir, que en un espacio urbano se dan normalmente una combinación de varios de estos fenómenos, por lo que el resultado final puede llegar a ser muy difícil de predecir (Fariña et al., 2013).

Algunos de los efectos de la circulación del aire alrededor de los edificios, están resumidos en Yarle E. (2005). Las construcciones urbanas producen: el *flujo descendente en edificios altos*, el que se caracteriza por la generación de turbulencias en la base de la fachada enfrentada al viento; *efecto de los rincones*, lo que implica la aceleración del viento en los rincones de los

edificios donde el flujo de aire va desde la zona de alta presión en la fachada, hasta la zona opuesta de baja presión; efecto de las *aberturas en la base del edificio*, que es la aceleración de la velocidad del viento que se produce cuando existen áreas pasantes en la base de los edificios altos; *efecto venturi*, producido por la aceleración de la velocidad cuando se ubican dos bloques de construcción en ángulo, con sus rincones muy juntos creando un pasaje angosto; *efecto pirámide*, que es la conformación de bloques constructivos con una agrupación en forma de pirámide, configuración que ofrece menos resistencia al viento dispersando el mismo en todas las direcciones. (Ver **Figura 6**)

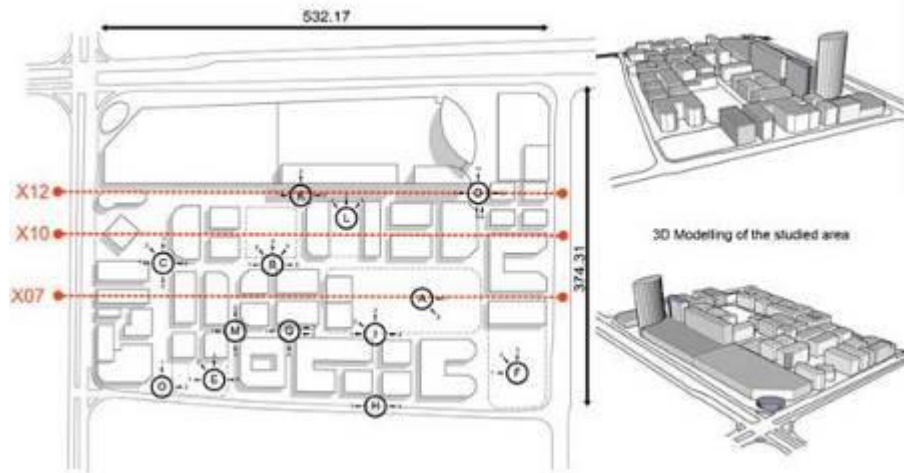


**Figura 6: Representación de varios efectos aerodinámicos sobre la morfología edificatoria (Fariña et al., 2013)**

Otro concepto importante a tener en cuenta en el comportamiento del viento alrededor de las construcciones, es el denominado “estela” o “sombra de viento”, definido como la zona de aire casi estancado que se genera detrás de la barrera arquitectónica. Este fenómeno tiene características medibles concretas, relacionadas con la longitud y el ancho de la fachada enfrentada al viento, como así también con la profundidad de la construcción. La determinación de las características de la sombra de viento y sus fórmulas de cálculo se encuentran desarrolladas en Fuentes Freixanet, V. y Rodriguez Viqueira M., (2004).

Existen algunos estudios realizados a nivel internacional acerca del comportamiento del viento en entornos urbanos densificados y con climas cálidos, que se tomaron como referencia en el presente trabajo a los efectos de identificar diferentes metodologías de análisis y cálculos específicos a nivel urbano que pudieran ser de utilidad para la aplicación en el contexto urbano de la Ciudad de Mendoza.

En el estudio realizado para la ciudad de Dubai (Al Sallal et al., 2012) se utilizó la metodología de dinámica de fluidos computacional (CFD), para flujos de aire turbulento y laminar. De este estudio surgieron algunos datos de interés para la comprensión del comportamiento de los flujos de aire en zonas urbanas, como son: la pérdida de velocidad del aire al golpear contra los edificios, la canalización del flujo a través de los cañones viarios más amplios, el incremento de velocidades de viento al alcanzar sectores sin edificación y la velocidad constante del viento en los cañones largos delimitados en ambos lados, con estabilidad en valores bajos. En la **Figura 7** y **Figura 8** se muestran las características morfológicas del sitio analizado y los resultados de las simulaciones realizadas para invierno y verano.



Distrito de Al-Mankahool, Dubai (Al Sallal et al., 2012)

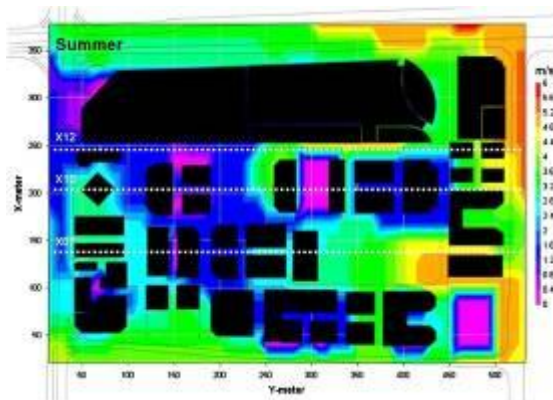


Figura 7: Resultados de la simulación CFD en verano (Al Sallal et al., 2012)

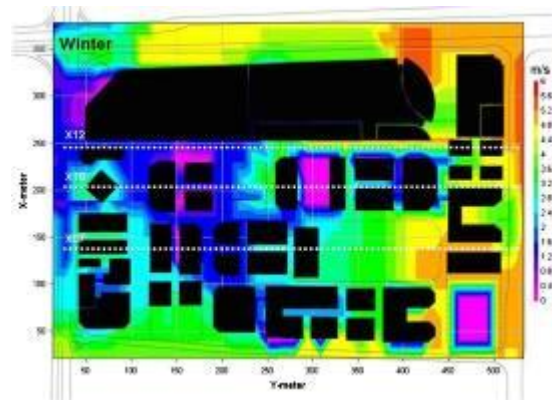
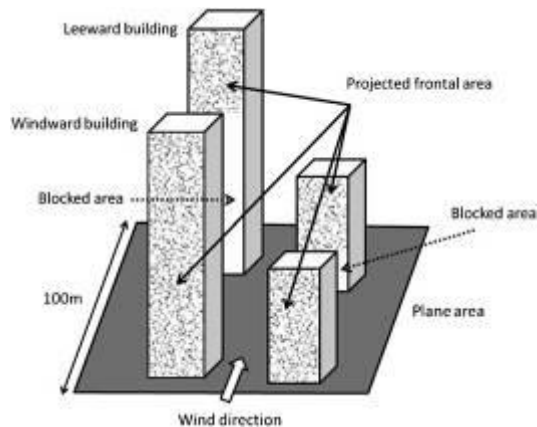


Figura 8: Resultado de la simulación CFD en invierno (Al Sallal et al., 2012)

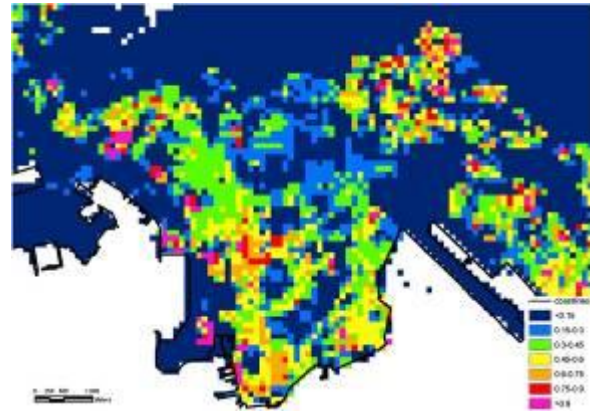
De los resultados obtenidos se concluyó que al diseñar los trazados urbanos se deben tener en particular consideración, las características de los vientos predominantes, en forma conjunta con otros factores climáticos como la radiación solar y la humedad relativa.

La situación de valores muy elevados de la Isla de Calor Urbana en la península de Kowloon en Hong Kong (Wong et al., 2010) llevaron al desarrollo de un estudio que permitiera identificar la ubicación de las principales vías de ventilación a través de la ciudad. Para el logro de estos objetivos, se desarrolló el “índice de área frontal de la construcción”, definido como el total de la superficie de fachadas enfrentadas al viento, por unidad de área horizontal. Se consideró este índice como un buen indicador de la rugosidad de la superficie urbana. A partir del cálculo de este índice se realizó un mapeo de la zona en estudio en función del mismo, para ocho direcciones de viento. (Ver **Figura 9** y **Figura 10**)





**Figura 9: Cálculo del índice de área frontal ( $\lambda_f$ ) (Wong et al., 2010)**



**Figura 10: Mapa de Índice de Área Frontal de la península de Kowloon (Wong et al., 2010)**

De este modo, a través de este mapa de “índice de área frontal” se pudieron identificar las principales vías de ventilación. El mapeo se realizó utilizando un SIG raster. Luego se realizaron mediciones de campo para configurar los resultados obtenidos. De la comparación de estas rutas de ventilación con el mapa de isla de calor, surgió que la ventilación es un parámetro clave para su mitigación. A partir de los resultados de la investigación, se sugirió que en los futuros proyectos de renovación urbana, se tengan en cuenta tanto la ubicación como la orientación de los edificios dentro de la parcela, tendientes a la creación de corredores de ventilación. Por otra parte, se indicó que si el objetivo principal es la maximización del confort humano, se debe prestar mayor atención al tratamiento de los espacios a nivel peatonal y su comportamiento frente al viento, que a las partes superiores de los edificios altos.

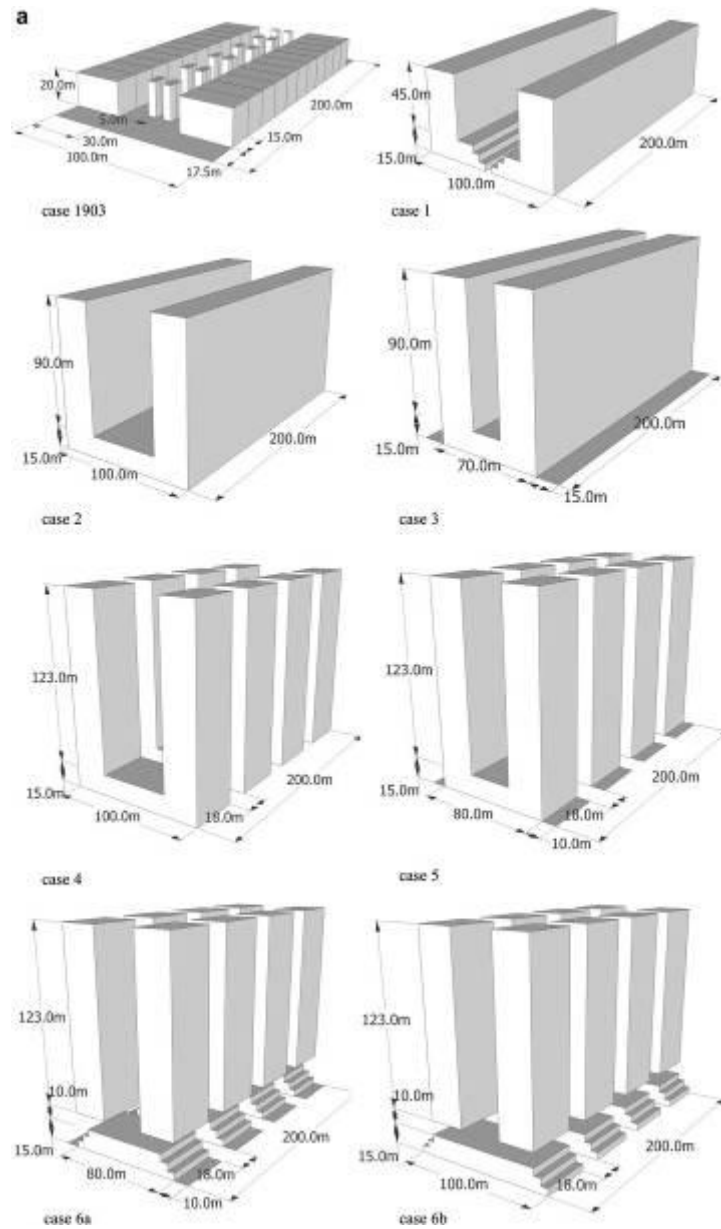
El estudio denominado “Porosidad en las construcciones para el mejoramiento de la ventilación urbana en ciudades con alta densidad edilicia” (Yuan y Ng, 2012), toma el tejido urbano de Mong Kok, en Hong Kong, con el objeto de analizar el rendimiento de la ventilación natural a nivel peatonal en un sitio con una cuadrícula regular de calles, siguiendo pautas de diseño arquitectónico establecidas en estudios previos como las más adecuadas para favorecer el movimiento del aire.

Es importante destacar que Hong Kong es una de las ciudades con más alta densidad del mundo, muy eficiente en la utilización del uso del suelo y el transporte público, pero que a su vez, esta situación de ciudad compacta altamente densificada, ha afectado en forma considerable el flujo de aire a nivel peatonal. (Ver **Figura 11**)



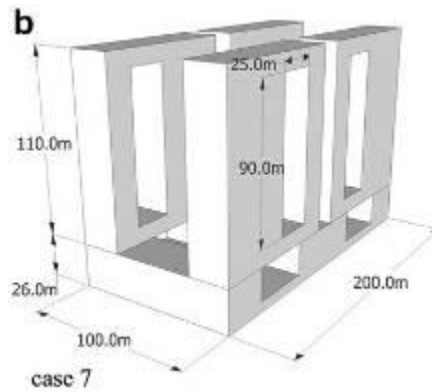
**Figura 11: Bloques de construcción compactos de gran altura y cañones viales profundos en Hong Kong (Yuan y Ng, 2012)**

Por este motivo, el objetivo final del estudio realizado fue encontrar metodologías y directrices urbanas y arquitectónicas que faciliten la creación de un entorno urbano aceptable. El análisis fue realizado a través de un método paramétrico computacional, utilizando configuraciones edilicias genéricas en lugar de morfologías urbanas reales, a los efectos de identificar el comportamiento del viento ante distintas formas edilicias. Los casos de análisis incluyeron: retiros frontales, separaciones entre edificios, construcciones escalonadas, vacío entre torre y basamento, aberturas en la torre y en el basamento y diversas combinaciones de estas morfologías. (Ver **Figura 12** y **Figura 13**)



**Figura 12: Resumen de nueve modelos de prueba de rendimiento de la ventilación natural (Yuan y Ng, 2012)**





**Figura 13: Resumen de nueve modelos de prueba del rendimiento de la ventilación natural (Yuan y Ng, 2012) - continuación**

- Caso 1903: Forma urbana en 1903.
- Caso 1: Forma urbana presente.
- Caso 2: Forma urbana futura, con torres más altas (H=90m) y 100% de tasa de cobertura del sitio (SC).
- Caso 3: Como el Caso 2 pero con retiros (70% SC).
- Caso 4: Como el Caso 2 pero con separación entre edificios y con edificios más altos (H = 123 m).
- Caso 5: Combinación del Caso 3 y Caso 4, con edificios con retiros y separados.
- Caso 6a: Como el Caso 2, pero con torres retrasadas con respecto al basamento y separadas entre sí. Basamento escalonado y 10 metros de retiro.
- Caso 6b: Como el Caso 2, pero sin el retiro de 10 metros y con un espacio vacío entre torre y basamento.
- Caso 7: Como el Caso 2, pero con permeabilidad en la torre y el basamento. Mayor altura de torre (H=110).

Entre las recomendaciones surgidas de este estudio se pueden mencionar las siguientes: a) la orientación de la trama en la planificación urbana es un parámetro significativo en el rendimiento de la ventilación (las calles principales deben orientarse en la dirección del viento); b) el rendimiento de la ventilación a nivel peatonal depende principalmente de la porosidad de las edificaciones a ese nivel; c) los retiros de las construcciones a lo largo de la calle en la dirección predominante del viento son menos útiles que las separaciones entre edificios a lo largo de esta dirección; d) la separación de las construcciones incorporadas al retiro, puede mejorar la velocidad del viento a nivel peatonal en el espacio a sotavento al aire libre; e) la permeabilidad del viento a nivel de basamento es muy útil en la conducción del flujo de aire en los cañones urbanos profundos; f) el vacío entre torre y basamento acelera significativamente la turbulencia de los flujos y los basamentos escalonados favorecen la circulación del aire a nivel peatonal; g) las aberturas pasantes en las torres permiten mejorar las condiciones de ventilación a sotavento de las construcciones.

En conclusión, se indica que el rendimiento de la ventilación natural en el área urbana es el resultado de los efectos integrales de los edificios y su trama, por lo tanto, es importante considerar el área urbana como un todo. Como tal, las trayectorias de aire pueden ser eficientemente establecidas y organizadas por la aplicación de diferentes estrategias para mejorar la porosidad de los edificios. Se recomienda la combinación de varias estrategias (planificación urbana + diseño de edificios), ya que suele ser más eficiente que una estrategia única.

Como último modelo de los estudios a nivel urbano, se tuvo en especial consideración el trabajo denominado "Ventilación Urbana como medida de mitigación para la ICU – Hacia la calidad y la planificación sustentable en la Isla de Hong Kong" (Wong, K. et al., 2012), el cual apunta a medidas concretas para la mitigación de la ICU, planteando recomendaciones de morfologías de manzanas urbanas que incluyen, entre otros aspectos, la búsqueda de la permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento, la separación entre edificios y el tipo de cobertura de suelo.

Este trabajo fue encargado por el Gobierno de Hong Kong, luego de varios estudios precedentes, tendientes a identificar posibles mejoras ambientales al entorno peatonal del espacio público de la ciudad. Los objetivos fueron la mejora de la permeabilidad del tejido urbano y el aumento del volumen de aire circundante, especialmente a nivel peatonal y de basamento, para minimizar las zonas de aire estancado. En función de estos objetivos, se plantearon propuestas de distintas opciones morfológicas a ser aplicadas a nivel peatonal y a nivel de basamento.

Así, se estableció que para lograr una permeabilidad por manzana urbana, que garantice niveles aceptables de ventilación a nivel peatonal se recomienda la utilización de: *retiros, basamento dividido, fachadas con vacíos y basamento escalonado*; y para el nivel de basamento y el nivel superior o sobre-basamento: *retiros, separación entre torres, perfil variado y escalonado, jardines de cielo y jardines sobre basamento*. (Ver **Figura 14**)

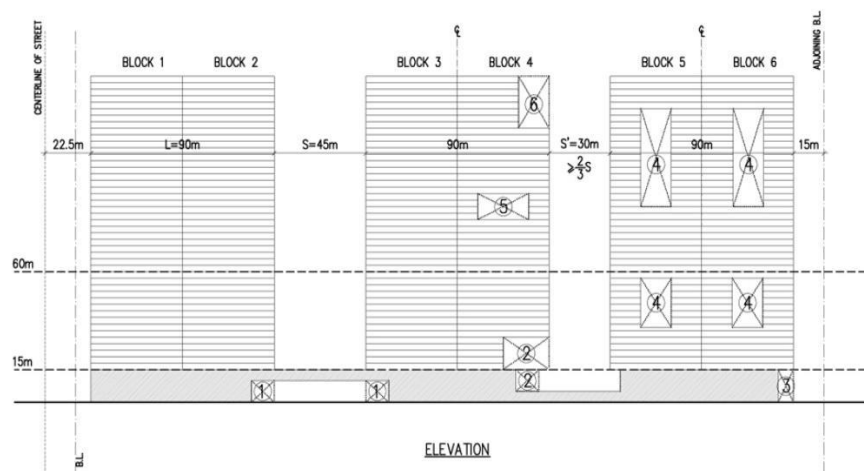


Fig. 5.9 Typical alternative means to offset building permeability (P):

1. Void deck
2. Podium garden
3. Building setback
4. Sky garden
5. Refuge floor
6. Varied building profile

**Figura 14: Medios alternativos típicos para compensar la permeabilidad del edificio (P):**  
**(1) basamento con vacíos, (2) jardín en el basamento, (3) retiro del edificio,**  
**(4) jardín del cielo, (5) piso refugio y (6) perfil de construcción variado**

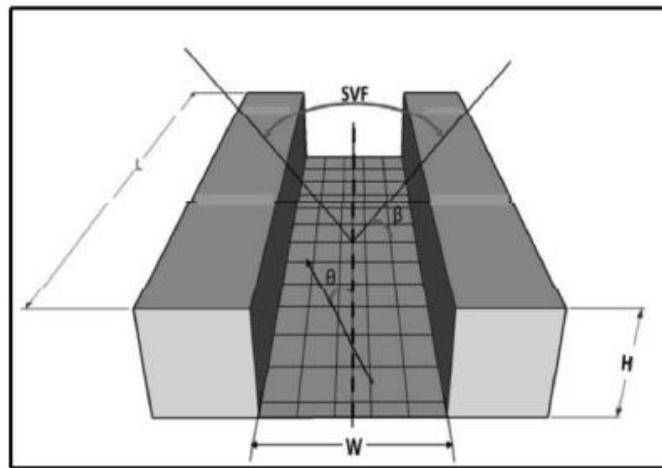
En este trabajo se desarrolló una metodología para la determinación de la permeabilidad requerida por manzana o sector urbano, teniendo en cuenta en primer lugar, la superficie de implantación, la altura promedio de los edificios y la longitud de las fachadas; además de distintos Principios de Diseño, basados en parámetros como: *longitud proyectada continua de la fachada ( $L_p$ )*, *separación entre edificios ( $S$ )* y *relación de la longitud de la fachada con el ancho de las calles contiguas ( $U$ )*. Este trabajo fue sometido a consulta pública para su aprobación y posterior desarrollo de políticas y estrategias para su implementación.

Por otra parte, en un análisis a nivel urbano, como el que se plantea en el presente trabajo, también fue necesario investigar acerca de las características de la circulación del aire en

sectores específicos de la masa urbana como son los *cañones viales* y los *patios interiores de los edificios en altura*.

En el trabajo denominado “El Cañón Urbano – Su incidencia en la contaminación del aire” (Lipp, Daniel, 2014), se define el término “cañón urbano” como una calle conformada por edificios a ambos lados, que le otorgan una configuración de cañón, y se indica que en los mismos se dificulta el movimiento libre del aire, disminuyendo la ventilación y atrapando contaminantes.

Un cañón urbano se define por tres parámetros principales ( $H$ ,  $W$ ,  $L$ ), tal y como se indica en la **Figura 15**. Donde  $H$  es la altura máxima de los edificios del cañón,  $W$  el ancho del cañón y  $L$  la longitud. Geométricamente los cañones urbanos se describen a través de las relaciones  $H/W$ , ó  $L/H$ . Otros descriptores geométricos que lo caracterizan es la orientación del cañón ( $\theta$ ) que indica el ángulo del cañón respecto del eje Norte-Sur, y el factor de visión de cielo (*sky view factor-SVF*), que describe la porción de cielo visible desde una superficie dada, en un punto específico o dentro de un área urbana.



**Figura 15: Vista esquemática de un cañón urbano simétrico y sus descriptores geométricos SVF y  $H/W$**

Este trabajo se basó en el análisis de la literatura especializada con el objetivo de presentar algunas características generales de la dispersión de contaminantes en cañones urbanos. Del mismo surgió que se pueden distinguir dos escenarios principales: 1) cuando el viento tiene una dirección perpendicular al eje del cañón y 2) cuando la dirección del viento es paralela a este. Cuando las direcciones del viento son perpendiculares o casi perpendiculares al eje de la calle, la dispersión de los contaminantes atmosféricos puede ser vista bajo diferentes regímenes de flujo. Oke (1988) clasifica a esos patrones de flujo de acuerdo con la relación existente entre la altura de los edificios ( $H$ ) y el ancho ( $W$ ) de la calle, y a la vez entre la longitud de la calle ( $L$ ) y la altura media de los edificios ( $H$ ), (Ver **Figura 16**). En virtud de esto, los tipos de flujo que pueden presentarse son: (a) aislado, (b) en estela interferida, y (c) en vórtice.

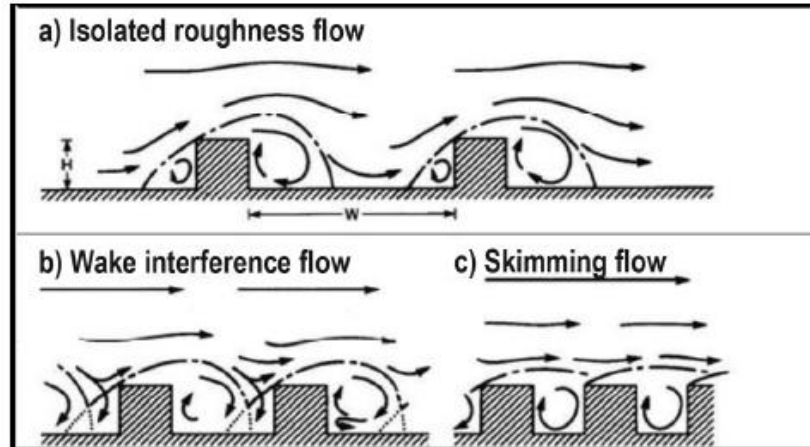


Figura 16: Flujo de aire sobre cañones urbanos aumentando su relación H/W

Por ejemplo, para calles anchas ( $H/W < 0.3$ ), los flujos no interactúan entre sí. En cambio, en calles de ancho medio ( $0.3 < H/W < 0.7$ ) la estela originada por el edificio ubicado a sotavento es perturbada por el edificio ubicado a barlovento. Finalmente, en el caso de calles con ancho menor ( $0.7 < H/W$ ) se origina un vórtice estable en el interior del cañón urbano que interactúa muy levemente con el flujo de aire exterior. Este vórtice induce a que el flujo de aire a nivel de la calle tenga una dirección contraria a la del viento que circula sobre los edificios.

Por lo tanto, la relación geométrica de los canales viales de la ciudad, serán un factor determinante en la posibilidad de remoción de los gases contaminantes aportados por los vehículos, teniendo en cuenta que estos gases emitidos por el tránsito, se ven afectados por la turbulencia generada por el mismo movimiento de los autos y por la turbulencia propia del aire interior del cañón. El modo de evitar el impacto de estos contaminantes en los espacios urbanos se centra fundamentalmente en la posibilidad de ventilación de los cañones urbanos.

Además, y a los efectos de comprender con mayor precisión el funcionamiento del aire dentro del cañón urbano, se analizó el trabajo “Ventilación de un cañón urbano” (Lassig, 2012), en el que se propuso un método simple para evaluar la ventilación de los cañones urbanos, consistentes en medir el tiempo de limpieza de una cavidad con agua limpia (que simula el cañón), cuando a esta se le inyecta un líquido colorante (permanganato de potasio). Se asumió la hipótesis de un modelo fluidodinámico de dos capas, estable y estratificado, donde la capa inferior está contenida en una cavidad tipo cañón urbano, y la capa en movimiento simula el viento sobre los edificios. (Ver **Figura 17**)

En este trabajo se indica que el aire termalmente estratificado puede barrerse fuera del cañón urbano si hay un fuerte viento cruzado. Semejante barrido, resulta en una ventilación del mismo, y ocurre cuando las fuerzas inerciales del viento cruzado dominan a las fuerzas de flotación del aire estratificado. El estancamiento ocurre cuando las fuerzas de flotabilidad (negativa en este caso) exceden a las fuerzas inerciales.



Figura 17: Pequeño canal hidráulico que se utilizó para los ensayos

Como patrón de comparación se utilizó el número de Froude, que relaciona la velocidad del viento con la altura promedio de los edificios. Este número será pequeño cuanto más altura tenga el cañón y viceversa. Los números de Froude pequeños indicarán mayor resistencia del fluido a dejar la cavidad y los más grandes permitirán un mayor intercambio entre el flujo superior y el que está dentro de la cavidad.

Los resultados del estudio muestran la presencia dentro del flujo del cañón de un vórtice. Este elemento impide la ventilación al no permitir la mezcla entre los distintos estratos del fluido. La ventilación comienza cuando se rompe la estratificación existente. También se pudo observar que dicho vórtice existe tanto para números de Froude bajos como altos, pero a números de Froude más bajos (mayor altura del cañón) aparece un segundo vórtice de contra-rotación más pequeño, que dificulta la mezcla. Las características de los vórtices descritos se pueden observar en la **Figura 18**.

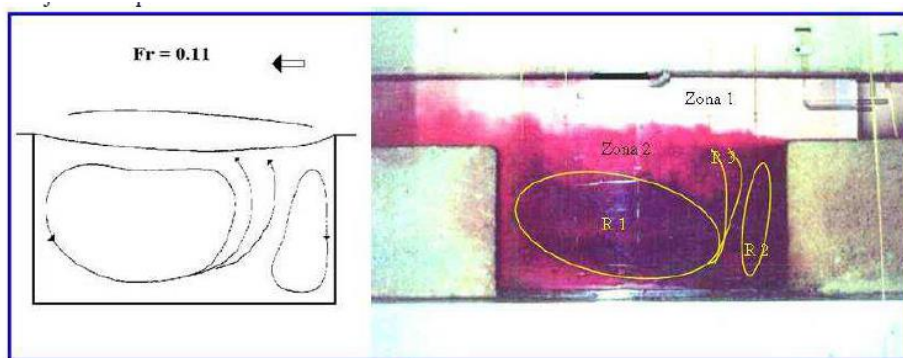


Figura 18: Patrón de flujo para una cavidad rectangular a bajos números de Froude

Siendo los patios interiores de los edificios en altura, otro de los elementos importantes de analizar, en cuanto al comportamiento del viento en los mismos, en entornos urbanos, se analizó el trabajo denominado "Eficiencia isoterma de los modelos de ventilación exterior en patios de edificios residenciales. Estudio de casos" (Padilla et al., 2015), donde se planteó el estudio de los patios interiores de los edificios, denominados "de luz", para catalogar los diferentes modelos de patios en edificios aislados, en condiciones isotermas, según sus dimensiones. Se agrega imagen ilustrativa en la **Figura 19**.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar la eficiencia en la renovación del aire en cada modelo y analizar la influencia de sus dimensiones en unas condiciones externas controladas.



**Figura 19: Edificio aislado con patios interiores. Fuente: imágenes aéreas Bing Maps**

Se indica que las urbes se definen por la configuración de la malla urbana, con edificios y vacíos edificatorios (calles, corredores, zonas verdes y patios interiores, abiertos o de manzana, entre otros), denominados “espacios exteriores”. El acceso del aire a esos espacios se ve influenciado por sus condiciones geométricas y dimensionales respecto a los edificios de su entorno. Los diseños arquitectónicos elegidos por los proyectistas atienden a criterios estéticos, funcionales u ocupacionales. La necesidad de reducir el coste de las edificaciones aprovechando la superficie edificable del suelo urbano implica la reducción de los espacios exteriores. Todo esto conlleva la dificultad de renovación de su aire al reducirse la superficie de intercambio con el aire libre y la exposición a la acción del viento. La calidad del aire en los espacios exteriores es inferior a la del aire “limpio” procedente de las áreas suburbanas, pues depende de la capacidad de renovación del perfil urbano.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que esta capacidad de ventilación de los espacios entre construcciones está estrechamente relacionada con la disposición de los edificios frente a la acción dinámica del viento y las fuerzas y tensiones de arrastre por acción de la viscosidad (que promueven la turbulencia y facilitan el acceso del aire a las zonas protegidas).

La forma del volumen de aire de un espacio acotado condiciona el desplazamiento del aire en su interior. El camino que sigue el aire en su proceso de renovación depende de la posición de las aberturas de entrada de aire “limpio” y salida del aire “viciado” así como de los obstáculos. La trayectoria se analizó mediante el concepto de la edad del aire. Para el análisis de la eficiencia de la ventilación en los patios se utilizó el método de simulación CFD.

En la **Figura 20** y **Figura 21** se muestran algunos de los resultados obtenidos en las simulaciones.



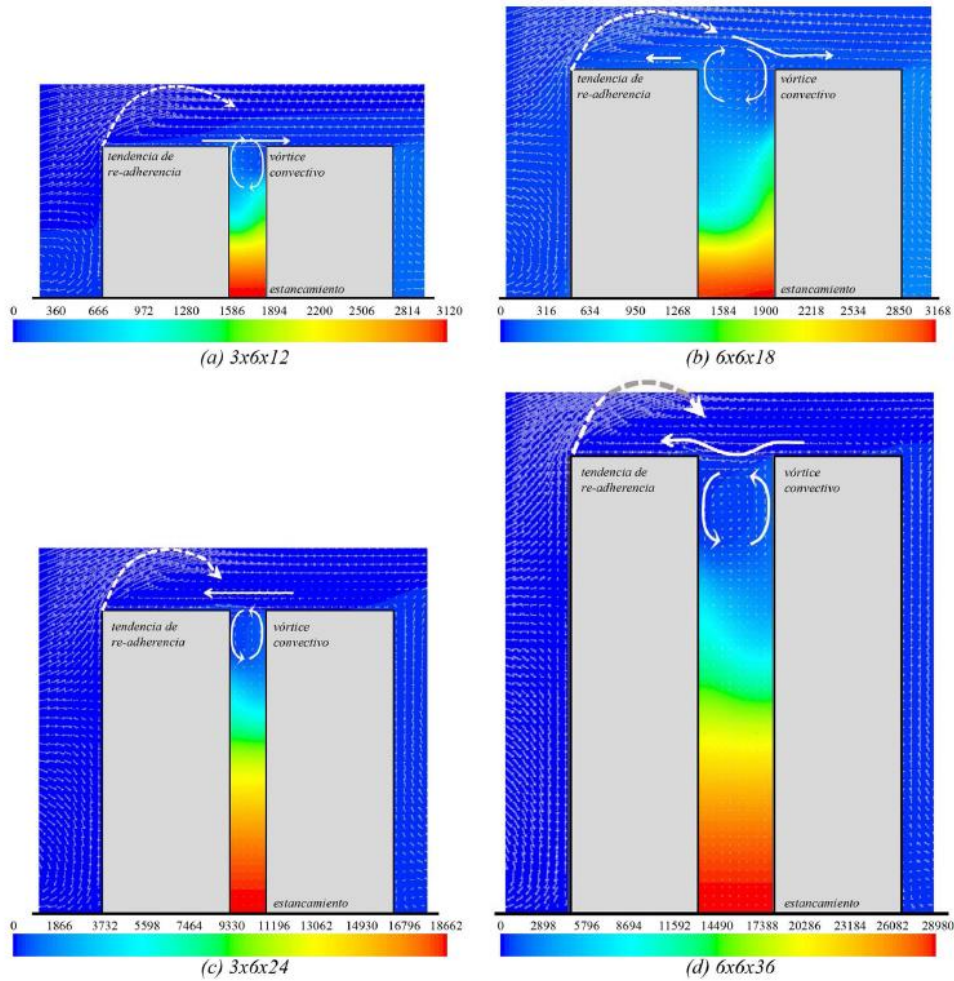


Figura 20: Influencia del comportamiento en la distribución de la edad del aire puntual (s)

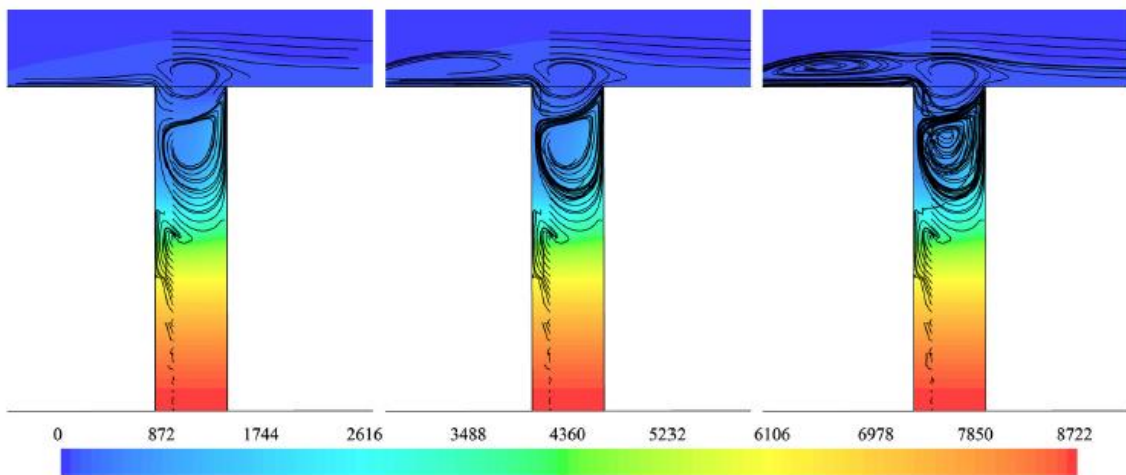


Figura 5. Evolución de la trayectoria seguida por una columna de aire a L/4 del cerramiento a sotavento del patio ( $4 \times 3 \times 18$ ) y su impacto en la edad del aire (s).

Figura 21: Evolución de la trayectoria seguida por una columna de aire a L/4 del cerramiento a sotavento del patio ( $4 \times 3 \times 18$ ) y su impacto en la edad del aire (s)

Así, la capacidad de intercambio del aire contenido en los patios dependerá prioritariamente de las condiciones ambientales como la velocidad del viento y de las condiciones constructivas como el entorno, la forma del edificio, la forma y pendiente de la cubierta y el

espesor del edificio, entre otras. El análisis de los datos evaluados indicó, que se obtienen los mejores resultados de eficiencia cuanto más bajo es el patio y más largo en la dirección predominante del viento. Se determina así la influencia que el diseño, y más concretamente las dimensiones del patio tienen sobre la eficiencia de la renovación del aire.

Finalmente, y debido que en el presente trabajo se plantea el desarrollo de indicadores urbanos que reflejen la relación entre la trama urbana y su forma edilicia con el comportamiento del viento, se analizaron algunos casos de estudio en los cuales se obtuvieron distintos modelos predictivos.

El trabajo de investigación denominado “Morfología Urbana y Comportamiento Térmico de canales viales” (Sosa B., Correa E., Cantón A., 2016) buscó determinar aquellas morfologías urbanas que permitan reducir el consumo de energía eléctrica y el efecto ICU. Para ello se seleccionaron, caracterizaron y monitorearon térmicamente, durante el período de verano, 9 canales viales urbanos (CVU) representativos del área metropolitana de Mendoza, Argentina.

Con los indicadores utilizados para caracterizar los casos se construyó un modelo estadístico multivariado que predice la temperatura máxima ( $R^2 = 0.85$  y  $RSME=2.41\%$ ). Luego se utilizó este modelo para testear 20 posibles escenarios urbanos utilizando cañones forestados y sin forestar. Como resultado, se observó que la temperatura máxima en los casos forestados se mantiene hasta  $12.7^{\circ}\text{C}$  más fresca versus los casos no forestados. Además, se identificó una diferencia de hasta  $9.8^{\circ}\text{C}$  entre los casos forestados, lo cual revela el impacto sobre la respuesta térmica que puede generar la elección de una determinada combinación urbana – forestación + morfología – al momento de diseñar y planificar los esquemas de desarrollo de una ciudad. El modelo obtenido fue el siguiente:

$$T^{\circ}\text{máxima} = 44.61 - (3.71 \times C) + (4.81 \times \text{FOT}) - (3.25 \times \text{Árbol}/\text{m}^2) - (0.07 \times N^{\circ}\text{F})$$

Donde (C) es el volumen total construido; (FOT) el factor de ocupación total; ( $\text{Árbol}/\text{m}^2$ ) son los árboles por metro cuadrado y ( $N^{\circ}\text{F}$ ) el número de forestales.

Con el modelo obtenido se pudo visualizar cómo la combinación entre morfología y forestación contribuye a aumentar o disminuir el grado de habitabilidad del espacio exterior en verano. Como así también, condiciona las posibilidades de bioclimatizar las ciudades mediante técnicas de acondicionamiento pasivos para disminuir el consumo de energía eléctrica de los edificios.

Finalmente, en el estudio “Herramienta de diseño para mejorar el confort térmico diurno y el enfriamiento nocturno de cañones urbanos” (Ruiz, Sosa, Correa y Cantón, 2017), se desarrolló una herramienta de diseño, a partir de encuestas de campo recolectadas en cañones urbanos boscosos y no boscosos, representativos de Mendoza. El modelo lineal multivariante para predecir el confort térmico denominado COMFA, obtuvo un  $R^2 = 0,86$  y probó su capacidad predictiva. En el mismo las variables del bosque urbano contribuyeron hasta en un 60% en la mejora del confort. El modelo obtenido fue el siguiente:

$$\text{COMFA} = -491,59 - 12,90 \times \text{SP} - 4,86 \times \text{NT} + 313,26 \times \text{SVF} + 20,89 \times \text{DTwall}$$

Donde COMFA es el confort térmico diurno, SP es la permeabilidad solar, NT es el número de árboles, SVF es el factor de visión de cielo y DTwall es la temperatura diurna de la superficie de las paredes.

En las conclusiones de este trabajo se indicó que el objetivo de la herramienta obtenida es ayudar a los urbanistas a conocer las condiciones de confort térmico exterior de un cañón urbano según el índice COMFA, a partir de la adecuada configuración de las



variables urbanas implicadas en el modelo, en la etapa de planificación de los entornos construidos. Los resultados de las pruebas de la herramienta COMFA, en línea con investigaciones anteriores, mostraron que los cañones urbanos boscosos son la mejor opción para proporcionar la mayor reducción del calentamiento urbano y una mayor habitabilidad.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Características del viento

La desigual distribución del calor liberado por el Sol sobre la superficie terrestre produce variaciones en la densidad de la masa atmosférica, generando flujos de movimiento de aire. Dependiendo de la escala del análisis hay que destacar dos tipos de vientos: a) los vientos regionales, provocados por las diferentes presiones que surgen entre distintas zonas del planeta y b) vientos locales, más variables e impredecibles que los anteriores, que están condicionados por los factores geomorfológicos de una localización concreta. En la evaluación del viento local se deben tener en cuenta varios aspectos como: la velocidad en niveles cercanos al suelo, la modificación de los flujos de viento debido a la topografía del lugar y el entorno inmediato, y la afectación al confort humano (Perez Galaso, 2015).

El viento cuando se acerca al suelo es frenado hasta alcanzar su posición de reposo. Como consecuencia del encuentro entre dos fuerzas (la fuerza de empuje de las capas altas del aire y la fuerza de rozamiento contraria al terreno), surgen remolinos de aire cercanos al suelo.

#### 2.2.1.1 Velocidad, dirección y frecuencia

Las principales características del viento que se deben considerar en cualquier estudio de ventilación son las siguientes: *dirección, frecuencia de las direcciones, velocidad y ráfagas*. La dirección, velocidad y frecuencia son parámetros usualmente expresados cuantitativamente, mientras que la turbulencia y ráfagas se expresan generalmente en términos cualitativos o relativos, aunque existen algunos modelos matemáticos que tratan de definir el grado de intensidad de la turbulencia del viento cerca del suelo (Fuentes Freixanet et al., 2004).

Los datos de dirección, frecuencia y velocidad, generalmente aparecen representados en las publicaciones meteorológicas locales a través de la Rosa de los Vientos.

Para analizar los vientos locales, es necesario conocer el grado de rugosidad y morfología del terreno, ya que la turbulencia, además de reducir la velocidad, también puede modificar la dirección del flujo de aire canalizándolo o desviándolo. La turbulencia puede ser de dos tipos, por un lado, la *turbulencia térmica*, que se asocia a la inestabilidad atmosférica y actividad convectiva. Este tipo de turbulencia se incrementa con la intensidad del calentamiento superficial, por lo que es muy común en áreas urbanas donde el calentamiento es muy variado en las distintas superficies constructivas. Y por otro lado, la *turbulencia mecánica* que está determinada por la rugosidad y forma de la superficie u objetos que interfieren con el flujo de aire. (Fuentes Freixanet et al., 2004).

La rugosidad del terreno provoca la fricción del aire, y por lo tanto una disminución de la velocidad en las capas inferiores. La masa de aire que se está desplazando, sufre entonces una diferencia de velocidades entre las capas inferiores y superiores. Si la distribución vertical de velocidades no es estable, el aire superior, que viaja más rápido, a veces irrumpe en las capas inferiores produciendo bruscos cambios de velocidad por lapsos breves, que son llamados ráfagas. Tanto la turbulencia como las ráfagas no pueden ser estimadas cuantitativamente, sino únicamente de manera cualitativa a través de túneles de viento que

simulan la capa límite. En todo caso son elementos importantes que hay que tener presentes cuando se hacen estudios del comportamiento del viento con fines arquitectónicos.

## 2.2.2 Comportamiento del viento en entornos urbanos

Al realizar un análisis del viento a nivel urbano se debe prestar especial atención a los vientos que se generan a nivel local, y al incremento de la temperatura del núcleo urbano con respecto a sus alrededores (la ICU), ya que ambos factores producen una alteración del régimen regional de vientos. El cambio de rugosidad del suelo es el causante del descenso general de la velocidad del aire en la ciudad. Esta alteración de la rugosidad es también la causa de la modificación del gradiente vertical de velocidades (Fariña et al., 2013).

### 2.2.2.1 Ley exponencial de Hellman

Uno de los primeros investigadores de la dinámica del viento fue G. Hellman, quien en 1915 realizó mediciones de la velocidad del viento en las capas de aire próximas al suelo, a través de diferentes experimentos, utilizando anemómetros separados entre sí para no interferirse. (Perez Galaso, 2015). Hellmann con sus estudios constató que la velocidad del viento se incrementa dramáticamente con la altura. (Bustamante Oleart, 2015)

La capa de aire afectada por este comportamiento se conoce como “capa límite”. Sobre esta capa el viento viaja sin perturbación ni turbulencia, al cien por ciento de su velocidad. Por ejemplo, en un área urbana con un coeficiente de fricción superficial ( $\alpha$ ) de 0.40, la capa límite alcanza una altura de 518 metros; en un área suburbana con un coeficiente de fricción superficial de 0.28, la capa límite alcanza una altura de 396 metros; y por último, en un área despejada, lago o mar, alcanza la altura de 274 metros con un coeficiente de 0.16 (Rowe, 2005). En la **Figura 22** se puede observar el comportamiento exponencial de la curva de velocidades de viento en distintos entornos.

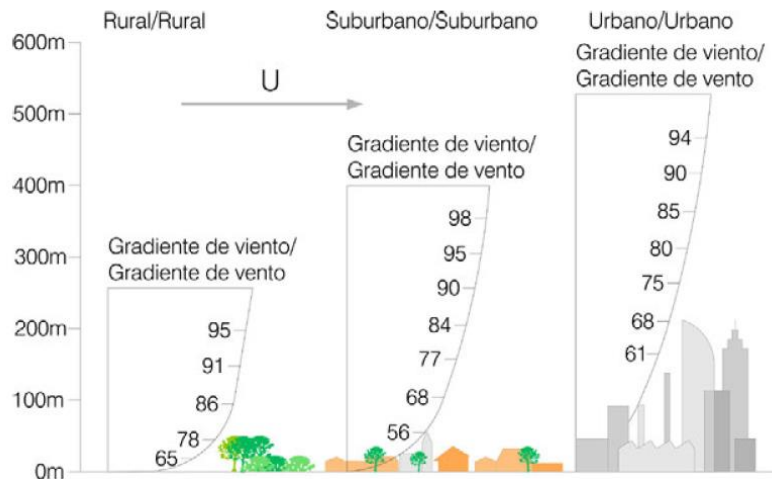
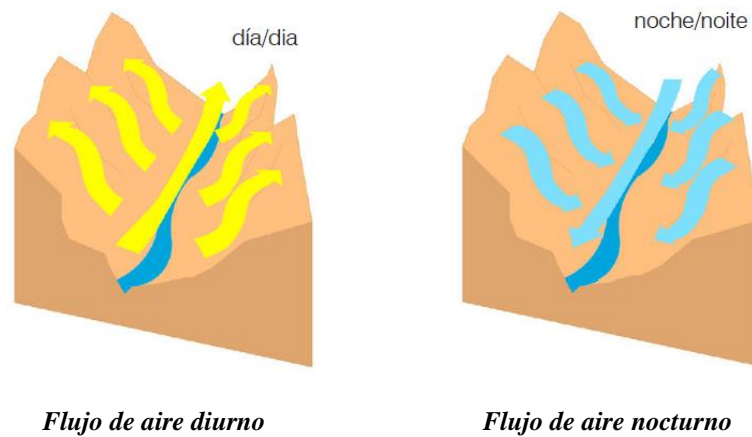


Figura 22: Ley exponencial de Hellman: Gradiente de viento en medios rural, suburbano y urbano (Fariña, 2013)

### 2.2.2.2 Vientos de montaña y de valle

Cuando se analiza microclimáticamente una ciudad localizada en un valle al pie de montaña, es necesario tener en cuenta el comportamiento de los vientos montaña-valle, desde el punto de vista de la dirección e intensidad.

Al amanecer, el Sol provoca el calentamiento de las montañas, por lo que se generan flujos de aire ascendentes desde los valles más fríos. Son los llamados “*vientos anabáticos*”. En tanto, durante el día y las primeras horas de la tarde, se produce el efecto inverso al de la mañana, en el que el viento desciende de las laderas frías hacia el fondo del valle que aún conserva el calor diurno. Son los denominados “*vientos catabáticos*”. En la noche aparece el denominado “*viento de montaña*”, el cual sigue el camino del valle aportando las temperaturas más bajas. La representación de estos flujos puede observarse en la **Figura 23**. (Bustamante Oleart, 2015)



**Figura 23:** Dirección de los vientos en distintos ciclos del día (Fariña et al., 2013)

### 2.2.2.3 Comportamiento del viento alrededor de los edificios

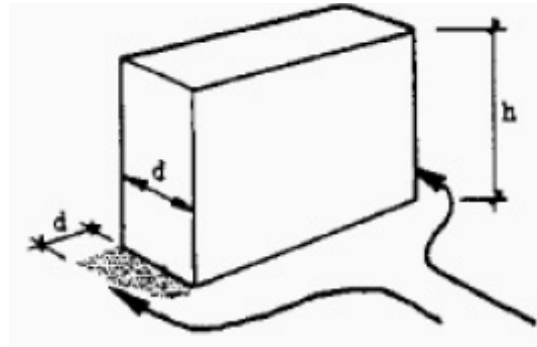
La edificación puede actuar como barrera para el viento o aumentar su velocidad según distintos fenómenos que se describen a continuación. En general, se puede decir que en zonas donde existen edificios en altura se producen turbulencias y remolinos, que traen como consecuencia mayores velocidades de aire que las originales (Fariña et al., 2013)). En la **Tabla 1** se presentan algunas de estas modificaciones operadas sobre el viento por las construcciones.

*Tabla 1: Modificaciones del viento frente a las construcciones (Yarke, 2005)*

<p><b>a) Flujos descendentes en edificios altos</b></p> <p>Algunos de los vientos más fuertes se generan en la base de los edificios altos, sobre todo en los rincones. Este efecto se da porque los vientos en los pisos superiores son mayores que en la base. Por esto, se generan presiones mayores en la parte superior del edificio. Esta diferencia de presión crea un fuerte flujo de aire descendente en la fachada donde actúa el viento.</p>	
---	--

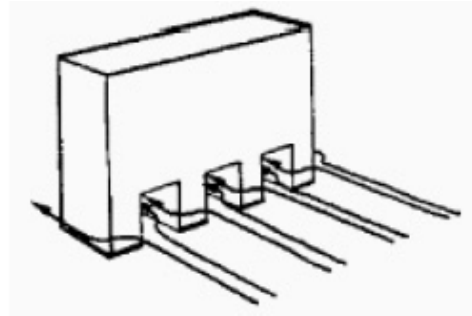
**b) Efecto de los rincones**

Vientos fuertes ocurren en los rincones de un edificio donde el flujo de aire va desde la zona de alta presión en la fachada donde actúa el viento, hacia la zona de baja presión en la fachada opuesta. La aceleración del viento está generalmente restringida a un área con un radio no mayor que el ancho del edificio. Cuanto más alto y ancho es el edificio, más fuerte es el efecto.



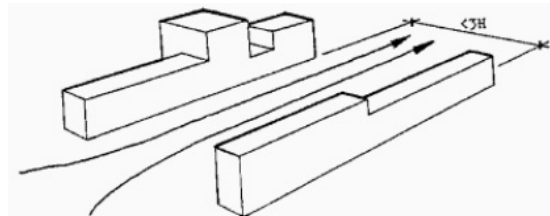
**c) El efecto de aberturas en la base del edificio**

Cuando un edificio de cinco o más pisos es elevado sobre columnas o cuenta con un pasaje a través del mismo, el aire forzado a través de las aberturas crea un canal de vientos intensificados.



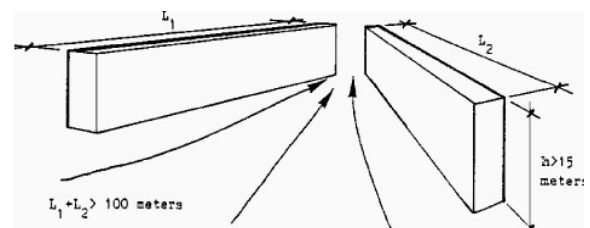
**d) Efecto canal**

Una calle, u otro espacio abierto alineado con grupos de edificios juntos puede generar un canal si el espacio es largo y angosto (menos de tres alturas) en relación con la altura de la edificación en estudio.



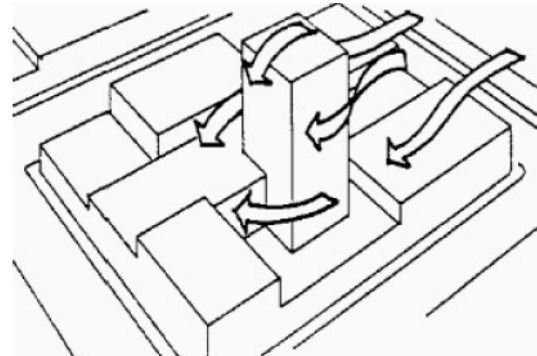
**e) Efecto Venturi**

El efecto Venturi ocurre cuando dos edificios largos son ubicados en ángulo con sus rincones muy juntos creando un pasaje muy angosto en el cual los vientos se aceleran, obteniéndose altas velocidades.

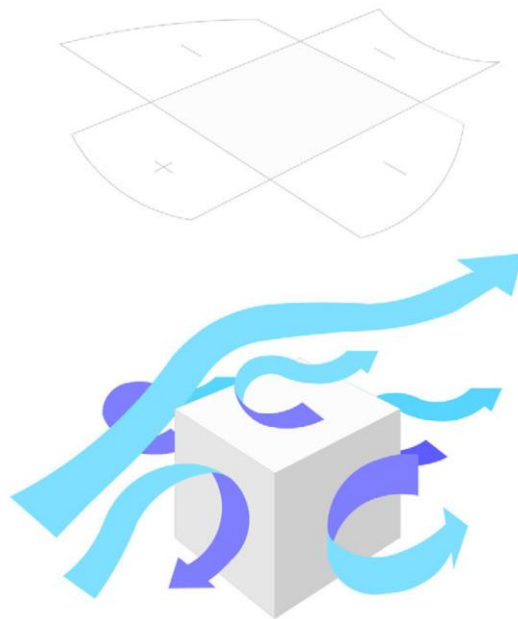


**f) Efecto pirámide**

Las estructuras en pirámide ofrecen poca resistencia al viento y generalmente parece que dispersan la energía del viento en todas las direcciones. Una aplicación de este efecto se ve en la configuración que muestra la figura en donde se reduce el efecto del flujo descendente, y en los rincones.



Por otra parte, al impactar el viento contra un edificio (barlovento) se crea una zona de alta presión o presión positiva, y al fluir hacia arriba se genera una zona de baja presión sobre el techo o presión negativa. Esta zona de baja presión se extiende detrás del edificio (sotavento), donde se genera una fuerza de succión sobre el flujo de aire que lo regresa hacia el suelo. Este fenómeno se conoce como “estela” o “sombra de viento”. (Ver **Figura 24**)



**Figura 24: Efectos de presión y succión sobre el edificio (Fariña et al., 2013)**

La dimensión del área de sombra de viento de las construcciones tiene relación directa con su forma y dimensiones, es decir con las relaciones de ancho (A) y altura (H), y también con su orientación con respecto a la dirección predominante del viento. (Ver **Figura 25** y **Figura 26**)

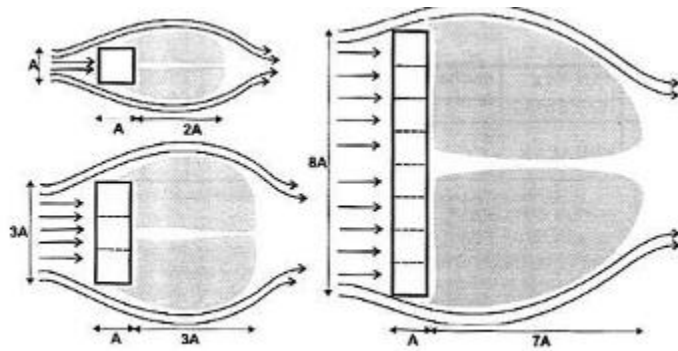


Figura 25: Proporciones como unidad de medida para cuerpos frente al viento y sus longitudes en sotavento. Relaciones de ancho en planta (García Chavez, José Roberto, 2005)

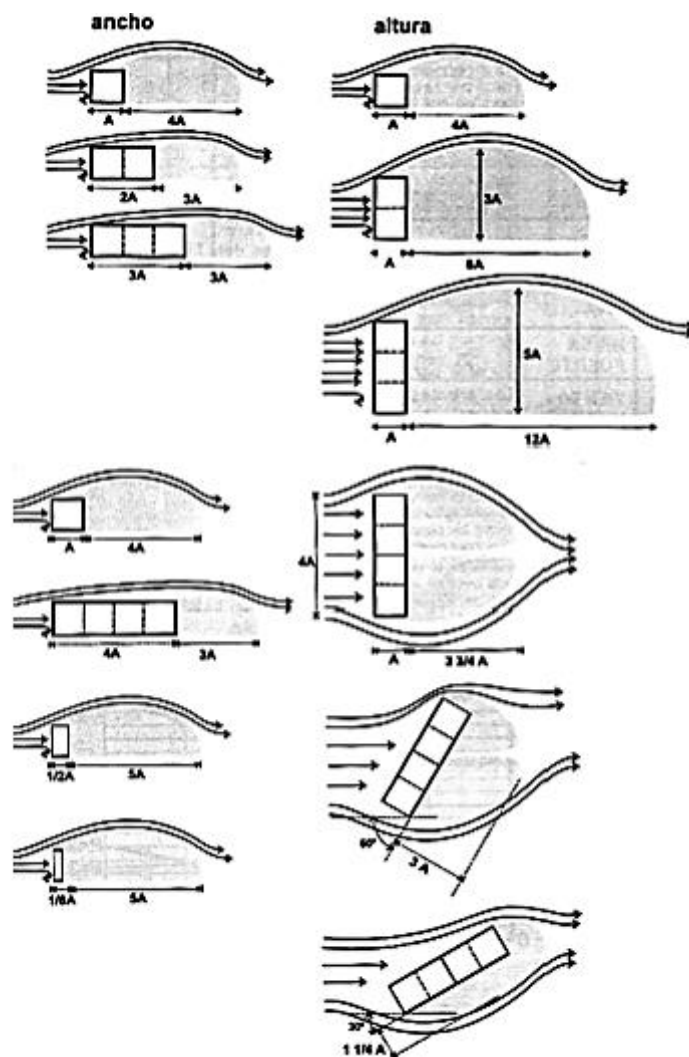


Figura 26: Proporciones como unidad de medida para cuerpos frente al viento y sus longitudes en sotavento. Relaciones de ancho y altura en planta y elevación (García Chavez, José Roberto, 2005)

#### 2.2.2.4 Comportamiento del viento en cañones urbanos

El comportamiento del viento en los cañones urbanos, depende en primer lugar de las proporciones del canal ( $H/W$ ) y de la orientación de la calle con respecto a la dirección del viento. Según el ángulo formado entre la dirección principal del viento y la de las calles, se producen los siguientes fenómenos (Fariña et al., 2013):

- Cuando la **dirección del viento es perpendicular a la dirección de las calles** se produce un efecto de torbellino en el que el aire se introduce en la calle (flujo secundario) desciende de forma perpendicular por la fachada opuesta a la dirección del viento, para luego ascender en una corriente circular. En el caso de calles angostas, con alturas de edificios mucho mayores que el ancho de calle, además de este efecto rodillo en la parte superior, se produce en la parte inferior un flujo en sentido opuesto que lo contrarresta.
- Cuando *la dirección del viento es paralela a la dirección de la calle* el viento se introduce en ellas a menor velocidad y sin que se tiendan a formar remolinos, sino turbulencias locales en las proximidades de las fachadas.

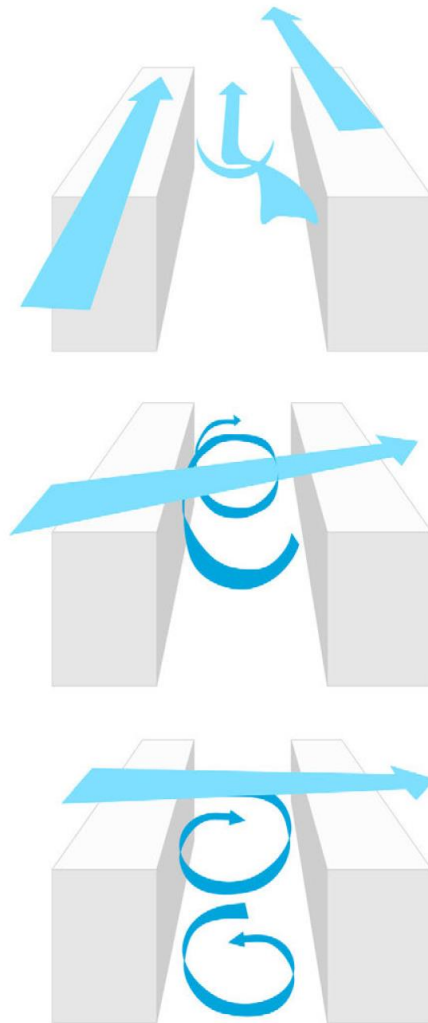


Figura 27: Efectos del viento en un cañón urbano según la orientación de la calle respecto a la dirección principal del viento

- Cuando *la dirección del viento es oblicua a la dirección de las calles* se combinan los dos efectos anteriores dando lugar a un efecto sacacorchos, tal y como se observa en la imagen. En este caso, el flujo de aire que desciende tiene mayor velocidad que el que asciende. En la **Figura 27** se ilustran los comportamientos descriptos.

### 2.2.3 Herramientas de análisis en entornos urbanos

En las ciudades altamente densificadas o en proceso de densificación, resulta necesaria la evaluación del flujo de aire en la capa del dosel urbano, a los efectos de buscar soluciones para problemas como la Isla de Calor Urbana y la grave contaminación ambiental.

En los últimos años se han utilizado los siguientes métodos, escalas y objetivos (Yuan y Ng, 2012):

- a) *En relación a los métodos:* medición de campo, método morfométrico (geométrico) con utilización de técnicas de análisis estadístico, experimento de túnel de viento y simulación CFD.
- b) *Respecto a las escalas:* escala urbana y escala de construcción.
- c) *Respecto de los sujetos:* morfologías urbanas reales y bloques de construcción genéricos (modelos teóricos).

En el presente trabajo, teniendo en cuenta la clasificación enunciada precedentemente, y en función de los conceptos teóricos desarrollados, se decidió la utilización de un método morfométrico (geométrico) y paramétrico (utilización de parámetros significativos) para el primer análisis de la situación local real. Posteriormente se realizará la convalidación de los hallazgos mediante la utilización de modelos teóricos, para finalmente, en virtud de los resultados obtenidos, buscar mediante técnicas de análisis estadístico un modelo predictivo. La escala a utilizar será la urbana, tanto para el diagnóstico de la situación real como para el desarrollo de escenarios teóricos.

Como ya se mencionara anteriormente, desde el punto de vista de las construcciones, es importante conocer el área de “sombra de viento”, que se genera en las caras posteriores a las fachadas enfrentadas al viento de las distintas construcciones que conforman el tejido urbano a analizar, como herramienta de análisis del comportamiento del aire en los entornos construidos. En este sentido Fuentes Freixanet V. y Rodríguez Viqueira, M. (2004) afirman:

Quando el viento incide sobre un edificio se crea una zona de alta presión en la cara frontal; el viento rodea el edificio originando zonas de baja presión en las caras laterales, posterior y en la superior. Estas zonas forman distintos patrones de flujo de aire y turbulencia que es comúnmente llamada “estela o sombra de viento”. Los patrones del flujo de aire pueden ser muy complejos dependiendo de la forma y dimensiones del edificio, y de la dirección y velocidad del viento. Si se simplifican estas variables y se considera un paralelepípedo regular con incidencia perpendicular al viento, los patrones pueden ser estimados con relativa facilidad.

La cara frontal o de barlovento, recibirá el choque del viento por lo que se forma una presión positiva o empuje; siendo mayor aproximadamente a dos terceras partes de la altura del edificio o, aproximadamente al 70% de su altura. A partir de este punto el viento escapará hacia arriba, hacia los lados y hacia abajo. Al chocar con el piso, el flujo descendente formará un vórtice o remolino y una pequeña zona de flujo inverso o ascendente en la parte más baja de esta cara (esto sucede generalmente cuando la altura del edificio es por lo menos tres veces mayor que su ancho).



En las caras laterales del edificio, así como en la parte superior, también se forma un vórtice y flujo inverso. En el lado de sotavento, se forma una amplia zona de turbulencia o sombra de viento que puede llegar a tener una longitud de hasta 20 veces la altura del edificio (basado en ASHRAE Handbook, *Fundamentals* 1993). Sin embargo, la zona de recirculación o flujo inverso es mucho menor. (p. 43).

Por todo esto, es importante conocer la proyección de la sombra de viento de los distintos edificios que conforman las manzanas o sectores urbanos, sobre los patios interiores y espacios de circulación urbana, ya que en función de su magnitud, pueden surgir obstrucciones al flujo de aire, provocando situaciones de disconfort, tanto en el interior de la manzana como en el entorno urbano a nivel peatonal.

Otro concepto importante a tener en cuenta es el de “Permeabilidad”, aplicado a las fachadas expuestas a la acción del viento, es decir, el porcentaje de aberturas en las fachadas en relación a las superficies bloqueadas.

Del trabajo de Yuan y Ng (2012), surgen las siguientes recomendaciones aplicables a las morfologías urbanas para favorecer la ventilación:

- a) Se debe buscar en forma prioritaria la permeabilidad a lo largo de los corredores enfrentados al viento predominante.
- b) La permeabilidad a nivel peatonal es más importante que en los niveles superiores de la construcción.
- c) Se necesita mayor volumen de aire a nivel peatonal, especialmente cuando se trata de calles estrechas y con mucho tráfico, ya que en estos sitios los contaminantes y el calor quedan atrapados.
- d) La permeabilidad en los niveles altos de los edificios, también resulta necesaria para salvaguardar la ventilación natural en el entorno local.

Además, Wong, Ng y Yau (2012) desarrollaron parámetros morfológicos para el logro de la permeabilidad deseada como por ejemplo: la *longitud de fachada continua (Lp)*, para la que se plantea que no supere los 60 metros; la *separación de edificios (S)*, donde se recomienda que la misma no sea menor a 15 metros, y la relación deseada entre *longitud de fachada continua (Lp)* y el *ancho de las calles adyacentes (U)*, donde se establece que *Lp* no debe ser mayor a 5 veces el ancho de estas calles.

En la búsqueda de la permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento, es importante también, destacar el concepto de índice de área frontal ( $\lambda_f$ ), entendido como el “área total de las fachadas de construcción proyectadas al plano normal frente a la dirección del viento predominante (e independientemente del ángulo de las fachadas del edificio), dividido por el área del plano” (Wong, Nichol, To y Wang, 2010). Este índice permite identificar si el viento está bloqueado por las construcciones dentro de una región plana seleccionada.

### **2.3 MARCO CONCEPTUAL**

En este apartado se definirán los conceptos teóricos a aplicar en el presente trabajo y se explicarán las herramientas gráficas y de cálculo a utilizar, surgidas de los Antecedentes y del Marco Teórico desarrollado.

### 2.3.1 Definición de conceptos clave

**Análisis Estadístico Multivariado:** Método estadístico que permite estudiar el comportamiento de múltiples variables en simultáneo, para verificar la incidencia de cada una de ellas en el comportamiento de un fenómeno observado, a los efectos de obtener un modelo explicativo del mismo.

**Densidad constructiva:** Relación existente entre la cantidad de superficie construida y el terreno de implantación. Se clasifica en alta, media y baja, siendo esta última la correspondiente a sectores residenciales con viviendas de una y dos plantas.

**Factor de Ocupación del Suelo (F.O.S.):** Porcentaje de la superficie total de terreno ocupada o que se puede ocupar con la proyección horizontal del total de la edificación. Este indicador varía de 0 a 1, donde cero indica terreno sin construcción y uno indica ocupación total del terreno.

**Factor de Ocupación Total (F.O.T.):** Relación del total de la superficie edificable o edificada y la superficie total de la parcela. Indica el factor total de ocupación del terreno abarcando la superficie de todos los niveles de altura que tenga la edificación.

**Isla de Calor Urbana:** Diferencia de temperatura existente entre una zona urbana y la zona rural próxima.

**Morfología Urbana:** Forma externa de las ciudades. Esta se ve influenciada por el emplazamiento (relación con el medio físico) y la situación (relación con el entorno próximo: otras ciudades, vías de comunicación, etc.).

**Parámetros Urbanos o Urbanísticos:** Pautas de diseño urbano que definen las características físicas de las edificaciones en las ciudades, proponiendo o regulando la forma exterior de las construcciones y espacios urbanos. Regulan las tipologías constructivas, la relación de la edificación con la superficie y forma del terreno, alturas, anchos, profundidades, separaciones entre construcciones, etc.

**Tipología Edilicia:** Forma de organizar el espacio construido según características constructivas y funciones del mismo.

**Ventilación Natural:** Técnica por la cual se permite el ingreso de aire exterior dentro de un edificio por medio naturales (no mecánicos).

**Ventilación Urbana:** Ventilación en espacios urbanos al aire libre, como calles, espacios de recreación y espacios abiertos del interior de manzanas.

### 2.3.2 Conceptos aplicables

A continuación se desarrollarán los conceptos aplicables al presente trabajo que fueron tomados de la bibliografía consultada: cálculo de *Sombra de Viento*, concepto de *Permeabilidad* de las construcciones y conceptos del *Análisis Estadístico Multivariado*.

#### 2.3.2.1 Sombra de Viento de las construcciones

Según lo desarrollado por Fuentes Freixanet y Rodríguez Viqueira (2004), para el cálculo de la sombra de viento de los edificios, conociendo los datos de: altura (H), ancho (W) y profundidad o largo de la construcción en el sentido de la dirección del viento (L), se puede

calcular la dimensión R, la que permite obtener un patrón particular de comportamiento. Las fórmulas para su cálculo son las siguientes:

$$R = B_S^{0.67} \times B_L^{0.33}$$

Donde:

R = escala de longitud

$B_S$  = dimensión menor entre H y W

$B_L$  = dimensión mayor entre H y W

Cuando  $B_L > 8B_S$  entonces  $B_L = 8B_S$

La escala de longitud R, también se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$R = B_S p^{0.33}$$

Donde:

R = escala de longitud

$B_S$  = dimensión menor entre H y W

p = proporción mayor H/W o W/H (dimensión mayor/dimensión menor)

Cuando  $p > 8$ , entonces  $p=8$

De tal forma, las “sombras” de viento o de turbulencia quedan definidas de acuerdo a:

$$H_c = 0.22 R$$

$$X_c = 0.50 R$$

$$L_c = 0.90 R$$

$$L_r = 1.00 R$$

La sombra de viento en sotavento normalmente se extiende aproximadamente entre 5 y 12 veces la altura del obstáculo o edificio,  $L_r$  se refiere a la zona de recirculación o reflujo mínimo del viento.

La primera zona de “recirculación” en la techumbre (Z1) queda definida por  $H_c$ ,  $L_c$  y  $X_c$ . La segunda zona de “alta turbulencia” (Z2) se define a partir de  $H_c$  con una relación 1:10, es decir con una inclinación de  $5.7^\circ$ . Para determinar la distancia ( $L_{Z2}$ ), a partir de la fachada de sotavento, en donde la zona de turbulencia Z2 incide en el suelo, se puede usar:

$$L_{Z2} = 0 \left( (H + H_c) / 0.1 \right) - (L - X_c)$$

Donde:

$L_{Z2}$  = distancia a partir de la fachada de sotavento del edificio donde Z2 incide en el suelo. La relación de esta distancia o sombra de viento con respecto a la altura será por lo tanto:

$$L_{Z2}/H$$

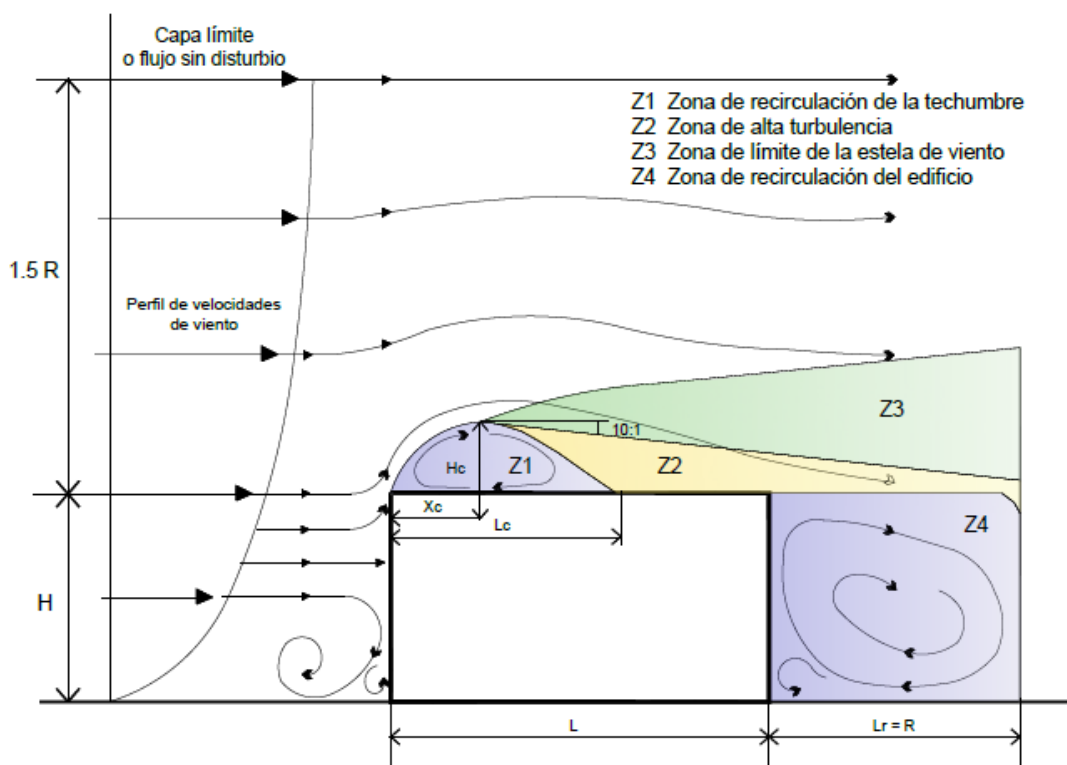
La tercera zona (Z3), “estela de viento” generada por el edificio queda definida por los puntos encontrados con la fórmula:

$$Z3/R = 0.28 (x/R)^{0.33}$$

Donde:

x = distancia a partir del vértice de barlovento del edificio donde se forma la turbulencia.

La zona de recirculación de sotavento queda definida por  $L_r$ , es decir con una longitud igual a R. Cabe señalar que la capa límite en donde el viento no es afectado por el edificio se presenta a partir de una distancia aproximada de 1.5 R por arriba de la techumbre. En la **Figura 28** se indica la localización de las zonas y distancias descriptas.



**Figura 28: Diagrama de funcionamiento de la Sombra de Viento (Fuentes Freixanet y Rodríguez Viqueira, 2004)**

A continuación se agrega un modelo de cálculo, en función de las fórmulas descriptas, planteado por los autores.

#### Cálculo de Sombra de Viento

**Ejemplo: Vivienda tipo Zeus, Fracc Rincón Real, Culiacán, Sin.**

Dimensiones del edificio

Alto	H	6	m
Ancho	W	5	m
Largo	L	7	m

Cálculo de coeficientes

Bs	5	m
BL	6	m
R	5,31	

#### Dimensiones del edificio

Z1	Hc	1,17	m
	Xc	2,66	m
	Lc	4,78	m
Z4	Lr	5,31	m

Z2		67,34	m
----	--	-------	---

Relación de sombra de viento Z2/H 11,22

Punto de cálculo	x	8	m
Z3		1,70	m

El punto de cálculo x se mide a partir del vértice superior de la fachada de barlovento y la altura calculada Z3 se mide a partir del nivel de azotea del edificio a la distancia x.

#### Presión máxima de viento sobre la fachada de barlovento

Densidad del aire a 20°C	$\rho$	1,20	Kg/m <sup>3</sup>
Velocidad viento (media anual)	v	1,30	m/s
Presión dinámica	$p_w$	1,02	Pa
Altura de presión máxima +	$h_{max}$	4,00	m

### 2.3.2.2 Permeabilidad de las construcciones en fachadas ventiladas

Para utilizar la ventilación natural como medida de mitigación de la isla de calor urbana, se plantea la necesidad del aumento de la permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento. Para lo cual, Wong, Ng y Yau (2012) plantean distintas pautas de diseño:

#### 1) Directrices de diseño para edificios largos

La *longitud continua de la fachada* se define como la longitud proyectada total de la fachada, de un edificio o edificios, si la separación entre ellos es inferior a 15 metros.

La **Tabla 2** muestra los requisitos establecidos en relación con la altura del edificio y el área del sitio, teniendo en cuenta consideraciones de la ciencia del viento y la practicidad (es decir, limitaciones de diseño) en sitios más pequeños.

Tabla 2: Altura y permeabilidad del edificio

Altura (H)	Permeabilidad (P)	
	Para sitios < 2 ha, y con cualquier fachada proyectada continua de longitud $\geq 60$ m	Para sitios $\geq 2$ ha
$\leq 60$ m	1/5 o 20%	1/4 ó 25%
> 60 m	1/5 o 20%	1/3 ó 33%

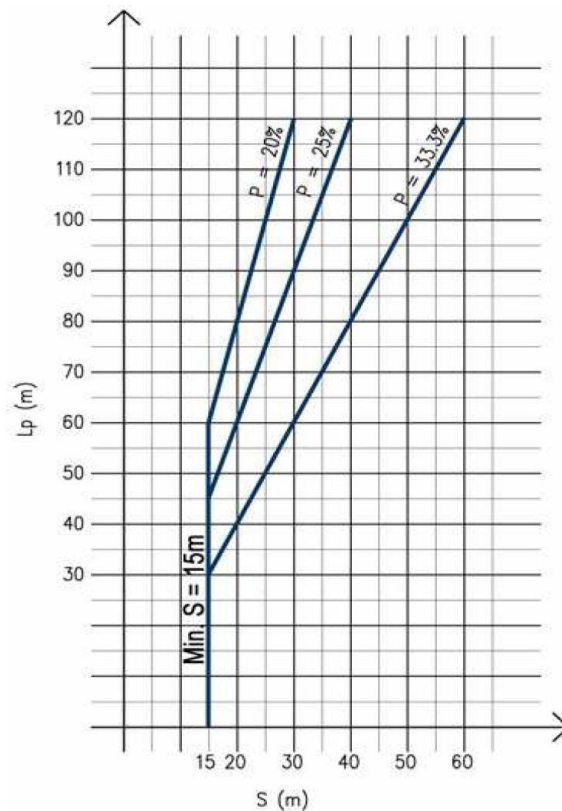
Fuente: Wong, Ng y Yau (2012)

Además de la definición de la “longitud de fachada continua proyectada” ( $L_p$ ), el requisito de permeabilidad se basa en la consideración de la altura del edificio (relacionada con la ventilación natural) y la superficie del sitio de implantación (relacionada con la flexibilidad de diseño).

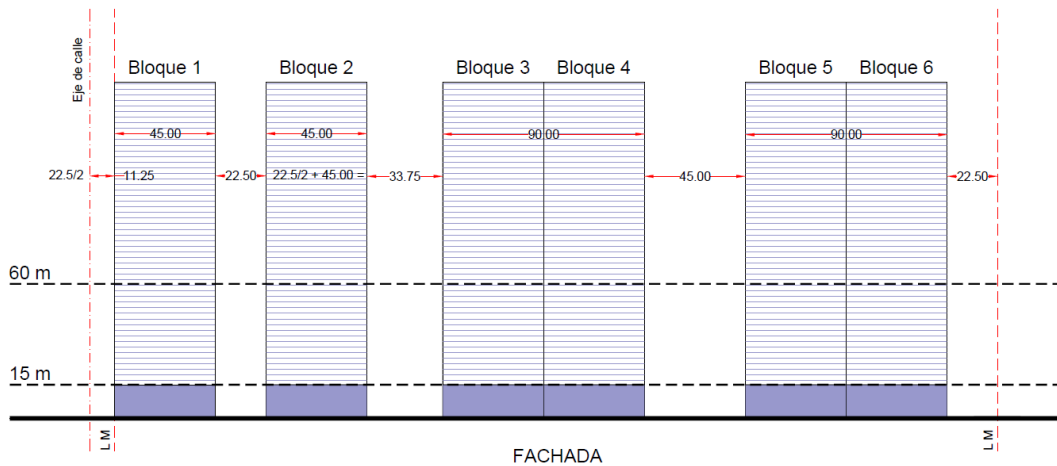
El umbral propuesto por los autores para la  $L_p$ , en sitios menores de 2 ha, se basa en las características del contexto de edificios predominantes en Hong Kong. En esta ciudad, la longitud de un bloque de construcción en el área urbana más antigua es de aproximadamente 60 metros, y la fachada típica de una torre residencial de gran altura es de aproximadamente 35 a 50 metros. Para sitios más grandes (mayores a 2 ha), independientemente de  $L_p$ , se requiere una permeabilidad de construcción  $P \geq 25\%$ , cuando  $H \leq 60m$ , mientras que se requiere una permeabilidad de construcción más alta,  $P \geq 33\%$ , cuando  $H > 60m$ .

## 2) Principio de Diseño 1: Separación entre Edificios (S)

Uno de los parámetros que permitirán mejorar la permeabilidad de las fachadas es la separación entre edificios (S), cuyo ancho debe ser proporcional a la longitud de las fachadas contiguas, y en ningún caso será inferior a 15 metros. La permeabilidad de las fachadas proporciona rutas de aire hacia las áreas vecinas. En la **Figura 29**, se presenta el requisito de separación de edificios de acuerdo a la longitud de fachada continua y en la **Figura 30** puede verse un ejemplo de distribución de edificios en fachada y el cálculo de la permeabilidad.



**Figura 29: Requisito de Separación de Edificios (S) para diferentes longitudes de fachadas continuas ( $L_p$ ) a diferentes permeabilidades de construcción (P). (Wong, Ng y Yau, 2012)**



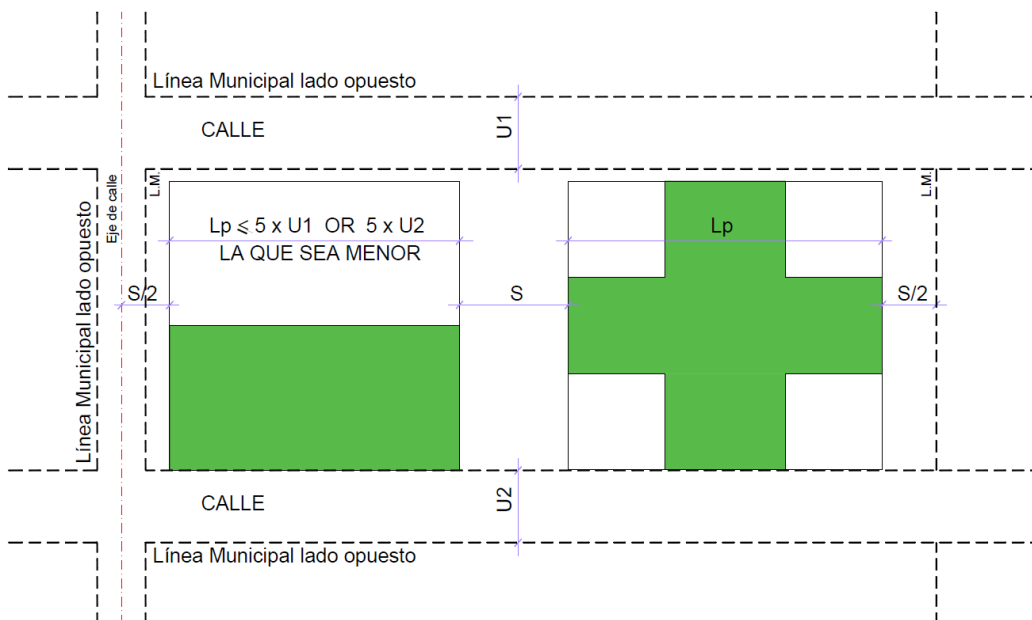
$$\text{Total } S = 11.25 + 22.50 + 33.75 + 45.00 + 22.50 = 135 \text{ m}$$

$$P = S / (S + Lp) = 135 / (135 + 270) = 33.3\%$$

**Figura 30: Ejemplo de cálculo de separación de edificios (S): H > 60 m y sitio < 2 ha (es decir permeabilidad del edificio P ≥ 33%) (adaptado de Wong, Ng y Yau, 2012)**

### 3) Principio de Diseño 2: Longitud de Lp con relación al ancho de calles

Otra consideración contextual, además de la vista en el Principio de Diseño 1, relacionada con la longitud máxima de la fachada continua (Lp) y las separaciones entre bloques constructivos (S), está dada por el Segundo Principio de diseño que refiere a la relación de Lp con el ancho de los cañones urbanos colindantes. (**Figura 31**).



**Figura 31: Relación entre la longitud total de la fachada continua (Lp) y el tamaño de la calle contigua (U) (adaptado de Wong, Ng y Yau, 2012)**

#### 4) Principio de Diseño 3: Diseño alternativo a la separación de edificios

Cuando no sea posible aplicar las separaciones entre los edificios recomendadas en el Principio de Diseño 1, se puede permitir una reducción de esta, hasta 1/3 del valor estipulado como mínimo, siempre que el área permeable esté desplazada dentro de las zonas de fachadas contiguas, definidas por la zonificación vertical y horizontal.

En Hong Kong se propuso la división en tres niveles de las zonas de fachada, dadas las características del contexto urbano y su condición ambiental. (Tabla 3)

Tabla 3: Zonas verticales y características de diseño para la ventilación

Zona Vertical	Rango de Altura	Características de diseño*
Peatonal	10-15 m	Fachada con vacíos, retiro frontal del edificio, jardín sobre el basamento con ventilación cruzada.
Inferior	15-60 m	Jardín sobre el basamento con ventilación cruzada, retiro del edificio, jardines de cielo o piso refugio, perfil de construcción variado.
Superior	Por encima de 60 m	Retiro del edificio, jardín de cielo, piso refugio, perfil de construcción variado.

\*Las áreas de permeabilidad del diseño deben determinarse por su área abierta respectiva para la ventilación cruzada efectiva. El factor de reducción puede tener que considerarse más a fondo para aberturas muy pequeñas. Como indicador preliminar, una altura libre y un ancho de 3m se pueden considerar la dimensión mínima para un área abierta individual. El diseño de barandilla permeable o similar puede aceptarse razonablemente siempre que tal disposición no afecte materialmente la ventilación de la abertura.

Fuente: Wong, Ng y Yau (2012)

Horizontalmente, la zona de la fachada se divide por la línea central de las superficies de fachada entre las respectivas separaciones de edificios. Los medios típicos de compensar el área de permeabilidad de la separación de edificios incluyen las opciones que se muestran en la Figura 32.

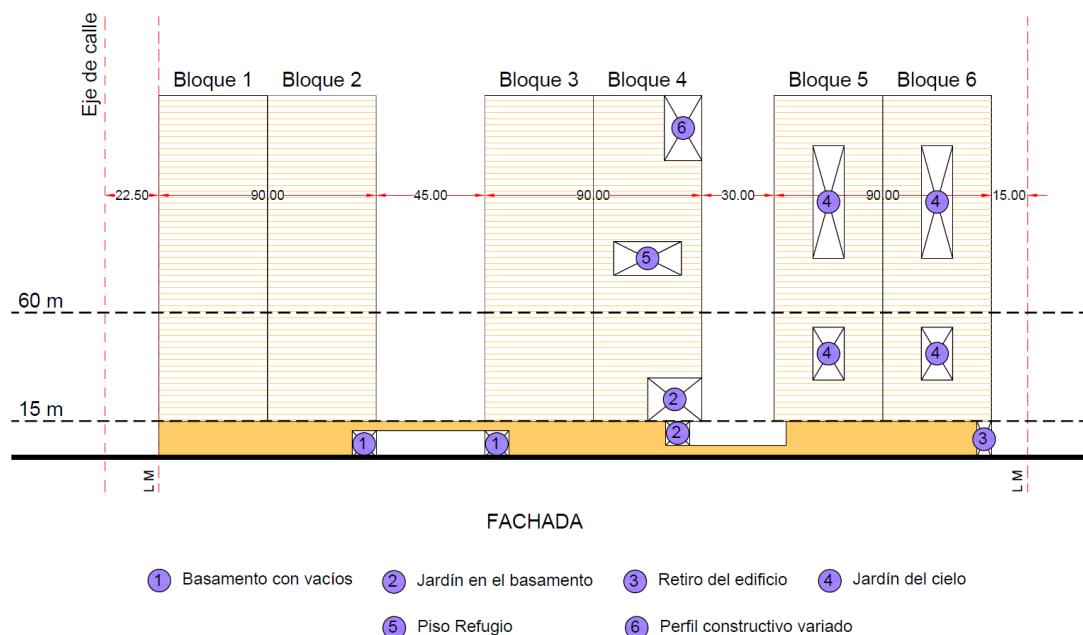


Figura 32: Medios alternativos típicos para compensar la permeabilidad del edificio (P) (adaptado de Wong, Ng y Yau, 2012)



### **2.3.2.3 Análisis Estadístico**

En el estado del arte, está ampliamente demostrado que la aplicación de métodos estadísticos para el análisis de los resultados obtenidos en diversas investigaciones durante las etapas de diagnóstico y evaluación de escenarios ha permitido procesar esta información y desarrollar u obtener herramientas explicativas y predictivas del fenómeno que está siendo estudiado.

#### **a) Análisis Estadístico Multivariado**

Dentro de las herramientas disponibles de análisis estadístico, se seleccionó el análisis estadístico multivariado, que es un método que permite estudiar el comportamiento de múltiples variables en simultáneo, para verificar la incidencia de cada una de ellas en el comportamiento de un fenómeno observado, a los efectos de obtener un modelo explicativo del mismo. Dentro de este análisis y debido a las características de las variables a procesar se utilizará el Análisis de Regresión Lineal.

#### **b) Regresión Lineal**

El análisis de regresión lineal es una técnica estadística utilizada para estudiar la relación entre variables. Se adapta a una amplia variedad de situaciones. En la investigación social, el análisis de regresión se utiliza para predecir un vasto rango de fenómenos, desde medidas económicas hasta diferentes aspectos del comportamiento humano. En el contexto de la investigación de mercados puede utilizarse para determinar en cuál de diferentes medios de comunicación puede resultar más eficaz invertir; o para predecir el número de ventas de un determinado producto. En física se utiliza para caracterizar la relación entre variables o para calibrar medidas, etc.

Tanto en el caso de dos variables (regresión lineal simple) como en el de más de dos variables (regresión lineal múltiple), el análisis de regresión lineal puede utilizarse para explorar y cuantificar la relación entre una variable llamada dependiente o criterio ( $Y$ ) y una o más variables llamadas independientes o predictoras ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ), así como para desarrollar una ecuación lineal con fines predictivos. Además, el análisis de regresión lleva asociado una serie de procedimientos de diagnóstico que informan sobre la estabilidad e idoneidad del análisis.

El análisis de regresión lineal se realiza con dos propósitos: 1) averiguar en qué medida la variable dependiente o variable criterio ( $Y$ ), puede estar explicada por las variables independientes ( $X_1, X_2, \dots, X_k$ ) y 2) obtener predicciones de la variable dependiente a partir de las variables independientes.

El procedimiento implica, básicamente, obtener la ecuación que mejor expresa la relación entre la variable dependiente y las variables independientes y estimar la calidad de la ecuación de regresión obtenida. Estos dos pasos deben ir acompañados de un chequeo del cumplimiento de las condiciones o supuestos que garantizan la validez del procedimiento.

#### **c) Análisis de regresión por pasos**

La selección de las variables a ser introducidas en el modelo de regresión juega un papel fundamental. Para ello y a los efectos de simplificar los cálculos existen procedimientos diseñados para seleccionar, entre una gran cantidad de variables, sólo un conjunto reducido de las mismas: aquellas que permiten obtener el mejor ajuste posible.

Con estos procedimientos de selección, el control sobre las variables que han de formar parte de la ecuación de regresión surge de criterios estadísticos.

#### **d) Criterios de selección de variables**

Existen diferentes criterios estadísticos para seleccionar variables en un modelo de regresión. Algunos de estos criterios son: el valor del coeficiente de correlación múltiple  $R^2$  (corregido o sin corregir), el valor del coeficiente de correlación parcial entre cada variable independiente y la dependiente, el grado de reducción que se obtiene en el error típico de los residuos al incorporar una variable, etc. De una u otra forma, todos ellos coinciden en intentar maximizar el ajuste del modelo de regresión utilizando el mínimo número posible de variables.

Además de esto se debe analizar la significancia estadística de cada una de las variables (criterios de significancia), del siguiente modo: una variable pasa a formar parte del modelo de regresión, si el nivel crítico asociado a su coeficiente de correlación parcial (Probabilidad) al ser contrastado con la hipótesis de independencia es menor que 0,05 (probabilidad de entrada), y queda fuera del modelo de regresión si ese nivel es mayor que 0,10 (probabilidad de salida).

Una forma de comprender y valorar el efecto resultante de aplicar estos criterios de selección consiste en observar el cambio que se va produciendo en el coeficiente de determinación  $R^2$  a medida que se van incorporando (o eliminando) variables al modelo.

Un cambio grande en  $R^2$  indica que esa variable contribuye de forma importante a explicar lo que ocurre con la variable dependiente.

#### **e) Métodos de selección de variables**

Existen diferentes métodos para seleccionar las variables independientes que debe incluir un modelo de regresión, pero los que mayor aceptación han recibido son los métodos de selección por pasos (stepwise). Con estos métodos, se selecciona en primer lugar la mejor variable (siempre de acuerdo con algún criterio estadístico); a continuación, la mejor de las restantes, y así sucesivamente hasta que ya no quedan variables que cumplan los criterios de selección.

##### **Selección hacia adelante**

Con este método, las variables se incorporan al modelo de regresión una a una. En el primer paso se selecciona la variable independiente que, además de superar los criterios de entrada, posee el coeficiente de correlación parcial más alto en nivel absoluto, con relación a la dependiente. En los siguientes pasos se utiliza como criterio de selección el coeficiente de correlación parcial: van siendo seleccionadas una a una las variables que, además de superar los criterios de entrada, poseen el coeficiente de correlación parcial más alto en valor absoluto (la relación se parcializa controlando el efecto de las variables independientes previamente seleccionadas).

La selección de variables se detiene cuando no quedan variables que superen el criterio de entrada.

##### **Selección hacia atrás**

Este método comienza incluyendo en el modelo todas las variables seleccionadas en la lista de variables independientes y luego se procede a eliminarlas una a una. La primer variable eliminada es aquella que, además de cumplir con los criterios de salida, posee el coeficiente de regresión más bajo en valor absoluto. En cada paso sucesivo se van eliminando las variables con coeficientes de regresión no significativos, siempre en orden inverso al tamaño de su nivel crítico.

La eliminación de variables se detiene cuando no quedan variables en el modelo que cumplan con los criterios de salida.

### **Pasos sucesivos**

Este método es una especie de mezcla de los métodos hacia adelante y hacia atrás. Comienza, al igual que el método hacia adelante, seleccionando, en el primer paso, la variable independiente que, además de superar los criterios de entrada, más alto correlaciona (en valor absoluto) con la variable dependiente. A continuación, se selecciona la variable independiente que, además de superar los criterios de entrada, posee el coeficiente de correlación parcial más alto (en valor absoluto). Cada vez que se incorpora una nueva variable al modelo, las variables previamente seleccionadas son, al igual que en el método hacia atrás, evaluadas nuevamente para determinar si siguen cumpliendo o no los criterios de salida. Si alguna variable seleccionada cumple los criterios de salida, es eliminada del modelo.

El proceso se detiene cuando no quedan variables que superen los criterios de entrada y las variables seleccionadas no cumplen los criterios de salida.

### **f) El modelo de Regresión Lineal**

Para la obtención de una ecuación de regresión lineal que sea representativa del modelo en estudio se deben realizar distintas evaluaciones que garanticen la calidad de los resultados obtenidos.

### **Bondad de ajuste**

La primera información que se obtiene del cálculo de regresión lineal se refiere al *coeficiente de correlación múltiple* (R) y a su cuadrado.

$$R^2 = 1 - (\text{Suma de cuadrados de los residuos} / \text{Suma de cuadrados total})$$

Los residuos son las diferencias existentes entre las puntuaciones observadas y los pronósticos obtenidos con la recta de regresión.

R<sup>2</sup> (R cuadrado), expresa la proporción de varianza de la variable dependiente que está explicada por la variable independiente, es decir habla del grado de relación entre las variables. R<sup>2</sup> corregida es una correlación a la baja de R<sup>2</sup> que se basa en el número de casos y de variables independientes:

$$R^2 \text{ corregida} = R^2 - (p(1-R^2)/(n-p-1))$$

Donde, *p* es el número de variables independientes y *n* en número de mediciones realizadas.

### **Error típico de estimación**

El *error típico de estimación* es la desviación típica de los residuos, es decir, la desviación típica de las distancias existentes entre las puntuaciones en la variable dependiente (Y<sub>i</sub>) y los pronósticos efectuados con la recta de regresión (Y<sub>t</sub>), aunque no exactamente, pues la suma de las distancias al cuadrado están divididas por n-2.

$$\text{Error típico de estimación} = \sqrt{\sum (Y_i - Y_t)^2 / (n - 2)}$$

Esto representa una medida de la parte de variabilidad de la variable dependiente que no es explicada por la recta de regresión. En general, cuanto mejor es el ajuste, más pequeño es este error típico.

### **Análisis de Varianza**

El cálculo de regresión lineal, permite obtener una Tabla Resumen de VARIANZA, que informa sobre si existe o no relación significativa entre las variables.

En esta tabla, figura el Estadístico F (Test de Fisher), que es una prueba o hipótesis para rechazar o aceptar la predicción de la correlación. Este estadístico informará si los datos y las variables tomadas son significativos o no; y es la forma de validar la ecuación o modelo de correlación.

El valor de  $F$  será grande, cuando la regresión es significativa y necesariamente deberá ser mayor que el *Valor Crítico F* ( $F_0$ ), para que el modelo sea válido. Si  $F$  es menor que  $F_0$ , deberán estudiarse los datos ya que los datos y variables seleccionadas, no son suficientemente significativas para calcular un modelo de regresión que pueda predecir el comportamiento de la variable dependiente con relación a la independiente.

Este valor crítico es llamado también p-valor (valor de contraste), y debe tener un valor de significancia estadística menor a 0,05 (5%). Un valor de significancia estadística del 1%, indica un nivel de probabilidad del 95%, en tanto un valor de significancia estadística del 5% tiene una probabilidad del 90%.

### **g) Ecuación de Regresión**

El cálculo de Regresión Lineal, ofrece una segunda tabla de datos, donde se muestra la ECUACIÓN DE REGRESIÓN, indicando los coeficientes que la componen.

La ecuación de un Modelo de Regresión Lineal Múltiple es la siguiente:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon$$

De acuerdo con esta modelo o ecuación, la variable dependiente ( $Y$ ) se interpreta como una combinación lineal de un conjunto de " $k$ " variables independientes ( $X_k$ ), cada una de las cuales va acompañada de un coeficiente ( $\beta_k$ ), que indica el peso relativo de esa variable en la ecuación.

La ecuación incluye además una constante ( $\beta_0$ ) y un componente aleatorio (los residuos:  $\varepsilon$ ) que recoge todo lo que las variables independientes no son capaces de explicar.

Este modelo, al igual que cualquier otro modelo estadístico, se basa en una serie de supuestos (linealidad, independencia, normalidad, homocedasticidad y no-colinealidad).

La ecuación de regresión mínimo-cuadrática se construye estimando los valores de los coeficientes beta del modelo de regresión.

### **Coefficientes de regresión**

Los coeficientes Beta ( $\beta$ ), están basados en las puntuaciones típicas y, por tanto, son directamente comparables entre sí. Indican la cantidad de cambio, en puntuaciones típicas, que se producirán en la variable dependiente por cada cambio de una unidad en la

correspondiente variable independiente (manteniendo constantes el resto de las variables independientes).

Estos coeficientes informan sobre la importancia relativa de cada variable independiente en la ecuación de regresión. En general, una variable tiene tanto más peso (importancia) en la ecuación de regresión cuanto mayor (en valor absoluto) es su coeficiente de regresión.

### **Prueba de significación**

Las pruebas t y sus niveles críticos o también denominados “p-valor” sirven para contrastar la hipótesis nula de que un coeficiente de regresión vale cero en una población. Niveles críticos muy pequeños (generalmente menores que 0,05) indican que debemos rechazar la hipótesis nula.

En la tabla que surge del cálculo de Regresión Lineal Múltiple, donde aparecen las variables ingresadas en el modelo con sus correspondientes coeficientes, el p-valor se indica en la columna denominada “Probabilidad”, para cada una de las variables. Se considera que estos valores no deben superar el 5% de significancia estadística para tener una probabilidad no inferior al 90%.

Es necesario señalar que estos coeficientes no son independientes entre sí. De hecho, reciben el nombre de coeficientes de regresión parcial porque el valor concreto estimado para cada coeficiente se ajusta teniendo en cuenta la presencia del resto de las variables independientes.

Los signos de los coeficientes de correlación parcial, inicialmente indican una correlación directa o inversa con la variable dependiente. Si el signo del coeficiente de regresión parcial no es el mismo que el del coeficiente de correlación simple entre esa variable y la dependiente, esto puede indicar que el modelo presenta un alto grado de asociación entre algunas de las variables independientes (colinealidad), y deberá ser reevaluado.

### **Intervalos de confianza**

Los intervalos de confianza, presentes también en la tabla donde se desarrolla la ecuación de regresión, nos informan sobre los límites entre los que podemos esperar que se encuentre el valor poblacional de cada coeficiente de regresión. Intervalos de confianza muy amplios indican que las estimaciones obtenidas son poco precisas y, probablemente, inestables. Es conveniente que ambos límites del intervalo tengan el mismo signo.

## **h) Supuestos del modelo de regresión lineal**

Los supuestos de un modelo estadístico se refieren a una serie de condiciones que deben darse para garantizar la validez del modelo. Al efectuar aplicaciones prácticas del modelo de regresión, resulta necesario el examen de muchos de estos supuestos:

- **Linealidad:** La ecuación de regresión adopta una forma particular. En concreto, la variable dependiente es la suma de un conjunto de elementos: el origen de la recta, una combinación lineal de variables independientes o predictoras y los residuos. El incumplimiento del supuesto de linealidad suele denominarse error de especificación. Algunos ejemplos son: omisión de variables independientes importantes, inclusión de variables independientes irrelevantes, no linealidad (la relación entre las variables independientes y la dependiente no es lineal), parámetros cambiantes (los parámetros no permanecen constantes durante el tiempo que dura la recogida de

datos), no aditividad (el efecto de alguna variable independiente es sensible a los niveles de alguna otra variable independiente), etc.

- **Independencia:** Los residuos deben ser independientes entre sí, es decir, los residuos constituyen una variable aleatoria (recordemos que los residuos son las diferencias entre los valores observados y los pronosticados). Es frecuente encontrarse con residuos autocorrelacionados cuando se trabaja con series temporales.
- **Homocedasticidad:** Para cada valor de la variable independiente (o combinación de valores de las variables independientes), la varianza de los residuos debe ser constante.
- **Normalidad:** para cada valor de la variable independiente (o combinación de valores de las variables independientes), los residuos deben distribuirse normalmente con media cero.
- **No-colinealidad:** No debe existir relación lineal exacta entre ninguna de las variables independientes. El incumplimiento de este supuesto da origen a colinealidad o multicolinealidad.

### **i) Análisis de los residuos**

Como ya se mencionó precedentemente se llama residuo a la diferencia entre los valores observados y los pronosticados:  $(Y_i - Y_t)$ . En los cálculos de Regresión Lineal, se pueden obtener los residuos y los residuos tipificados resultantes.

Los residuos son muy importantes en el análisis de regresión. En primer lugar, nos informan sobre el grado de exactitud de los pronósticos: cuanto más pequeño es el error típico de los residuos, mejores son los pronósticos, o lo que es lo mismo, mejor se ajusta la recta o plano de regresión a la nube de puntos. En segundo lugar, el análisis de las características de los casos con residuos grandes (sean positivos o negativos, es decir, grandes en valor absoluto) ayuda a detectar casos atípicos y, consecuentemente, a perfeccionar la ecuación de regresión a través de un estudio detallado de los mismos.

Los residuos tipificados (residuos divididos por su error típico) tienen una media de 0 y una desviación típica de 1. Si los residuos están normalmente distribuidos, cabe esperar que el 95% de ellos se encuentre en el rango  $(-1,96; +1,96)$ . Y el 99%, en el rango  $(-3; +3)$ . Partiendo de esta norma, se podrá identificar con mayor facilidad los casos que posean residuos grandes.

En la práctica, los casos con residuos grandes deben ser examinados para averiguar si las puntuaciones que tienen asignadas son o no correctas. Si, a pesar de tener asociados residuos grandes, las puntuaciones asignadas son correctas, conviene estudiar esos casos detenidamente para averiguar si difieren de algún modo y de forma sistemática del resto de los casos.

### **Normalidad**

El supuesto de normalidad, indica que los residuos obtenidos de la regresión, deben seguir una distribución normal. Gráficamente esto puede observarse a través del comportamiento de los puntos que identifican a estos residuos alrededor de una recta normal a 45°.

Existen distintas pruebas estadísticas para verificar la normalidad de un conjunto de datos, entre ellas se pueden mencionar la Prueba de Shapiro-Wilks, que se utiliza normalmente para

evaluar hasta un máximo de 50 mediciones, aunque en algún software se dispone de esta misma prueba modificada para alcanzar un universo mayor de datos. También se puede aplicar la Prueba de Kolmogorov-Smirnov, para verificar la normalidad del conjunto de datos, cuando se trate de un universo mayor a 50 mediciones.

A su vez, existen gráficos que revelan el comportamiento de los datos con respecto a la distribución normal, como son los histogramas con una curva normal superpuesta y el gráfico Q-Q plot que ofrece un diagrama de probabilidad normal, donde en el eje de ordenadas muestra la probabilidad acumulada de cada residuo tipificado y en el eje de abscisas, la probabilidad acumulada teórica que corresponde a cada puntuación típica en una curva normal con media 0 y desviación típica 1.

Estos gráficos están disponibles en los paquetes de software destinados a análisis estadísticos y deben ser utilizados como complemento de las pruebas mencionadas y no como único medio de prueba de la verificación de la normalidad de los residuos.

### **Homocedasticidad**

El supuesto de homocedasticidad indica que las varianzas de los residuos deben ser homogéneas.

Existen distintas pruebas estadísticas para verificar la homocedasticidad del conjunto de datos en análisis, como por ejemplo la Prueba de Breusch-Pagan. La misma consiste en la obtención de una nueva variable dependiente ( $P_i$ ), obtenida a través del cuadrado de los residuos dividido por la varianza de los residuos al cuadrado:

$$P_i = \frac{(Y_i - Y_t)^2}{\frac{\sum (Y_i - Y_t)^2}{n}}$$

Donde:

$Y_i - Y_t$  = residuo (diferencia entre el valor medido y el valor pronosticado)  
 $n$  = número de mediciones realizadas

Con esta nueva variable dependiente ( $P_i$ ) y todas las variables independientes utilizadas en el cálculo de regresión inicial, se realiza un nuevo cálculo de regresión lineal. Luego se calcula el valor del *Chi cuadrado crítico*:

$$\text{Chi cuadrado crítico} = 0,5 \times \text{Suma de cuadrados de la Regresión}$$

El valor de la Suma de cuadrados de la Regresión se obtiene del cuadro de Análisis de Varianza.

Posteriormente se calcula  $(k-1)$ , como los grados de libertad (gl) menos uno. Se entiende por "grados de libertad" al número de las variables independientes consideradas en el cálculo de regresión más el intercepto obtenido. Con el valor de  $(k-1)$  se ingresa a la Tabla de Distribución de Chi cuadrado, y se busca el valor tabulado para un grado de significancia estadística de 0,05 (5%).

Finalmente, se compara este valor de tabla con el valor del *Chi cuadrado crítico*, el que debe ser menor que el valor obtenido en la tabla, para que haya homocedasticidad en el conjunto de datos.

Si el valor obtenido fuera superior al valor de tabla, el modelo en evaluación se denomina “heterocedástico”, lo cual implicaría alta probabilidades de error en la predicción.

También existen gráficos que permiten visualizar la condición de homocedasticidad del conjunto de datos como el gráfico donde se comparan los residuos tipificados versus los valores predichos (pronósticos de la regresión).

Cuando hay heterocedasticidad por la presencia de varianzas heterogéneas, se puede realizar una transformación de las variables independientes, mediante la utilización de funciones de ajuste (potencia cuadrada, raíz cuadrada, logaritmo, etc.), en busca de un modelo homocedástico.

### **Independencia**

Otro de los supuestos básicos en el análisis de los residuos de un modelo de regresión lineal es la independencia de los mismos.

Para la verificación de este supuesto se puede utilizar el estadístico Durbin-Watson, el cual proporciona información sobre el grado de independencia entre los residuos. Siendo su fórmula de cálculo:

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2}$$

En la ecuación precedente, “ $e_i$ ” se refiere a los residuos, es decir,  $e_i = Y_i - Y_t$ .

El estadístico DW oscila entre 0 y 4, y toma el valor 2 cuando los residuos son independientes. Los valores menores que 2 indican autocorrelación positiva y los mayores que 2 autocorrelación negativa. Podemos asumir independencia entre los residuos cuando DW toma valores entre 1,5 y 2,5

### **j) Validez del modelo de regresión**

Si el objetivo del análisis de regresión es el de evaluar la capacidad de un conjunto de variables independientes para dar cuenta del comportamiento de una variable dependiente, no es necesario añadir más a lo ya estudiado. Sin embargo, si el objetivo principal del análisis es el poder efectuar pronósticos en casos nuevos, el modelo debe ser validado.

El modelo de regresión puede ser validado utilizando casos nuevos. Para ello, basta con obtener los pronósticos para esos casos nuevos y, a continuación, calcular el coeficiente de correlación entre los valores observados en la variable dependiente y los valores pronosticados para esos casos nuevos. En teoría, el coeficiente de correlación así obtenido debería ser igual al coeficiente de correlación múltiple del análisis de regresión (R). En la práctica, si el modelo es lo bastante bueno, encontraremos pequeñas diferencias entre esos coeficientes, atribuibles únicamente al azar muestral. Es muy importante que los nuevos casos representen a las mismas poblaciones que los casos originales utilizados para obtener la ecuación de regresión.





remanentes de los plegamientos terciarios, que no fueron totalmente arrastrados por la erosión cuaternaria, quedando como testigos de una unidad compuesta por un encadenamiento de poca altura conocido geológicamente como “Cerrilladas Pedemontanas”.

#### **2.4.2 Modelo urbano de la Ciudad de Mendoza**

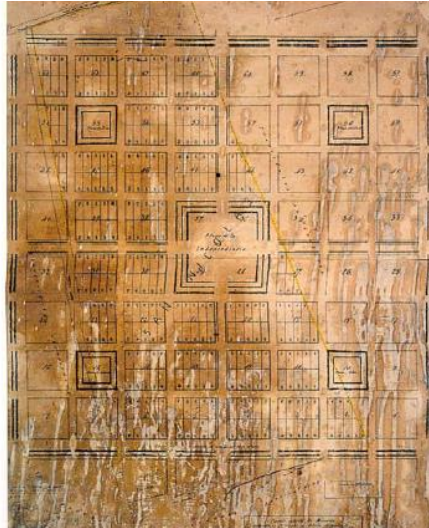
Generalmente, las ciudades asentadas en territorios con climas áridos, donde las principales características son la escasez del recurso hídrico y la alta radiación solar, presentan *modelos urbanos de tipo compacto*, caracterizados por calles estrechas para proporcionar sombra en los espacios abiertos a través de las construcciones circundantes y generalmente no poseen forestación.

La Ciudad de Mendoza en este sentido es una excepción, ya que estando asentada en una zona semidesértica, presenta un *modelo urbano de tipo abierto*, con calles anchas, edificaciones relativamente bajas y presencia de bosque urbano. Debido a estas características se la designa como una ciudad-oasis. La característica de “oasis” se consigue mediante una macroestructura espacial que consta básicamente de una red de riego y un entramado de árboles, superpuesta a la estructura arquitectónica (Bórmida E., 1986).

El trazado fundacional de la ciudad data de 1561, y era el típico damero característico de la colonización española, con una plaza central y una traza mínima de 5 x 5 manzanas. Este trazado estaba surcado por numerosas canalizaciones construidas por los aborígenes del lugar (Huarpes), las que distribuían el agua proveniente de los ríos cordilleranos. Las construcciones eran de adobe.

En 1861 la ciudad fue destruida por un terremoto. Esta catástrofe fue también una bisagra en la historia de la Ciudad de Mendoza. A partir de este acontecimiento, y varios años después se construye la Ciudad Nueva, en un emplazamiento ubicado al oeste de la actual Av. San Martín.

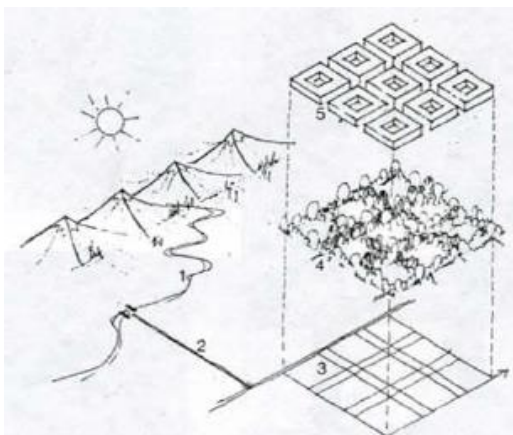
El trazado de la Ciudad Nueva fue realizado por Julio Ballofet en 1863, quien adoptó un modelo geométrico, basado en esquemas renacentistas, y dominado por principios del urbanismo europeo de aquellos tiempos, siguiendo las ideas de: orden, regularidad, higiene y eficiencia funcional. La construcción de la nueva ciudad se realizará simultáneamente a la reconstrucción de la vieja ciudad destruida (Bórmida E., 1986). El nuevo trazado constaba de 8 x 8 manzanas, con una gran plaza central de 4 manzanas (actual Plaza Independencia), y otras 4 plazas de una manzana de superficie cada una, rodeando la plaza central en forma equidistante, ubicadas en las diagonales del polígono.



**Figura 34: Plano de Mendoza – Ciudad Nueva (Archivo General de la Provincia)**

Desde su construcción, hasta que la ciudad adquiere todas las características de una ciudad-oasis transcurren alrededor de 80 años. En este proceso colaboraron el gobernador Emilio Civit, el médico higienista Emilio Coni y el paisajista francés Carlos Thays, quienes promovieron las obras clave de la nueva ciudad, como la plantación en las calles de árboles de especies seleccionadas y la creación del Parque del Oeste (hoy Parque General San Martín). La renovación de París inspira ideas nuevas como avenidas amplias y rectas con profusión de árboles; plazas verdes imitando las tradicionales *squares* inglesas y amplias perspectivas. El orden geométrico se aplica en todas las partes de la ciudad, como así también el concepto de higiene, el que se plasma en la incorporación intencionada del verde, el agua, el sol y las brisas provenientes del Parque (Bórmida E., 1986).

Los principales elementos de la ciudad oasis son: a) una retícula o trama que está conformada por las manzanas y las acequias de riego, b) el volumen construido, caracterizado en general por construcciones ubicadas sobre el límite que separa la vereda de los predios de manzana (modelo introvertido), generando patios interiores vegetados, y c) arbolado en alineación dispuesto en las calles siguiendo las acequias de riego, además de los espacios verdes públicos estratégicamente ubicados (plazas y parques). (Ver **Figura 35** y **Figura 36**)



**Figura 35: Esquema del sistema funcional de la ciudad oasis: 1) río, 2) toma de río, 3) red de riego, 4) entramado de árboles, 5) edificación (Bórmida, 1986)**

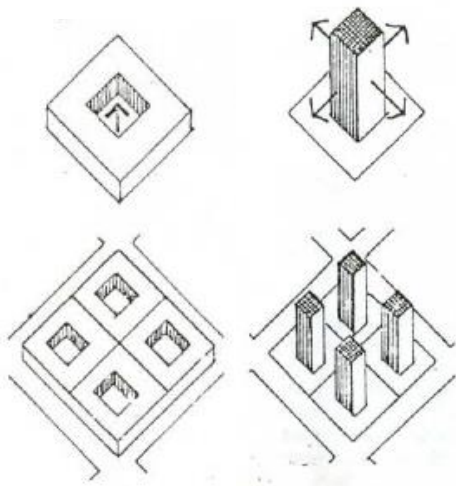


**Figura 36: Vista aérea de la ciudad: arboleda perimetral y patios interiores con mixtura de densidades**

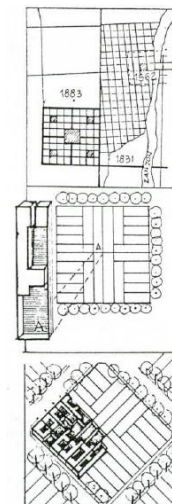
Las arboledas características de la Ciudad de Mendoza se materializan a través de líneas de árboles de una misma especie, plantadas regularmente a ambos lados de la calle. Las variedades forestales más utilizadas son: plátanos (*platanus hispánica*), moreras (*morus alba*), fresno europeo (*fraxinus excelsior*), acacia visco (*acacia visco*), álamo (*populus spp.*), tipa (*tipuana tipu*), entre otras.

La trama inicial de la ciudad en damero, tiene una orientación de 13° hacia el Este con respecto al norte. En general esta orientación se mantiene en todo el contexto urbano consolidado de la Ciudad de Mendoza, con algunas variaciones en determinados sectores. Por otro lado, si bien en general se respeta la perpendicularidad de las calles, el crecimiento posterior, fue dando lugar a la aparición de áreas con diferentes configuraciones, como sectores con amanzanado rectangular y otros con trazados más libres. También en cuanto a la tipología edilicia aparecen sectores con diferentes expresiones, como sectores con torres exentas rodeadas de espacios verdes (modelo extrovertido) y otros con modelos introvertidos (basamento continuo).

En la **Figura 37** se pueden observar modelos de construcción introvertida y extrovertida, y en la **Figura 38** se presenta un esquema de la Ciudad Nueva, con su configuración parcelaria y tipologías constructivas típicas.



**Figura 37:** Principios de introversión y extroversión de los volúmenes arquitectónicos (Bórmida, 1986)



**Figura 38:** Modelo geométrico de la Ciudad Nueva: trazado urbano; tipología de vivienda; tejido (Bórmida, 1986)

## 2.5 MARCO NORMATIVO

### 2.5.1 Introducción

En el presente trabajo, en función del objetivo de *desarrollar pautas de diseño edilicio y urbano, para el aprovechamiento del recurso viento en la Ciudad de Mendoza*, se utilizó como herramienta de referencia, la normativa municipal que regula la ocupación del suelo en las parcelas urbanas, a través de *indicadores, retiros* y establecimiento de *tipologías edilicias* para los distintos sectores del territorio municipal, todo lo cual determina la morfología resultante de la ciudad.

La legislación municipal referida a los aspectos indicados en el párrafo anterior, se encuentra compendiada en el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza.

A su vez, y en virtud de la jerarquía de las normas, resulta necesario analizar la legislación superior que establece los lineamientos a nivel provincial, en lo referente al ordenamiento del territorio y los usos del suelo, los cuales se verán reflejados en la normativa municipal que regula esta materia.

Por esto, el presente Marco Normativo se inicia con el análisis de la Ley Provincial N° 8051/09, Ley Provincial N° 8999/17 y del Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Mendoza, el cual a su vez, establece los criterios y lineamientos que influirán en el Código Urbano y de Edificación.

En virtud de la normativa citada, y teniendo en cuenta que aún están en desarrollo algunas de las herramientas del Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Mendoza; el Código Urbano y de Edificación de la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza, a la fecha está siendo modificado para ser adaptado a los nuevos objetivos establecidos en este Plan. En el presente trabajo se utilizó la última versión publicada de este Código que es la aprobada por Ordenanza N° 3879/2019, como se indica en la bibliografía.

De todos modos, es importante mencionar que la morfología de la ciudad actual, es el producto de diversos códigos y normativas municipales que en muchos casos, no cumplen con las exigencias de la normativa actual.

### **2.5.2 Ley N° 8051/2009 de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo de la Provincia de Mendoza**

La Ley Provincial N° 8051 considera al Ordenamiento Territorial como un procedimiento político-administrativo del Estado en todo el territorio de la provincia. Así, esta norma define una Política de Estado a ser seguida por el Gobierno Provincial y los gobiernos municipales, la cual tiene un carácter preventivo y prospectivo a corto, mediano y largo plazo. Indica también, que la planificación se debe constituir en un instrumento básico para que la ocupación del territorio se dé en forma equilibrada y eficiente, propiciando el desarrollo económico, social y ambiental.

Entre sus objetivos se pueden destacar:

- a) La promoción de un desarrollo territorial equitativo, que garantice el equilibrio de los sistemas urbanos, rurales y naturales.
- b) Conciliación del desarrollo económico y social, con la conservación del ambiente y los recursos naturales.
- c) Establecimiento de las condiciones físicas, sociales, económicas y espaciales necesarias para satisfacer los requerimientos y necesidades de la comunidad.
- d) Promoción de la ejecución de acciones de preservación, mitigación y reparación del ambiente.
- e) Impulso y promoción de la coordinación interinstitucional entre Provincia y Municipio, para lograr políticas de desarrollo del territorio acordadas entre los distintos niveles de gobierno.

Para el cumplimiento de estos objetivos, la ley propone la elaboración de diversos instrumentos:

- En primer lugar plantea el desarrollo de un *Plan Estratégico de Desarrollo de la Provincia de Mendoza*, el cual será elaborado por el Consejo de Estado del Plan Estratégico, creado para este fin, e integrado por las máximas autoridades ejecutivas, legislativas y judiciales de la provincia y las máximas autoridades del ejecutivo municipal.
- A partir de este Plan Estratégico, se indica que se deberá elaborar un *Plan Provincial de Ordenamiento Territorial* (PPOT), como guía estructural y de acción para toda la provincia y *Planes Municipales de Ordenamiento Territorial* (PMOTs).

Esta normativa también establece un esquema para el desarrollo de los planes de ordenamiento, que en forma sintética se podría indicar del siguiente modo:

- Realización de un diagnóstico del territorio.
- Desarrollo de un modelo territorial.
- Planteo de distintos escenarios de acción.
- Propuesta de programas y proyectos que permitirán la puesta en marcha del plan.
- Información y participación pública.
- Aprobación del plan.

La Autoridad de Aplicación para la ejecución de las acciones a nivel provincial será la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial de la provincia, en su carácter de máxima autoridad provincial en materia de ambiente; y a nivel municipal, los responsables del desarrollo de estos lineamientos serán las máximas autoridades ejecutivas de los Municipios.

A los efectos de la implementación de esta ley a nivel provincial y en el ámbito de la Secretaría de Ambiente y Ordenamiento Territorial, se crea la Agencia Provincial de Ordenamiento Territorial (APOT), de carácter técnico y el Consejo de Ordenamiento Territorial (CPOT), como órgano asesor y consultor, presidido por el Secretario de Ambiente, e integrado por diferentes sectores de la sociedad.

Así, la APOT, tendrá a su cargo la confección del Plan Provincial de Ordenamiento Territorial, en consulta permanente con el CPOT, y finalmente el instrumento elaborado, deberá ser aprobado por ley, a través de la Legislatura Provincial.

En cuanto a los planes municipales (PMOTs), los mismos serán elaborados, en función de la estructura y lineamientos del Plan Provincial de Ordenamiento Territorial, bajo supervisión de la APOT, y finalmente aprobados por los Consejos Deliberantes respectivos.

Una vez aprobados los planes a través de la metodología descrita, las autoridades antes mencionadas tendrán la responsabilidad de su puesta en marcha y control. La ley prevé a su vez, distintas herramientas de control para esta etapa como:

- El Sistema de Información Ambiental y el Sistema de Información Territorial, a cargo de la APOT.
- La Evaluación del Impacto Ambiental, tanto a nivel provincial como municipal.
- La Evaluación del Impacto Territorial, a cargo de la APOT y los municipios.

- La Auditoría Externa de Impacto Territorial, a realizarse a través de las universidades e institutos de investigación con incumbencia en la materia.
- La Evaluación Ambiental Estratégica, a cargo de la Autoridad de Aplicación a nivel provincial.

En la **Figura 39** se muestra en forma esquemática el proceso de institucionalización del ordenamiento territorial como Política de Estado, indicada por la ley para la Provincia de Mendoza.



**Figura 39: Proceso de institucionalización del Ordenamiento Territorial de la Provincia de Mendoza.**  
**Fuente: Módulo I: Desarrollo y Sustentabilidad del Ambiente Construido – Proceso de Planificación – MDSHH-UTN-FRM (Sammartino M., 2016)**

### 2.5.3 Ley N° 8999/17 - Plan Provincial de Ordenamiento Territorial 2045

#### 2.5.3.1 Introducción

El Plan de Ordenamiento Territorial de la Provincia de Mendoza, constituye un hito a nivel provincial y nacional, siendo el primer instrumento de estas características en la provincia y del resto de las provincias argentinas.

Este plan se funda en procesos de participación pública e institucional, estableciendo como eje conductor la transversalidad, como elemento fundamental para el desarrollo de Políticas de Estado. Se plantean como ejes fundamentales para su desarrollo: 1) el compromiso con el desarrollo sustentable, y 2) la apuesta por un modelo de ciudad compacta para evitar los procesos desordenados de expansión urbana.

En la confección del Plan de Ordenamiento Territorial, se inició por el diagnóstico del territorio de la provincia, el cual permitió identificar *7 problemas estructurantes*:



- Normativas que no se aplican y control débil del Estado.
- Concentración de población, actividades y recursos en los oasis.
- Inequidades sociales debido a condiciones de vida inadecuadas.
- Deterioro de las condiciones ambientales.
- Problemas de conectividad y accesibilidad.
- Existencia de dualismo productivo por coexistencia de producción tradicional de baja productividad y producción moderna.
- Deficiencia en la gestión integrada del recurso hídrico.

A partir del diagnóstico se inició el desarrollo de los Modelos Territoriales, los mismos se confeccionaron como una representación abstracta, conceptual y cartográfica del sistema territorial de la provincia. Así, en las distintas etapas de elaboración del plan se construyeron los siguientes Modelos:

- 1) Modelo Territorial actual
- 2) Modelo Territorial tendencial
- 3) Modelo Territorial deseado
- 4) Modelo Territorial realizable

### **2.5.3.2 Modelos Territoriales**

#### ***Modelo territorial actual***

El Modelo territorial actual, refleja los resultados del diagnóstico. En el mismo, se identificaron 5 (cinco) grandes Unidades de Integración Territorial (UIT): *oasis, llanuras, montañas, unidades varias y piedemonte* y dentro de cada una de ellas aparecieron otras UIT.

#### ***Modelo territorial tendencial***

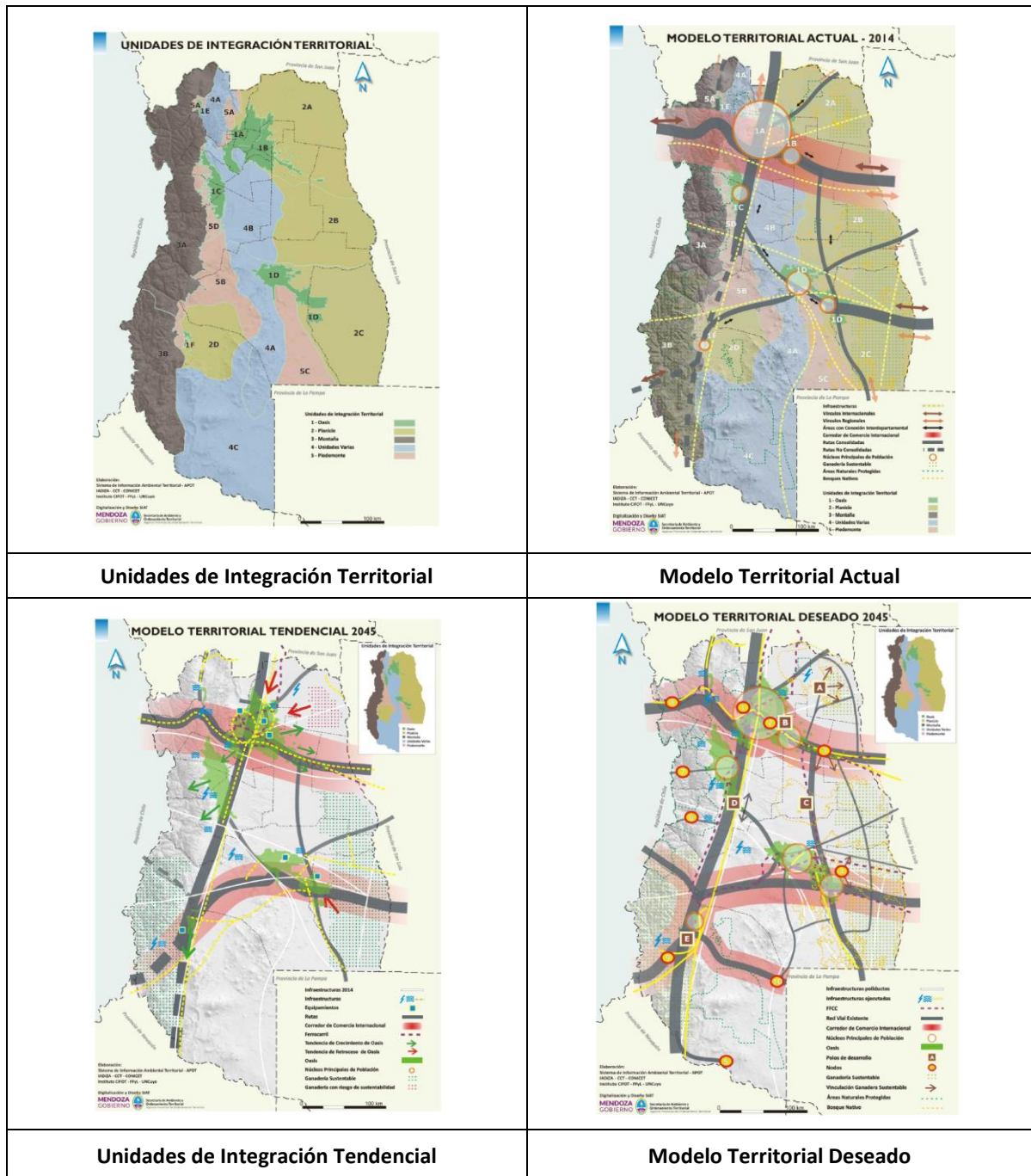
El Modelo territorial tendencial, surge a partir del Modelo Actual, en donde se ponen de manifiesto las problemáticas identificadas, que se convertirán en una tendencia creciente si no se interviene sobre ellas.

#### ***Modelo territorial deseado***

El Modelo Territorial Deseado surgió como la imagen provincial futura obtenida a partir del consenso social. En este modelo se plantean propuestas tendientes a solucionar los problemas identificados en las etapas anteriores. En la **Tabla 4** se muestran las figuras gráficas obtenidas para la representación de los modelos territoriales.



Tabla 4: Unidades de Integración Territorial y Modelos Territoriales Actual, Tendencial y Deseado de la Provincia de Mendoza



### Modelo Territorial Realizable

Este modelo se elabora a partir de los modelos territoriales: actual, tendencial y deseado, estableciendo 7 *objetivos* alineados con los problemas identificados. Para el cumplimiento de estos objetivos se establecen: directrices, lineamientos, programas, sub-programas y proyectos, tendientes a trabajar en los distintos aspectos del ordenamiento del territorio, que permitirán avanzar en la solución de las problemáticas surgidas.

El Plan Provincial de Ordenamiento Territorial, prevé distintos instrumentos para llevar adelante los objetivos planteados en el Modelo Territorial Realizable: 1) *Instrumentos de*

Coordinación, 2) Instrumentos de Ordenamiento Territorial, 3) Instrumentos Económicos y 4) Instrumentos de Gestión y Control.

Se establece la diferenciación entre *clasificación* del territorio (de responsabilidad provincial) y *zonificación* del territorio (de responsabilidad municipal).

En virtud de esto y dentro de los *Instrumentos de Ordenamiento Territorial*, se clasificó el territorio provincial en: Áreas urbanas, Áreas rurales (irrigadas y no irrigadas), Áreas de interfaces urbano-rural (corresponde a áreas complementarias), Áreas Naturales y Áreas bajo regímenes especiales.

Como criterios para la clasificación del territorio, se diseñó una metodología basada en la selección de *variables excluyentes y complementarias*. Las variables excluyentes se basan en parámetros cuantitativos, estableciendo rangos para lo urbano, interfaz y rural, y las variables complementarias se plantean como elementos de apoyo a la zonificación municipal, que identifica las capacidades instaladas. En la **Tabla 5** se presenta el listado de las variables mencionadas:

Tabla 5: Variables para la clasificación del territorio

Variables para la clasificación del territorio	
<i>Variables excluyentes</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño de la Parcela</li> <li>• Densidad Edilicia</li> <li>• Densidad de Población</li> </ul>
<i>Variables complementarias</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas servidas de Infraestructura: Electricidad y Agua Potable</li> <li>• Zonificación municipal s/ordenanzas vigentes</li> <li>• Derechos de riego</li> </ul>

En cuanto a la *zonificación* a escala municipal, se indicó que la misma debe entenderse como un proceso mediante el cual se subdivide el espacio geográfico con el fin de instrumentar políticas públicas destinadas al ordenamiento y la regulación del suelo. Y que la misma, se debe sustentar en procedimientos y criterios científico-técnicos tales como: capacidad de carga, aptitud del territorio, índice de riesgo, entre otros. Esta zonificación, a su vez, deberá estar contenida en los planes de ordenamiento del territorio.

Con respecto a los Planes Municipales de Ordenamiento Territorial, se indica que, los mismos deberán estructurarse de acuerdo a la clasificación del territorio a nivel provincial, a los criterios generales previstos en el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial y siguiendo la metodología establecida en el mismo, cuyas etapas esenciales son: 1) Diagnóstico territorial y modelo actual, 2) escenarios alternativos (modelo tendencial y modelo deseado) y 3) el Plan propiamente dicho (modelo realizable), dentro del cual se identificarán los objetivos y las acciones previstas a través de programas, subprogramas y proyectos.

La Zonificación deberá realizarse bajo las definiciones del Modelo Territorial Deseado, el que establece.

- Un modelo de crecimiento urbano sustentable: la ciudad compacta, que impulse la densificación de las áreas urbanas ocupando los espacios vacantes y revitalizando los espacios obsoletos de las ciudades y evite la expansión indiscriminada de las manchas urbanas sobre las escasas superficies productivas de los oasis irrigados, impidiendo el consumo innecesario de recursos naturales y de suelo. Se deberán evitar modos de ocupación del suelo que generen fragmentación del territorio y segregación social.

- La zonificación del territorio municipal, conforme a los usos del suelo (residenciales, comerciales, industriales, recreativos, administrativos, de equipamiento, rurales, minería, petróleo, reservas u otros). La zonificación se determinará sobre la base del diagnóstico realizado y de acuerdo a lo establecido en la Ley N° 8051.

Se indican también los criterios para la determinación de: sub-áreas urbanizadas, sub-áreas urbanizables y sub-áreas no urbanizables. Además, de la necesidad de definir en cada sub-área, los patrones de asentamiento estableciendo la *denominación* correspondiente (comercial, residencial, industrial, etc.), *carácter*, *delimitación*, *usos del suelo*, *subdivisión del suelo* (amanzanamiento, parcelamiento), *ocupación del suelo* (FOS, FOT, retiros), *condiciones de ocupación* (requisitos de infraestructura, equipamiento, red vial y requisitos ambientales).

También se establecen criterios para la adecuación de los Códigos de Edificación y Ocupación del Suelo, en función del PMOT. En la **Tabla 6** se muestra la estructura propuesta para los Códigos Municipales.

Tabla 6: Propuesta de estructura para los Códigos Municipales

<b>Códigos Municipales</b>	
<i>Disposiciones Preliminares</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objeto y Ámbito de aplicación</li> <li>• Definiciones</li> <li>• Densidad de Población</li> </ul>
<i>Disposición generales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonificación de la totalidad del departamento en base a áreas y sub-áreas.</li> <li>• Complementación y articulación con instrumentos de coordinación, económicos y de gestión y control.</li> </ul>
<i>Disposiciones especiales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de áreas y sub-áreas.</li> <li>• Definición de patrones de asentamiento.</li> </ul>
<i>Disposiciones orgánicas y procedimentales</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Órgano de aplicación, procedimientos y tramitaciones.</li> </ul>
<i>Disposiciones punitivas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Infracciones y sanciones</li> </ul>
<i>Disposiciones complementarias</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas que quedan derogadas, normas transitorias, plazos, etc.</li> </ul>
<i>Anexos</i>	

En el PPOT se prevén a su vez, **Instrumentos Económicos** que conforman un sistema de incentivos para el logro de objetivos del desarrollo sostenible y a los efectos de lograr el equilibrio territorial. Entre estos instrumentos se pueden mencionar: *la unidad económica mínima sustentable, plusvalía, promoción y compensación por servicios ambientales*. Y también **Instrumentos de Gestión, Ejecución y Control**, como elementos de seguimiento y control de acciones. Entre ellos, se pueden mencionar los siguientes: *Auditoría Interna, Auditoría Externa de Impacto Territorial y Evaluación de Impacto Territorial*.

## 2.5.4 Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Mendoza

### 2.5.4.1 Introducción

El Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Mendoza se realizó utilizando la metodología propuesta en el Plan Provincial de Ordenamiento Territorial (PPOT).

En este plan se indica que la Ciudad de Mendoza ha sufrido en las últimas décadas, un conjunto de transformaciones y dinámicas urbanas que han modificado la morfología de la ciudad, provocando una considerable expansión urbana hacia el piedemonte, que ha llevado al desequilibrio del territorio.

En función de esto, se plantea como objetivo: *“Avanzar hacia un territorio departamental equilibrado, continuo y diverso, mediante la planificación de un desarrollo urbanístico socialmente equitativo y ambientalmente amigable como una prioridad para facilitar la toma de decisiones en el corto, mediano y largo plazo con el fin de garantizar el bien común de los ciudadanos”*.

En virtud de esto, se considera fundamental el control de la expansión de la ciudad hacia el piedemonte, mediante la compactación de la misma y un diseño urbano más eficiente. También se plantea trabajar en pos de la disminución de la desigualdad social, mediante programas y proyectos que tiendan a la cobertura universal de los servicios públicos y faciliten el acceso a la vivienda; y por otro lado, también se propone la recuperación de los ecosistemas naturales, a través de estrategias para evitar el deterioro ambiental, promoviendo a su vez, un mayor confort de la población.

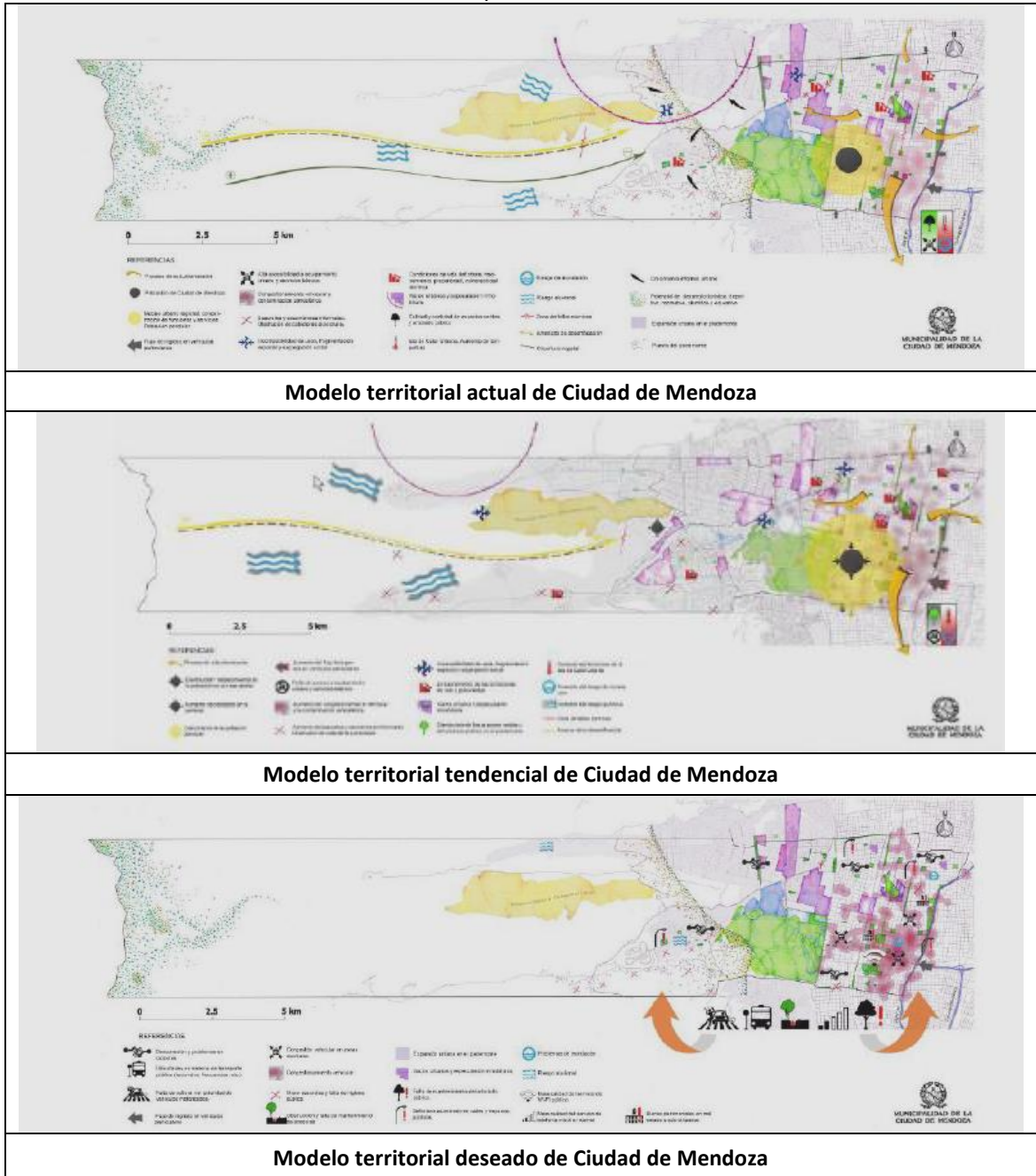
Por otra parte también se plantea que el ordenamiento del territorio departamental deberá proyectarse teniendo en cuenta la utilización de estrategias que respondan a la adaptación y mitigación del cambio climático.

En el Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Mendoza, se realizó en primer lugar el diagnóstico territorial, a través del análisis de los sub-sistemas: *físico-natural, socio-económico* (población, equipamiento, espacio público, vivienda, actividades económicas, infraestructura y problemáticas ambientales) y *político-institucional*.

Luego, y siguiendo los lineamientos establecidos en el PPOT, se desarrollaron los Modelos Territoriales: actual, tendencial y deseado. También se realizó la propuesta de programas, sub-programas y proyectos, tendientes a la concreción del Modelo Territorial realizable.

Para la confección de los modelos territoriales actual, tendencial y deseado, se analizaron los siguientes aspectos: *dinámica urbana, dinámica rural, movilidad urbana cotidiana, problemática ambiental, economía y desarrollo y equipamiento y accesibilidad*. En la **Tabla 7** se muestran los Modelos Territoriales: Actual, Tendencial y Deseado, elaborados por la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza.

Tabla 7: Modelos Territoriales: Actual, Tendencial y Deseado de la Ciudad de Mendoza



También en virtud de la aplicación de los instrumentos indicados en la normativa provincial, se realizó la clasificación territorial de la Ciudad de Mendoza, según las variables excluyentes y complementarias, establecidas en el PPOT, llegando de este modo a una Macrozonificación, de la que surgen las siguientes zonas:

- Zona residencial urbana
- Zona residencial suburbana
- Zona residencial piedemonte
- Zona rural de uso controlado
- Zona central
- Zona comercial
- Zonas especiales
- Zona de mayor naturalidad

- Zona natural de amortiguación
- Área de seguridad hídrica
- Zona inundación de dique

Se propone también la modificación del Código Urbano y de Edificación y la creación de nuevos códigos.

Como *Instrumentos Económicos* se plantean acciones vinculadas con los impuestos municipales que implican la eximición de pagos de tasas en algunos sectores de la ciudad a revitalizar, y la utilización del concepto de plusvalía, a materializarse a través de distintas acciones como el incremento del FOT por anexión de parcelas y por utilización de construcciones sustentables, entre otras.

#### **2.5.4.2 Propuestas vinculadas con la problemática de la Isla de Calor Urbana**

Teniendo en cuenta que el presente trabajo se refiere al análisis de la situación de la ventilación a nivel urbano en la Ciudad de Mendoza como medida de mitigación de la Isla de Calor, se analizaron las propuestas realizadas en el Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Mendoza, vinculadas con esta temática.

En el Modelo Territorial Actual, el cual se construye a través del diagnóstico realizado, surge la problemática de la Isla de Calor Urbana (ICU), donde se indica que esta condición se vincula, por un lado con el problema de la contaminación ambiental y la dificultad para el logro de la de remoción de contaminantes, y por otro lado con el aumento del consumo eléctrico para refrigeración interior.

En virtud de esto se plantea la necesidad de elaborar estrategias para mitigar los efectos de la ICU, en los espacios públicos, tratando de beneficiar el enfriamiento urbano y el acondicionamiento edilicio para mejorar las condiciones de confort interior y así lograr la disminución del consumo energético.

En este sentido se propone la utilización de materiales fríos en los espacios urbanos, los cuales al absorber menor cantidad de radiación favorecen el confort térmico en los espacios públicos en verano. Se considera que la incorporación de los mismos es de gran importancia, principalmente sobre las superficies horizontales de la ciudad.

También se indica que, desde el punto de vista de la vegetación, los pequeños parques insertos en la trama urbana, y bien distribuidos en la misma, influyen significativamente en la disminución de la isla de calor, siendo una herramienta importante para el acondicionamiento bioclimático nocturno.

En el Modelo Territorial Tendencial, se plantea que el fenómeno de la ICU, se incrementará con el crecimiento de la superficie urbana, de no implementarse medidas para su mitigación.

Finalmente, en el Modelo Territorial Realizable, el cual se conforma del conjunto de programas y proyectos, tendientes al abordaje de las distintas problemáticas, se plantean los siguientes proyectos, vinculados con la temática en estudio en el presente trabajo:

- Mitigación del fenómeno de Isla de Calor Urbana (Programa de confort ambiental y optimización del recurso hídrico): El fenómeno de la ICU es el fenómeno por el cual el área central de la ciudad, debido a diversos factores de composición urbana y geográfica, posee un marcado aumento de temperaturas en relación con el área periférica de la misma. Principalmente este aumento de temperaturas se evidencia en las temperaturas mínimas debido a que una de las problemáticas es la dificultad de enfriamiento nocturno.

El fenómeno ICU genera deterioro en las condiciones de confort térmico provocando disminución en el grado de habitabilidad tanto de espacios interiores como exteriores y, como principal problema, el incremento directo del consumo de energía para acondicionamiento térmico debido a la necesidad de utilización de manera activa de sistemas de climatización, entre otras consecuencias. La Ciudad de Mendoza presenta una marcada presencia de este fenómeno.

En la actualidad existen estudios que tratan modos de combatir este fenómeno y mejorar las condiciones de habitabilidad de la ciudad. Se plantea entonces que a partir de estudios de investigación o académicos existentes en relación al fenómeno de Isla de Calor Urbana, el municipio genere estrategias de mitigación del mismo. Las estrategias deben estar orientadas a los efectos sobre los espacios públicos y los modos de beneficiar el enfriamiento urbano, así como también al acondicionamiento edilicio para mejorar las condiciones de confort interior y la disminución del consumo energético.

- Actualización del Código de Edificación (Programa de actualización de normativa urbana): Los cambios en las dinámicas urbanas y las tendencias en la industria de la construcción, hacen necesario una revisión de la normativa vigente, que fue formulada en tiempos diferentes y, en algunos casos, resulta contradictoria, confusa u obsoleta. Las nuevas tecnologías, modalidades y demandas constructivas deben ser reconocidas e incorporadas al Código de Edificación.

El proyecto de actualización contempla entre otros puntos: las tipologías de edificios, las dimensiones mínimas de locales, requerimientos en cuanto a normativa eléctrica y sanitaria, prevenciones contra incendios y criterios bioclimáticos.

### **2.5.5 Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza**

Como ya se mencionó precedentemente, y en virtud de la temática planteada en el presente trabajo, que abarca el análisis de aspectos urbanos y de edificación de la Ciudad de Mendoza, resulta necesaria la utilización del *Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza*, ya que es importante contar con los valores consignados en el mismo, en cuanto a los indicadores urbanos establecidos para las distintas zonas de la ciudad, y las tipologías edilicias permitidas en cada caso.

Cabe aclarar, que el Código utilizado en el presente trabajo, es el último publicado en 2019, como ya se indicó precedentemente; el cual permitirá la construcción de escenarios teóricos de análisis, y a su vez ayudará a determinar, el grado de incidencia de los distintos indicadores codificados, en la optimización de la ventilación en los espacios abiertos de la ciudad.

En este punto, no se debe perder de vista que la ciudad actual, es el resultado de muchos códigos y normativas municipales que han configurado la forma urbana resultante, y que en muchos casos, no dan cumplimiento a los requerimientos actuales.

#### **2.5.5.1 Conceptos del Código**

En este apartado, se indican algunos aspectos referidos al Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, como las temáticas reguladas por el mismo, su alcance, algunas definiciones de interés y los indicadores urbanos que serán de aplicación en el presente trabajo.

El Código se divide en dos partes, la primera dedicada a la ciudad (Código Urbano) y la segunda dedicada a las construcciones (Código de Edificación).

### ***a) Temáticas reguladas por el Código***

Los principales aspectos reglamentados por este Código son los que listan a continuación:

- La problemática urbana, construcciones en la vía pública y obras relacionadas con éstas.
- Las construcciones de nuevos edificios, obras e instalaciones complementarias.
- Las ampliaciones, refacciones y modificaciones de edificios y de construcciones complementarias.
- La conservación de los edificios y construcciones.
- La demolición de los edificios y construcciones.
- Las instalaciones técnicas propiamente dichas y las de los edificios, construcciones y vía pública.
- La seguridad de los edificios y construcciones.
- El diseño arquitectónico urbano.
- El uso de los edificios y de los espacios libres privados y públicos.

### ***b) Radio de aplicación del Código***

El Código Urbano y de Edificación es de aplicación dentro de la jurisdicción del Departamento de la Ciudad de Mendoza.

### ***c) Actualización e interpretación del Código***

En la introducción al Código, se indica que la Comisión Especial de Planeamiento Urbano y Código de Edificación de la Ciudad de Mendoza, actuará como Comisión Asesora para la interpretación y adecuación del mismo, a los efectos de subsanar deficiencias que pudieran surgir, incorporar reformas o realizar supresiones y agregados, en función de las nuevas situaciones urbanísticas o arquitectónicas que pudieran presentarse en el futuro. Las propuestas que se realicen desde esta Comisión Asesora, serán elevadas a consideración de las autoridades municipales.

### ***d) Definiciones aplicables***

En este apartado se presenta una recopilación de las definiciones de distintos componentes urbanos y de edificación, establecidos en el Código, que serán de aplicación en el presente trabajo:

- ***Acera:*** espacio entre el cordón de la calzada o la acequia y la línea municipal o de edificación destinada a la circulación de peatones.
- ***Basamento:*** es la construcción que puede ocupar hasta los límites del predio sin retiros obligatorios (laterales y posteriores) y hasta una altura prefijada, respetando solo los patios reglamentarios y los indicadores de FOS y FOT exigidos.



- **Calzada:** espacio de la vía pública, destinado a la circulación de vehículos de todo tipo. Sinónimo: calle, camino.
- **Carácter Urbanístico:** concepto que define las características básicas de la regulación en una zona y las principales condiciones en cuanto a tipo e intensidad de uso de la misma, de manera descriptiva y orientativa para el emprendimiento de las acciones privadas y la efectivización del control de asentamiento.
- **Centro Libre de Manzana (corazón de manzana):** superficie no edificable del terreno, destinada prioritariamente a espacio libre verde y suelo absorbente, comprendida entre las líneas internas de edificación.
- **Edificio entre medianeras:** el que puede extenderse hasta las líneas laterales divisorias de la parcela.
- **Edificio de perímetro libre (torre):** aquel cuyos paramentos deben estar retirados de las líneas divisorias de la parcela desde el nivel de la cota cero (0.00), según las relaciones de altura y distancia establecidas.
- **Espacio Urbano:** se considera espacio urbano a:
  - a) El espacio de la vía pública y el comprendido entre las Líneas Municipales y/o las de retiro obligatorio o voluntario de la edificación.
  - b) El espacio de centro de manzana.
  - c) El espacio entre paramentos laterales de los edificios y la línea divisoria de parcela cuando el espacio resultante de ese distanciamiento se comunique directamente con la vía pública o con el centro de manzana.
- **Fachada de Frente:** la que se materializa en el frente de la parcela comunicándose directamente con el espacio urbano de la vía pública.
- **Fachadas Internas:** las que se materializan en el interior de la parcela y no se comunican directamente con el centro de manzana o con el espacio de la vía pública.
- **Fachada de Fondo:** la fachada interna más próxima a la línea divisoria de fondo de parcela.
- **Fachadas Laterales:** las que se materializan distanciándose de las líneas divisorias de parcela generando un espacio que se comunica directamente con el espacio de la vía pública y/o con el centro de manzana.
- **Factor de Ocupación del Suelo (F.O.S.):** porcentaje de la superficie total del terreno que se puede ocupar con la proyección horizontal del total de la edificación.
- **Factor de Ocupación Total (F.O.T.):** es la relación del total de la superficie edificable y la superficie total de la parcela.
- **Línea de Edificación (L.E.):** línea señalada por la Municipalidad a partir de la cual se podrán efectuar construcciones en la parcela. Dicha línea podrá ser coincidente con la

Línea Municipal o fijarse a partir de una distancia mínima a la misma, que en relación a cada zona estuviere determinada o se determinare.

- **Línea Municipal (L.M.):** línea que deslinda la parcela de la vía pública y es la correspondiente a la traza del perímetro de la manzana respectiva, coincidente con el frente de parcela.
- **Línea Divisoria Lateral de la Parcela:** la que intersecta la Línea Municipal y/o la línea divisoria de fondo.
- **Línea Divisoria de Fondo de Parcela:** línea comprendida entre las divisorias laterales y opuestas a la línea de frente de la parcela.
- **Manzana:** superficie de terreno construida por una o más parcelas edificadas o no, delimitadas por espacios del dominio público, generalmente destinados a circulación.
- **Máxima altura edificable (H):** medida vertical total de la edificación, tomada desde la cota de vereda correspondiente a la parcela, hasta el punto más elevado de la construcción, sin considerar la altura de los volúmenes emergentes.
- **Morfología Urbana:** modo físico de ocupar o de organizar el espacio urbano.
- **Niveles de construcción:** la cantidad de pisos, incluida Planta Baja, que surgen a partir de los indicadores urbanos.
- **Patio:** espacio descubierto, circundado de muros y/o galerías.
- **Parcela:** superficie indivisa de terreno designada como tal en planos registrados por la autoridad competente.
- **Retiro:** espacio vacante o vacío de todo tipo de construcción en un predio. Separación o distancia a la cual tiene que estar la construcción desde sus límites frontales, laterales, posteriores o entre torres, sin ningún tipo de construcción en este espacio.
- **Superficie Cubierta:** es el total de la suma de las superficies parciales de los locales, entrepisos, voladizos y pórticos de un edificio, incluyendo la sección horizontal de muros y tabiques en todas las plantas, hasta las líneas divisorias laterales de las parcelas.
- **Tejido Urbano:** relación entre los volúmenes edificados y el espacio urbano.
- **Tipología Edilicia:** forma de organizar el espacio construido según características constructivas y funciones del mismo.
- **Torre con basamento:** es la construcción que combina la torre sobre el basamento.
- **Uso del Suelo:** término que designa la actividad o propósito específico a que se destina un inmueble.
- **Vereda:** espacio de la vía pública destinado al tránsito de peatones. Se extiende entre la Línea Municipal y el Cordón de la vereda sin acera.
- **Vía pública:** espacio común de propiedad pública, limitado por las líneas de cierre municipales.

## ***e) Macrozonificación***

En el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza se establecen macrozonas delimitadas por usos característicos y predominantes en las mismas. Estas zonas han sido delimitadas por ejes de calles y/o coordenadas POSGAR 2007. En la **Figura 40**, se agrega el plano de Macrozonificación de la Ciudad de Mendoza, el cual puede verse con mayor detalle en **Anexo Planos**.

A continuación se agrega una breve descripción de todas las zonas en que ha sido dividido el ejido municipal de la Ciudad de Mendoza:

### **1) Zona Residencial Urbana**

Zona destinada a la localización predominantemente de la vivienda con el fin de garantizar y preservar las buenas condiciones de habitabilidad de carácter barrial, de media y alta densidad. Admitiéndose en los casos de ejes de desarrollo usos compatibles con el residencial para otorgar abastecimiento a éstos.

*Usos de suelo:* zona de predominancia residencial con usos complementarios de comercio, abastecimiento diario y servicios.

### **2) Zona Residencial Suburbana**

Zona destinada a la localización de viviendas de baja densidad demográfica, constructiva y de ocupación (FOS y FOT). Se lo considera un sector intermedio o periférico del área urbana consolidada, el cual debe mantener características del sector natural y del residencial. Quedará sujeta a obras de mitigación indicadas y aprobadas por los organismos competentes. Las nuevas construcciones permitidas en el área deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El uso permitido será de vivienda unifamiliar.
- Se podrán construir como máximo 8,50 m, contados desde la cota 0,00.
- La ocupación máxima del terreno será de 0,35.
- Prever equipamiento sustentable, tomando como referencia el Código de Construcciones Sustentables vigente en la Ciudad de Mendoza.
- La superficie mínima de terreno será de quinientos metros cuadrados (500 m<sup>2</sup>).
- Armonizar con el ambiente, respetando su fisonomía o paisaje.































*Usos de suelo:* zona de predominancia residencial con usos complementarios de actividades compatibles con la vivienda a escala barrial.



INDICADORES URBANOS (ORD. N° 3978/19)

Figura 40: Plano de Macrozonificación de la Ciudad de Mendoza

REFERENCIAS MACROZONIFICACIÓN			
	Mayor Naturalidad		Especial Parque Gral. San Martín
	Natural de Amortiguación		Expansión Parque Gral. San Martín
	Reserva Divisadero Largo		Especial UNCuyo
	Área de seguridad Hídrica		Especial Ejercito
	Zona de Inundación de Dique		Especial ExAeroparque
	Especial Autódromo		Residencial de uso controlado
	Especial Sede Distrito Piedemonte		Residencial Piedemonte
	Expansión Sede Distrito Piedemonte		Residencial Urbano
	Especial Club San Ceferino		Residencial Suburbano

<p><b>ZONA R-R1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> RESIDENCIAL</li> <li> RESIDENCIAL 1</li> <li> RESIDENCIAL 1 a</li> <li> RESIDENCIAL DALVIAN</li> </ul> <p><b>ZONA R2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> RESIDENCIAL 2</li> <li> RESIDENCIAL 2 a</li> <li> RESIDENCIAL 2 as</li> <li> RESIDENCIAL 2 t</li> </ul> <p><b>ZONA R2PP</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> PRESERVACION PATRIMONIAL</li> </ul>	<p><b>ZONA R3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> RESIDENCIAL 3</li> <li> RESIDENCIAL 3 as</li> </ul> <p><b>ZONA R4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> RESIDENCIAL 4</li> </ul> <p><b>ZONA R5</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> RESIDENCIAL 5</li> </ul> <p><b>ZONA R6</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> RESIDENCIAL 6</li> <li> RESIDENCIAL 6a</li> <li> RESIDENCIAL 6as</li> </ul> <p><b>ZONA CENTRAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> CENTRAL 1</li> <li> CENTRAL 1 t</li> <li> CENTRAL 2</li> <li> CENTRAL 2 t</li> </ul>
<p><b>ZONA C1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> COMERCIAL 1</li> <li> COMERCIAL 1 t</li> </ul> <p><b>ZONA C2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> COMERCIAL 2</li> <li> COMERCIAL 2 t</li> </ul> <p><b>ZONAS ESPECIALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> UNIVERSITARIA 1</li> <li> UNIVERSITARIA 2</li> <li> ZONA ESPECIAL</li> <li> ESPACIOS VERDES</li> <li> DISTRITO SUSTENTABLE</li> <li> BARRIO CIVICO</li> </ul>	

### 3) Zona Residencial Piedemonte

Sector de amortiguamiento o interfaz entre el sector natural y de seguridad hídrica con el residencial. Aquí se encuentran dos cauces aluvionales, uno en su límite sur y otro que atraviesa por el centro. Según estudios del Instituto Nacional del Agua, se encuentra evaluado como área de alta y muy alta peligrosidad para las personas e infraestructuras que se localicen en el lugar y tiene la función de evitar el rápido escurrimiento del agua de precipitaciones hacia los asentamientos localizados a menores alturas. Quedará sujeto a obras de mitigación indicadas y aprobadas por los organismos competentes.

En consonancia con lo mencionado, deberá mantener las características constructivas de viviendas de la zona residencial suburbana teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Adaptación del trazado urbano a la forma del terreno, donde predominen calles en forma paralela a las curvas de nivel y evitando la máxima perpendicularidad a las mismas.
- Conservación de la red de avenamiento natural, evitando la impermeabilización de cauces.
- Armonización con el ambiente, respetando su fisonomía o paisaje.
- Instalación de tecnologías que permitan el aprovechamiento del agua pluvial, vertientes y subterránea para riego y/o consumo.
- Empleo de sistemas para favorecer la infiltración y evitar dirigir excedentes pluviales fuera del predio.
- Sistemas para el tratamiento y disposición final de los efluentes cloacales.
- Prever equipamiento sustentable, tomando como referencia el Código de Construcciones Sustentables vigente de Ciudad de Mendoza.
- Forestación con especies adaptadas al lugar, para fijación de suelos, sombra, mejoramiento del paisaje, recreación y prevención de la erosión.
- Evitar la existencia de espacios abiertos sin cobertura vegetal.
- Fomentar el diseño de espacios verdes de retención comunitarios como plazas inundables (retienen agua durante tormentas por ser una depresión y al secarse y evacuarla mantienen su uso recreativo).

*Usos de suelo:* los usos del suelo se establecen en la Ordenanza N° 3687/07.

#### **4) Zona Residencial de Uso Controlado**

Área conformada por la localización de población rural dispersa. Este tipo de asentamiento es considerado como de uso residencial adaptado por provocar menores costos ambientales, existir un acondicionamiento ambiental de la urbanización al medio físico-biológico y reducir el escurrimiento torrencial instantáneo, favoreciendo la infiltración con un uso racional de los recursos hídricos locales. Se determinaron áreas rurales de uso controlado en sectores cercanos a las vías de acceso existentes, alejadas de cauces naturales y que posean pendientes menores.

Usos permitidos: se permitirán actividades científicas, de conservación, recuperación y monitoreo, forestación con especies nativas, de educación ambiental y actividades deportivas.

Usos restringidos: actividades que requerirán evaluación previa:

- Deportivas motorizadas.
- Turismo de bajo impacto, entendiendo por tal al que no sea de uso extensivo, masivo ni concentrado, circuitos e infraestructura turística que armonice con el ambiente, respetando su fisonomía o paisaje.
- Agricultura familiar.

- Defensas aluvionales.
- Infraestructura comunitaria y/o pública, como salud, educación, seguridad, comercio, recreación, cultura, ecoturismo y otros, debiendo integrarse al paisaje o al entorno del área.
- Publicidad a través de carteles o señalizaciones que no perturben o alteren la armonía del entorno.
- Ampliaciones de viviendas existentes.

Usos no permitidos: nuevas construcciones residenciales individuales o comunitarias. En aquellos puestos que actualmente se encuentren dentro del área de alto y muy alto peligro aluvional o de deslizamiento, deberán realizarse obras de mitigación o ser relocalizadas en caso de ser inviables las mismas. Además, se mantendrá el permiso de localización si cumplen con el mantenimiento natural y sanitario del lugar, siendo los basurales razón suficiente para la aplicación de multa.

## 5) Zonas Especiales

Se distinguen como categoría de zonas que no son reguladas por los presentes patrones normativos por presentar características particulares:

- *Ejército Argentino:* tiene vigencia la Ley N° 4886, modificada por Ley N° 6186. Zona 5 – Ejército Argentino.
- *Aeroparque:* tiene vigencia la Ley N° 4886, modificada por Ley N° 6186. Zona 3 – Aeroparque.
- *Autódromo:* tiene vigencia la Ley N° 4886, modificada por Ley N° 6186. Zona 8 – Antiguo Límite Parque General San Martín.
- *Sede Distrito Piedemonte:* la sede municipal piedemonte contempla un centro de servicios para el entorno circundante, dependencias municipales y provinciales descentralizadas, sectores educativos, espacios de capacitación, innovación y tecnología, vivero municipal y áreas de actividades deportivas y turísticas en vinculación con el área urbana y el piedemonte. Las nuevas construcciones permitidas en el área deberán tener en cuenta las siguientes consideraciones:
  - Se podrá construir como máximo ocho metros cincuenta centímetros (8,50 m), contados desde la cota cero (0,00).
  - La ocupación máxima del terreno será de 0,50.
  - Prever equipamiento sustentable, tomando como referencia el Código de Construcciones Sustentables vigente de la Ciudad de Mendoza.
  - Armonizar con el ambiente, respetando su fisonomía o paisaje.
- *Expansión Sede Distrito Piedemonte:* abarca servicios y actividades complementarias a las que se desarrollan en la Sede Distrito Piedemonte. En consonancia con lo mencionado

para la zona Sede Municipal Piedemonte, deberá mantener las características constructivas teniendo en cuenta además las siguientes consideraciones:

- Se podrá construir como máximo ocho metros cincuenta centímetros (8,50 m), contados desde la cota cero (0,00).
- La ocupación máxima del terreno será de 0,40.
- Adaptación del trazado urbano a la forma del terreno, donde predominen calles en forma paralela a las curvas de nivel y evitando la máxima perpendicularidad a las mismas.
- Conservación de la red de avenamiento natural, evitando la impermeabilización de cauces.
- Armonización con el ambiente, respetando su fisonomía y paisaje.
- Instalación de tecnologías que permitan el aprovechamiento de agua pluvial, vertientes y subterránea para riego y/o consumo.
- Empleo de sistemas para favorecer la infiltración y evitar dirigir excedentes pluviales fuera del predio.
- Sistemas para el tratamiento y disposición final de efluentes cloacales.
- Prever equipamiento sustentable, tomando como referencia el Código de Construcciones Sustentables vigente de la Ciudad de Mendoza.
- Forestación con especies adaptadas al lugar, para fijación de suelos, sombra, mejoramiento del paisaje, recreación y prevención de la erosión.
- Evitar la existencia de espacios abiertos sin cobertura vegetal.
- Fomentar el diseño de espacios verdes de retención comunitarios como plazas inundables (retienen el agua durante tormentas por ser una depresión y al secarse y evacuarla mantienen su uso recreativo).
- *Club San Ceferino*: área delimitada por terrenos municipales con características de alta peligrosidad aluvional y fuertes pendientes. Uso del suelo: recreacional, turístico y deportivo.
- *Reserva Natural Divisadero Largo*: área protegida (Ley Provincial N° 4902).
- *Parque Gral. San Martín*: Ley Provincial N° 6394, ha sido declarado Área Ambiental Urbana Protegida con administración de la Dirección de Parques y Paseos Públicos. Tiene vigencia la Ley N° 4886, modificada por Ley N° 6186. Zona 7 - Parque General San Martín.
- *Expansión parque*: Tiene vigencia la Ley N° 4886, modificada por Ley N° 6186. Zona 8 - Antiguo Límite Parque General San Martín. Los usos del suelo dominantes son:
  - En los terrenos desafectados por la Ley N° 2536; recreacional, turístico (camping, hotelería, casas de té, restaurantes), institucional y educación de investigación.



- Resto del área: las áreas vacantes serán destinadas a expansión del parque General San Martín. Deberá aplicarse la Ley N° 2617.
- *Universidad Nacional de Cuyo*: Tiene vigencia la Ley N° 4886, modificada por Ley N° 6186. Zona 6 – Centro Universitario.
  - Usos del suelo: Educación Superior
  - Congelar usos: no se admitirán otros usos que los afines al Educacional Universitario. En el caso de erradicación de las instituciones instaladas en el mismo, estas áreas vacantes serán destinadas a expansión de la Ciudad Universitaria.

## 6) Zona de mayor naturalidad

Contiene al sector de precordillera y parte del piedemonte. Se caracteriza por su alto grado de naturalidad, donde los ecosistemas presentan nulo o mínimo impacto antrópico.

**Usos permitidos:** sólo para actividades científicas, de conservación, recuperación, monitoreo, forestación con especies nativas, de educación ambiental y andinismo.

**Usos restringidos:** actividades que requerirán evaluación previa: 1) actividades recreativas, deportivas y de turismo de muy bajo impacto, entendiéndose por tales las que no sean de uso extensivo, masivo ni concentrado; 2) infraestructura de caminos o senderos; 3) pequeñas obras de mitigación aluvional.

**Usos no permitidos:** 1) construcción de loteos o construcciones individuales particulares y/o cualquier tipo de asentamiento o radicaciones dentro de la zona delimitada; 2) infraestructura de servicios generales y específicos, líneas eléctricas, oleoductos, gasoductos, plantas potabilizadoras, acueductos y comunicaciones; 3) actividades agrícolas o ganaderas; 4) minería de cualquier tipo.

## 7) Zona Natural de Amortiguación

Es una extensa área que posee preponderancia del ecosistema de piedemonte; siendo una vinculación del ambiente natural con el área urbanizada. Esta zona brinda servicios ambientales de gran importancia para la población, entre ellos, la reducción de la amenaza aluvional por su cobertura vegetal; la mitigación de la isla de calor urbana; el favorecimiento de la brisa natural montaña-valle que permite que la masa de aire fresco se desplace hacia la ciudad. Es un área también que brinda un gran potencial paisajístico, recreativo, cultural, turístico y deportivo.

**Usos permitidos:** actividades científicas, de conservación, recuperación y monitoreo, forestación con especies nativas, de educación ambiental, actividades deportivas no motorizadas (adaptadas a la zona) y actividades turísticas de bajo impacto.

**Usos restringidos:** actividades que requerirán evaluación previa: 1) infraestructura deportiva y turística (caminos, zonas de camping, señalización, postas, entre otros, que armonice con el ambiente, respetando su fisonomía o paisaje); 2) actividades deportivas motorizadas como endurismo turístico, sólo por caminos públicos de doble huella; 3) actividades deportivas y turísticas de mayor convocatoria; 4) agricultura y ganadería familiar; 5) defensas aluvionales.

**Usos no permitidos:** 1) construcción de loteos o construcciones individuales particulares y/o cualquier tipo de asentamiento o radicaciones dentro de la zona delimitada; 2) cualquier modificación que signifique una alteración del estado natural; 3) equipamiento e infraestructura permanente de amplia superficie o para altas concentraciones de población.

## **8) Área de Seguridad hídrica**

Área definida a partir del cruce del estudio de amenaza aluvional en el piedemonte del AMM realizado por el INA y un escenario de inundación del Canal Papagayos de 330 m<sup>3</sup>/s, realizado por la Dirección de Hidráulica. La irregularidad de precipitaciones y la concentración de las mismas en el territorio generan una red de cauces menores pero pronunciados que los interconecta y ponen en peligro aluvional a todo el sector. Por ello la vegetación se considera de máxima importancia y cualquier accionar humano que la impacte debería ser sancionado.

**Usos permitidos:** actividades científicas, de conservación, recuperación y monitoreo, forestación con especies nativas, de educación ambiental, senderismo, andinismo y mountain bike.

**Usos restringidos:** actividades que requerirán evaluación previa: 1) defensas aluvionales; 2) actividades turísticas y deportivas; 3) infraestructura general de servicios, caminos y señalización.

**Usos no permitidos:** 1) instalaciones y equipamiento permanente que puedan albergar personas; 2) construcción de loteos o construcciones individuales particulares y/o cualquier tipo de asentamientos o radicaciones dentro de la zona delimitada; 3) queda prohibida la destrucción o degradación de los recursos naturales existentes en el área y toda acción que signifique la alteración de la vegetación, topografía y calidad del paisaje.

## **9) Zona de inundación de dique**

Corresponde al vaso de inundación del dique Frías y Papagayos. Estos cumplen la función de contener los flujos aluvionales de las cuencas del mismo nombre, las cuales abarcan una gran superficie sobre el territorio de Ciudad de Mendoza, Godoy Cruz y Las Heras. Frente a una tormenta de gran envergadura este sector quedaría sumergido y es por ello que queda prohibido el asentamiento humano.

**Usos permitidos:** actividades científicas, de conservación, recuperación y monitoreo, forestación con especies nativas, de educación ambiental, senderismo, andinismo y mountain bike.

**Usos restringidos:** actividades que requieran evaluación previa: 1) actividades turísticas y deportivas; 2) actividad minera de categoría 2 y categoría 3, conforme a las especificaciones emanadas de la Dirección Provincial de Minería y previa realización de la evaluación de impacto ambiental; 3) infraestructura general de servicios, caminos y señalización.

**Usos no permitidos:** 1) instalaciones y equipamiento permanente que puedan albergar personas; 2) construcción de loteos o construcciones individuales particulares y/o cualquier tipo de asentamientos o radicaciones dentro de la zona delimitada.

## ***f) Zonificación de la Ciudad de Mendoza***

En este apartado se muestran las zonas en que se encuentran divididos los sectores: centrales, residenciales y comerciales del núcleo urbano consolidado de la Ciudad de Mendoza, con sus correspondientes nomenclaturas y patrones normativos.

### **Nomenclatura**

La nomenclatura utilizada ha sido elegida a fin de agilizar la comprensión de las normas. Cada zona está designada por una letra mayúscula que expresa la característica dominante según los indicadores urbanos, que configuran la morfología del sector.

- **Cen:** Central
- **C:** Comercial
- **R:** Residencial

La letra minúscula expresa los usos supuestos a promover en el sector.

- **a:** usos vinculados al abastecimiento diario de las zonas residenciales.
- **as:** usos vinculados al abastecimiento diario y de servicios de las zonas residenciales.
- **t:** actividades y servicios vinculados al turismo y esparcimiento.
- **PP:** zona caracterizada por ser Sitio Urbano Histórico. Predominantemente residencial uni y plurifamiliar con edificios y/o espacios considerados de valor patrimonial: arquitectónico, simbólicos o ambientales. Prevalece el criterio de usos restringidos, que permiten salvaguardar el patrimonio histórico-cultural.

### **Patrones Normativos**

**Zonas Residenciales:** son las zonas de baja-media densidad, destinadas a la localización predominantemente de la vivienda con el fin de garantizar y preservar las buenas condiciones de habitabilidad, admitiéndose en el caso de los ejes de desarrollo, usos conexos con el residencial.

**Zonas Centrales y Comerciales:** son zonas de media-alta densidad, destinadas a la localización predominante de usos administrativos, institucionales, financieros, comerciales y de servicios a distintos niveles cuali y cuantitativos, que definen rasgos diferenciales entre las distintas categorías. Tales funciones producen algún tipo de molestias (congestión vehicular, ruidos, etc.) que podrían perturbar las condiciones de habitabilidad de la función residencial.

A continuación se agrega un resumen de cada una de las zonas en que se divide el conglomerado urbano, con indicación de las especificaciones correspondientes e indicadores de uso del suelo:

- 1) Zona Central 1 (Cen1):** zona de edificación continua obligatoria (basamento), con o sin torre, no permitiéndose la torre exenta (perímetro libre). Con zócalo comercial obligatorio (locales comerciales).
- 2) Zona Central 2 (Cen2):** zona de edificación continua obligatoria (basamento), con o sin torre, no permitiéndose la torre exenta (perímetro libre), y resultando optativos los locales comerciales.
- 3) Zona Comercial 1 (C1):** la tipología edilicia permitida consiste en basamento, torre con basamento, torre (perímetro libre), resultando optativos los locales comerciales.

- 4) **Zona Comercial 2 (C2):** la tipología edilicia permitida consiste en basamento, torre con basamento, torre (perímetro libre), resultando optativos los locales comerciales.
- 5) **Zona Residencial 6 (R6):** zona de edificación continua (basamento), o edificación aislada (perímetro libre). La cantidad de niveles será la que corresponda al rango de superficies de la parcela, pudiendo la edificación tener retiro frontal obligatorio o voluntario.
- 6) **Zona Residencial 5 (R5):** zona de edificación aislada en torres de perímetro libre con baja ocupación del suelo, con retiros y amplios sectores parquizados. La cantidad de niveles será la que corresponda al rango de superficies de la parcela.
- 7) **Zona Residencial 4 (R4):** zona de edificación continua (basamento), o edificación aislada (perímetro libre). La cantidad de niveles será la que corresponda al rango de superficies de la parcela.
- 8) **Zona Residencial 3 (R3):** zona de edificación continua (basamento), o edificación aislada (perímetro libre). La cantidad de niveles será la que corresponda al rango de superficies de la parcela, pudiendo la edificación tener retiro frontal obligatorio o voluntario.
- 9) **Zona Residencial 2 (R2):** zona de edificación continua (basamento), o edificación aislada (perímetro libre). La cantidad de niveles será la que corresponda al rango de superficies de la parcela, pudiendo la edificación tener retiro frontal obligatorio o voluntario.
- 10) **Zona Residencial 2PP (R2PP):** zona de edificación continua (basamento), o edificación aislada (perímetro libre). La cantidad de niveles será la que corresponda al rango de superficies de la parcela, pudiendo la edificación tener retiro frontal obligatorio o voluntario.
- 11) **Zona Residencial 1 (R1):** zona de edificación continua (basamento), o edificación aislada (perímetro libre). La cantidad de niveles será la que corresponda al rango de superficies de la parcela, pudiendo la edificación tener retiro frontal obligatorio o voluntario.

En la **Tabla 8**, se presentan los valores de FOS y FOT máximo y mínimo, altura máxima, retiro frontal, retiros laterales, retiros posteriores y separación entre torres, establecidos por el Código para cada una de las zonas indicadas precedentemente.

*Tabla 8: Resumen de Indicadores urbanos para las distintas zonas (Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza)*

Zona	Superficie (m <sup>2</sup> )	FOS		FOT		Alt. max. (m)	Ret. Front. Torre	Retiro Lateral (min 3m)	Ret. Post. (min 6m)	Sep. entre torres (min 6m)
		min	max	min	max					
<b>CENTRAL 1</b>	1251	0.40	0.70	2.80	7.20	71	9	15% h	30% h	20% h
	De 501 a 1250	0.50	0.80	2.40	6.00	48	9			
	500	0.60	0.85	2.00	4.25	30	9			
<b>CENTRAL 2</b>	1251	0.40	0.60	2.00	6.00	59	9	15% h	30% h	20% h
	De 501 a 1250	0.50	0.70	1.80	5.00	41	9			
	500	0.60	0.80	1.60	4.00	28	9			

Zona	Superficie (m2)	FOS		FOT		Alt. max. (m)	Ret. Front. Torre	Retiro Lateral (min 3m)	Ret. Post. (min 6m)	Sep. entre torres (min 6m)
		min	max	min	max					
C1	1251	0.40	0.60	1.80	7.00	69	9	15% h	30% h	20% h
	De 501 a 1250	0.50	0.70	2.10	6.00	48	9			
	500	0.60	0.80	1.60	4.00	28	9			
C2	1251	0.40	0.60	1.80	6.00	59	9	15% h	30% h	20% h
	De 501 a 1250	0.50	0.70	2.10	4.00	33	9			
	500	0.60	0.80	1.60	3.50	25	9			
R6	1001	0.35	0.50	1.00	2.50	30	9	20% h	30% h	20% h
	De 401 a 1000	0.40	0.55	1.10	2.40	26	9			
	400	0.45	0.65	1.30	2.30	22	9			
R5	1251	0.00	0.40	0.00	3.60	48	9	20% h	30% h	20% h
	De 501 a 1250	0.00	0.45	0.00	2.40	33	9			
	500	0.00	0.60	0.00	1.80	26	9			
R4	1001	0.30	0.40	1.20	3.00	41	9	20% h	30% h	20% h
	De 401 a 1000	0.40	0.50	1.00	2.40	26	9			
	400	0.50	0.60	1.20	2.20	20	9			
R3	1001	0.00	0.50	0.00	1.50	10	9	20% h	30% h	20% h
	De 401 a 1000	0.00	0.60	0.00	1.20	10	9			
	400	0.00	0.70	0.00	1.00	10	9			
R2PP	1001	0.35	0.50	1.36	3.50	41	9	20% h	30% h	20% h
	De 401 a 1000	0.40	0.50	1.00	2.50	26	9			
	400	0.45	0.60	1.20	2.25	22	9			
R2	1001	0.35	0.45	1.35	2.50	30	9	20% h	30% h	20% h
	De 601 a 1000	0.40	0.50	1.00	2.30	25	9			
	600	0.50	0.60	0.60	2.40	21	9			
R1	1001	0.00	0.60	0.00	1.80	12	9	20% h	30% h	20% h
	De 401 a 1000	0.00	0.60	0.00	1.65	10	9			
	400	0.00	0.60	0.00	1.50	10	9			

# **CAPÍTULO 3**

## **METODOLOGÍA**

### 3. METODOLOGÍA

El desarrollo metodológico del presente trabajo se estructuró en tres etapas, según el siguiente detalle:

- **Primera Etapa – Diagnóstico:** En esta etapa se realizará un diagnóstico de la situación actual en cuanto a las posibilidades de ventilación de distintos sectores de la Ciudad de Mendoza, previamente seleccionados, en virtud de ser representativos de diferentes morfologías urbanas y edilicias.
- **Segunda Etapa – Diseño de Escenarios:** en este apartado se confeccionarán escenarios teóricos basados en valores codificados de factor de ocupación del suelo (FOS) y factor de ocupación total (FOT), sobre algunas manzanas que se seleccionarán en virtud del análisis realizado en la primera etapa. Estos escenarios serán evaluados en su comportamiento frente al viento y al asoleamiento.
- **Tercera Etapa – Modelo Predictivo:** en virtud de las variables identificadas en las etapas anteriores, en esta etapa se trabajará en el desarrollo de un modelo predictivo, utilizando el análisis estadístico multivariado.

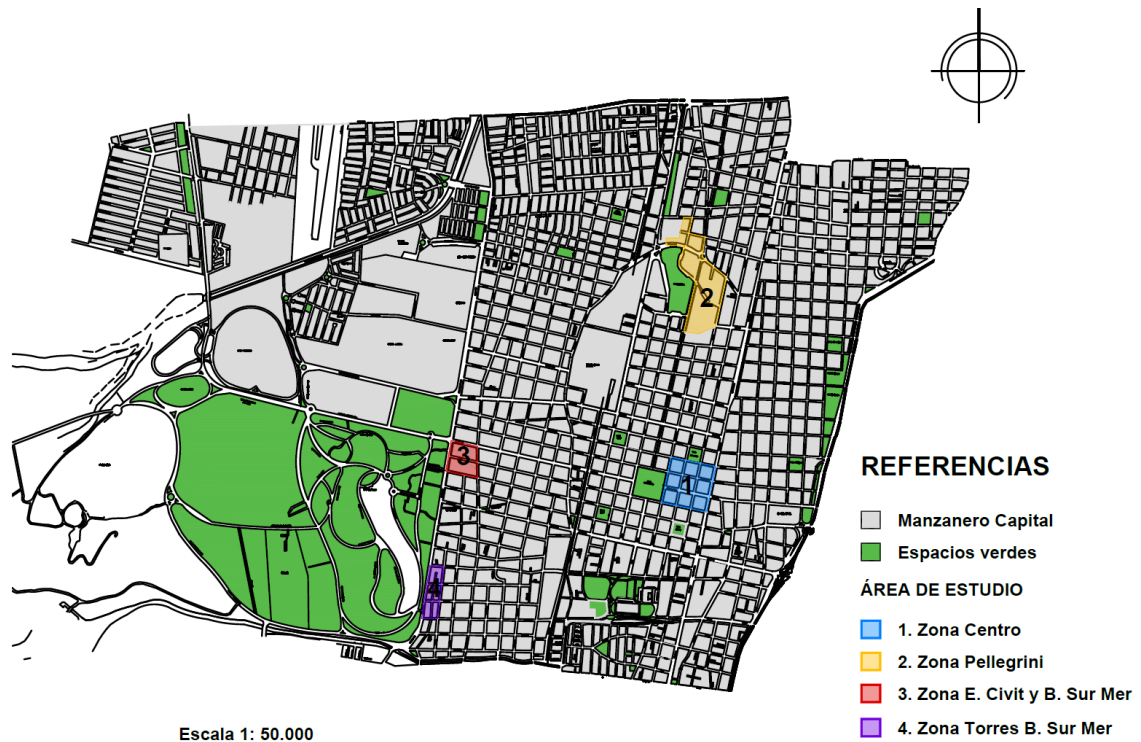
#### 3.1 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para el desarrollo del diagnóstico de la situación actual se utilizará el cálculo de la “sombra de viento” y la determinación de porcentajes de “permeabilidad” de fachadas enfrentadas al viento de los sectores de la ciudad seleccionados.

##### 3.1.1 Selección del Sector de análisis

El marco geográfico del presente trabajo es la Ciudad de Mendoza. A los efectos del desarrollo de la temática planteada, se realizó la selección de cuatro sectores de la ciudad.

El criterio de selección de estos sectores se basó en la identificación de sitios que fueran representativos de distintas densidades edilicias y que además presentaran morfologías urbanas diferentes. En la **Figura 41**, se observa la localización de los sitios seleccionados.



**Figura 41: Área de Estudio seleccionada dentro del Departamento Capital  
(Fuente: elaboración propia)**

Las características de los distintos sectores son las siguientes:

### **1) Zona Centro**

Los límites de esta zona son los siguientes: al norte calle Gutiérrez, al este Av. San Martín, al sur Rivadavia y al oeste Patricias Mendocinas. Este sector contiene nueve manzanas del centro de la ciudad, y se caracteriza por ser un área de alta densidad edilicia, con amanzanamiento en damero, pocos vacíos urbanos y cañones promedio de 20 m de ancho.

En la zonificación realizada por el Municipio de Capital, las nueve manzanas de este sector se encuentran dentro de la denominada zona CENTRAL 1 (Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza). Según este código, esta zona se caracteriza por tener el más alto nivel de equipamiento comercial, administrativo, financiero y de servicios especializados, a escala urbana, metropolitana y regional, que convive con el uso residencial de alta densidad.

En esta zona es obligatoria la edificación continua de las fachadas (basamento). Este basamento puede tener un máximo de cuatro niveles. No se permiten las torres exentas. En la **Figura 42**, se observa la ubicación de la Zona Centro con su entorno.





**Figura 42: Zona Centro y entorno**

## **2) Zona Pellegrini**

El contorno que limita esta zona es el siguiente: al norte calle Videla Correa desde Perú hasta Chile, costado oeste de calle Chile desde Videla Correa hasta Fray Inalicán; Fray Inalicán desde Chile hasta Av. Mitre; costado oeste de Av. Mitre desde Fray Inalicán hasta Pellegrini; costado sur de calle Pellegrini desde Av. Mitre hasta Av. España; costado oeste Av. España desde Pellegrini hasta Maza; costado norte de calle Maza desde Av. España hasta Av. Mitre; costado este de Av. Mitre desde Maza hasta calle Los Toneles; costados norte y oeste de Los Toneles hasta intersección con Pellegrini; costado norte de Pellegrini desde Los Toneles hasta Perú y costado este de Perú, hasta Videla Correa.

Esta zona contiene seis manzanas aledañas al Parque Central y se caracteriza por poseer un amanzanamiento irregular, con una tipología edilicia caracterizada por torres exentas de alta densidad edilicia, separadas por espacios abiertos de circulación peatonal, combinada con sectores de baja densidad edilicia con viviendas unifamiliares de uno y dos niveles de altura.

En la zonificación realizada por el Municipio de Capital, las seis manzanas de este sector se encuentran dentro de las denominadas zona RESIDENCIAL 5 y RESIDENCIAL 6 (Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza).

La zona RESIDENCIAL 5, está destinada a la incorporación al tejido urbano de terrenos fiscales en desuso por reconversión del destino original y que por su ubicación, jerarquía del espacio público y disponibilidad de tierra vacante con buena accesibilidad y conexiones puede admitir equipamiento de carácter urbano, metropolitano y regional. El Código caracteriza a esta zona como conformada por edificación aislada en torres de perímetro libre con baja ocupación del suelo, con retiros y amplios sectores parqueados.

No se permite el Basamento continuo, sólo construcción de torres exentas. Para estas torres, se establecen retiros frontales, laterales y posteriores, con respecto a los límites del terreno y separación entre torres.

La zona RESIDENCIAL 6, se establece como un área destinada a renovación por sustitución edilicia u ocupación de los vacíos pasivos y/o consolidación de los sectores con calidad constructiva en su imagen y tipología arquitectónica, con tendencia a la densificación

moderada. Se determinan tipologías de vivienda unifamiliar y/o multifamiliar, entre medianeras y/o de perímetro libre.

Es una zona en la que el basamento es optativo, es decir se puede realizar edificación continua, o edificación aislada de perímetro libre. También aquí se establecen los retiros obligatorios laterales, posteriores y entre torres. En la **Figura 43**, se presenta la Zona Pellegrini con su entorno.



**Figura 43: Zona Pellegrini y entorno**

### **3) Zona Emilio Civit y Boulogne Sur Mer**

Los límites de esta zona son los siguientes: al norte Av. Emilio Civit, al este calle Paso de Los Andes, al sur Martín Zapata y al oeste Avenida Boulogne Sur Mer. Esta zona contiene dos manzanas del sector oeste de la ciudad, las cuales a través de la Av. Boulogne Sur Mer, tienen frente al Parque General San Martín, y se caracteriza por tener un amanzanamiento regular, con manzanas rectangulares, con su mayor longitud en el sentido E-O. Es un área de baja densidad edilicia, pero con la presencia en escasa proporción de edificios altos sobre Av. Boulogne Sur Mer, con conviven con la baja densidad de viviendas unifamiliares.

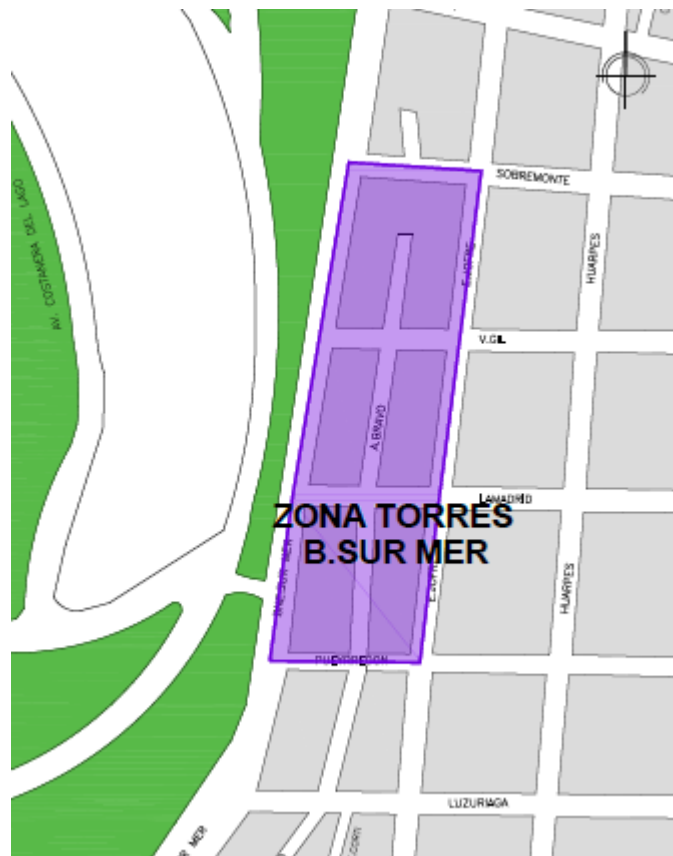
En la zonificación realizada por el Municipio de Capital, este sector se encuentra dentro de la denominada zona RESIDENCIAL 2 (Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza). Se define como una zona destinada a renovación por sustitución edilicia u ocupación de los vacíos pasivos y/o consolidación de los sectores con calidad constructiva, con tendencia a la densificación moderada. Tiene el requerimiento de ser una zona de edificación continua, es decir con basamento de máximo 4 niveles, pero también se permite edificación aislada



con tendencia a la densificación moderada. Las tipologías son de vivienda unifamiliar y/o multifamiliar, entre medianeras y/o de perímetro libre. Se establece un basamento continuo de máximo 4 niveles, pero también se da la opción de edificación con perímetro libre.

La zona RESIDENCIAL 4 se plantea como una zona de conformación lineal con posibilidades de renovación por sustitución edilicia acorde a sus potencialidades, con tipologías de vivienda unifamiliar y/o multifamiliar. También se establece basamento de 4 niveles de altura o construcciones exentas.

En la **Figura 45**, se presenta la localización de la Zona de Torres de Boulogne Sur Mer que se extiende desde calle Sobremonte al norte hasta calle Pueyrredón al sur, con su entorno cercano.



**Figura 45: Zona Torres Boulogne Sur Mer**

### 3.1.2 Cálculo de Sombra de Viento

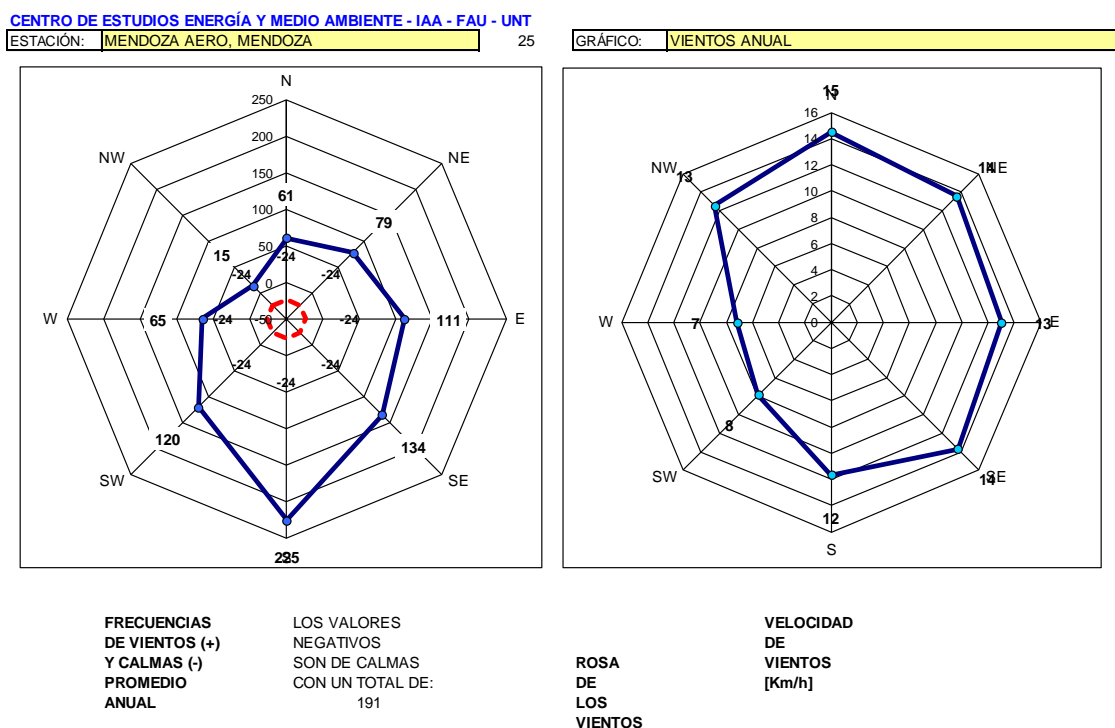
Una vez seleccionados los sectores para el análisis del comportamiento del viento en las distintas morfologías urbanas, se procedió al cálculo de la Sombra de Viento, para cada una de las manzanas correspondientes a las distintas zonas de análisis, utilizando las fórmulas expuestas en el Marco Conceptual del presente trabajo, tomadas de Fuentes Freixanet V., Rodríguez Viqueira M. (2004).

Las manzanas se numeraron en forma corrida, para todas las zonas de estudio, resultando un total de 22 manzanas, según el siguiente detalle:

- Zona Centro: manzanas 1 a 9
- Zona Pellegrini: manzanas 10 a 15
- Zona E. Civit y B. Sur Mer: manzanas 16 y 17
- Zona Torres B. Sur Mer: manzanas 18 a 22.

Los cálculos se realizaron para cada una de las parcelas que conforman las manzanas, las que se identificaron con subíndices del número asignado a la manzana.

Para el cálculo se utilizó la dirección del viento proveniente del Sur, por ser la de mayor frecuencia a lo largo de todo el año, y también la que en la estación cálida es la que aporta mayores posibilidades de refrescamiento. Los datos de dirección y velocidad del viento corresponden a los registros del Aeropuerto El Plumerillo. En la **Figura 46**, se adjunta el gráfico de Rosa de Vientos.



**Figura 46: Rosa de los Vientos Anual – Mendoza Norte (Software CEEMA CLIMA – Universidad Nacional de Tucumán)**

Para el cálculo de la sombra de viento, se necesitan como datos de partida, el ancho de las fachadas expuestas al viento, la altura de la construcción y la profundidad de la misma, en el sentido de circulación del viento.

En virtud de la dirección de viento adoptada, las fachadas de las construcciones expuestas al viento resultaron ser las Suroeste y Sureste, por lo cual el ancho de las construcciones para el cálculo se tomó como la proyección de estas fachadas sobre la normal a la dirección de viento.

Con relación a la altura de cálculo de las construcciones, en los sectores de edificios afectados por la sombra de viento de los edificios colindantes, la altura final de cálculo se definió como la diferencia entre la altura total del edificio menos la altura del edificio colindante que arroja sombra de viento, incluida la altura de su sombra de viento (variable Z3). De esta manera sólo se consideraron las caras expuestas al viento que no estuvieran obstruidas.

En cuanto al valor de la profundidad de las edificaciones, que es otra de las variables a utilizar para el cálculo, se trabajó con la profundidad promedio de cada construcción, en la dirección de incidencia del viento.

Con respecto al tratamiento de los patios interiores de edificaciones, encerrados por construcciones en por lo menos tres de sus lados, a los efectos del cálculo, se los dividió en dos sectores: *anterior* y *posterior*. El sector denominado *anterior* representa el primer sector posible de ser afectado por la sombra de viento, como primera contrafachada del edificio, dependiendo de la obstrucción o no de la fachada principal. En tanto el sector designado como *posterior*, dependiendo de la extensión de la sombra de viento del sector *anterior*, constituye una segunda fachada enfrentada al viento, la cual proyectará su sombra de viento en la fachada posterior de toda la edificación. Esta subdivisión de los patios para el cálculo se realizó porque, dependiendo de la superficie de los mismos y de su disposición en relación de la dirección del viento, pueden modificar significativamente los resultados totales de la superficie afectada por sombra de viento en una manzana.

En el presente trabajo, toda la interfaz gráfica se realizó utilizando el Software AUTOCAD sobre plano parcelario digitalizado de la Ciudad de Mendoza, con indicación de construcciones existentes y niveles de altura de las mismas, obtenido de la Agencia de Ordenamiento Territorial del Gobierno de la Provincia de Mendoza. Y la parte de cálculo numérico para la obtención de los valores de sombra de viento, se procesó en planillas de cálculo mediante el Software EXCELL.

En la representación gráfica se adoptó un código de colores que permitiera identificar rápidamente las superficies ventiladas y las obstruidas al flujo de viento, en cada una de las manzanas analizadas. Para esto se utilizó un rayado color turquesa para representar la sombra de viento, un color amarillo intenso para los patios interiores de la manzana y polígonos de contorno rojo para resaltar los sectores de patio obstruidos por sombra de viento. También se sombrearon en color gris claro aquellas construcciones con altura igual o superior a cinco pisos.

En la **Figura 47**, **Figura 48**, **Figura 49** y **Figura 50**, se muestran los gráficos obtenidos de sombra de viento para las distintas zonas. Estos planos se pueden observar en detalle en el **Anexo Planos** del presente trabajo.



**Figura 47: Plano de Sombra de Viento Zona Centro**



**Figura 48: Plano de Sombra de Viento Zona Pellegrini**







De la observación de las gráficas precedentes, en primera instancia se pone de manifiesto el importante compromiso con relación a la ventilación en el interior de las manzanas, que muestra el sector del centro consolidado de la Ciudad de Mendoza (**Figura 47**), en contraste con las importantes superficies ventiladas que se observan en la Zona Pellegrini (**Figura 48**) y en una situación intermedia se ubican las otras dos zonas (**Figura 49** y **Figura 50**), donde también se observa una preponderancia de los sectores ventilados frente a los sectores obstruidos, salvo situaciones puntuales generalmente provocadas por edificios de mayor altura que la media.

Con respecto a la proyección de la sombra de viento en los espacios urbanos, también en la Zona Centro es donde se observan mayores superficies de la misma sobre el espacio público, que en algunos casos llega hasta el eje de calle (ver **Figura 47**). En los otros sectores, en general no se observa mayor invasión del espacio público, salvo algunas situaciones puntuales caracterizadas por la presencia de bloques edilicios en altura cercanos a la línea municipal.

### **3.1.3 Cálculo de Permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento**

A los efectos de analizar la incidencia de la morfología urbana y edilicia de los sectores seleccionados sobre el potencial de ventilación, tanto en el interior de las manzanas como en su entorno urbano, se realizó una evaluación de la geometría de las fachadas enfrentadas al viento y el cálculo de la permeabilidad de las mismas.

Para la determinación de la permeabilidad de las fachadas se aplicaron los principios de diseño desarrollados por Wong, Ng y Yau (2012) en su estudio de ventilación urbana en Hong Kong, que ya fueron desarrollados en el Marco Conceptual de este documento.

Como en el presente trabajo se utilizó la dirección de viento proveniente del Sur, las fachadas analizadas fueron aquellas orientadas al SO y SE en cada manzana.

En primer lugar se dibujaron los perfiles constructivos de estas fachadas y se realizó una zonificación vertical de las mismas, siguiendo la propuesta de Wong, Ng y Yau (2012), pero con las distancias entre zonas adaptadas a la realidad constructiva de la Ciudad de Mendoza. Así las zonas de fachada resultaron ser: 1) Peatonal (desde el nivel cero hasta los 3 metros de altura que es el equivalente a construcciones de un nivel de altura); 2) Basamento (desde los 3 metros hasta los 12 metros de altura) y 3) Sobre basamento (para alturas superiores a los 12 metros).

Para la determinación de la altura del nivel de basamento, se tuvo en cuenta lo indicado por el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, que para todos los sectores seleccionados establece un límite de 4 niveles de altura de basamento (equivalente a 12 metros), que en algunos casos es obligatorio y en otros es optativo.

Una vez construidos los perfiles de fachada, se aplicaron dos de los principios de diseño planteados en Wong, Ng y Yau (2012), el *Principio de Diseño 1: Separación entre Edificios (S)* y el *Principio de Diseño 2: Longitud de  $L_p$  con relación al ancho de calles*.

En la realización de los cálculos aplicando el Principio de Diseño 1, que se refiere a la separación entre las construcciones, se advirtió que este principio estaba diseñado para construcciones exentas y no para una morfología de basamento continuo, como es la característica de la Ciudad de Mendoza, por lo cual se decidió reformular el principio y trabajar con superficies por zona de división vertical de la fachada, en lugar de separaciones entre edificios, basado en el índice de fachadas enfrentadas al viento desarrollado por Wong,

Nichol, To y Wang (2010), pero trabajando sólo con el dato de superficie. De este modo, se calcularon las superficies de fachadas por nivel (peatonal, basamento y sobre basamento) y se compararon con la superficie total del nivel para cada fachada, obteniendo así el porcentaje de permeabilidad por nivel.

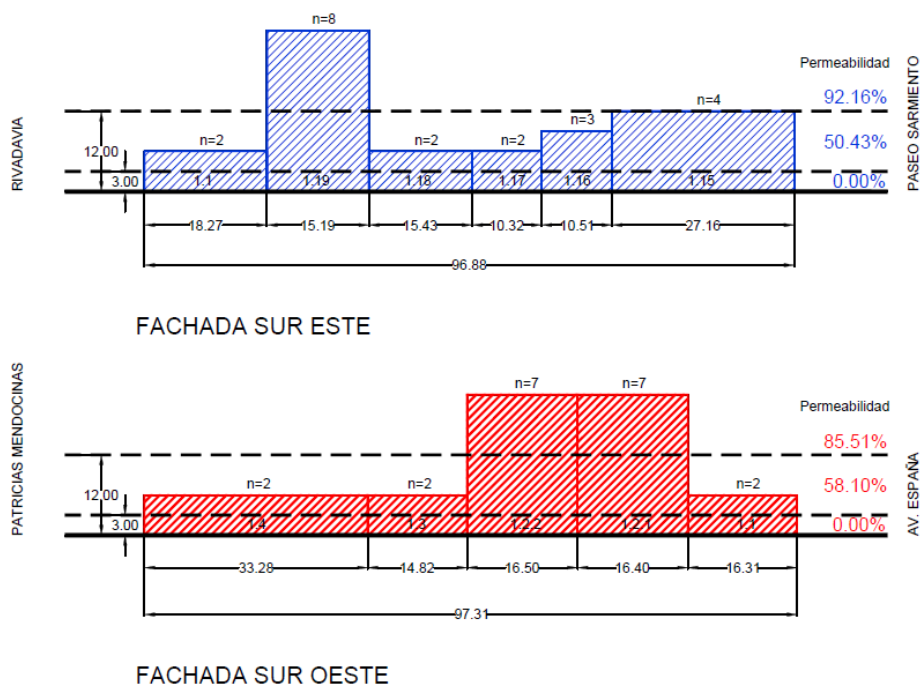
Para determinar la pertinencia o no de la utilización de este indicador, se realizaron los cálculos utilizando el principio de *separación entre edificios* y el de *superficies por nivel* y se contrastaron con las gráficas de los perfiles de las manzanas, donde se pudo observar que el cálculo de superficies era más indicativo de la realidad local. En la **Tabla 9** y **Tabla 10**, así como en la **Figura 51**, se agrega un ejemplo, para el caso de la Manzana 1, correspondiente a la Zona Centro, que grafica lo indicado.

Tabla 9: Cálculo aplicación Principio de diseño separación de edificios Manzana 1 – Zona Centro

1) Cálculo cumplimiento principio de diseño internacional 1 (Separación)											
Manzana	Parámetros morfológicos					Permeabilidad					
	Orientac. Fachada	Bloque	Nº niveles	H	Long frente	Nivel peatonal		Basamento		Sobre Basamento	
						S	Perm.	S	Perm.	S	Perm.
1	SO	1.1	2	6	16.31	0.00	0.00%	16.31	39.83%	16.31	39.83%
		1.2.1	7	21	16.40	0.00		0.00		0.00	
		1.2.2	7	21	16.50	0.00		0.00		0.00	
		1.3	2	6	14.82	0.00		14.82		14.82	
		1.4	2	6	33.28	0.00		33.28		33.28	
<b>Totales</b>		<b>Longitud total fachada</b>			<b>97.31</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00%</b>	<b>64.41</b>	<b>39.83%</b>	<b>64.41</b>	<b>39.83%</b>
	SE	1.1	2	6	18.27	0.00	0.00%	18.27	36.01%	18.27	45.75%
		1.19	8	24	15.19	0.00		0.00		0.00	
		1.18	2	6	15.43	0.00		15.43		15.43	
		1.17	2	6	10.32	0.00		10.32		10.32	
		1.16	3	9	10.51	0.00		10.51		10.51	
		1.15	4	12	27.16	0.00		0.00		27.16	
<b>Totales</b>		<b>Longitud total fachada</b>			<b>96.88</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00%</b>	<b>54.53</b>	<b>36.01%</b>	<b>81.69</b>	<b>45.75%</b>

Tabla 10: Cálculo aplicación Principio de superficies por niveles – Manzana 1 – Zona Centro

2) Cálculo cumplimiento principio de diseño local 1 (Superficie)											
Máxima altura fachada SO		7 niveles									
Máxima altura fachada SE		8 niveles									
Manzana	Parámetros morfológicos					Permeabilidad					
	Orientac. Fachada	Bloque	Nº niveles	H	Long frente	Nivel peatonal		Basamento		Sobre Basamento	
						Sup	Perm.	Sup	Perm.	Sup	Perm.
1	SO	1.1	2	6	16.31	48.93	0.00%	48.93	58.10%	0.00	85.51%
		1.2.1	7	21	16.40	49.20		147.60		147.60	
		1.2.2	7	21	16.50	49.50		148.50		148.50	
		1.3	2	6	14.82	44.46		44.46		0.00	
		1.4	2	6	33.28	99.84		99.84		0.00	
<b>Totales</b>		<b>Longitud total fachada</b>			<b>97.31</b>	<b>291.93</b>	<b>0.00%</b>	<b>489.33</b>	<b>58.10%</b>	<b>296.10</b>	<b>85.51%</b>
	SE	1.1	2	6	18.27	54.81	0.00%	54.81	50.43%	0.00	92.16%
		1.19	8	24	15.19	45.57		136.71		182.28	
		1.18	2	6	15.43	46.29		46.29		0.00	
		1.17	2	6	10.32	30.96		30.96		0.00	
		1.16	3	9	10.51	31.53		63.06		0.00	
		1.15	4	12	27.16	81.48		244.44		0.00	
<b>Totales</b>		<b>Longitud total fachada</b>			<b>96.88</b>	<b>290.64</b>	<b>0.00%</b>	<b>576.27</b>	<b>50.43%</b>	<b>182.28</b>	<b>92.16%</b>



**Figura 51: Perfiles de fachadas con porcentajes de permeabilidad – Manzana 1 – Zona Centro**

De la observación del ejemplo expuesto se puede indicar que utilizando el principio de separaciones, en la fachada SO el resultado muestra que en el nivel de basamento la permeabilidad es igual que en el nivel de sobre basamento (ver **Tabla 9**), lo que no se real si se observa el desarrollo de la fachada SO en la **Figura 51**. En tanto el método de las superficies muestra una diferencia de más de 15 puntos porcentuales, lo que es más cercano a la realidad observada. Si analizamos los datos de la fachada SE, vemos que en el nivel de sobre basamento con el principio de las separaciones, el resultado indica 45,75% (ver **Tabla 9**), en tanto el método de las superficies arroja 92,16% (ver **Tabla 10** y fachada SE en la **Figura 51**). Esto muestra que el método de las superficies es más indicativo de la realidad, ya que hay un solo edificio que supera esta barrera.

Por todo lo expuesto, se decidió adoptar el principio de las superficies por niveles para el cálculo de la permeabilidad en las fachadas enfrentadas al viento.

El segundo principio, establece la relación entre la longitud de la fachada continua y el ancho de las calles adyacentes. En la propuesta de Wong, Nichol, To y Wang (2010), se plantea la utilización de las calles opuestas de la manzana, para una morfología urbana, donde las construcciones tienen frentes a ambas calles.

Como la configuración de las manzanas de la Ciudad de Mendoza, en general no presentan situaciones de construcciones con frente a dos calles opuestas, para el cálculo se utilizó la calle frontal a cada fachada y la adyacente que resulta ser la frontal de la otra fachada a analizar; y que por la dirección de viento adoptada, también ejerce influencia sobre la fachada en estudio.

Para el cálculo de la permeabilidad por manzana de las fachadas enfrentadas al viento, como en cada manzana tenemos dos fachadas que fueron analizadas (suroeste y sureste), primero se calcularon los valores de permeabilidad por orientación, en los tres niveles evaluados (peatonal, basamento y sobre basamento) y luego se obtuvo un promedio de ambas orientaciones por nivel, como resultados totales de cada manzana, y a partir de estos valores promedios se calcularon los resultados finales.

Para la rápida visualización del análisis de permeabilidad realizado, en la **Figura 52**, se presenta la distribución en planta de las edificaciones consideradas, acompañada de las vistas de las fachadas, sobre las que se indica la zonificación vertical de las mismas y los porcentajes de permeabilidad obtenidos por nivel. El código de colores adoptados es el siguiente: rojo para las fachadas SO, azul para las fachadas SE y amarillo para patios. En planta se utilizaron colores plenos y en fachada los mismos colores en rayado para no interferir con los datos de cotas y niveles agregados a las mismas. En la **Figura 52**, **Figura 53**, **Figura 54** y **Figura 55**, se muestran algunos de los gráficos de permeabilidad obtenidos para las fachadas de las distintas zonas. Los planos de todas las manzanas se agregan en el **Anexo Planos** del presente trabajo.

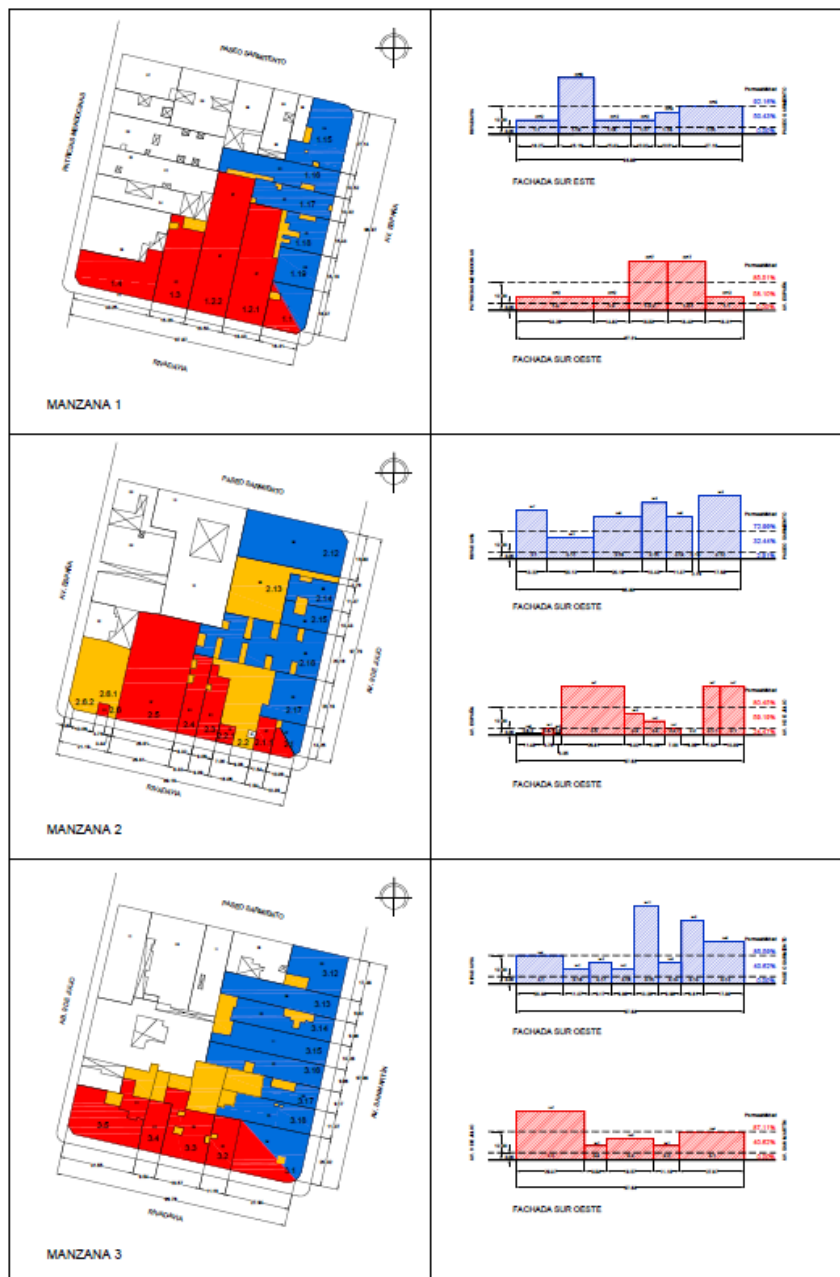


Figura 52: Plano de permeabilidad de fachadas Manzanas 1 a 3 – Zona Centro

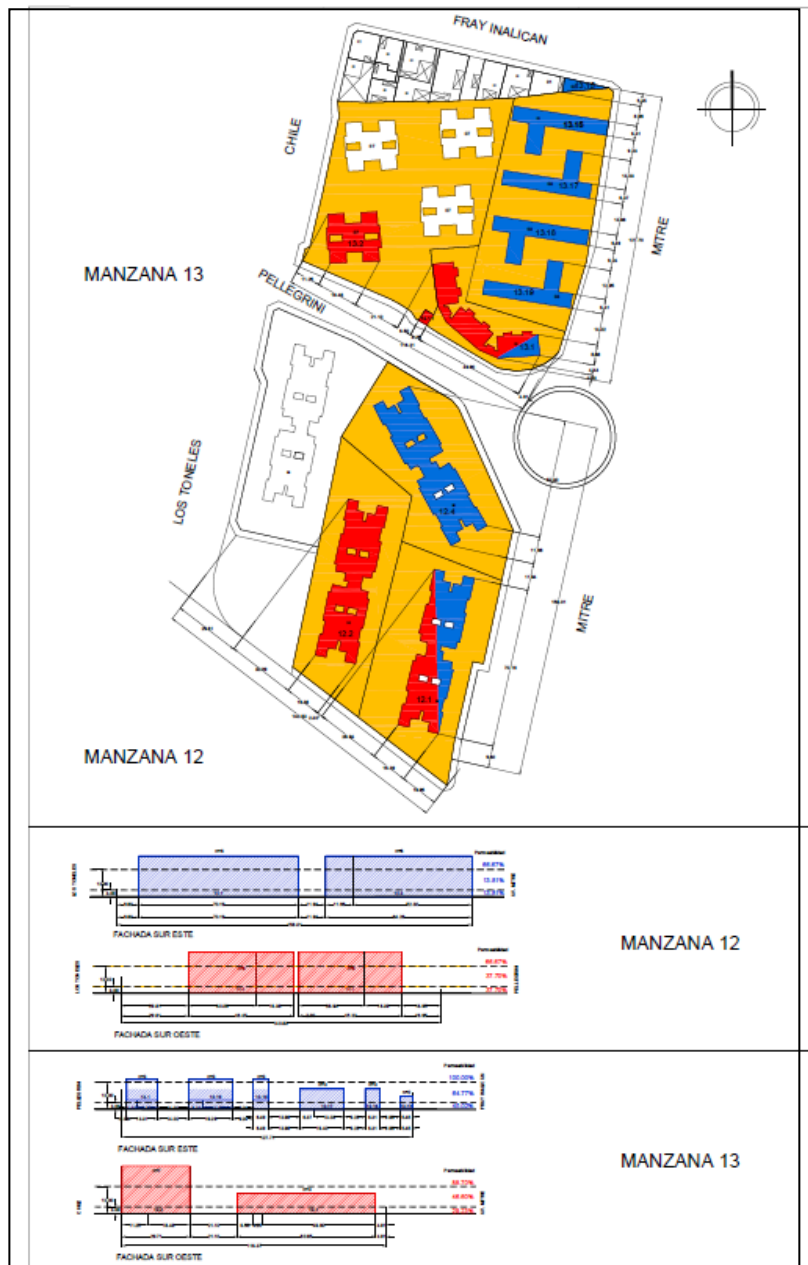


Figura 53: Plano de permeabilidad de fachadas – Manzanas 12 y 13 – Zona Pellegrini

De la observación de las **Figura 52** y **Figura 53**, surge que en la Zona Centro se dan perfiles constructivos más variados, con niveles máximos de altura similares a los observados en la Zona Pellegrini, y con la particularidad de la predominancia de fachadas continuas, debido a las exigencias del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza. En tanto en la Zona Pellegrini, se observa claramente la presencia de construcciones de perímetro libre, lo que se visualiza a través de las separaciones de las construcciones desde el nivel cero.

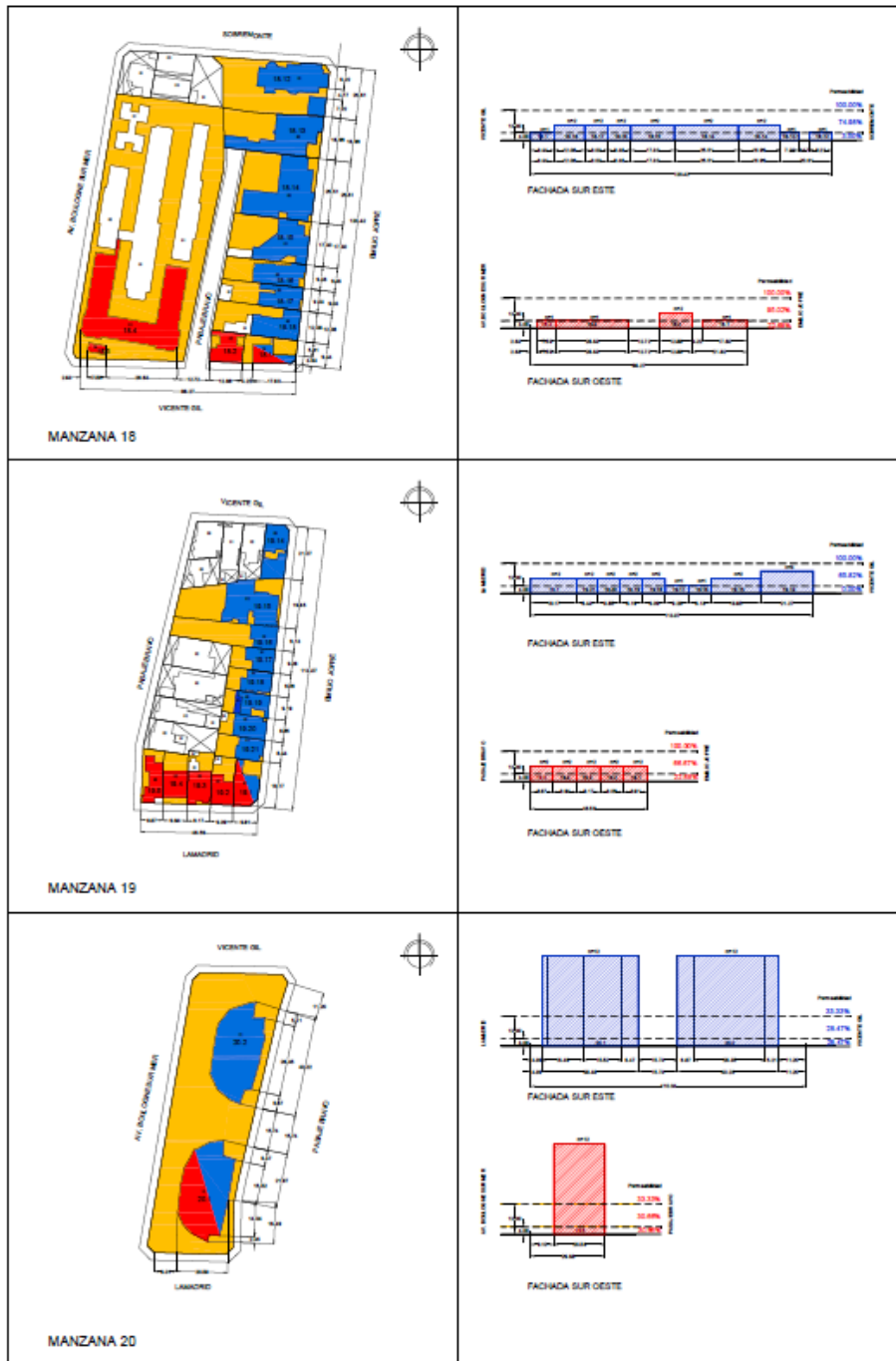


Figura 54: Plano de permeabilidad de fachadas – Manzanas 18 a 20 – Zona Torres B. Sur Mer

De la **Figura 54**, surge que los perfiles de esta zona resultan bastante homogéneos, presentando en general fachadas continuas de uno o dos niveles de altura, salvo la configuración de la Manzana 20, por la presencia de dos torres exentas de 12 niveles de altura frente al Parque General San Martín, que presentan una tipología edilicia de mucho contraste con el entorno circundante.

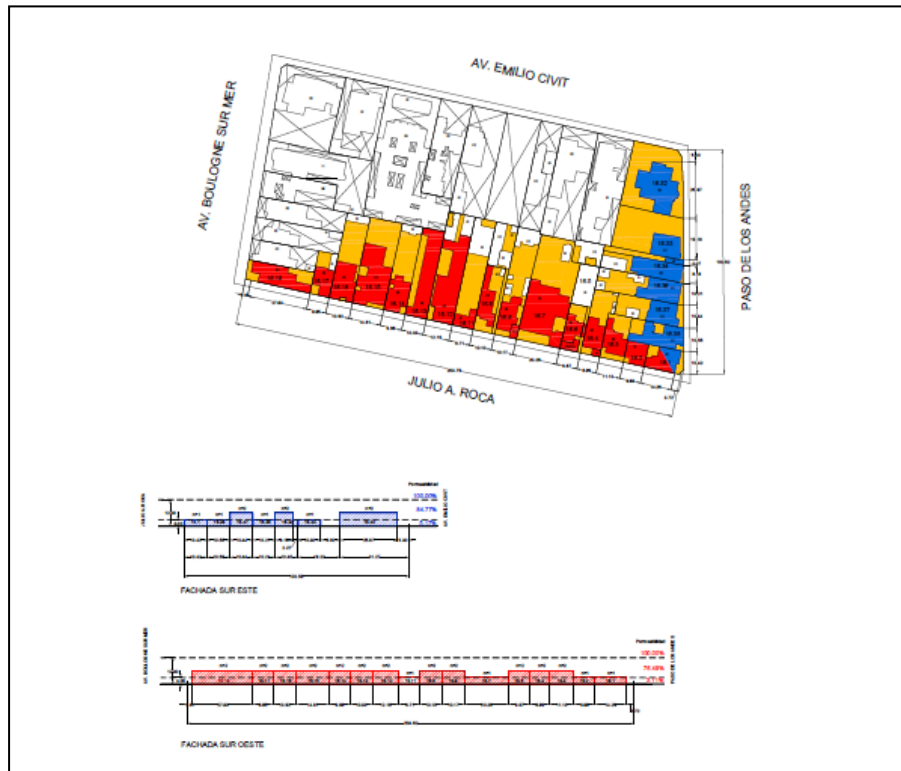


Figura 55: Plano de permeabilidad de fachadas – Manzana 16 – Zona E. Civit y B. Sur Mer

La Manzana 16, de la Zona Emilio Civit y Boulogne Sur Mer (**Figura 55**), presenta un perfil característico de las zonas predominantemente residenciales, con fachadas continuas de uno y dos niveles de altura, presentando algunos retiros frontales y amplias superficies de patios traseros.

### 3.2 ANÁLISIS DE ESCENARIOS

A los efectos de profundizar el análisis del comportamiento de la ventilación en el entorno urbano de la Ciudad de Mendoza, ya desarrollado en la etapa de Diagnóstico, se decidió realizar el diseño de distintos escenarios teóricos, construidos mediante la aplicación de los requerimientos constructivos establecidos en el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza.

El objetivo de esta segunda etapa del trabajo fue, por un lado la identificación de las posibilidades constructivas que ofrece el Código actual, y por otra parte la realización de una comparación entre los escenarios teóricos y la forma de la ciudad actual, a los efectos de determinar cuán lejos o cuán cerca se encuentra la morfología de la ciudad de las últimas codificaciones, además de analizar la incidencia de los actuales indicadores urbanos en las posibilidades de ventilación de la ciudad.

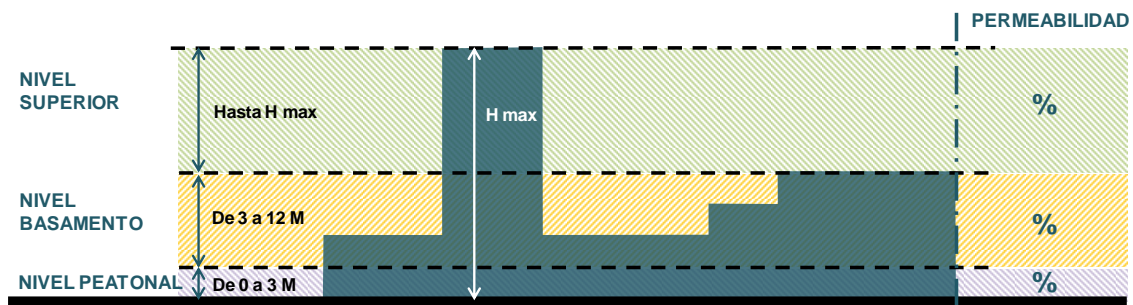
En función de esto se desarrollaron dos escenarios, uno de ellos tomando los valores mínimos en cuanto a ocupación del suelo y ocupación total (FOS y FOT) indicados en el Código (Escenario de Valores Mínimos), y otro con los valores máximos de estos indicadores (Escenario de Valores Máximos). Todo esto con el objetivo final de comparar las situaciones teóricas obtenidas con el escenario actual (Escenario de Valores Reales).



### 3.2.1 Selección de Áreas de Análisis

En el apartado 3.1 *Diagnóstico de la situación actual*, se seleccionaron para el análisis, 4 zonas dentro del tejido urbano de la Ciudad de Mendoza, basadas en criterios de densidad edilicia y morfología urbana y constructiva. Las zonas seleccionadas fueron: Zona Centro (9 manzanas), Zona Pellegrini (6 manzanas), Zona E. Civit y B. Sur Mer (2 manzanas) y Zona Torre B. Sur Mer (5 manzanas). (Ver **Figura 41**)

En cada manzana de los sectores seleccionados, se realizó el cálculo de “Sombra de Viento” y el de “Permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento”. El cálculo de la sombra de viento de las construcciones se realizó para cada lote de cada manzana, teniendo en cuenta en el mismo las obstrucciones a la circulación del aire, dadas por las construcciones colindantes al lote en análisis, en tanto el cálculo de permeabilidad de las fachadas se realizó sobre el total de las fachadas en análisis que para el caso resultaron ser las fachadas con orientación suroeste y sureste. A su vez, en este último cálculo, para facilitar la comprensión del comportamiento de la ventilación, se dividieron las fachadas en tres sectores en el eje vertical: 1) Nivel peatonal (entre 0 y 3m de altura), 2) Nivel de basamento (entre 3m y 12m de altura) y Nivel de sobre-basamento o superior (desde los 12m de altura hasta la máxima altura registrada en la fachada). En la **Figura 56** se agrega un esquema indicando la división de fachadas en niveles.



**Figura 56: Esquema de la división de la fachada en niveles horizontales**

Del análisis gráfico y analítico de toda la información obtenida en la etapa de diagnóstico, surgieron algunos indicadores de importancia como fueron: superficies de patios ventilados, superficies de sombra de viento y porcentajes permeabilidad de las fachadas que permitieron hallar un primer indicio, del comportamiento de las distintas configuraciones de la morfología urbana (trazados y edificaciones), frente a la acción del viento. A partir de ello se desarrolló una categorización de las manzanas en función del rendimiento de la ventilación urbana, tomando como base la superficie de patios ventilados en función de la superficie total de patios. Surgieron así 3 categorías:

- Manzanas de bajo rendimiento (entre 20 y 60% de patios ventilados),
- Manzanas de rendimiento medio (entre 60 y 70% de patios ventilados)
- Manzanas de alto rendimiento (desde 70% hasta 90% de patios ventilados)

Para profundizar en el análisis de las consecuencias de la morfología urbana en las posibilidades de ventilación de la ciudad, se decidió trabajar sobre un nuevo espacio de evaluación conformado por dos manzanas de cada uno de los sectores analizados como casos testigo.







Figura 59: Ubicación de Manzanas 16 y 17 de Zona E. Civit y B. Sur Mer



Figura 60: Ubicación de Manzanas 19 y 20 de Zona Torres B. Sur Mer

A continuación se acompañan gráficos de las manzanas seleccionadas (Ver **Tabla 11** y **Tabla 12**), donde se resaltan las superficies de patios de cada una de ellas y las superficies ocupadas por edificios de 5 o más niveles de altura. Estos gráficos fueron tomados de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 11: Gráficas de Zona Centro y Zona Pellegrini con indicación de superficies de patios y edificios de 5 ó más niveles de altura

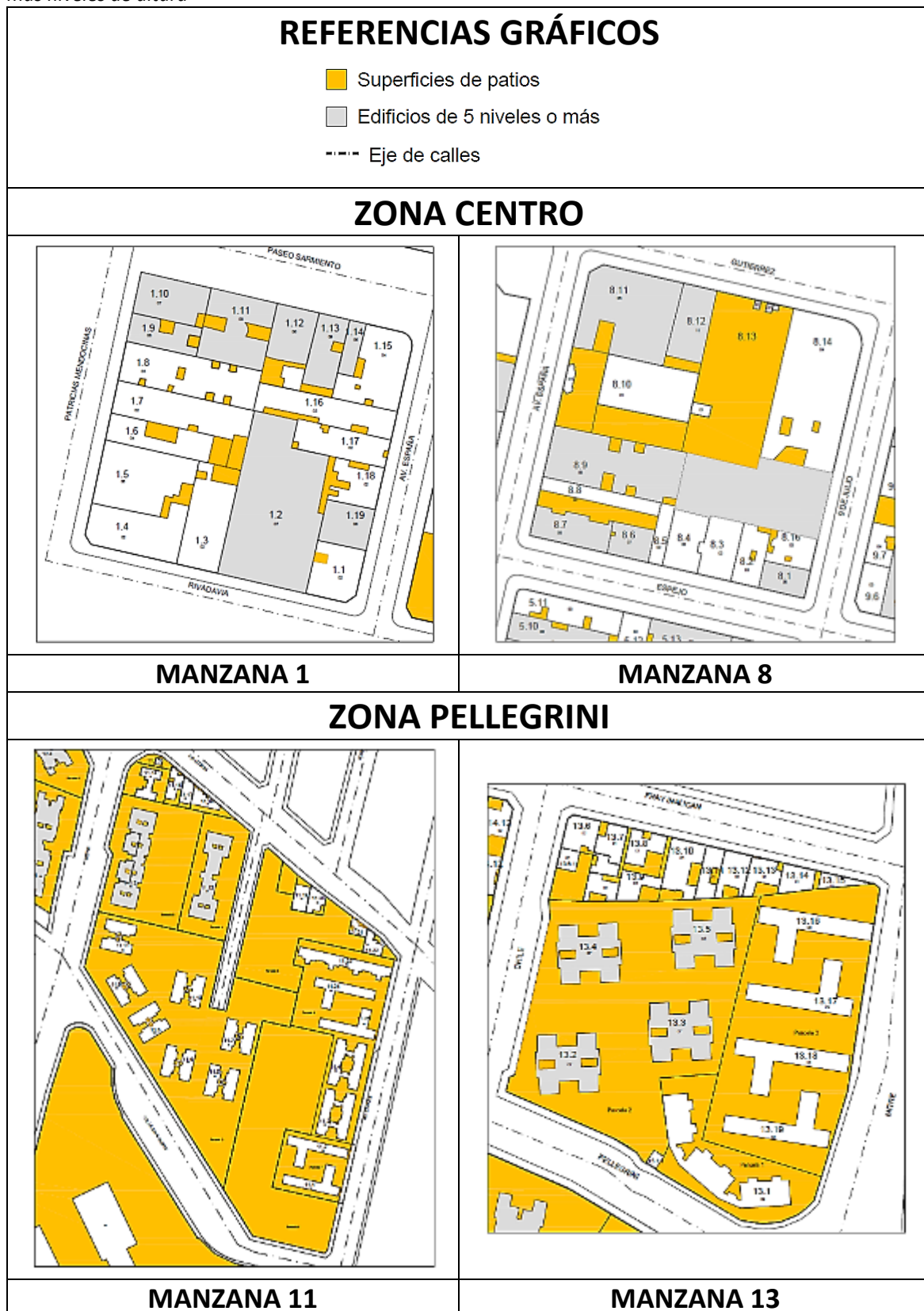
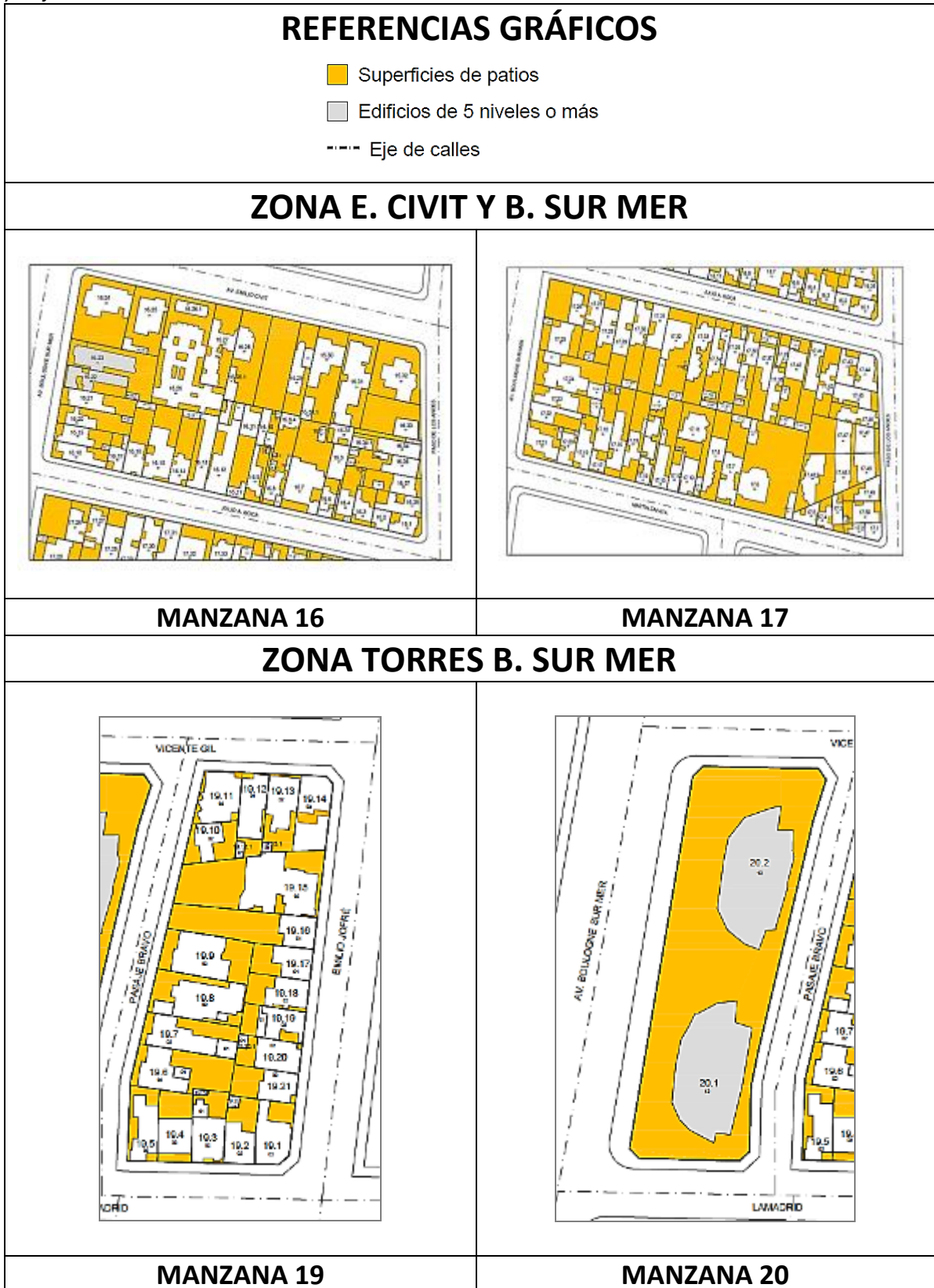


Tabla 12: Gráficas Zona E. Civit y B. Sur Mer y Zona Torres B. Sur Mer con indicación de superficies de patios y edificios de 5 ó más niveles de altura





### 3.2.2 Requerimientos aplicables del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza

En este apartado se presentan aquellos requerimientos del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, que resultarán aplicables al desarrollo de los distintos escenarios, ampliando los conceptos desarrollados en el Marco Normativo del presente trabajo.

#### 3.2.2.1 Especificaciones sobre alturas máximas de fachada

En el apartado *U.II.1.2.1 Altura Máxima de las Construcción sobre Línea Municipal*, del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza; se agrega un cuadro que relaciona el ancho de la vereda con la altura máxima permitida sobre la línea municipal. En la **Tabla 13**, se muestran los valores consignados en el Código.

Tabla 13: Relación altura máxima de fachada y ancho de vereda

<b>ANCHO DE VEREDA (a) Con una tolerancia de hasta el 5%</b>	<b>ALTURA MÁXIMA DE FACHADA (h)</b>
Hasta 3,00m	5,50 m
Hasta 5,00m	7,00m
Hasta 7,00m	9,00m
Más de 7,00m	10m; 12,50m ó 15m (dependiendo de la zona donde se encuentre)

Además se indica que en callejones y pasajes se deberá respetar la altura máxima de fachada de cuatro metros (4,00 m) tomada sobre la Línea Municipal (L.M.) a partir de la cota cero (0,00) de nivel de vereda.

A continuación se definen las variables utilizadas en la **Tabla 13**:

**Ancho de vereda (a):** se considera a la distancia comprendida desde la intersección del cordón con la calzada hasta la línea municipal.

**Cota de nivel de vereda (0,00):** se considera al punto medio del desarrollo longitudinal de la vereda. Cada veinticinco metros (25,00 m) de longitud de frente debe tomarse el punto de cota de nivel.

**Altura máxima de la fachada (h):** medida vertical de la fachada, tomada sobre la Línea Municipal, a partir de la cota cero (0,00) de nivel de la vereda. En los casos de veredas con amplio desnivel entre sus extremos, se tomará como referencia al punto medio del desarrollo longitudinal entre ellos.

**Máxima altura edificable (H):** medida vertical total de la edificación, tomada desde la cota cero (0,00) de vereda correspondiente a la parcela, hasta el punto más elevado de la construcción. La altura máxima surgirá a partir de la relación entre el FOT y FOS que determina la cantidad de niveles.

Los núcleos de caja de escalera, sala de máquinas de ascensores y tanques de agua (volumen emergente), no se toman en cuenta en el cómputo de la altura total edificable.

A los efectos del cómputo de altura, se establece como mínimo una altura de 2,75 m (excepto en locales comerciales), por nivel, medidos entre cotas de pisos terminados.

### 3.2.2.2 Definiciones sobre tipologías edilicias

En el apartado *U.II.1.3 Tipologías Edilicias*, del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, se especifica lo siguiente:

#### 1) Basamento

Se considera basamento a la construcción que puede ocupar hasta los límites del predio sin retiros obligatorios (laterales y posteriores) y hasta una altura máxima y cantidad de niveles máximos.

Se deben respetar los patios reglamentarios, el FOS y FOT para la zona y/o calle donde se ubique.

La altura máxima del basamento sobre la Línea Municipal se determina en función del ancho de vereda según los valores establecidos en la tabla del punto (U.II.1.2.1).

A partir de la altura máxima de fachada (h), determinada por el ancho de vereda y en coincidencia con la Línea Municipal, establecidos precedentemente, se definirá un ángulo de 45° con vértice en el extremo del nivel "h máximo" determinado. Dentro del mismo quedará inscripto el perfil del basamento que podrá alcanzar una altura total de diez metros (10,00 m), doce metros cincuenta centímetros (12,50 m) o quince metros (15,00 m), dependiendo de la zona y/o calle en donde se ubique.

En caso que definiendo el ángulo a 45°, el mismo, supere los nueve (9) metros constantes establecidos para la elevación de la Torre, podrá optar por este último (retiro de 9 metros constantes), para inscribir el basamento.

Cuando no coincida la Línea Municipal (o de cierre), con la Línea de Edificación, las alturas de basamento se deberán considerar sobre la Línea Municipal.

En los casos que el ancho de vereda resulte insuficiente para alcanzar la altura máxima de basamento, se podrá aplicar un retiro frontal voluntario que compense el ancho de vereda faltante.

El basamento será obligatorio en las Zonas Central 1 y Central 2.

Para parcelas en esquina la altura del basamento sobre la Línea Municipal, se definirá de acuerdo al ancho de veredas correspondientes. En caso de unificar alturas se tomará la vereda de ancho menor.

#### 2) Torre

Se entiende por torre a la construcción que tiene retiro de los límites del terreno en todo su perímetro, que supere la altura del basamento, pudiendo alcanzar distintas alturas según la zona en que se ubique y el rango de superficie al que corresponda la parcela. La altura será medida desde la cota de nivel cero (0,00) correspondiente a la vereda.

En este punto también se definen los distintos **Retiros Obligatorios** que afectan a las torres:

**Retiro frontal (Rf):** será de nueve metros (9,00 m) constantes, medidos desde la intersección del cordón con la calzada.

**Retiro lateral (RL):** se determinará de acuerdo al siguiente porcentaje y deberá ser constante en todo el desarrollo de la torre: 15% h para las zonas C1 y C2; 20% h para las zonas R6, R4, R3, R2 y para la Zona R1 (para terrenos de más de 1001 m<sup>2</sup> desde Av. Champagnat hacia el Este) y será como mínimo de tres metros (3,00m) medidos desde el eje medianero lateral. La altura será medida desde la cota de nivel cero (0,00) de vereda.

**Retiro entre Torres (Ret):** se determinará de acuerdo al siguiente porcentaje y deberá ser constante en todo el desarrollo de la torre: de 20% h para las zonas C1, C2, R6, R5, R4, R3, R2PP, R2 y R1 (para terrenos de más de 1001 m<sup>2</sup> desde Av. Champagnat hacia el Este); y será como mínimo de cuatro metros (4,00 m). La altura será medida desde la cota de nivel cero (0,00) de vereda. No se podrá ocupar el retiro entre torres con ningún tipo de construcción. El retiro entre torres se podrá ocupar exclusivamente con una circulación horizontal de máximo (2) metros de ancho, como pasarelas, pasillos, puentes, etc.

Para las parcelas en esquina, se aplicará el retiro frontal por ambas calles, considerándose los otros dos como retiros laterales con un mínimo de tres metros (3,00 m). Los retiros laterales de la torre son los establecidos según la zona en la que se ubique la parcela.

También se agregan las siguientes especificaciones para la **unificación de retiros laterales obligatorios**:

- En caso de terrenos con frentes de un ancho igual o menor a quince metros (15,00 m) limitados lateralmente por edificios en altura sin retiros laterales, se permitirá la construcción de edificación sin retiros laterales, hasta una altura máxima igual o menor al edificio colindante más bajo, respetándose las demás consideraciones de la torre y separándose tres metros (3,00 m) de los patios de aire y luz de los edificios colindantes existentes.
- En caso de terrenos con frentes de un ancho entre quince metros (15,00 m) y veinte metros (20,00 m) limitados lateralmente por edificios en altura sin retiros laterales, podrán unificarse los retiros laterales en un solo retiro lateral, adosándose a una de las construcciones existentes con una altura máxima igual o menor al edificio al cual se adose; respetándose las demás consideraciones de la torre y separándose tres metros (3,00 m) de los patios de aire y luz del edificio colindante existente.

El retiro lateral resultante no será menor del 70% de la suma de los retiros laterales requeridos en el caso de no unificarlos. Siempre y cuando se consideren las separaciones de colindancia y la posible deformación estructural de las construcciones vecinas.

Con respecto a la **Proporción de la Torre**, se indica que la misma podrá alcanzar una profundidad máxima igual a dos veces y medio su ancho en terrenos de hasta veinte metros (20,00 m) de frente; y de dos veces su ancho en terrenos de más de veinte metros (20,00 m) de frente, pudiendo ejecutarse más de una torre en un mismo terreno. La separación entre las torres se determinará utilizando la fórmula de retiro entre torres (Ret).

A los efectos de acotar el ancho y la profundidad de la torre, no se considerarán para el cálculo de la proporción de la misma los volúmenes salientes correspondientes a balcones, escaleras y ascensores.

### 3) Torre con Basamento

Esta tipología está permitida solamente en las zonas Cen 1, Cen 2, C1 y C2.

Se entiende por torre con basamento a la construcción que combina la tipología de torre sobre el basamento. En esta tipología los retiros laterales y posteriores de la torre se determinan considerando la altura de la misma a partir de la cota de nivel cero (0,00) correspondiente.

#### 3.2.2.3 Zonificación de la Ciudad de Mendoza aplicable al caso

Dentro de este apartado, se incluyen las especificaciones acerca de: carácter urbanístico, usos del suelo e indicadores de ocupación del suelo de cada una de las zonas que resultarán de aplicación, en función de los sectores seleccionados para el análisis de escenarios.

En la **Figura 61**, se observa el plano de zonificación de la Ciudad de Mendoza, con identificación de las distintas zonas en que se divide la ciudad, según los indicadores de usos del suelo, previstos en el Código Urbano y de Edificación.

Sobre este plano, a su vez se han identificado con un círculo los sectores que contienen las manzanas que se analizarán en el presente trabajo, en virtud de lo indicado en el apartado *3.2.1: Selección del Sector de Análisis*.

Así, a los efectos de la simplificación en la visualización de estos sectores, se utilizó la siguiente nomenclatura:

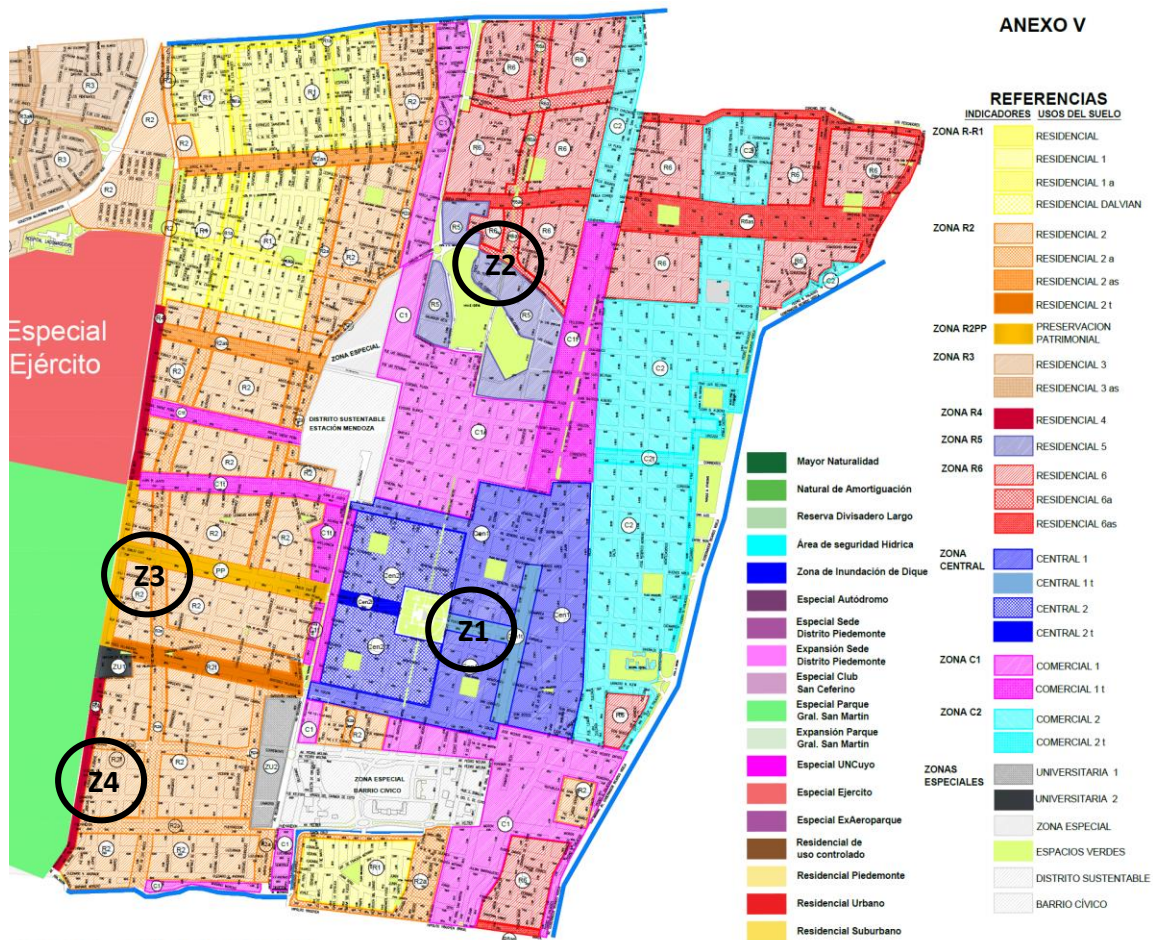
**Z1= Zona Centro:** Esta zona tiene por límites, la calle Gutierrez al norte, Av. San Martín al este, calle Rivadavia al sur y Patricias Mendocinas al oeste.

**Z2= Zona Pellegrini:** Esta zona tiene por límites, Videla Correa (entre Perú y Chile), Chile (entre V. Correa y Fray Inalacán), Fray Inalacán (entre Chile y Mitre), Mitre (entre F. Inalacán y Pellegrini), Pellegrini (entre Mitre y Av. España), Av. España entre Pellegrini y Maza, Maza (entre Av. España y Mitre), Mitre (entre Maza y Las Cubas), Las Cubas (de Mitre a Pellegrini), Pellegrini (entre Chile y Perú), Perú (entre Pellegrini y Videla Correa).

**Z3= Zona E. Civit y Boulogne Sur Mer:** Esta zona tiene por límites, la Av. Emilio Civit al norte, calle Paso de Los Andes al este, calle Martín Zapata al sur y Av. Boulogne Sur Mer al oeste.

**Z4= Zona Torres de Boulogne Sur Mer:** Esta zona tiene por límites, la calle Sobremonte al norte, calle Emilio Jofré al este, Pueyrredón al sur y Boulogne Sur Mer al oeste.





(ORD. N° 3978/19)

**Figura 61: Plano de Zonificación de la Ciudad de Mendoza con indicación de áreas de estudio seleccionadas**

### 1) Zona Central 1

En el presente trabajo, el sector seleccionado para análisis, denominado “Zona Centro” (Z1), se ubica dentro de la Zona Central 1 (Gen1) del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza.

A continuación se presentan los principales aspectos establecidos por el Código para esta zona, en cuanto a su carácter urbanístico, tipologías edilicias permitidas e indicadores de ocupación del suelo.

En la **Figura 62**, se observa un acercamiento del sector de análisis (tomado del plano de la **Figura 61**) con sus correspondientes referencias.

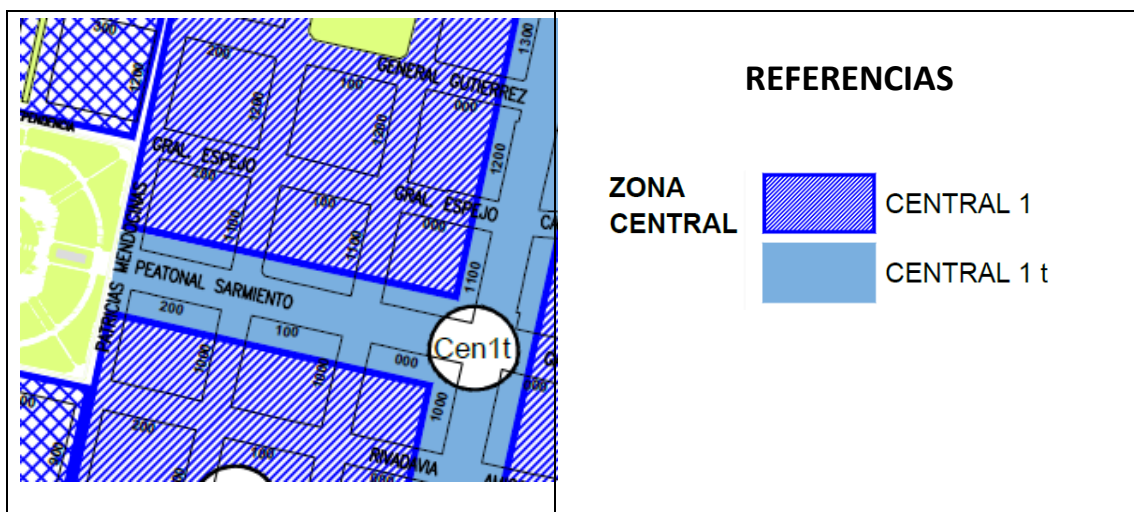


Figura 62: Sector Zona Centro ubicado dentro de la Zona Central 1

a) **Carácter urbanístico:** zona poseedora del más alto nivel de equipamiento comercial, administrativo, financiero y de servicios especializados, a escala urbana, metropolitana y regional (polo de atracción de los flujos urbanos y suburbanos), conviviendo junto a la residencia.

Zona de edificación continua obligatoria (basamento), con o sin torre, no permitiéndose la torre exenta; zócalo comercial obligatorio.

b) **Ocupación del suelo y edificación:** a continuación se agregan **Tabla 14**, **Tabla 15** y **Tabla 16**, con los indicadores de la zona, según tamaño de la parcela.

Tabla 14: Indicadores urbanos parcelas < 500 m<sup>2</sup> (CENTRAL 1)

Para parcelas menores a 500 m <sup>2</sup> de superficie	
FOS min =	0,60
FOS max =	0,85
FOT min=	2,00
FOT max=	4,25
Retiro lateral min =	15% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	23 metros

Tabla 15: Indicadores urbanos parcelas entre 501 y 1250 m<sup>2</sup> (CENTRAL 1)

Para parcelas entre 501 y 1250 m <sup>2</sup> de superficie	
FOS min =	0,50
FOS max =	0,80
FOT min=	2,40

<b>Para parcelas entre 501 y 1250 m2 de superficie</b>	
FOT max=	6,00
Retiro lateral min =	15% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	48 metros

Tabla 16: Indicadores urbanos parcelas > 1251 m2  
(CENTRAL 1)

<b>Para parcelas mayores a 1251 m2 de superficie</b>	
FOS min =	0,40
FOS max =	0,70
FOT min=	2,80
FOT max=	7,20
Retiro lateral min =	15% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	71 metros

**c) Usos del suelo:** usos mixtos, predominando el comercial, el institucional y los servicios de alta jerarquía a escala urbana y metropolitana; uso residencial complementario.

## 2) Zona Central 1-t

La Zona Central 1-t establecida en el Código, también ocupa un sector de la “Zona Centro” definida para el presente trabajo. Esta zona solo presenta diferencias con los requerimientos establecidos para la Zona Central 1, en lo referido a usos del suelo, estableciéndose lo siguiente:

**a) Usos del suelo:** uso predominantemente residencial multifamiliar; con usos y servicios complementarios de actividades relacionadas a la cultura, el esparcimiento y turismo.

## 3) Zona Residencial 5

En el presente trabajo, el sector seleccionado para análisis, denominado “Zona Pellegrini” (Z2), se ubica dentro de dos de las zonas del Código: Zona Residencial 5 (R5) y Zona Residencial 6 (R6).

A continuación se presentan los principales aspectos establecidos por el Código para la zona Residencial 5, en cuanto a su carácter urbanístico, tipologías edilicias permitidas e indicadores de ocupación del suelo.

En la **Figura 63**, se observa un acercamiento del sector de análisis (tomado del plano de la **Figura 61**) con sus correspondientes referencias.

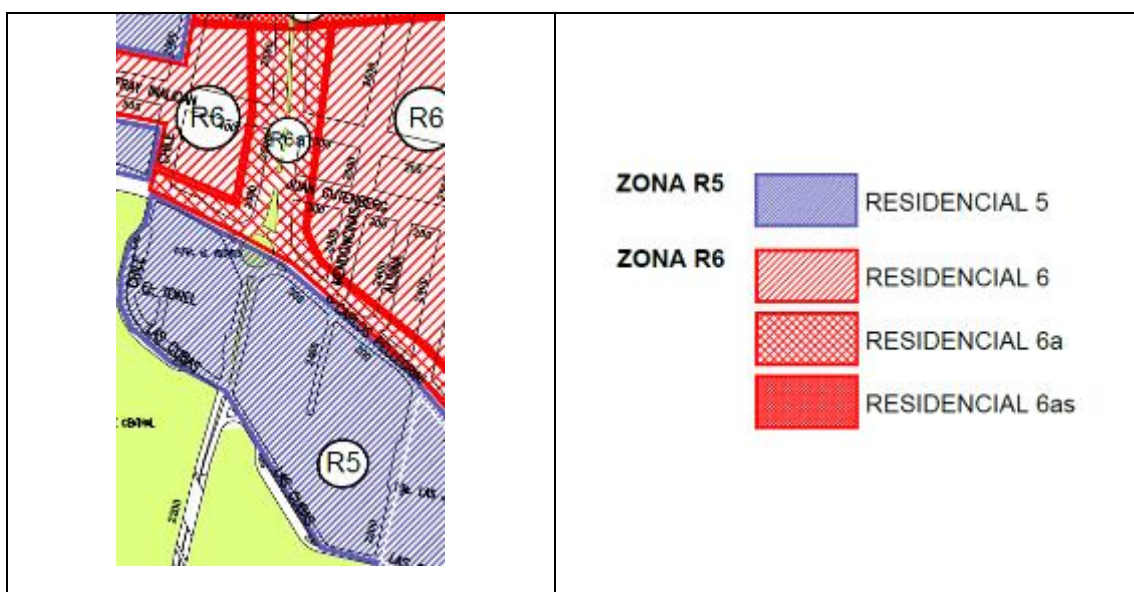


Figura 63: Sector Zona Pellegrini ubicado dentro de las Zonas Residencial 5 y Residencial 6

- d) *Carácter urbanístico:*** zona destinada a la incorporación al tejido urbano de terrenos fiscales en desuso por reconversión del destino original y que por su ubicación, jerarquía del espacio público y disponibilidad de tierra vacante con buena accesibilidad y conexiones puede admitir equipamiento de carácter urbano, metropolitano y regional.

Zona de edificación aislada en torres de perímetro libre con baja ocupación del suelo, con retiros y amplios sectores parquizados. La cantidad de pisos será la que corresponda al rango de superficie de la parcela.

- e) *Ocupación del suelo y edificación:*** a continuación se agregan las **Tabla 17**, **Tabla 18** y **Tabla 19**, con los indicadores de la zona, según tamaño de la parcela.

Tabla 17: Indicadores Urbanos parcelas < 500 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 5)

Para parcelas menores a 500 m <sup>2</sup> de superficie	
FOS max =	0,60
FOT max=	1,80
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	26 metros

Tabla 18: Indicadores Urbanos parcelas entre 501 y 1250 m2 (RESIDENCIAL 5)

Para parcelas entre 501 y 1250 m2 de superficie	
FOS max =	0,45
FOT max=	2,40
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	33 metros

Tabla 19: Indicadores urbanos parcela > 1250 m2 (RESIDENCIAL 5)

Para parcelas mayores a 1251 m2 de superficie	
FOS max =	0,40
FOT max=	3,60
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	48 metros

**f) Uso del suelo:** uso predominantemente residencial con usos complementarios vinculados a equipamiento de escala urbana, metropolitana y regional.

#### 4) Zona Residencial 6

Como ya se mencionara en el punto precedente, la Zona Residencial 6 (R6) del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, también ocupa un sector de la “Zona Pellegrini” (Z2), lo cual puede observarse en la **Figura 63**.

A continuación se presentan los principales aspectos establecidos por el Código para la zona Residencial 6, en cuanto a su carácter urbanístico, tipologías edilicias permitidas e indicadores de ocupación del suelo.

**a) Carácter urbanístico:** zona destinada a renovación por sustitución edilicia u ocupación de los vacíos pasivos y/o consolidación de los sectores con calidad constructiva en su imagen y tipología arquitectónica, con tendencia a la densificación moderada.

Se determinan tipologías de vivienda unifamiliar y/o multifamiliar, entre medianeras y/o de perímetro libre.

Zona de edificación continua (basamento), o edificación aislada (perímetro libre). La cantidad de niveles será la que corresponda al rango de superficie de la parcela, pudiendo la edificación tener retiro frontal obligatorio o voluntario.

**b) Ocupación del suelo y edificación:** a continuación se agregan las **Tabla 20**, **Tabla 21** y **Tabla 22**, con los indicadores de la zona, según tamaño de la parcela.

*Tabla 20: Indicadores urbanos parcelas < 400 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 6)*

<b>Para parcelas menores a 400 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,45
FOS max =	0,65
FOT min=	1,30
FOT max=	2,40
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	23 metros

*Tabla 21: Indicadores urbanos parcelas entre 401 y 1000 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 6)*

<b>Para parcelas entre 401 y 1000 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,40
FOS max =	0,55
FOT min=	1,10
FOT max=	2,50
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	26 metros

*Tabla 22: Indicadores urbanos parcelas > 1001 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 6)*

<b>Para parcelas mayores a 1001 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,35
FOS max =	0,50
FOT min=	1,00
FOT max=	2,60
Retiro lateral min =	20% h



Para parcelas mayores a 1001 m <sup>2</sup> de superficie	
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	31 metros

c) **Uso del suelo:** los usos de suelo se especifican en cada Sub-zona

- **Sub-Zona Residencial 6:** uso predominantemente residencial; uso complementario de servicios y actividades compatibles con la vivienda.
- **Sub-Zona Residencial 6-a:** uso predominantemente residencial; usos complementarios de abastecimiento diario y actividades compatibles con la vivienda.
- **Sub-Zona Residencial 6-as:** uso predominantemente de abastecimiento diario y de servicios compatible con la vivienda.

## 5) Zona Residencial 2

El sector de análisis denominado “Zona E. Civit y Boulogne Sur Mer” (Z3), se ubica dentro de dos de las zonas del Código: Zona Residencial 2 (R2) y Zona Residencial 2PP (R2PP).

A continuación se presentan los principales aspectos establecidos por el Código para la zona Residencial 2, en cuanto a su carácter urbanístico, tipologías edilicias permitidas e indicadores de ocupación del suelo.

En la **Figura 64**, se presenta un acercamiento del sector de análisis, tomado del plano de la **Figura 61**.

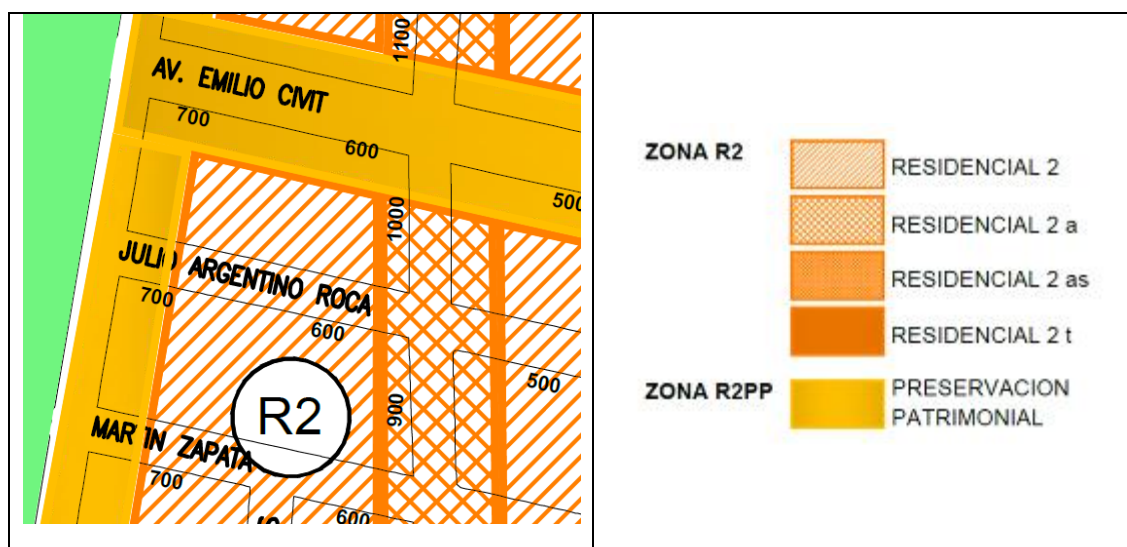


Figura 64: Sector Zona E. Civit y B. Sur Mer ubicado dentro de las Zonas Residencial 2 y Residencial 2PP

a) **Carácter urbanístico:** zona destinada a renovación por sustitución edilicia u ocupación de los vacíos pasivos y/o consolidación de los sectores con calidad constructiva en su imagen y tipología arquitectónica, con tendencia a la densificación moderada.

Se determinan tipologías de vivienda unifamiliar y/o multifamiliar, entre medianeras y/o de perímetro libre.

Zona de edificación continua (basamento), o edificación aislada (perímetro libre). La cantidad de niveles será la que corresponde al rango de superficie de la parcela, pudiendo la edificación tener retiro frontal obligatorio o voluntario.

**b) Ocupación del suelo y edificación:** a continuación se agregan las **Tabla 23**, **Tabla 24** y **Tabla 25**, con los indicadores de la zona, según tamaño de la parcela.

*Tabla 23: Indicadores urbanos parcelas < 600 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 2)*

<b>Para parcelas menores a 600 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,50
FOS max =	0,60
FOT min=	0,60
FOT max=	2,40
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	21 metros

*Tabla 24: Indicadores urbanos parcelas entre 601 y 1000 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 2)*

<b>Para parcelas entre 601 y 1000 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,40
FOS max =	0,50
FOT min=	1,00
FOT max=	2,45
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	26 metros

*Tabla 25: Indicadores urbanos parcelas > 1001 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 2)*

<b>Para parcelas mayores a 1001 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,35
FOS max =	0,45
FOT min=	1,35



<b>Para parcelas mayores a 1001 m2 de superficie</b>	
FOT max=	2,50
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	30 metros

c) **Uso del suelo:** los usos de suelo se especifican en cada Sub-zona

- **Sub-Zona Residencial 2:** uso predominantemente residencial; uso complementario de servicios y actividades compatibles con la vivienda.
- **Sub-Zona Residencial 2-a:** esta sub-zona tiene un uso predominantemente residencial; usos complementarios de abastecimiento diario y actividades compatibles con la vivienda.
- **Sub-Zona Residencial 2-as:** el uso es predominantemente residencial; usos complementarios de abastecimiento diario y de servicios compatibles con la vivienda.
- **Sub-Zona Residencial 2-t:** el uso es predominantemente residencial; usos complementarios de actividades y servicios relacionados al turismo y al esparcimiento.

## 6) Zona Residencial 2-PP

Como ya se mencionara en el punto precedente, la Zona Residencial 2PP (R2PP) del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, también ocupa un sector de la “Zona E. Civit y Boulogne Sur Mer” (Z3), lo cual puede observarse en la **Figura 64**.

a) **Carácter urbanístico:** zona caracterizada por ser un Sector Urbano Histórico con edificios y/o espacios considerados de valor patrimonial, arquitectónico, simbólico o ambiental. Está destinada a la consolidación de los sectores con calidad constructiva en su imagen y tipología arquitectónica y a renovación por sustitución edilicia con tendencia a la densificación moderada.

Se determinan tipologías de vivienda unifamiliar y/o multifamiliar, entre medianeras y/o de perímetro libre.

Zona de edificación continua (basamento), o edificación aislada (perímetro libre). La cantidad de niveles será la que corresponda al rango de superficie de la parcela, pudiendo la edificación tener retiro frontal obligatorio o voluntario.

b) **Ocupación del suelo y edificación:** a continuación se agregan las **Tabla 26**, **Tabla 27** y **Tabla 28**, con los indicadores de la zona, según tamaño de la parcela.

Tabla 26: Indicadores urbanos parcelas < 400 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 2PP)

<b>Para parcelas menores a 400 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,45
FOS max =	0,60
FOT min=	1,20
FOT max=	2,30
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	22 metros

Tabla 27: Indicadores urbanos parcelas entre 401 y 1000 m<sup>2</sup> (RESIDENCIAL 2PP)

<b>Para parcelas entre 401 y 1000 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,40
FOS max =	0,50
FOT min=	1,00
FOT max=	2,50
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	26 metros

Tabla 28: Indicadores urbanos parcelas > 1001 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 2PP)

<b>Para parcelas mayores a 1001 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,35
FOS max =	0,50
FOT min=	1,35
FOT max=	3,50
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	41 metros

c) **Uso del suelo:** uso predominantemente residencial; convivencia de edificaciones uni y plurifamiliares con edificios considerados de valor patrimonial, arquitectónico, simbólico y ambiental. En cuanto a usos complementarios prevalece el criterio de usos restringidos, que permitan salvaguardar el patrimonio histórico-cultural.

d) **Retiros especiales:**

- En Av. Boulogne Sur Mer, el retiro frontal será de cuatro metros (4,00 m) medidos desde el paramento húmedo Este del canal Jarillal.
- En Av. Emilio Civit, el retiro frontal se ubicará a seis metros (6,00 m) de la Línea Municipal, incluidas las esquinas.

## 7) Zona Residencial 4

En el presente trabajo, el sector seleccionado para análisis, denominado “Zona Torres Boulogne Sur Mer” (Z4), se ubica dentro de dos de las zonas del Código: Zona Residencial 2 (R2), cuyas características ya se indicaron en el punto precedente y Zona Residencial 4 (R4).

A continuación se presentan los principales aspectos establecidos por el Código para la zona Residencial 4, en cuanto a su carácter urbanístico, tipologías edilicias permitidas e indicadores de ocupación del suelo.

En la **Figura 65**, se observa un acercamiento del sector de análisis (tomado del plano de la **Figura 61**) con sus correspondientes referencias.

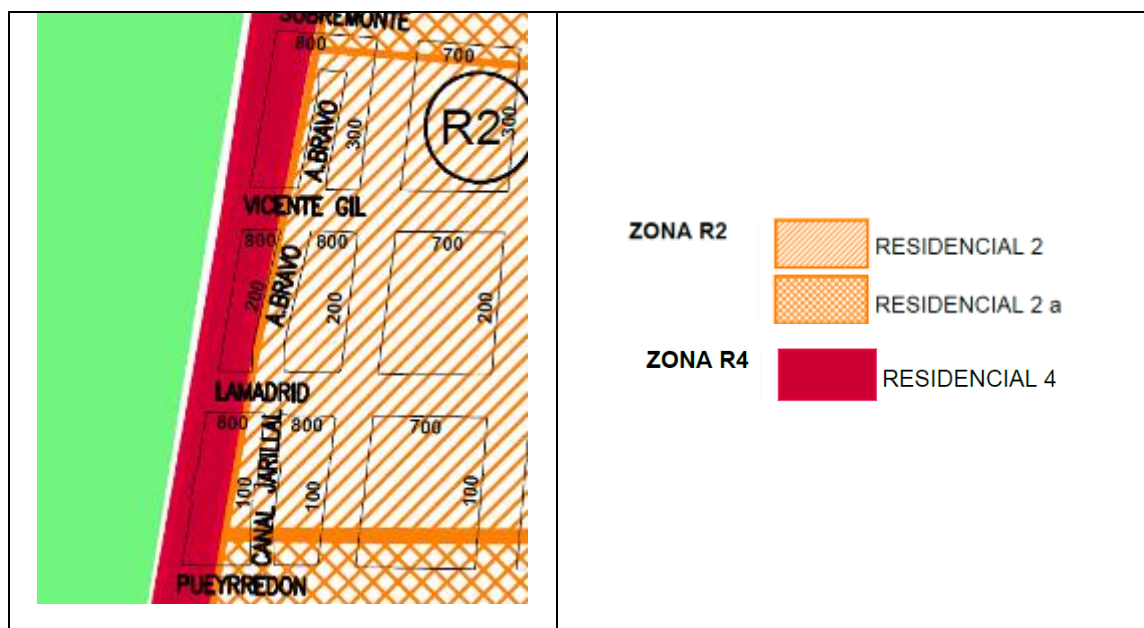


Figura 65: Sector Zona Torres B. Sur Mer ubicado dentro de las Zonas Residencial 2 y Residencial 4

a) **Carácter urbanístico:** zona de conformación lineal con posibilidades de renovación por sustitución edilicia, acorde a sus potencialidades.

Se determinan tipologías de vivienda unifamiliar y/o multifamiliar.

Zona de edificación continua; o edificación aislada, la cantidad de pisos será la que corresponda al rango de superficie de la parcela y al cumplimiento de los retiros establecidos.

**b) Ocupación del suelo y edificación:** a continuación se agregan las **Tabla 29**, **Tabla 30** y **Tabla 31**, con los indicadores de la zona, según tamaño de la parcela.

*Tabla 29: Indicadores urbanos parcelas < 400 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 4)*

<b>Para parcelas menores a 400 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,50
FOS max =	0,60
FOT min=	1,20
FOT max=	2,40
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	21 metros

*Tabla 30: Indicadores urbanos parcelas entre 401 y 1000 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 4)*

<b>Para parcelas entre 401 y 1000 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,40
FOS max =	0,50
FOT min=	1,00
FOT max=	2,45
Retiro lateral min =	20% h
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	26 metros

*Tabla 31: Indicadores urbanos parcelas > 1001 m<sup>2</sup>  
(RESIDENCIAL 4)*

<b>Para parcelas mayores a 1001 m<sup>2</sup> de superficie</b>	
FOS min =	0,30
FOS max =	0,40
FOT min=	1,20
FOT max=	3,00
Retiro lateral min =	20% h

<b>Para parcelas mayores a 1001 m2 de superficie</b>	
Retiro posterior min =	30% h
Separación entre bloques =	20% h
Altura máxima =	41 metros

c) **Uso del suelo:** los usos de suelo se especifican en cada Sub-zona

- **Sub-Zona Residencial 4:** uso predominantemente residencial. En cuanto a usos complementarios, en locales existentes, prevalece el criterio de usos restringidos, que permiten salvaguardar la calidad ambiental que caracteriza la zona.

d) **Retiros especiales:**

- En Av. Boulogne Sur Mer, el retiro frontal será de cuatro metros (4,00 m) medidos desde el paramento húmedo Este del canal Jarillal.

Todas las zonas que se han detallado en el presente apartado, con sus correspondientes indicadores urbanos, son las que serán de aplicación, en el desarrollo de los escenarios teóricos a diseñar.

### 3.2.3 Sombra por Asoleamiento en invierno y verano

En el presente trabajo se planteó la realización del análisis del comportamiento de la ventilación a nivel urbano, en distintos sectores de la Ciudad de Mendoza, que presentan distintas tipologías edilicias y tramas urbanas diferentes.

A su vez, y a los efectos de contrastar el comportamiento de la morfología urbana frente a la ventilación, con la respuesta de la misma ante la incidencia solar, se decidió hacer un análisis de asoleamiento en los sectores en evaluación. Con esto se buscó determinar, si el mejor comportamiento de determinadas configuraciones morfológicas frente a la ventilación coincidía con un buen comportamiento ante el asoleamiento.

En este sentido, en primer lugar se desarrolló del cálculo de las sombras arrojadas por las construcciones, tanto en invierno como en verano, en los distintos sectores y escenarios planteados, tomando como parámetros de evaluación los siguientes:

- Superficies de sombras arrojadas en invierno por las construcciones: en este punto se analizó por un lado la superficie total de estas sombras, considerando como la mejor opción la situación con menor superficie de sombras; y por otro lado, también se analizó el grado de obstrucción al asoleamiento que estas sombras provocaron en las fachadas al norte de las construcciones colindantes o del entorno.
- Superficies de sombras arrojadas en verano por las construcciones: aquí se analizó la superficie total de sombras arrojadas, considerando como la mejor opción, la situación con mayor superficie de sombras; lo que permite generar mayor cantidad de espacios sombreados en los patios interiores de las manzanas y en los espacios públicos de circulación.

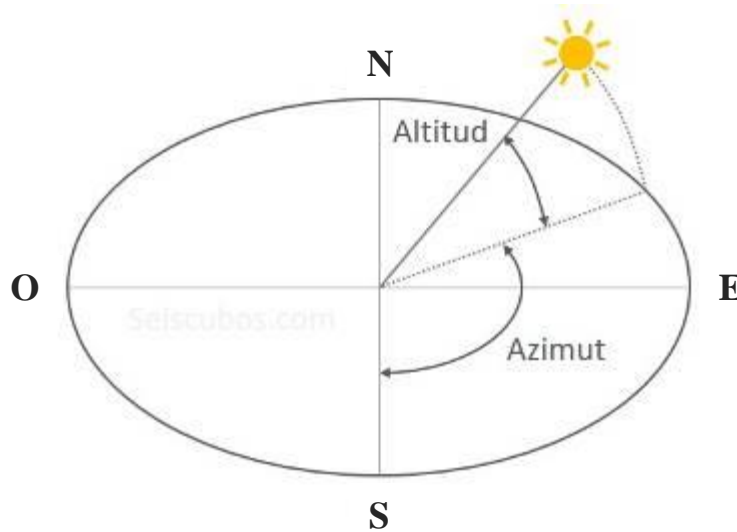
A tales efectos, se utilizaron las herramientas de cálculo que se describen a continuación.

### a) Determinación de fechas y horarios para el cálculo

Para la determinación de las sombras arrojadas es necesario conocer los ángulos de azimut y altitud del sol, los cuales varían hora a hora.

- *Ángulo Azimut*: ángulo medido sobre la horizontal que indica el desplazamiento del sol a lo largo del horizonte con respecto al Sur (ángulo de orientación).
- *Ángulo de Altitud*: es el ángulo medido sobre un plano vertical, que indica la posición del sol sobre el horizonte (ángulo de elevación).

En la **Figura 66**, se muestran gráficamente los dos ángulos indicados.



**Figura 66: Ángulo de azimut y altitud**

A los efectos de obtener los ángulos que permitirán realizar la proyección de las sombras por asoleamiento (azimut y altitud), en primer lugar se establecieron como fechas de referencia las siguientes:

- 21 de junio (solsticio de invierno)
- 21 de diciembre (solsticio de verano)

Además, se determinó el horario de las 14:00 (hora solar) para la obtención de los ángulos de azimut y altitud, por considerarse una hora crítica (alrededor de las 15:30) en el huso horario correspondiente a la Ciudad de Mendoza (GMT=-3 hs) en ambas estaciones.

En verano este horario requiere de la maximización de los sectores de sombra en espacios abiertos y en invierno es una de las horas de captación solar en las construcciones, que requiere de sectores asoleados en espacios abiertos de circulación o de estancia, y que a su vez presenta un mayor desarrollo de la sombra para su análisis, que un horario más cercano al mediodía.

Para la obtención de los ángulos mencionados se utilizó el Software Geosol, que es una herramienta computacional para el cálculo de coordenadas solares y estimación de irradiación solar horaria, desarrollado en el Instituto de Investigaciones en Energía No

Convencional (U.N.Sa. – CONICET) de la Universidad Nacional de Salta, por el Dr. Alejandro L. Hernandez.

GEOSOL permite obtener, para cualquier lugar y día del año, los siguientes valores numéricos (A. Hernandez, 2003):

- Horas solares de salida y puesta del sol sobre el horizonte.
- Duración del día.
- Diferencia horaria entre Hora Solar y Hora Oficial.
- Declinación solar para la fecha consignada.
- Ángulo horario, altitud y azimut solares, hora por hora, desde la salida hasta la puesta del sol.
- Irradiación solar directa, difusa y total en MJ/m<sup>2</sup>, hora por hora, sobre cualquier superficie especificada por el usuario.

### b) Cálculo de azimut y altitud

En las **Figura 67** y **Figura 68**, se agregan las capturas de pantalla del Software Geosol, con los cálculos obtenidos para la Ciudad de Mendoza (Latitud: -32,5° y Longitud: 68,5°), en las fechas: 21 de diciembre (día 355) y 21 de junio (día 172), respectivamente.

En el sector inferior izquierdo de estas capturas, se muestran los datos de *ángulos de altitud y azimut* para todas las horas de incidencia solar, sobre las se resaltó el dato correspondiente a las 14:00 horas, que es el que se utilizará en los cálculos que se desarrollan en el presente trabajo.

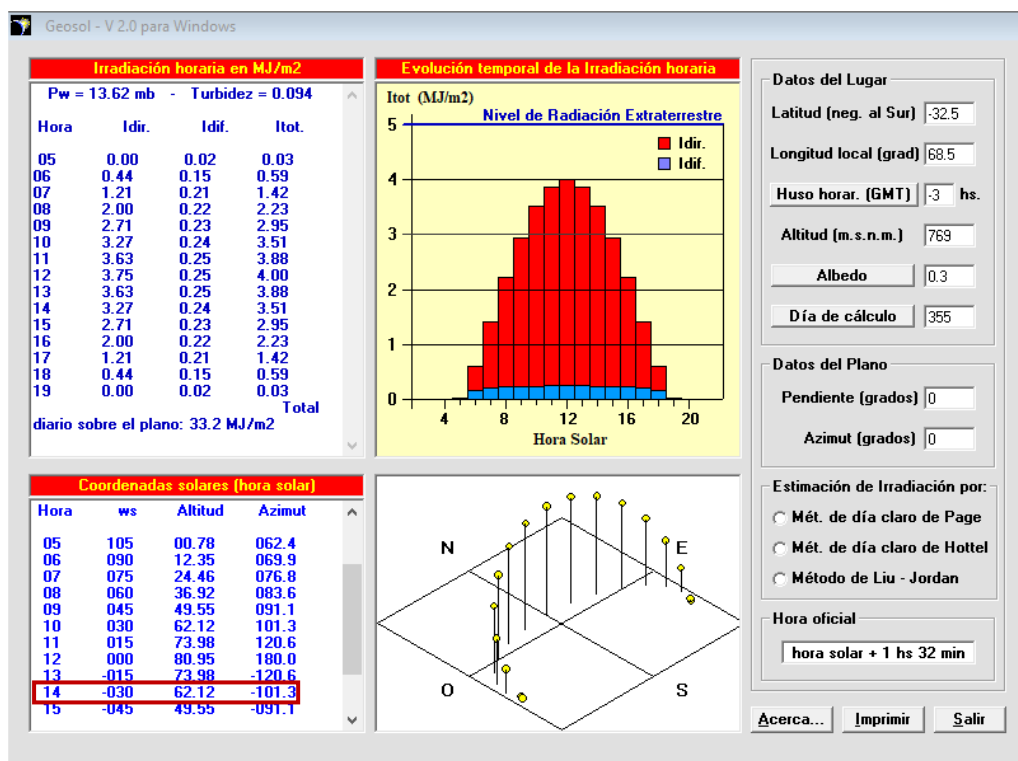


Figura 67: Captura de pantalla Software Geosol para el día 21 de diciembre

De la **Figura 67**, surge que para el 21 de diciembre el ángulo de *altitud solar* para la Ciudad de Mendoza es de 62,12° y el ángulo *acimutal* es de -101,30°.

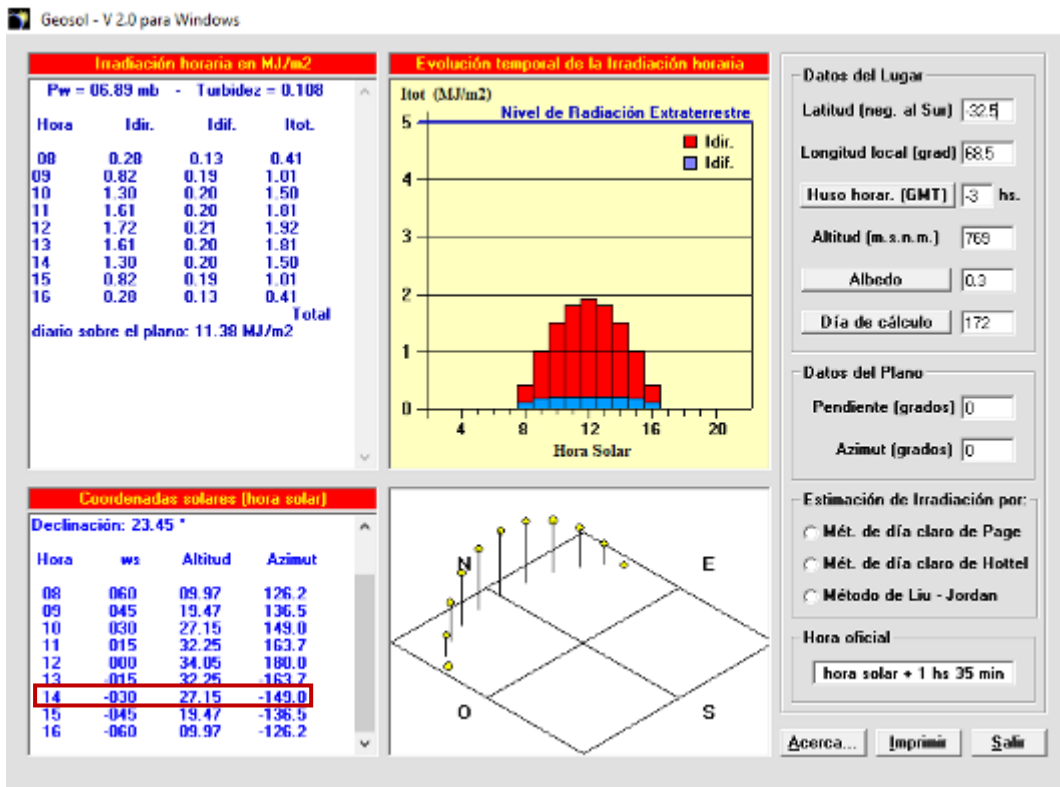


Figura 68: Captura de pantalla del Software Geosol para el día 21 de junio

En la **Figura 68**, se puede observar para el 21 de junio el ángulo de *altitud solar* en la Ciudad de Mendoza es de 27,15° y el *ángulo acimutal* es de -149,00°.

### c) Cálculo de la sombra proyectada

Una vez obtenidos los datos de los ángulos de altitud y azimut para las dos fechas establecidas, se realizó el cálculo de la sombra proyectada considerando que el ángulo acimutal indica el sentido de orientación de la sombra y el ángulo de altitud su longitud en ese sentido.

El ángulo de azimut, se mide desde la dirección Sur (0,00°) y en sentido positivo hacia el Este (sentido antihorario). Como en este caso se obtuvieron ángulos negativos, los mismos se midieron, a partir del sur y hacia el Oeste (sentido horario).

En la **Figura 69**, se puede observar la gráfica de los ángulos acimutales obtenidos para la situación de verano e invierno, para las fechas y horarios adoptados.



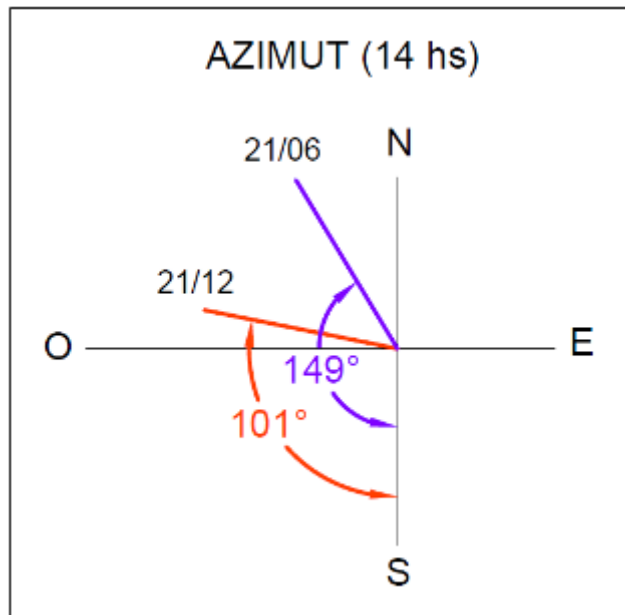


Figura 69: Ángulos acimutales obtenidos para el 21 de diciembre y 21 de junio

En tanto la **Figura 70**, muestra los ángulos de altitud obtenidos para las fechas establecidas, con indicación de la *longitud de sombra arrojada* en cada caso, la cual se obtiene como la tangente del ángulo de altitud.

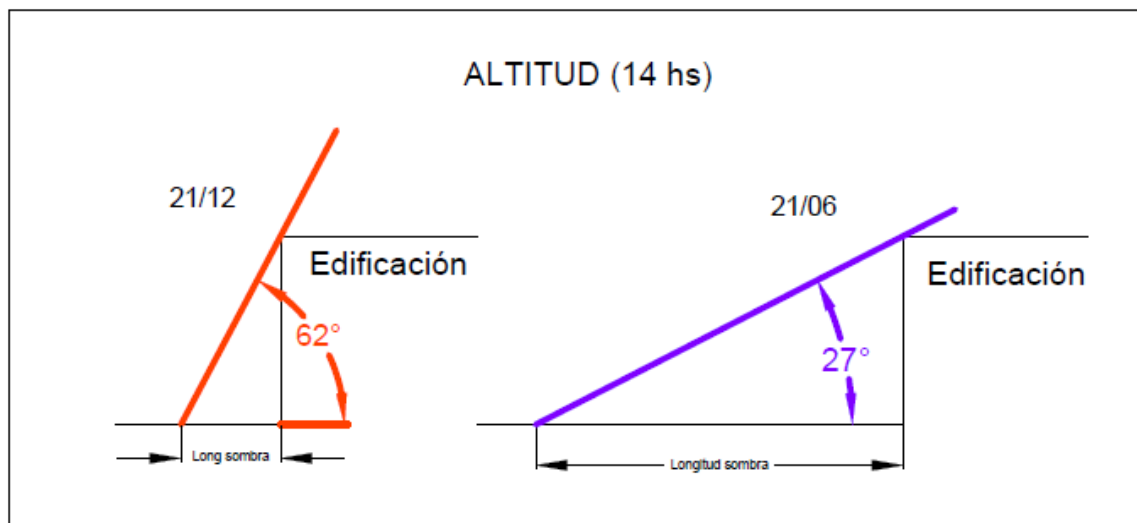


Figura 70: Ángulos de altitud solar obtenidos para el 21 de diciembre y 21 de junio

### 3.2.4 Diseño de escenarios

Como ya se indicó precedentemente, se diseñaron dos escenarios teóricos: 1) Escenario de Valores Mínimos y 2) Escenario de Valores Máximos, para cada una de las manzanas seleccionadas en el punto 6.2.1 del presente trabajo.

Para el diseño de estos dos escenarios se tuvieron en cuenta los requerimientos establecidos en el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, que ya fueron desarrollados en detalle en el punto 3.2.2. Los mismos se pueden resumir del siguiente modo:

- Tipologías constructivas permitidas, según la zona en que se ubique la manzana en análisis. Por ejemplo, si existe en la zona la exigencia, opción o prohibición de basamento continuo o torre exenta.
- Retiros obligatorios, tanto frontal como laterales y posteriores, para las torres o torres sobre basamento, considerando los valores mínimos exigidos para los mismos.
- Dimensiones mínimas de patios exigidas.
- Requerimientos de valores mínimos exigidos y valores máximos permitidos en cuanto a ocupación del suelo y ocupación total (FOS y FOT).
- Altura máxima permitida para la edificación sobre la Línea Municipal (basamento).
- Altura máxima total permitida (basamento más torre), en función de la zona y de la superficie de la parcela.

En las **Tabla 32**, **Tabla 33**, **Tabla 34**, **Tabla 35**, **Tabla 36** y **Tabla 37**, se presenta un resumen de los indicadores urbanos requeridos en el Código, para las zonas que serán de aplicación en el presente trabajo: Zona Central 1 (Cen1), Zona Residencial 5 (R5), Zona Residencial 6 (R6), Zona Residencial 2 (R2), Zona Residencial 2PP (R2PP) y Zona Residencial 4 (R4).

*Tabla 32: Resumen de parámetros urbanos Zona Central 1*

<b>PARÁMETROS SEGÚN ZONA CENTRAL 1</b>				
<b>Parámetros Urbanos</b>		<b>Superficie terrenos</b>		
		<b>Menores a 500 m<sup>2</sup></b>	<b>Entre 501 y 1250 m<sup>2</sup></b>	<b>Mayores a 1251 m<sup>2</sup></b>
<b>FOS</b>	<b>Mínimo</b>	0.60	0.50	0.40
	<b>Promedio Mínimos</b>	<b>0.50</b>		
	<b>Máximo</b>	0.85	0.80	0.70
	<b>Promedio Máximos</b>	<b>0.78</b>		
<b>FOT</b>	<b>Mínimo</b>	2.00	2.40	2.80
	<b>Promedio Mínimos</b>	<b>2.40</b>		
	<b>Máximo</b>	4.25	6.00	7.20
	<b>Promedio Máximos</b>	<b>5.82</b>		
<b>Retiro lateral</b>		15%h	15%h	15%h
<b>Retiro posterior</b>		30%h	30%h	30%h
<b>Separación entre torres</b>		20%h	20%h	20%h
<b>Altura máxima</b>		30m	48m	71m

En el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, la Zona Residencial 5 no establece valores mínimos de FOS y FOT. En el presente trabajo, se adoptaron valores mínimos para estos indicadores, a los efectos de la comparación con otras zonas, siguiendo el mismo criterio utilizado en zonas cercanas al emplazamiento (en este caso Residencial 6).

En función de esto, se realizaron los siguientes cálculos:

- El FOS mínimo, se calculó como el 70% del valor establecido para el FOS máximo.
- El FOT mínimo, se calculó como el 70% del FOT máximo (para los terrenos menores a 500 m<sup>2</sup>). Para los terrenos entre 501 y 1250 m<sup>2</sup>, se redujo un 10% sobre el valor de FOT mínimo obtenido para la categoría anterior, y para los terrenos mayores a 1251m<sup>2</sup>, se realizó una nueva reducción del 10% sobre el valor obtenido para los terrenos entre 501 y 1250 m<sup>2</sup>.

Los indicadores finales obtenidos se presentan en la **Tabla 33**, donde se observa que al igual que en la Zona Residencial 6, los valores asignados para el FOS máximo y mínimo, resultan descendentes a medida que aumenta la superficie del terreno, lo que se entiende como la intención de generar mayores superficies de espacios abiertos en los terrenos de mayores dimensiones.

En cuanto a los valores de FOT, también se respetó el criterio establecido en la Zona Residencial 6, donde a medida que aumenta la superficie del terreno, disminuye el FOT mínimo y aumenta el FOT máximo. Esta estrategia tiende a dar mayor flexibilidad en los valores de ocupación total.

Tabla 33: Resumen de parámetros urbanos Zona Residencial 5

<b>PARAMETROS SEGÚN CÓDIGO: ZONA RESIDENCIAL 5</b>				
Parámetros Urbanos		Superficie terrenos		
		Menores a 500 m <sup>2</sup>	Entre 501 y 1250 m <sup>2</sup>	Mayores a 1251 m <sup>2</sup>
FOS	Mínimo (adoptado)	0.42	0.32	0.28
	Promedio Mínimos	<b>0.34</b>		
	Máximo	0.60	0.45	0.40
	Promedio Máximos	<b>0.48</b>		
FOT	Mínimo (adoptado)	1.26	1.13	1.02
	Promedio Mínimos	<b>1.14</b>		
	Máximo	1.80	2.40	3.60
	Promedio Máximos	<b>2.60</b>		
Retiro lateral		20%h	20%h	20%h
Retiro posterior		30%h	30%h	30%h
Separación entre torres		20%h	20%h	20%h
Altura máxima		26m	33m	48m

Tabla 34: Resumen de parámetros urbanos Zona Residencial 6

<b>PARAMETROS SEGÚN CÓDIGO: ZONA RESIDENCIAL 6</b>				
Parámetros Urbanos		Superficie terrenos		
		Menores a 500 m <sup>2</sup>	Entre 501 y 1250 m <sup>2</sup>	Mayores a 1251 m <sup>2</sup>
FOS	Mínimo	0.45	0.40	0.35
	Promedio Mínimos	<b>0.40</b>		
	Máximo	0.65	0.55	0.50
	Promedio Máximos	<b>0.57</b>		

<b>PARAMETROS SEGÚN CÓDIGO: ZONA RESIDENCIAL 6</b>				
Parámetros Urbanos		Superficie terrenos		
		Menores a 500 m <sup>2</sup>	Entre 501 y 1250 m <sup>2</sup>	Mayores a 1251 m <sup>2</sup>
FOT	Mínimo	1.30	1.10	1.00
	Promedio Mínimos	1.13		
	Máximo	2.40	2.50	2.60
	Promedio Máximos	2.50		
Retiro lateral		20%h	20%h	20%h
Retiro posterior		30%h	30%h	30%h
Separación entre torres		20%h	20%h	20%h
Altura máxima		23m	26m	31m

Tabla 35: Resumen de parámetros urbanos Zona Residencial 2

<b>PARAMETROS SEGÚN CÓDIGO: ZONA RESIDENCIAL 2</b>				
Parámetros Urbanos		Superficie terrenos		
		Menores a 600 m <sup>2</sup>	Entre 601 y 1000 m <sup>2</sup>	Mayores a 1001 m <sup>2</sup>
FOS	Mínimo	0.50	0.40	0.35
	Promedio Mínimos	0.42		
	Máximo	0.60	0.50	0.45
	Promedio Máximos	0.52		
FOT	Mínimo	0.60	1.00	1.35
	Promedio Mínimos	0.98		
	Máximo	2.40	2.45	2.50
	Promedio Máximos	2.45		
Retiro lateral		20%h	20%h	20%h
Retiro posterior		30%h	30%h	30%h
Separación entre torres		20%h	20%h	20%h
Altura máxima		21m	26m	30m

Tabla 36: Resumen de parámetros urbanos Zona Residencial 2PP

<b>PARAMETROS SEGÚN CÓDIGO: ZONA RESIDENCIAL 2PP</b>				
Parámetros Urbanos		Superficie terrenos		
		Menores a 400 m <sup>2</sup>	Entre 401 y 1000 m <sup>2</sup>	Mayores a 1001 m <sup>2</sup>
FOS	Mínimo	0.45	0.40	0.35
	Promedio Mínimos	0.40		
	Máximo	0.60	0.50	0.50
	Promedio Máximos	0.53		
FOT	Mínimo	1.20	1.00	1.35
	Promedio Mínimos	1.18		
	Máximo	2.30	2.50	3.50
	Promedio Máximos	2.77		

<b>PARAMETROS SEGÚN CÓDIGO: ZONA RESIDENCIAL 2PP</b>			
Parámetros Urbanos	Superficie terrenos		
	Menores a 400 m <sup>2</sup>	Entre 401 y 1000 m <sup>2</sup>	Mayores a 1001 m <sup>2</sup>
Retiro lateral	20%h	20%h	20%h
Retiro posterior	30%h	30%h	30%h
Separación entre torres	20%h	20%h	20%h
Altura máxima	22m	26m	41m

Tabla 37: Resumen de parámetros urbanos Zona Residencial 4

<b>PARAMETROS SEGÚN CÓDIGO: ZONA RESIDENCIAL 4</b>				
Parámetros Urbanos	Superficie terrenos			
	Menores a 400 m <sup>2</sup>	Entre 401 y 1000 m <sup>2</sup>	Mayores a 1001 m <sup>2</sup>	
FOS	Mínimo	0.50	0.40	0.30
	Promedio Mínimos	0.40		
	Máximo	0.60	0.50	0.40
	Promedio Máximos	0.50		
FOT	Mínimo	1.20	1.00	1.20
	Promedio Mínimos	1.13		
	Máximo	2.40	2.45	3.00
	Promedio Máximos	2.62		
Retiro lateral		20%h	20%h	20%h
Retiro posterior		30%h	30%h	30%h
Separación entre torres		20%h	20%h	20%h
Altura máxima		21m	26m	41m

En función de todos los requerimientos indicados precedentemente, se diseñaron los escenarios de valores máximos y valores mínimos, para cada una de las manzanas seleccionadas.

Es importante aclarar que el criterio adoptado, tanto en los escenarios de valores máximos como en los escenarios de valores mínimos, fue el de alcanzar el mayor valor de ocupación de suelo permitido (FOS) en cada zona. Así en muchos casos, al aplicar el FOT, no se alcanzó la máxima altura permitida en la zona, la cual si podría lograrse si se redujera la superficie cubierta en planta baja o se trabajara con geometrías más complejas.

La metodología de diseño de los escenarios se inició con el cálculo de las geometrías básicas, en función de los aspectos del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, enunciados precedentemente. Las planillas de cálculo correspondientes se adjuntan en **Anexo Planillas de Cálculo**.

Posteriormente, en base a estos cálculos se representaron gráficamente las construcciones resultantes, utilizando el Software Autocad. En **Anexo Planos**, se agregan los planos correspondientes.

A continuación se indican los pasos seguidos en el diseño:

- En primer lugar, se encuadró cada manzana en la zona correspondiente del Código, la cual establece los indicadores urbanos a utilizar: FOS, FOT, retiros y alturas máximas permitidas.
- Así, partiendo de la superficie de cada terreno o lote, se calculó la superficie cubierta en planta baja, de acuerdo al FOS correspondiente y la superficie cubierta total según el FOT establecido, en virtud del escenario en el que se estuviera trabajando.
- Luego se determinó si en la zona en evaluación, el basamento era obligatorio, optativo o no permitido.
- En los casos donde se utilizó basamento continuo, se calculó la máxima altura posible de alcanzar con el mismo (cantidad de niveles del basamento), en función de lo establecido en el Código. A cada nivel se le asignaron 3 metros de altura.
- Luego y en función del FOT máximo o mínimo establecido para la zona se calculó la cantidad de niveles posibles de la torre sobre basamento.
- Posteriormente, se calcularon los retiros laterales, posteriores y frontales para la torre, en función de la altura máxima alcanzada.
- Con toda esta información, y tomando como base el ancho del terreno, se calculó la profundidad del basamento y las proporciones de la torre (ancho y profundidad), respetando retiros y relación ancho/profundidad codificada.
- En los sectores donde el basamento no era obligatorio, y en función de las dimensiones del los terrenos, se trató de generar fachadas permeables a nivel peatonal, generando construcciones con retiros laterales.
- En las zonas con posibilidades de diseño de torres exentas, ubicadas dentro de una misma parcela de grandes dimensiones, el diseño de los escenarios se realizó utilizando configuraciones de distribución y proporción de construcciones similares a las existentes, para facilitar posteriormente la comparación de los escenarios teóricos con la situación actual. Siempre en función del respeto de los indicadores urbanos establecidos por el Código.
- Finalmente, con los datos obtenidos de los cálculos precedentes, se realizó la representación gráfica de escenarios teóricos para las distintas manzanas, donde surgieron nuevos ajustes impuestos por la geometría de manzanas y lotes.

En la **Figura 71**, se agrega a modo de ejemplo una planilla de cálculo que muestra lo explicado precedentemente.

## Valores Máximos - Manzana 16-Zona E. Civit y B. Sur Mer

Límites de la manzana: N: Emilio Civit; E: P. de Los Andes;  
S: Julio A. Roca; O: B. Sur Mer

### ZONA: RESIDENCIAL 2 y Subzona RESIDENCIA 2-a

Ocupación del Suelo según Código	
Parcelas menores a 600m <sup>2</sup>	
FOS Máximo	0.60
FOT Máximo	2.40
RETIRO LATERAL Mínimo	20%h
RETIRO POSTERIOR Mínimo	30%h
SEPARACIÓN entre torres	20%h
ALTURA máxima	21 m

Ocupación del Suelo según Código	
Parcelas entre 601 y 1000 m <sup>2</sup>	
FOS Máximo	0.50
FOT Máximo	2.45
RETIRO LATERAL Mínimo	20%h
RETIRO POSTERIOR Mínimo	30%h
SEPARACIÓN entre torres	20%h
ALTURA máxima	26 m

Ocupación del Suelo según Código	
Parcelas mayores a 1001 m <sup>2</sup>	
FOS Máximo	0.45
FOT Máximo	2.50
RETIRO LATERAL Mínimo	20%h
RETIRO POSTERIOR Mínimo	30%h
SEPARACIÓN entre torres	20%h
ALTURA máxima	30 m

Bloque	Sup. Terreno (m <sup>2</sup> )	Sup Cub en PB s/FOS Min (m <sup>2</sup> )	Sup Cub Total s/FOT Min (m <sup>2</sup> )	Sup Cub en Basam. Max (m <sup>2</sup> )	Sup Cub en Torre Max (m <sup>2</sup> )	Nº niveles de Basamento	Nº niveles Torre	Nº niveles Total	Retiro lateral min (m)	Retiro posterior min (m)	Retiro frontal min (m)	Ancho del terreno (m)	Prof. Teórica Basam. (m)	Dim. Torre	
														Ancho	Prof
16.1	180.50	108.30	433.20	216.60	216.60	2	2	4	3.00	6.00	4.50	19.37	2.32	13.37	26.74
	180.50	108.30	433.20	216.60	216.60	2	2	4	3.00	6.00	4.50	11.36	6.67	sin torre	0.00
16.2	101.17	60.70	242.81	121.40	121.40	2	2	4	3.00	6.00	4.50	9.66	4.47	sin torre	0.00
16.3	226.38	135.83	543.31	271.66	271.66	2	2	4	3.00	6.00	4.50	11.13	12.20	sin torre	0.00
16.4	286.75	172.05	688.20	344.10	344.10	2	2	4	3.00	6.00	4.50	8.98	19.16	sin torre	0.00
16.5	204.14	122.48	489.94	244.97	244.97	2	2	4	3.00	6.00	4.50	9.31	13.16	sin torre	0.00
16.6	168.70	101.22	404.88	202.44	202.44	2	2	4	3.00	6.00	4.50	8.04	12.59	sin torre	0.00
16.7	961.26	480.63	2,355.09	961.26	1,393.83	2	3	5	3.00	6.00	4.50	20.28	23.70	14.28	21.42
16.8	533.39	320.03	1,280.14	640.07	640.07	2	2	4	3.00	6.00	4.50	10.17	31.47	sin torre	0.00
16.9	262.90	157.74	630.96	315.48	315.48	2	2	4	3.00	6.00	4.50	8.65	18.24	sin torre	0.00
16.10	252.14	151.28	605.14	302.57	302.57	2	2	4	3.00	6.00	4.50	10.25	14.76	sin torre	0.00
16.11	494.59	296.75	1,187.02	593.51	593.51	2	2	4	3.00	6.00	4.50	9.71	30.56	sin torre	0.00
16.12	615.82	307.91	1,508.76	615.82	892.94	2	3	5	3.00	6.00	4.50	12.16	25.32	sin torre	0.00
16.13	408.71	245.23	980.90	490.45	490.45	2	2	4	3.00	6.00	4.50	10.03	24.45	sin torre	0.00
16.14	397.88	238.73	954.91	477.46	477.46	2	2	4	3.00	6.00	4.50	9.98	23.92	sin torre	0.00
16.15	595.65	357.39	1,429.56	714.78	714.78	2	2	4	3.00	6.00	4.50	14.62	24.45	8.62	17.24
16.16	428.19	256.91	1,027.66	513.83	513.83	2	2	4	3.00	6.00	4.50	10.92	23.53	sin torre	0.00
16.17	180.31	108.19	432.74	216.37	216.37	2	2	4	3.00	6.00	4.50	8.95	12.09	sin torre	0.00
16.32	769.77	384.89	1,885.94	769.77	1,116.17	2	2	4	3.00	6.00	4.50	30.93	8.71	24.93	37.40
16.33	602.02	301.01	1,474.95	602.02	872.93	2	2	4	3.00	6.00	4.50	19.23	15.65	13.23	26.46
16.34	299.10	179.46	717.84	358.92	358.92	2	2	4	3.00	6.00	4.50	8.23	21.81	sin torre	0.00
16.35	227.88	136.73	546.91	273.46	273.46	2	2	4	3.00	6.00	4.50	10.36	13.20	sin torre	0.00
16.36	402.75	241.65	966.60	483.30	483.30	2	2	4	3.00	6.00	4.50	10.25	23.58	sin torre	0.00
16.37	311.66	187.00	747.98	373.99	373.99	2	2	4	3.00	6.00	4.50	10.57	17.69	sin torre	0.00
16.38	258.62	155.17	620.69	310.34	310.34	2	2	4	3.00	6.00	4.50	10.58	14.67	sin torre	0.00
Totales	9,170.28	5,207.28	22,156.12	10,414.56	11,741.55										

Figura 71: planilla de cálculo para elaboración de Escenario de Valores Máximos – Manzana 16 (Zona E. Civit y B. Sur Mer)

### 3.2.5 Cálculos y representación de escenarios

Estos escenarios de valores mínimos y máximos se desarrollaron para las 8 manzanas seleccionadas en punto 3.2.1, con lo cual se obtuvieron 16 escenarios teóricos, y sobre ellos se calculó:

- Porcentaje total de superficie de patios de la manzana.
- Porcentaje total de superficie en planta baja ocupada por edificios altos (5 ó más niveles).
- Superficies de sombra de viento.
- Superficie de sombras arrojadas por asoleamiento en verano e invierno.
- Porcentaje de permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento en los tres niveles verticales de trabajo: nivel peatonal, nivel de basamento y nivel superior.

#### 3.2.5.1 Densidad edilicia y patios

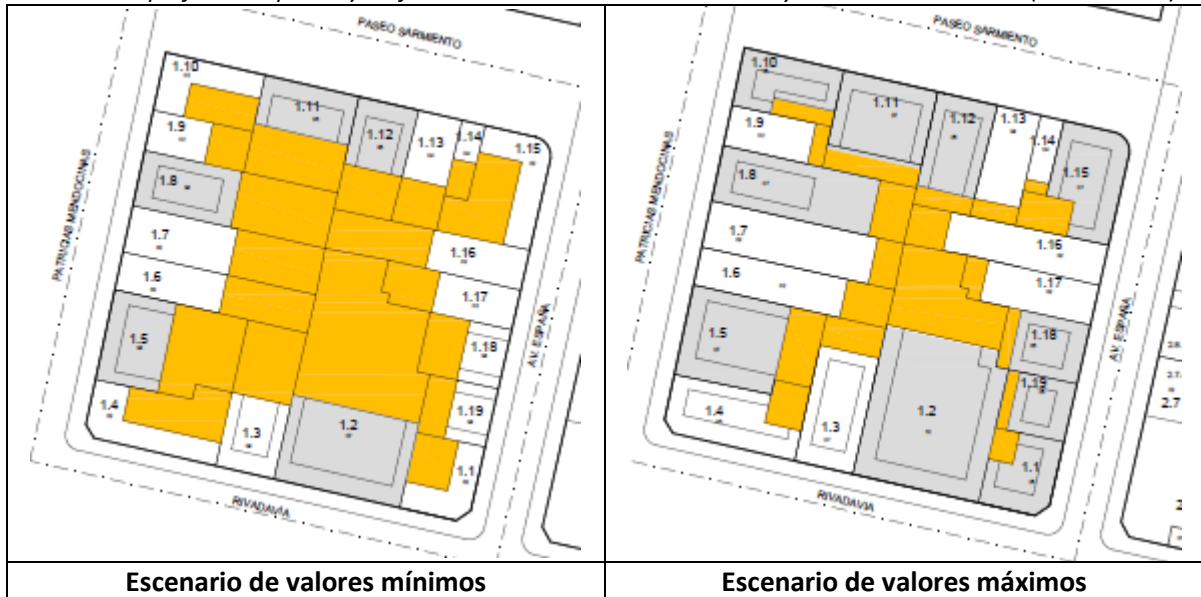
En este apartado se realizó el cálculo de los porcentajes de superficie de patios en cada manzana, como así también el porcentaje de superficie en planta baja ocupada por edificios altos.

Para la graficación de estos escenarios, se adoptó el mismo código de colores utilizado en el diagnóstico:

- Superficie de patios: amarillo
- Edificios altos: gris

En la **Tabla 38**, se agrega a modo de ejemplo, los dos escenarios desarrollados para la Manzana 1 de la Zona Centro, la cual se ubica dentro de la Zona Central 1, establecida por el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza.

*Tabla 38: Superficies de patios y edificios altos. Escenarios de máximos y mínimos-Manzana 1 (Zona Centro)*



En esta manzana se observa claramente la diferencia en superficie de patios y también en presencia de edificios altos en la manzana, resultante de la aplicación de los índices sobre ocupación del suelo y ocupación total establecidos en el Código.

### 3.2.5.2 Ventilación

A los efectos del posterior análisis de la ventilación, se realizó sobre todos los escenarios desarrollados, el cálculo de la sombra de viento de las construcciones, utilizando las fórmulas expuestas en el *Marco Conceptual* del presente trabajo, tomadas de Fuentes Freixanet V., Rodríguez Viqueira M. (2004), y para la misma dirección del viento utilizada en el punto 3.1.2 *Cálculo de Sombra de viento*, del presente trabajo.

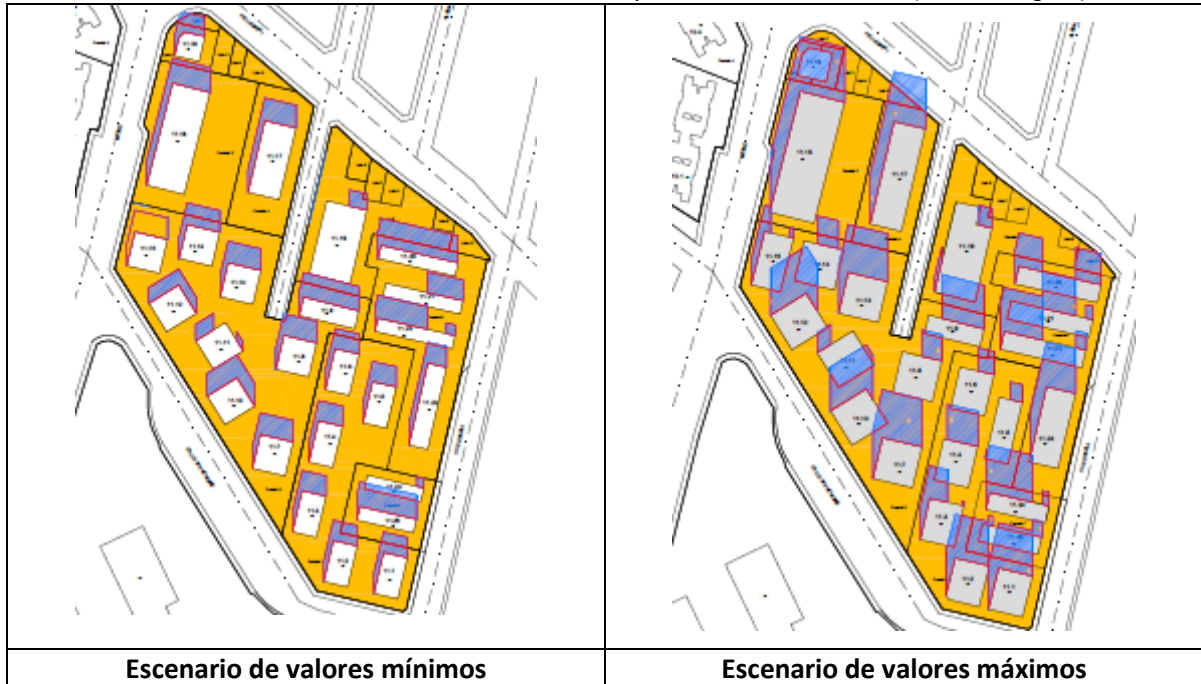
En este apartado también se utilizó el mismo código de colores utilizado en la etapa de diagnóstico, a saber:

- Sombra de viento: rayado celeste
- Superficie de patios: amarillo
- Áreas en espacios abiertos bloqueadas por sombra de viento: borde rojo.

En la **Tabla 39**, se agrega a modo de ejemplo, los dos escenarios con cálculos de sombra de viento desarrollados para la Manzana 11 de la Zona Pellegrini.



Tabla 39: Análisis de Ventilación. Escenarios de Máximos y Mínimos – Manzana 11 (Zona Pellegrini)



La manzana 11, en la situación actual presentaba amplios sectores sin construcción. En el desarrollo de los escenarios teóricos, se ocuparon dichos vacíos.

En el diseño de los escenarios de valores mínimos y máximos, se trató de respetar las características de las construcciones existentes, en cuanto a su relación ancho/profundidad y orientación de las construcciones dentro de la parcela.

En esta zona en particular, los terrenos ubicados al norte, con frente sobre calle Pellegrini, quedaron vacíos. Esto se debe a que esta manzana se ubica en la Zona Residencial 5 (R5) del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, en la cual no se permite el basamento continuo. Por esto, al tratarse de terrenos de dimensiones reducidas, al aplicar los retiros exigidos para las construcciones exentas no fue posible lograr el desarrollo de espacios habitables.

### 3.2.5.3 Asoleamiento en verano e invierno

Con el objetivo de contrastar el comportamiento de las distintas morfologías urbanas, frente al viento y frente al *asoleamiento*, se realizaron los cálculos de sombras de sol arrojadas en invierno y verano, tanto para los escenarios teóricos como para los escenarios reales de las manzanas en estudio.

#### *Asoleamiento en verano*

Para el cálculo de las sombras arrojadas por las construcciones en verano, como ya se indicó en el apartado 3.2.3 *Sombras por asoleamiento en invierno y verano* del presente trabajo, se utilizaron los ángulos de azimut y altitud obtenidos del Software Geosol para el día 21 de diciembre a las 14:00 horas. Los ángulos utilizados son los siguientes:

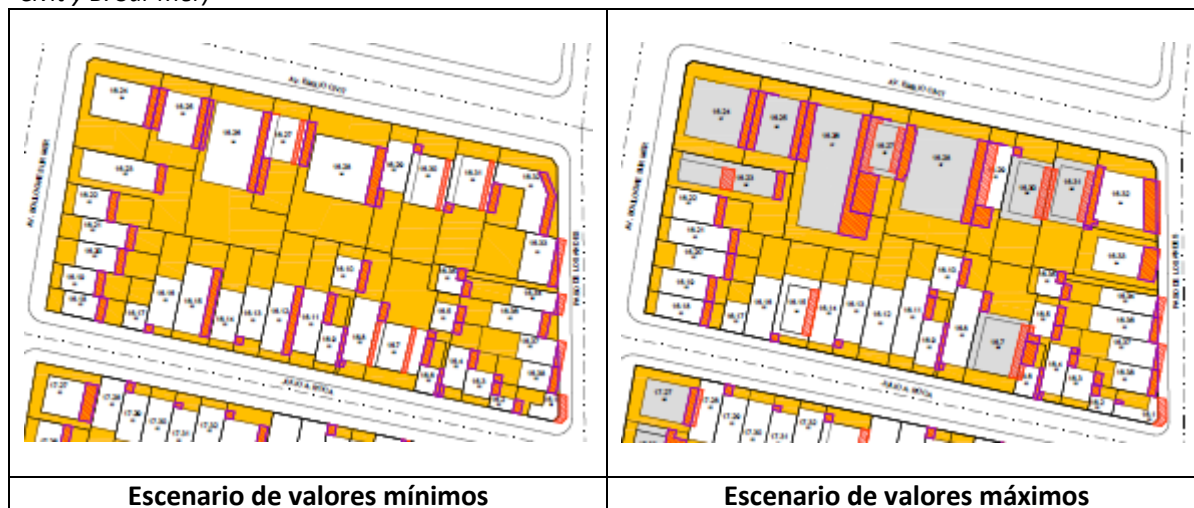
- Ángulo de azimut:  $-101,30^{\circ}$
- Ángulo de altitud:  $62,12^{\circ}$

Siendo el código de colores utilizado en la graficación de los datos:

- Sombra de sol en verano: rayado naranja
- Superficie de patios: amarillo
- Áreas en espacios abiertos con sombra de sol: borde violeta.

En la **Tabla 40**, se agrega a modo de ejemplo, los dos escenarios con cálculos de sombra de sol en verano desarrollados para la Manzana 16 de la Zona E. Civit y Boulogne Sur Mer.

*Tabla 40: Análisis de Asoleamiento en verano. Escenarios de Máximos y Mínimos – Manzana 16 (Zona E. Civit y B. Sur Mer)*



En la figura precedente se observa que la mayor diferencia en cuanto a sombras arrojadas entre el escenario de valores mínimos y el de valores máximos, se presenta en la fachada norte del escenario de máximos. Esto se produce debido a que en este sector las parcelas son de mayor tamaño, por lo cual permiten mayor desarrollo en altura.

En esta zona al ser el basamento continuo opcional, se pudieron desarrollar construcciones exentas, las que favorecen el sombreado de los patios interiores.

### ***Asoleamiento en invierno***

Para el cálculo de las sombras arrojadas por las construcciones en invierno, como ya se indicó en el apartado 3.2.3 *Sombras por asoleamiento en invierno y verano* del presente trabajo, se utilizaron los ángulos de azimut y altitud obtenidos del Software Geosol para el día 21 de junio a las 14:00 horas. Los ángulos utilizados son los siguientes:

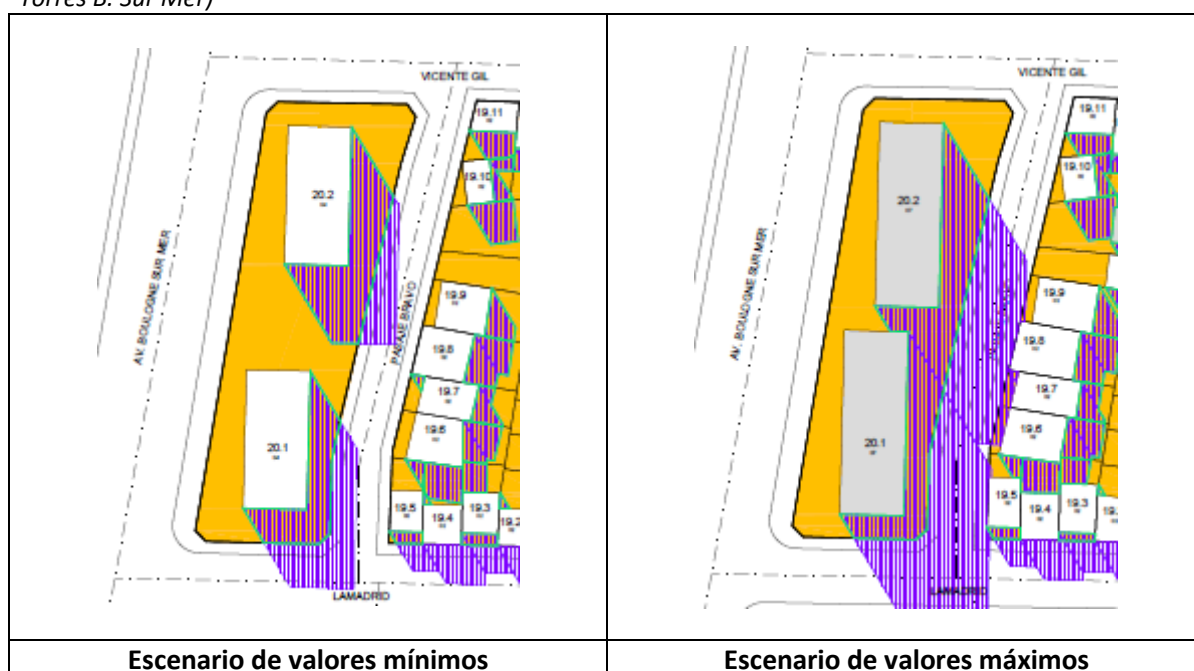
- Ángulo de azimut:  $-149,00^\circ$
- Ángulo de altitud:  $27,15^\circ$

Siendo el código de colores utilizado en la graficación de los datos:

- Sombra de sol en invierno: rayado violeta
- Superficie de patios: amarillo
- Áreas en espacios abiertos con sombra de sol: borde verde.

En la **Tabla 41**, se agrega a modo de ejemplo, los dos escenarios con cálculos de sombra de sol en invierno desarrollados para la Manzana 20 de la Torres de Boulogne Sur Mer.

Tabla 41: Análisis de Asoleamiento en invierno. Escenarios de Máximos y Mínimos – Manzana 20 (Zona Torres B. Sur Mer)



Las proyecciones de sombras de sol en invierno resultaron en general bastante extensas, en la mayoría de las manzanas en análisis. En la figura precedente se puede observar que en el escenario de valores mínimos, si bien la sombra invade el espacio público, la misma no supera el eje de calle, además de circunscribirse a un pequeño sector del entorno. En tanto en el escenario de valores máximos, la sombra supera el eje de calle e incluso avanza sobre los terrenos de la manzana colindante, bloqueando el asoleamiento de algunas construcciones enfrentadas al norte. Por otra parte, la superficie ocupada por la sombra es considerablemente mayor que en el escenario de valores mínimos.

Cabe aclarar que en el escenario real la altura final implementada por excepción presenta dos niveles por encima de la altura máxima permitida, llevando a la peor situación en cuanto a las sombras arrojadas en invierno sobre el entorno.

### 3.2.5.4 Permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento

Finalmente, se realizaron los cálculos correspondientes a la determinación de los porcentajes de *permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento* (suroeste y sureste) en todas las manzanas en análisis. Para estos cálculos se utilizó el *principio de superficies por niveles*, al igual que los cálculos realizados en la etapa de diagnóstico del presente trabajo (apartado 3.1.3 *Cálculo de permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento*).

Los niveles verticales en las fachadas utilizados en este punto del análisis, son los mismos que se usaron en el resto del trabajo, a saber:

- Nivel peatonal: de 0 a 3 metros de altura
- Nivel de basamento: de 3 a 12 metros de altura.
- Nivel superior: de 12 metros de altura hasta la altura del edificio más alto de la manzana.

El código de colores utilizado en este punto, es el mismo que ya se aplicó en la parte de diagnóstico, a saber:

- Construcciones en planta con orientación suroeste: rojo
- Construcciones en planta con orientación sureste: azul
- Superficies de patios en planta: amarillo
- Construcciones en vista con orientación suroeste: rayado rojo
- Construcciones en vista con orientación sureste: rayado azul.

En la **Tabla 42**, se agrega a modo de ejemplo, los perfiles de las fachadas enfrentadas al viento de los escenarios teóricos desarrollados para las Manzanas 8 (Zona Centro) y Manzana 13 (Zona Pellegrini), a los efectos de realizar el contraste entre los escenarios de valores mínimos y máximos, pero también los perfiles que surgen de diferentes tipologías constructivas.

Tabla 42: Análisis de permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento. Escenarios de Máximos y Mínimos – Manzana 8 (Zona Centro) y Manzana 11 (Zona Pellegrini)

<p align="center"><b>Escenario de valores mínimos Manzana 8 (Zona Centro)</b></p>	<p align="center"><b>Escenario de valores máximos Manzana 8 (Zona Centro)</b></p>
<p align="center"><b>Escenario de valores mínimos Manzana 13 (Zona Pellegrini)</b></p>	<p align="center"><b>Escenario de valores máximos Manzana 13 (Zona Pellegrini)</b></p>

De la observación de la figura precedente, surge que en la manzana 8, llama la atención que el resultado en la fachada suroeste (rayado rojo) sea prácticamente el mismo, en el escenario de valores mínimos y máximos. Esto se debe a que el tamaño de las parcelas no permitió cumplir con las exigencias del Código para el desarrollo de torre sobre basamento.

En tanto en la manzana 13 al observar los escenarios teóricos obtenidos para la fachada sureste (rayado azul), se observa una gran diferencia entre los valores mínimos y máximos, no solo en altura sino en la cercanía de las construcciones. Esto se debe a los bajos valores de FOS permitidos por el Código en el escenario de valores mínimos.

### **3.3 DESARROLLO DEL MODELO-HERRAMIENTA DE PREDICCIÓN**

En esta tercera etapa del trabajo, y en virtud de las variables identificadas en las etapas anteriores, se trabajó en el desarrollo de un *modelo predictivo* para la ventilación en entornos urbanos, como herramienta de ayuda a urbanistas y arquitectos, que permita conocer cómo las características de la morfología urbana y edilicia afectan a la circulación del aire en distintos sectores de la Ciudad de Mendoza.

#### **3.3.1 Selección del Método Estadístico**

Luego de la evaluación del comportamientos de las manzanas seleccionadas en los distintos escenarios propuestos, y en virtud de los resultados obtenidos, los cuales ofrecieron algunas pautas sobre cuáles variables de la morfología urbana y edilicia pueden tener mayor incidencia en la optimización de la ventilación a nivel urbano; se decidió utilizar la herramienta de Análisis Estadístico Multivariado, para analizar la posibilidad de desarrollar modelos predictivos que faciliten la toma de decisiones en el campo de análisis.

El método utilizado para la obtención del modelo explicativo fue la técnica de Regresión Lineal Múltiple. Para este cálculo se utilizó el Complemento de Análisis Estadístico de Excel y el Software InfoStat, desarrollado por la Universidad Nacional de Córdoba – Argentina (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Gonzalez, Tablada & Robledo, 2011).

Inicialmente, se elaboraron planillas en Excel con las distintas variables identificadas y posteriormente, en función de las misma y utilizando el Complemento de Análisis Estadístico que ofrece este software, se fueron realizando cálculos sucesivos de Regresión Lineal Múltiple, combinando distintas variables hasta lograr un modelo con significancia estadística y un coeficiente de correlación múltiple que cumpliera con la condición de ser igual o superior al 70%.

Posteriormente, mediante el software InfoStat, se realizó la verificación del supuesto de normalidad de los residuos obtenidos en el modelo. Esta verificación se realizó a través de distintas pruebas estadísticas según la dimensión de cada muestra y sus gráficas asociadas (esto se explicará en detalle en el desarrollo del apartado *4.3 Resultados del Desarrollo de Modelo-Herramientas de predicción*). Esto permitió ir ajustando el modelo en función de los valores logrados.

Por otro lado, y mediante planillas de cálculo de Excel y tablas comparativas, se verificaron los supuestos de homocedasticidad e independencia de los residuos, entre otras medidas de comprobación. En el desarrollo de estos cálculos, también debieron realizarse pasos sucesivos de ajuste y corrección, los que permitieron llegar a los modelos finales que verificaron todos los supuestos.

#### **3.3.2 Selección de variables para el Modelo**

Para la realización de los cálculos enunciados, en primer lugar se seleccionaron dos variables dependientes o criterio: 1) Sombra de Viento y 2) Patios Ventilados.

Si bien la variable “sombra de viento” posee una fórmula de cálculo, la misma es compleja y aplicable a construcciones aisladas, que no es lo que sucede en entornos urbanos, sobre todo

en sectores de mucha compacidad edilicia. Por ello se entendió, que resultaría conveniente contar con una ecuación simplificada para hallar valores aproximados de sombra de viento, que faciliten la tarea de prediseño de urbanistas y arquitectos incorporando en sus proyectos la búsqueda de una adecuada ventilación, tanto en los interiores de manzana como en los espacios de uso público, mediante la minimización de sectores abiertos con aire estancado.

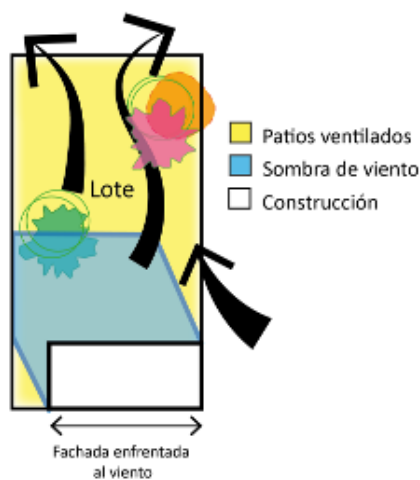
Por otro lado, contar con una ecuación que permita la obtención sencilla de valores de “patios ventilados”, se consideró que puede resultar de gran importancia en el diseño de los patios interiores de las manzanas urbanas, para facilitar la adecuada circulación del aire que ayude a la correcta ventilación de las construcciones que se localizan en estos sectores.

En la **Tabla 43**, se indican las variables dependientes seleccionadas, con sus definiciones y unidades de medida.

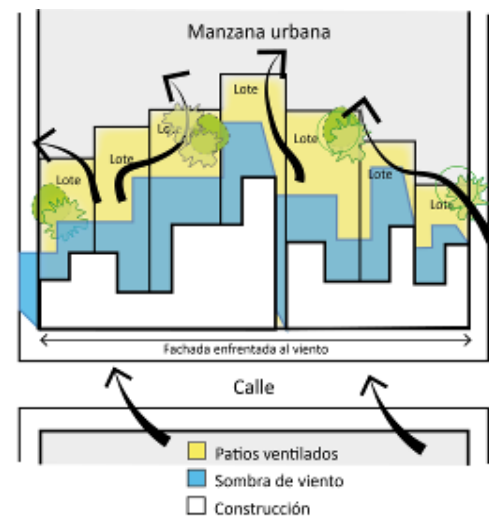
*Tabla 43: Variables dependientes seleccionadas*

Variables Dependientes	Definición	Unidad de Medida
Sombra de Viento (SV)	Zona de estancamiento de aire o turbulencias, que se genera en la parte posterior de las construcciones (sotavento), debido a la acción del viento.	(m <sup>2</sup> )
Patios Ventilados (PV)	Sectores dentro de los espacios abiertos (públicos o privados) que no se encuentran afectados por la Sombra de Viento.	(m <sup>2</sup> )

Antes de la selección de las variables independientes, se planteó la necesidad de contar con dos “modelos” para cada una de las variables dependientes. Uno de ellos para ser aplicado a nivel de lote urbano individual y otro para poder trabajar a nivel de manzana urbana (ver **Figura 72** y **Figura 73**). El primer modelo tiene la intención de generar una herramienta de diseño para los arquitectos que desarrollan proyectos de distinta envergadura en terrenos urbanos, que les permita en etapas de anteproyecto poder verificar si la morfología edilicia adoptada y su localización en el terreno favorecen la ventilación; y el otro, destinado a urbanistas y planificadores, como otra herramienta de diseño o verificación del mejor aprovechamiento de la ventilación en sectores urbanos, tanto en los espacios abiertos interiores de las manzanas como en el entorno público.



**Figura 72: sombra de viento y patios ventilados a nivel de lote urbano**



**Figura 73: sombra de viento y patios ventilados a nivel de fachada**

Por todo lo enunciado, se planteó la realización de 4 Modelos, dos de ellos para la evaluación de la ventilación en lotes individuales (uno por cada una de las variables dependientes seleccionadas), y dos modelos para la evaluación de manzanas (uno por cada variable dependiente). Así los modelos desarrollados fueron los siguientes: 1) Patios Ventilados por lote, 2) Sombra de Viento por lote, 3) Patios Ventilados de fachadas enfrentadas al viento y 4) Sombra de Viento de fachadas enfrentadas al viento.

A partir de la determinación de los distintos modelos a desarrollar, se realizó una primera selección de variables independientes o predictoras para incorporar a los modelos, dividiéndolas en variables para utilizar a nivel de lotes y variables a utilizar a nivel de manzanas.

Estas variables se seleccionaron en virtud de los análisis previos realizados, en donde se pudieron identificar aquellos aspectos de la morfología urbana y de las construcciones, que parecían tener mayor relación con los resultados obtenidos para las variables seleccionadas como dependientes: “Sombra de Viento” y “Patios Ventilados”.

En la **Tabla 44**, que se presenta a continuación, se indican las variables independientes seleccionadas, divididas por categorías según vayan a utilizarse en los modelos por lotes o en los modelos por fachadas.

*Tabla 44: Listado de variables independientes seleccionadas*

<b>Variables Independientes</b>	<b>Definición</b>	<b>Unidad de Medida</b>
<b>Para modelos por lotes</b>		
Ancho del Basamento (AB)	Longitud en sentido horizontal, tomada sobre la fachada principal de la construcción, entre los límites del lote.	(m)
Altura del Basamento (HB)	Longitud en sentido vertical del nivel de basamento desarrollado, tomada desde el nivel de vereda.	(m)
Profundidad del Basamento (ProfB)	Máxima longitud del sector de basamento, en sentido horizontal, tomada en forma perpendicular a la fachada.	(m)
Volumen del Basamento (VB)	Volumen completo del basamento: AB x HB x ProfB	(m <sup>3</sup> )
Ancho de la Torre (AT)	Longitud en sentido horizontal de la torre, ya sea sobre basamento o exenta, tomada sobre la fachada principal de la construcción.	(m)
Altura de la Torre (HT)	Longitud en sentido vertical de la torre, ya sea sobre basamento o exenta, tomada desde el nivel de vereda.	(m)
Profundidad de la Torre (ProfT)	Máxima longitud de la torre, en sentido horizontal, ya sea sobre basamento o exenta, tomada en forma perpendicular a la fachada.	
Volumen de la Torre (VT)	Volumen completo de la torre. En caso de torre sobre basamento, se tomó sólo el volumen de construcción sobre el nivel de basamento.	(m <sup>3</sup> )
Total de Patios (TP)	Superficie total de patios interiores del predio. En caso de construcciones exentas dentro de una misma parcela se subdividió el espacio abierto entre las construcciones existentes.	(m <sup>2</sup> )



<b>Variables Independientes</b>	<b>Definición</b>	<b>Unidad de Medida</b>
Permeabilidad a nivel Peatonal (PerP)	Superficie de vacíos registrada en todo el frente del lote, tomada desde el nivel cero (nivel de vereda) hasta los 3 metros de altura.	(m <sup>2</sup> )
Permeabilidad a nivel de Basamento (PerB)	Superficie de vacíos registrada en todo el frente del lote, tomada entre los 3 m y 12 m de altura, contados desde el nivel cero (nivel de vereda)	(m <sup>2</sup> )
Permeabilidad Superior (PerS)	Superficie de vacíos registrada en todo el frente del lote, tomada entre los 12 m y la altura de la construcción más elevada de la manzana.	(m <sup>2</sup> )
<b>Para modelos por fachadas</b>		
Ancho Máximo Continuo de Basamento (AMCB)	Máxima longitud en sentido horizontal, sin interrupciones del basamento a lo largo de una cuadra.	(m)
Ancho Máximo Continuo de la Construcción (AMCC)	Máxima longitud en sentido horizontal, sin interrupciones de la construcción (sin necesidad de tener basamento) a lo largo de una cuadra.	(m)
Altura Máxima del Basamento (HMaxB)	Altura máxima de basamento, registrada en la cuadra, tomada desde el nivel de vereda.	(m)
Profundidad Máxima del Basamento (ProfMaxB)	Profundidad máxima de basamento, registrada en la cuadra, en forma perpendicular a la fachada.	
Ancho Máximo de Torre (AMaxT)	Máximo ancho de torre registrado en la cuadra.	(m)
Altura Máxima de Torre (HMaxT)	Máxima altura de torre, exenta o sobre basamento, registrada en la cuadra, tomada desde el nivel de vereda.	(m)
Profundidad Máxima de Torre (ProfMaxT)	Máxima profundidad de la torre, exenta o sobre basamento, registrada en la cuadra y medida en forma perpendicular a la fachada.	(m)
Permeabilidad a nivel Peatonal (PPEAT)	Superficie de espacios vacíos registrada en la fachada completa de la cuadra, tomada entre el nivel cero (nivel de vereda) y los 3 metros de altura.	(m <sup>2</sup> )
Permeabilidad a nivel de Basamento (PBasam)	Superficie de espacios vacíos registrada en la fachada completa de la cuadra, tomada entre los 3m y 12m de altura, contados desde el nivel cero (nivel de vereda).	(m <sup>2</sup> )
Permeabilidad Superior (PSup)	Superficie de espacios vacíos registrada en la fachada completa de la cuadra, tomada entre los 12m y la máxima altura de la fachada.	(m <sup>2</sup> )
Angulo de Orientación (ANG)	Ángulo de orientación de la fachada, con relación a la horizontal, perpendicular a la dirección del viento predominante.	(°)
Ancho de Calle (AC)	Ancho de la calle, considerado entre líneas de edificación (incluye veredas y calzada)	(m)
Relación Calle-Altura (AC/Hmax)	Cociente entre el ancho de la calle y la máxima altura registrada en la cuadra.	adimensional

En las gráficas que se agregan a continuación (**Figura 74, Figura 75, Figura 76 y Figura 77**) se pueden visualizar las distintas variables definidas precedentemente.



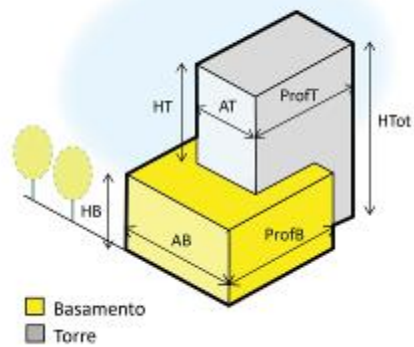


Figura 74: Variables a nivel de lote en construcción con basamento

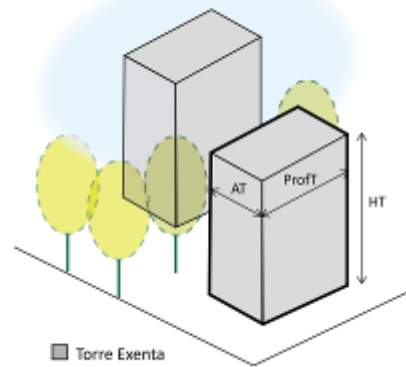


Figura 75: Variables a nivel de lote en construcciones exentas

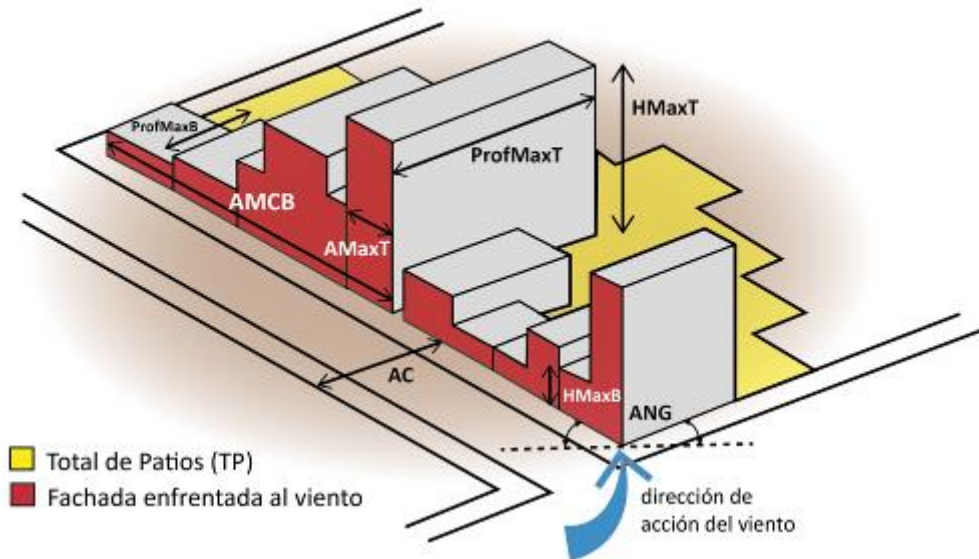


Figura 76: Variables a nivel de fachada enfrentada al viento

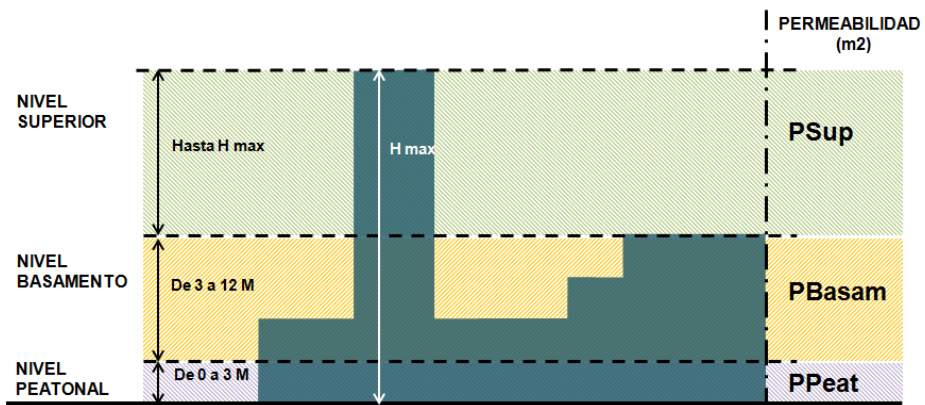


Figura 77: División de fachada en niveles horizontales para análisis de permeabilidad

Para la realización de los cálculos de Regresión Lineal Múltiple, se adoptó el método de “selección hacia atrás” de variables, que implica la introducción, en primera instancia de todas las variables identificadas. Luego y en virtud de los resultados que se fueron obteniendo, se fueron eliminando aquellas variables que no aportaban al modelo significativamente.

Luego de realizado el primer cálculo de Regresión, y obtenidos los datos y tablas correspondientes, se analizaron los mismos, en virtud del cumplimiento de las siguientes pautas:

- 1) Coeficiente de Correlación Múltiple Ajustado ( $R^2$ ): adoptando como criterio de aceptación del mismo valores iguales o superiores a 0,70. En la **Figura 78**, se muestra, a modo de ejemplo una Tabla Resumen de un cálculo de Regresión Lineal Múltiple.

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.868341284
Coefficiente de determinación $R^2$	0.754016585
$R^2$ ajustado	0.725534295
Error típico	96.1387152
Observaciones	107

**Figura 78: Tabla Resumen – Regresión Lineal Múltiple**

- 2) Tabla de Análisis de Varianza: en este conjunto de datos se observó el comportamiento del Estadístico F y su valor crítico, verificando en primer lugar que el valor del mismo fuera superior a su valor crítico y que no superara el 5% (0,05). En la **Figura 79**, se muestra ejemplo de una Tabla de Análisis de Varianza.

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	11	2691505.71	244682.3373	26.47317268	2.9183E-24
Residuos	95	878051.9932	9242.65256		
Total	106	3569557.703			

**Figura 79: Tabla de Análisis de Varianza – Regresión Lineal Múltiple**

- 3) Prueba de significancia t y p-valor de variables independientes: en la tabla de la Ecuación de Regresión, se analizó el p-valor asignado a cada una de las variables del modelo, para determinar si se rechazaba o no la hipótesis nula. Es decir, verificar que los p-valor tuvieran una significancia estadística igual o inferior al 5%. En la **Figura 80**, se agrega a modo de ejemplo, una Tabla de la Ecuación de Regresión.

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	-516.341766	174.6918421	-2.955729125	0.003933789	-863.14892	-169.5346108
Ancho Basam.	4.711285859	1.590552525	2.962043556	0.00386077	1.55363986	7.868931856
Altura Torre	11.90851066	5.214093629	2.283908097	0.024604222	1.55722605	22.25979527
Ancho Torre	6.687508288	1.559768191	4.287501391	4.33722E-05	3.59097692	9.784039654
Prof. Torre	3.605384074	0.862169384	4.181758411	6.44123E-05	1.89376144	5.31700671
Vol. Torre	-0.00782217	0.007072192	-1.106046306	0.271499534	-0.02186225	0.006217905
Perm. Peat.	-2.52974982	1.195496845	-2.116065656	0.036953993	-4.90311113	-0.156388505
Perm. Basam.	0.421816539	0.314293644	1.342109673	0.182759233	-0.20213523	1.045768311
Tot. Patios	0.077469841	0.04483454	1.727905347	0.08725455	-0.01153797	0.166477656
Ángulo orientac.	0.268261486	0.072024526	3.72458523	0.000331866	0.12527472	0.411248248
Ancho calle	26.72552632	8.574355365	3.116913772	0.002417907	9.70327873	43.74777392
Rel. Calle-altura	-18.1324642	8.872196634	-2.043740123	0.043747596	-35.7460015	-0.518926971

**Figura 80: Tabla de Ecuación de Regresión Lineal Múltiple**

- 4) Coeficientes de la Ecuación de Regresión (Coef. Beta): en estos coeficientes se analizó su peso dentro del total de la ecuación, a los efectos de que la inclusión de la variable fuera significativa dentro de la misma. También se analizó el signo de los coeficientes, para determinar su correlación positiva o negativa con la variable dependiente.

Mediante el empleo de la metodología descripta, se realizaron diversas pruebas para cada uno de los modelos, las cuales se agregan en **Anexo Planillas de Cálculo**. En estas pruebas se fueron incorporando nuevas variables, resultantes de relaciones entre las variables iniciales, a los efectos de lograr valores más ajustados a las pautas establecidas. En la **Tabla 45**, se detallan las nuevas variables incorporadas a las ya listadas precedentemente.

*Tabla 45: Listado de nuevas variables independientes incorporadas a los modelos predictivos*

<b>Variabes Independientes</b>	<b>Definición</b>	<b>Unidad de Medida</b>
Ancho+Prof del Basamento (A+ProfB)	Suma de las dos longitudes en sentido horizontal del basamento.	(m)
Ancho+Prof. de Torre (A+ProfT)	Suma de las dos longitudes en sentido horizontal de la torre, ya sea exenta o sobre basamento.	(m)
Relación Altura-Ancho (H/A)	Cociente entre la máxima altura de la construcción y el máximo ancho.	adimensional
Relación Ancho-Profundidad (A/P)	Cociente entre el ancho máximo de la construcción y la máxima profundidad.	adimensional
Relación Ancho Máximo-Prof. Máxima (Amax/Pmax)	Cociente entre el máximo ancho de toda la construcción de la cuadra y la máxima profundidad registrada.	adimensional
Rel. Ancho Máximo-Prof. Máxima al cuadrado (Amax/Pmax) <sup>2</sup>	Cociente entre el máximo ancho de toda la construcción de la cuadra y la máxima profundidad registrada, elevada al cuadrado.	adimensional
Rel. Prof. Máxima-Ancho Máximo (Pmax/Amax)	Cociente entre la máxima profundidad de todo el bloque constructivo de la cuadra y el máximo ancho registrado.	adimensional
Altura Total (Basam.+Torre): (HTot)	Altura total de la construcción (en zonas con basamento), incluyendo altura del basamento más la altura de la torre.	(m)
Rel. Prof Max.-Ancho Max al SE (Pmax/Amax-SE)	Cociente entre la máxima profundidad de todo el bloque constructivo de la cuadra y el máximo ancho registrado, de las fachadas enfrentadas al Sureste.	adimensional
Rel Ancho Max-Prof. Máx al SO (Amax/Pmax-SO)	Cociente entre la máxima profundidad de todo el bloque constructivo de la cuadra y el máximo ancho registrado, de las fachadas enfrentadas al Suroeste.	adimensional

### 3.3.3 Métodos de verificación de supuestos

Una vez obtenidos los 4 modelos, incorporando las nuevas variables que cumplimentaban las pautas citadas previamente, y disponiendo de las ecuaciones de regresión finales, se comenzaron a analizar los valores de los pronósticos (valores obtenidos para cada uno de los casos en análisis, al aplicar la ecuación de regresión) y sus residuos (diferencia entre el valor del pronóstico y el valor calculado). Los residuos se verificaron a tres supuestos: normalidad, homocedasticidad e independencia.

Mediante el software Infostat, para la verificación de normalidad, se utilizó la Prueba de Shapiro-Wilks modificado, para los modelos con menos de 50 mediciones y la Prueba de

Kolmogorov-Smirnov para los modelos con más de 50 mediciones. En estas pruebas, para que se verifique la normalidad de los datos, el p-valor debe ser superior a 0,10.

También se utilizaron gráficas para la visualización de la normalidad, como el gráfico Q-QPlot e Histograma. En las **Figura 81**, **Figura 82**, **Figura 83** y **Figura 84**, se agrega un modelo de los datos obtenidos.

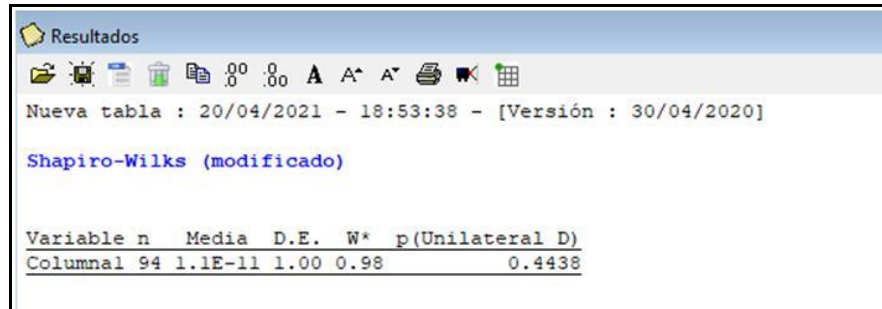


Figura 81: Modelo Prueba de Shapiro-Wilks (modificado)-Software Infostat

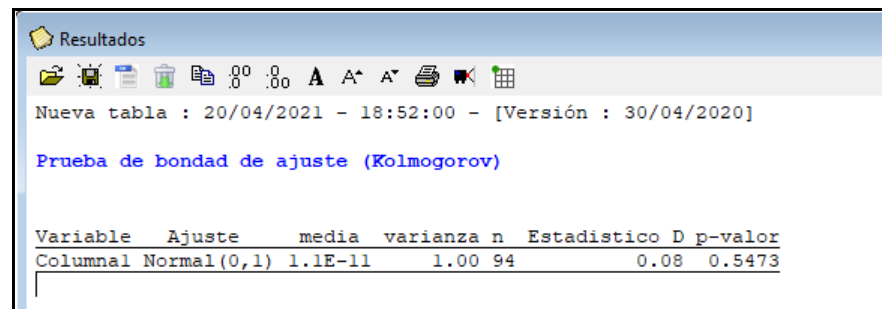


Figura 82: Modelo Prueba de Kolmogorov-Smirnov – Software Infostat

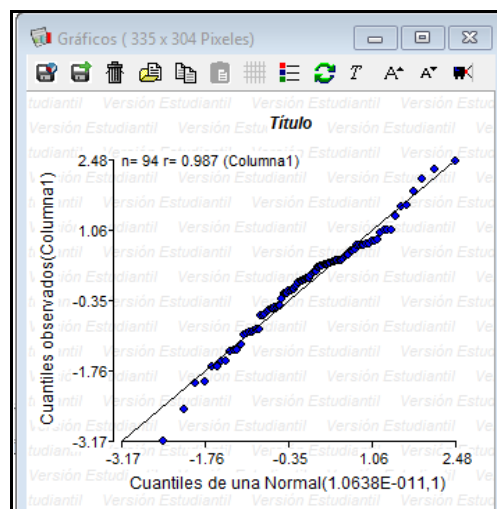
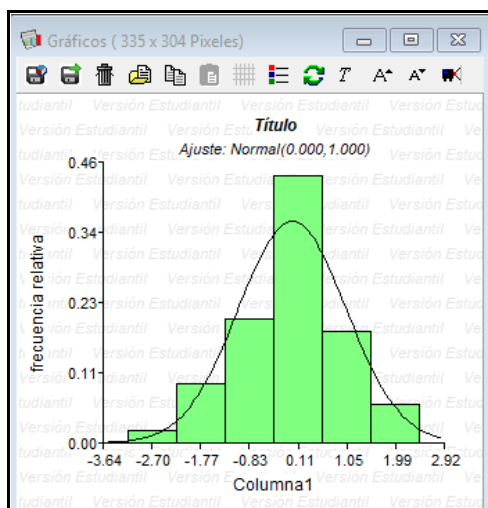


Figura 83: Modelo gráfica Q-QPlot – Software Infostat



**Figura 84: Modelo Histograma-Software Infostat**

Para la determinación de la homocedasticidad de los modelos, se realizó la Prueba de Breusch-Pagan. En este caso se trabajó con planillas de Excel, y tablas de Chi-cuadrado, realizando la siguiente secuencia:

- Obtención de residuos del modelo de regresión lineal múltiple.
- Cálculo de los residuos al cuadrado.
- Cálculo de la varianza de los residuos al cuadrado.
- Obtención de nueva variable dependiente, de ahora en adelante denominada “Pi”, calculada para cada medición como el cociente entre el residuo al cuadrado y la varianza de los residuos al cuadrado.
- Con esta nueva variable dependiente y todas las variables independientes de la regresión original, se realizó el cálculo de una nueva regresión lineal múltiple.
- Con estos valores se calculó el Chi cuadrado crítico, como la mitad del valor de la suma de los cuadrados, obtenida en la Tabla de Análisis de Varianza de la regresión. La secuencia descrita se muestra en el modelo de la **Figura 85**.

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltipl	0.10089265
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.01017933
R <sup>2</sup> ajustado	-0.0228147
Error típico	1.27570876
Observaciones	94

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	de cuadrado de los cuac	F	valor crítico de F
Regresión	3	1.50628832	0.50209611	0.30852032
Residuos	90	146.468955	1.62743284	
Total	93	147.975244		

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.68781552	0.16249668	4.23279731	5.5502E-05	0.3649875	1.01064353
Perm. Peat.	-0.00832258	0.00959213	-0.86764661	0.3878954	-0.02737901	0.01073386
Tot. Patios	0.00053999	0.00057464	0.93971296	0.34988008	-0.00060162	0.00168161
Rel A max/Pmax Total al cuad	0.00506713	0.02945395	0.17203568	0.86379573	-0.05344828	0.06358254

Figura 85: Modelo nueva regresión para verificación de homocedasticidad

- Con el valor de los grados de libertad de la nueva regresión menos uno (k-1), se ingresó a la Tabla de Chi Cuadrado, para buscar el valor correspondiente a un nivel de significancia del 5% (0,05) y se realizó la comparación entre el valor tabulado y el valor del Chi cuadrado crítico, para verificar que el mismo fuera menor al valor de tabla, lo cual indica que el conjunto de datos es homocedástico. (Ver **Figura 86**)

Chi cuad crítico =	0.75314416
gl	4
k-1	3
nivel de significancia=	0.05
Valor de tabla	7.81

El modelo es HOMOCEDÁSTICO porque  $0,75 < 7,81$

Figura 86: Modelo Verificación de Chi Cuadrado

- Estos cálculos se acompañaron de la gráfica de “residuos versus predichos” de la regresión, que aporta el software Infostat. En este gráfico se debe observar que la mayoría de los datos se ubiquen dentro de las líneas rojas superior e inferior. Para ilustrar el proceso descrito, se agrega la **Figura 87**.

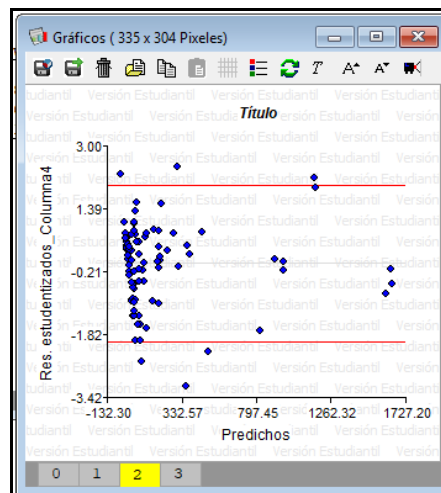
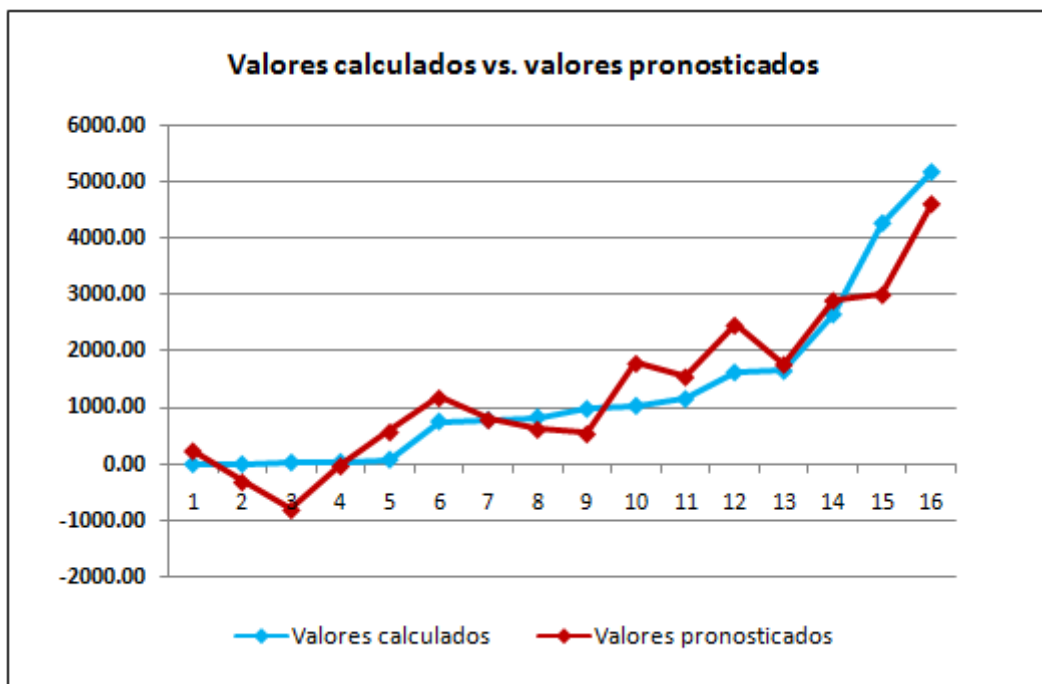


Figura 87: Modelo gráfico de “residuos vs. predichos” Software Infostat

Finalmente, para la verificación de la independencia de los residuos, se utilizó la Prueba de Durbin-Watson, mediante el desarrollo de planillas de cálculo en Excel y la verificación de los valores obtenidos en virtud de un rango preestablecido. Para este cálculo, también se tomaron los valores de residuos obtenidos de la Regresión Lineal Múltiple y se realizó la siguiente secuencia:

- Cálculo de  $(r-(r-1))^2$  y su sumatoria, siendo “r” los valores de residuos obtenidos de la regresión.
- Cálculo de los residuos al cuadrado y su sumatoria.
- Obtención del valor DW (independencia de Durbin-Watson), como el cociente entre la sumatoria de los  $(r-(r-1))^2$  y la sumatoria de los residuos al cuadrado.
- Verificación del valor obtenido, el que se debe ubicar en un rango entre 1,5 y 2,5 para que exista independencia de los datos analizados.

Además de estas pruebas, se realizó una comparación entre los valores ordenados de las mediciones y los valores ordenados de los pronósticos, para analizar el grado en que los resultados del modelo representaban la progresión de los datos calculados. Esta comparativa se realizó a través de tablas y gráficos. Se agrega un gráfico ilustrativo de este método en la **Figura 88**.



**Figura 88: Modelo gráfico “valores calculados vs. valores pronosticados”**

Por otra parte, en los modelos de fachadas enfrentadas al viento, se obtuvieron tres alternativas que verificaron los supuestos, por lo que, a los efectos de seleccionar el mejor modelo entre estas alternativas, se calculó la raíz del error cuadrático medio (RSME) de cada una, y el promedio de los residuos estandarizados mayores a 1, como medio de comparación entre alternativas.

# **CAPÍTULO 4**

## **RESULTADOS**



## 4. RESULTADOS

### 4.1 RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

Luego de la realización de los cálculos de “sombra de viento” y “permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento” para cada una de las 22 manzanas en estudio, se procedió al cálculo de los resultados totales por manzana y análisis comparativo final, cruzando la información obtenida de “sombra de viento” y “permeabilidad”.

Es importante aclarar, que en la aplicación del principio de diseño que relaciona el largo de la fachada continua con el ancho de las calles adyacentes, sólo el 30% de las manzanas analizadas no cumplieron con el criterio que establece que la longitud de la fachada continua no debe ser superior a cinco veces el ancho de la calle, estas manzanas no pertenecen a una zona en particular y se distribuyen aleatoriamente en las distintas zonas analizadas. A partir de este dato, se pudo observar que estos resultados tuvieron que ver más con el hecho de ser fachadas continuas y compactas, que con el ancho de las calles, salvo en el caso que se trabajó sobre callejones. Por lo cual, como la continuidad de la fachada se evaluó a través de los porcentajes de permeabilidad, en donde se pone de manifiesto esta situación, se decidió no incluir los valores de este indicador en los resultados finales, a los efectos de no ser redundante con la información a analizar.

Para cada una de las manzanas se calculó: superficie total de la manzana entre líneas municipales; superficie del entorno urbano de cada manzana, medido desde la línea municipal hasta el eje de calle; superficie total de sombra de viento en el interior de la manzana y en el entorno; superficie total de patios y superficie total de patios obstruida por sombra de viento.

A partir de estos datos se pudieron obtener los siguientes resultados finales: 1) porcentaje de sombra de viento en planta (interior y entorno), 2) porcentaje de superficie ventilada (interior y entorno), 3) FOS y FOT reales y 4) porcentaje de patios ventilados.

Con todos estos resultados se construyó un Cuadro Comparativo subdividido por zonas, en donde se colocaron los resultados finales por manzana de: superficie interior y del entorno, superficies de sombra de viento interior y del entorno, porcentajes de superficies ventiladas del interior de manzana y del entorno, FOS y FOT, superficie total de patios y porcentaje de patios ventilados, permeabilidad de las fachadas SO y SE por niveles (peatonal, basamento y sobre basamento) y los promedios finales de permeabilidad por manzana por cada nivel.

Luego se resaltaron las columnas a utilizar para la evaluación, y a las mismas se les aplicó un formato de barras horizontales, indicando la magnitud de los valores por columna, utilizando el color turquesa para las superficies ventiladas, violeta para FOS y FOT, naranja para ventilación de patios y rosa para permeabilidad de la fachada. Este cuadro se presenta en la **Tabla 46** y se agrega en **Anexo Planillas de Cálculo** para su observación en mayor detalle.

Tabla 46: Cuadro Comparativo de resultados por Zona

Manzanas	Sombra de Viento										Parámetros Urbanos									
	Superficies manzana		Superficies sombra de viento		Superficies ventiladas		Factores de Ocupación		Ventilación de patios		Permeabilidad fachada SO			Permeabilidad fachada SE			Promedio Permeabilidad			
	Interior	Entorno	Interior	Entorno	Interior	Entorno	FOS	FOT	Sup. de patios	Patios ventilados	Nivel peatonal	Nivel Basam.	Nivel Superior	Nivel peatonal	Nivel Basam.	Nivel Superior	Nivel peatonal	Nivel Basam.	Nivel Superior	
Zona Centro	Manzana 1	10,089.15	5,150.73	3,164.12	523.40	68.64%	89.84%	0.91	4.39	863.55	24.73%	0.00%	58.10%	85.51%	0.00%	50.43%	92.16%	0.00%	54.26%	88.84%
	Manzana 2	10,064.34	4,804.88	2,504.05	1,171.81	75.12%	75.61%	0.79	5.60	2,134.19	61.82%	24.47%	58.10%	80.45%	2.91%	32.44%	72.99%	13.69%	45.27%	76.72%
	Manzana 3	10,045.35	5,518.39	3,364.44	772.38	66.51%	86.00%	0.84	4.76	1,633.58	43.48%	0.00%	40.62%	87.11%	0.00%	40.62%	85.59%	0.00%	40.62%	86.35%
	Manzana 4	10,272.67	5,215.96	3,226.00	459.38	68.60%	91.19%	0.74	3.02	2,636.27	58.69%	0.00%	64.88%	100.00%	19.90%	50.19%	72.25%	9.95%	57.54%	86.12%
	Manzana 5	10,123.17	4,837.57	4,002.61	451.72	60.46%	90.66%	0.87	4.92	1,303.20	34.54%	0.00%	42.54%	74.57%	0.00%	39.79%	76.76%	0.00%	41.17%	75.66%
	Manzana 6	9,995.30	5,483.80	2,817.89	414.46	71.81%	92.44%	0.94	3.82	645.31	54.53%	0.00%	25.00%	69.41%	0.00%	36.70%	87.21%	0.00%	30.85%	78.31%
	Manzana 7	10,187.63	4,875.93	3,255.70	1,150.00	68.04%	76.41%	0.89	5.12	1,139.70	31.92%	0.00%	35.07%	67.57%	3.15%	31.01%	71.84%	1.58%	33.04%	69.71%
	Manzana 8	10,261.25	4,168.02	2,391.34	917.77	76.70%	77.98%	0.72	3.89	2,923.98	71.87%	0.00%	42.61%	76.16%	0.00%	27.97%	84.04%	0.00%	35.29%	80.10%
	Manzana 9	9,987.11	4,792.61	2,344.55	656.65	76.52%	86.30%	0.89	3.02	1,140.40	55.31%	0.00%	45.96%	84.87%	0.00%	68.36%	100.00%	0.00%	57.16%	92.43%
	Zona Centro	10,114.00	4,983.10	3,007.86	724.17	70.27%	85.16%	0.84	4.28	1,602.24	48.54%	2.72%	45.87%	80.63%	2.88%	41.95%	82.54%	2.80%	43.91%	81.58%
Zona Pellegrini	Manzana 10	52,733.19	16,615.81	3,140.02	66.89	94.05%	99.60%	0.19	0.39	42,496.34	92.61%	14.60%	71.53%	100.00%	60.97%	86.99%	100.00%	37.79%	79.26%	100.00%
	Manzana 11	40,469.19	13,451.33	6,678.08	392.43	83.50%	97.08%	0.21	0.84	32,062.34	82.69%	66.92%	77.94%	100.00%	41.07%	50.43%	100.00%	53.99%	64.19%	100.00%
	Manzana 12	14,418.56	9,655.38	3,764.88	271.65	73.89%	97.19%	0.29	1.72	10,292.23	72.46%	37.70%	37.70%	66.67%	13.81%	13.81%	66.67%	25.75%	25.75%	66.67%
	Manzana 13	14,081.45	5,784.51	4,341.47	222.72	69.17%	96.15%	0.36	1.31	9,065.68	59.39%	29.23%	46.60%	88.70%	45.02%	64.77%	100.00%	37.12%	55.68%	94.35%
	Manzana 14	8,582.57	4,173.93	1,069.63	58.22	87.54%	98.61%	0.32	0.38	5,829.17	89.63%	61.01%	100.00%	100.00%	62.77%	90.76%	100.00%	61.89%	95.38%	100.00%
	Manzana 15	6,614.32	3,048.33	1,406.59	282.58	78.73%	90.73%	0.58	0.80	2,783.51	66.27%	17.50%	81.56%	100.00%	0.00%	95.64%	100.00%	8.75%	88.60%	100.00%
	Zona Pellegrini	22,816.55	8,788.22	3,400.11	215.75	81.15%	96.56%	0.32	0.91	17,088.21	77.18%	37.82%	69.22%	92.56%	37.27%	67.06%	94.44%	37.55%	68.14%	93.50%
Zona E. Civit	Manzana 16	19,607.38	8,461.40	4,586.35	196.95	76.61%	97.67%	0.50	1.18	9,795.55	66.55%	3.11%	76.49%	100.00%	5.17%	84.77%	100.00%	4.14%	80.63%	100.00%
	Manzana 17	21,765.98	7,935.16	4,425.21	259.60	79.67%	96.73%	0.52	0.99	10,517.20	72.07%	7.92%	78.43%	100.00%	0.00%	56.95%	100.00%	3.96%	67.69%	100.00%
	Zona E. Civit	20,686.68	8,198.28	4,505.78	228.28	78.14%	97.20%	0.51	1.08	10,156.38	69.31%	5.51%	77.46%	100.00%	2.58%	70.86%	100.00%	4.05%	74.16%	100.00%
Zona Torres B. Sur	Manzana 18	9,782.11	6,499.63	1,856.58	157.48	81.02%	97.58%	0.50	0.84	4,844.28	73.21%	22.68%	95.02%	100.00%	3.50%	74.98%	100.00%	13.99%	85.00%	100.00%
	Manzana 19	4,926.35	3,268.61	1,019.41	128.99	79.31%	96.05%	0.59	2.30	2,038.17	66.76%	0.00%	66.67%	100.00%	0.00%	65.82%	100.00%	0.00%	66.25%	100.00%
	Manzana 20	3,831.03	4,126.14	944.35	52.61	75.35%	98.72%	0.33	3.94	2,573.51	64.76%	30.66%	30.66%	33.33%	28.47%	28.47%	33.33%	29.57%	29.57%	33.33%
	Manzana 21	4,815.44	3,039.10	955.99	202.34	80.15%	93.34%	0.51	0.83	2,347.43	70.16%	22.01%	65.35%	100.00%	14.14%	78.57%	100.00%	18.07%	71.96%	100.00%
	Manzana 22	6,623.92	4,096.03	658.72	22.85	90.06%	99.44%	0.31	0.58	4,559.07	89.35%	78.68%	100.00%	100.00%	50.82%	95.87%	100.00%	64.75%	97.94%	100.00%
	Zona Torres BS	5,995.77	4,205.90	1,087.01	112.85	81.18%	97.03%	0.45	1.70	3,272.49	72.85%	30.81%	71.54%	86.67%	19.39%	68.74%	86.67%	25.10%	70.14%	86.67%

A partir de este Cuadro Comparativo, se confeccionaron gráficos de resultados por zona, mostrando en los mismos, los datos por manzana de: ventilación del entorno, porcentaje de patios ventilados, permeabilidad a nivel peatonal, permeabilidad a nivel de basamento, FOS y FOT.

#### 4.1.1 Resultados Zona Centro

En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos para las nueve manzanas que componen la Zona Centro.

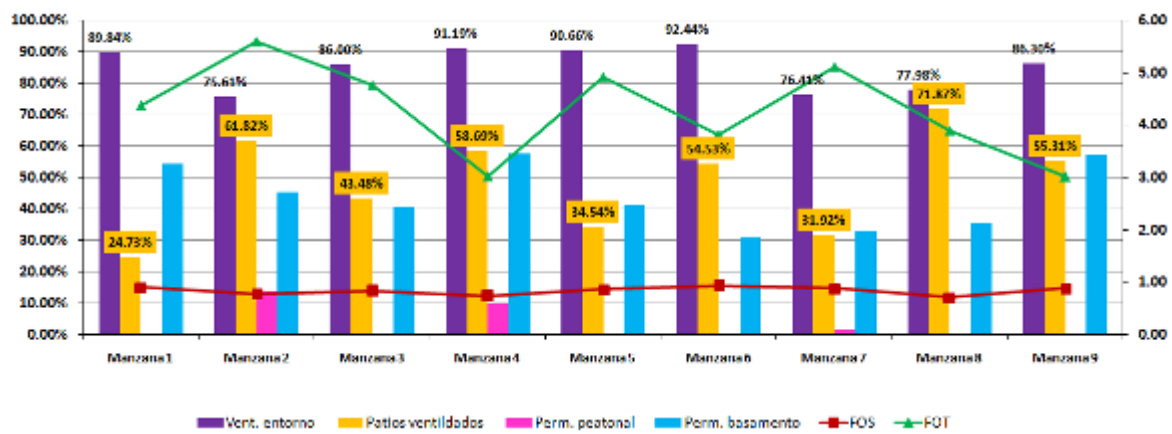


Figura 89: Relación entre ventilación y parámetros urbanos Zona Centro

Del análisis de la Figura 89, surge que el peor comportamiento, en cuanto al porcentaje de patios ventilados en el interior de la manzana lo presenta la *Manzana 1* (24,73%), y la mejor situación se presenta en la *Manzana 8* con el 71,87% de la superficie de patios ventilados. El resto de las manzanas presentan situaciones intermedias, con valores desde 31,92% para la *Manzana 7*, hasta el 61,82% que arroja la *Manzana 2*.

Para una mejor comprensión de los factores que contribuyen a un mayor rendimiento de la ventilación natural en esta zona de análisis, se realizaron comparativas entre manzanas colindantes que presentaron valores muy diferentes de porcentajes de patios ventilados, a los efectos de determinar variables significativas que pudieran estar influyendo en los resultados.

#### 4.1.1.1 Comparación entre Manzana 1 y Manzana 2

La comparación entre las *Manzanas 1* y *2* se realiza debido a que son manzanas colindantes y presentan una importante diferencia en los porcentajes de patios ventilados. La *Manzana 2* muestra una diferencia porcentual de 37,09% más de ventilación que la *Manzana 1*.

Tabla 47: Comparación Manzana 1 y 2

Indicadores	Manzana 1	Manzana 2	Diferencia
Patios Ventilados	24.73%	61.82%	-37.09%
Ventilación Entorno	89.84%	75.61%	14.23%
FOS	0.91	0.79	0.13
FOT	4.39	5.60	-1.22
Perm. Peatonal	0.00%	13.69%	-13.69%
Perm. Basamento	54.26%	45.27%	9.00%

De la comparación de la ventilación del entorno, surge que la *Manzana 1* tiene un mejor comportamiento en este sentido, como así también un FOT menor que la *Manzana 2*. También tiene 9,00% más de permeabilidad a nivel de basamento que la *Manzana 2*. Por lo cual, la explicación del mejor rendimiento en la ventilación de patios de la *Manzana 2* estaría dado por una mayor permeabilidad a nivel peatonal y un FOS menor. Estos datos se pueden observar en la **Tabla 47**.

A los efectos de visualizar la situación de ubicación de las superficies de patios en ambas manzanas y las proyecciones de sombra de viento, en la **Figura 90**, se agrega el esquema en planta de las mismas y en las **Figura 91** y **Figura 92**, los perfiles de fachadas suroeste correspondientes.

De la observación de los gráficos mencionados surge que la *Manzana 2* presenta dos amplias superficies de patios en una de las fachadas enfrentadas al viento, lo que le aporta el porcentaje ventilación a nivel peatonal que no tiene la *Manzana 1*, lo cual a su vez se relacionaría con el menor valor de FOS de esta manzana.

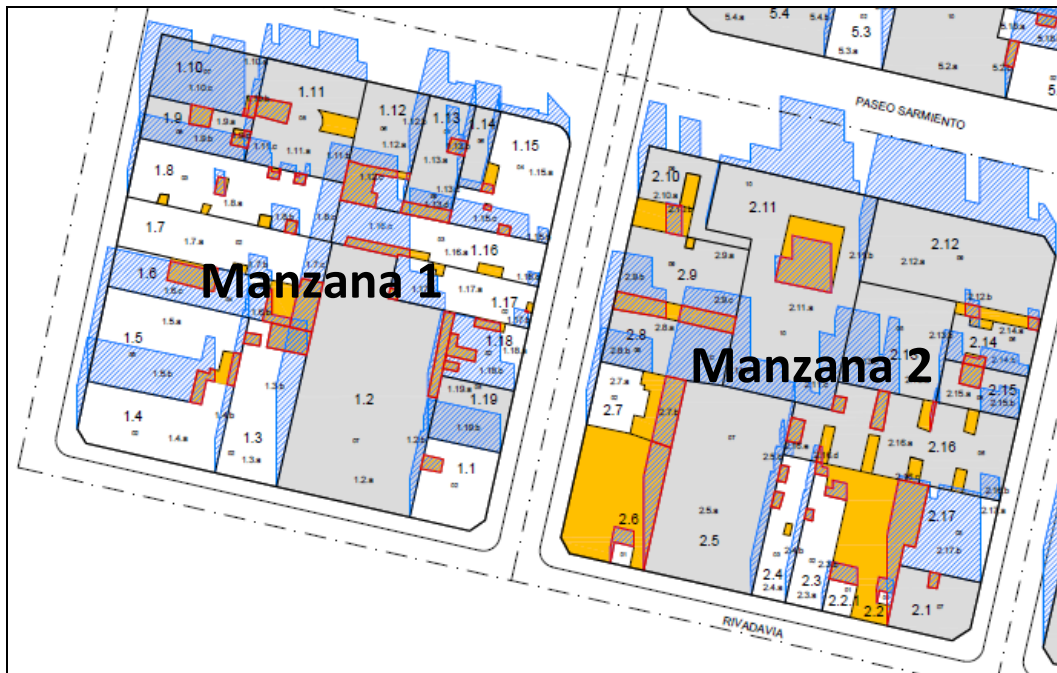


Figura 90: Plano de Sombra de Viento Manzanas 1 y 2

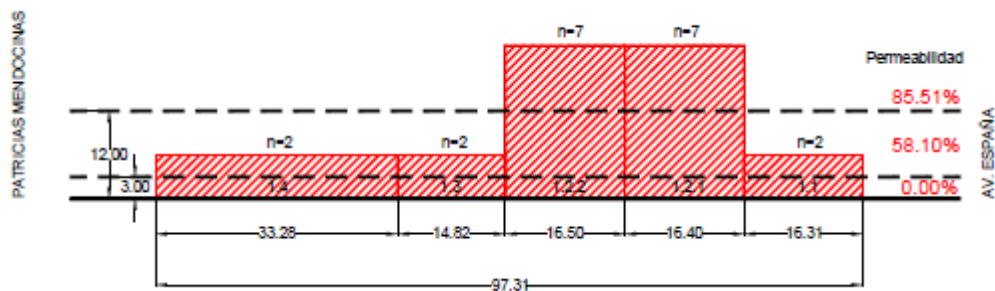


Figura 91: Fachada suroeste Manzana 1

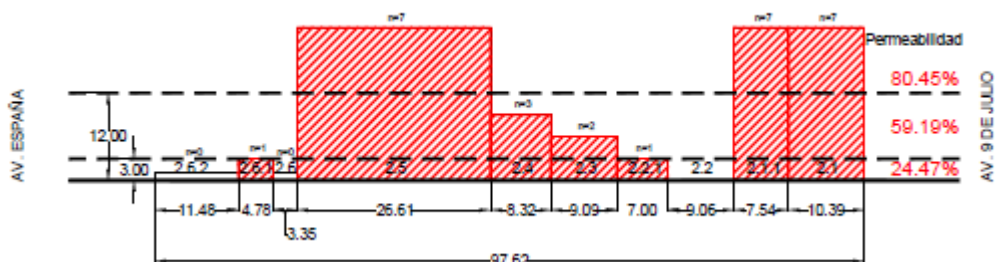


Figura 92: Manzana suroeste Manzana 2

Por todo lo observado se puede concluir que un porcentaje de 13,69% de ventilación a nivel peatonal de las fachadas enfrentadas al viento de la Manzana 2, puede producir un incremento de un 37,09% de patios ventilados, aun para el caso de una manzana que tiene un FOT mayor que el de la Manzana 1 (ver en la **Figura 90**, el impacto de los edificios en gris visiblemente mayor en la Manzana 2). A su vez, este mayor nivel de Factor de Ocupación Total es lo que explica el peor comportamiento de la Manzana 2 en la ventilación del entorno.

#### 4.1.1.2 Comparación entre Manzana 2 y Manzana 8

Teniendo en cuenta que la *Manzana 8* es la que presenta el mejor comportamiento en la ventilación de patios interiores, seguida por la *Manzana 2*, se plantea el análisis comparativo entre ambas, a los efectos de la determinación de los factores incidentes. En la **Tabla 48**, se agregan los valores de comparación.

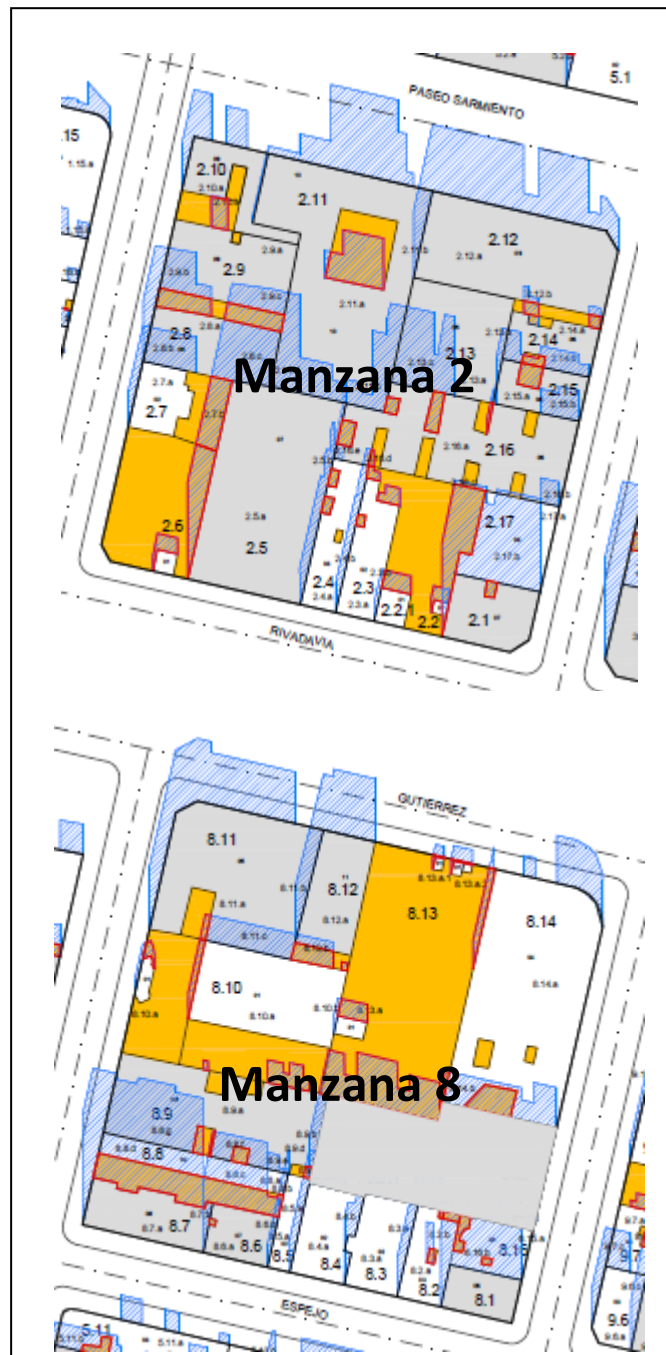
Tabla 48: Comparación Manzana 2 y 8

Indicadores	Manzana 2	Manzana 8	Diferencia
Patios Ventilados	61.82%	71.87%	-10.04%
Ventilación Entorno	75.61%	77.98%	-2.37%
FOS	0.79	0.72	0.07
FOT	5.60	3.89	1.71
Perm. Peatonal	13.69%	0.00%	13.69%
Perm. Basamento	45.27%	35.29%	9.97%

Como se puede observar, la *Manzana 8* presenta un mejor comportamiento en ventilación de patios interiores (diferencia porcentual del 10,04%) y de ventilación del entorno. Los valores de FOS son prácticamente iguales, en tanto se observa una importante diferencia (de casi dos puntos) en los valores de FOT, que favorecen a la *Manzana 8*. Sin embargo, la *Manzana 2* presenta mayor permeabilidad a nivel de basamento que la *Manzana 8* (casi un 10% más) y además agrega permeabilidad a nivel peatonal que la *Manzana 8* no tiene. Por lo cual, en este caso el mejor comportamiento de la *Manzana 8*, no estaría dado por la permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento, ni por su valor de FOS (parámetros mediante los cuales se explicó el mejor comportamiento de la *Manzana 2* en el apartado anterior).

Es por ello que se agregan gráficas en planta de ambas manzanas, a los efectos de visualizar los factores que estarían provocando la diferencia de rendimiento en la ventilación.

El análisis comparativo de las gráficas de planta de ambas manzanas, lleva a indicar que la diferencia entre las mismas está dada por la concentración de las superficies de patios en la *Manzana 8*, que en la *Manzana 2* se presentan más dispersas. Además en la *Manzana 8* estas superficies de patios se intercomunican formando un mayor espacio abierto concentrado, que a su vez se vincula con el espacio urbano por dos calles adyacentes de la manzana. (Ver **Figura 93**)



**Figura 93: Plano de Sombra de Viento Manzanas 2 y 8**

*De lo observado se concluye que el mejor comportamiento de la Manzana 8 con respecto a la Manzana 2, en cuanto al rendimiento de la ventilación en el interior de la manzana podría explicarse por la concentración de las superficies de patios y su vinculación con el espacio urbano. En tanto su mejor comportamiento en la ventilación del entorno urbano, se relaciona en forma directa con los menores valores de FOT que presenta la Manzana 8.*

#### **4.1.1.3 Comparación entre Manzana 5 y Manzana 8**

A los efectos de obtener mayores pautas sobre el buen comportamiento de la *Manzana 8* se plantea su comparación con la *Manzana 5* que es colindante a la misma, con tipologías constructivas similares.

De los datos de la **Tabla 49**, surge que entre ambas manzanas hay una importante diferencia en cuanto al rendimiento de la ventilación de patios interiores, en donde la *Manzana 8* se ubica como la manzana con el mayor porcentaje y la *Manzana 5* presenta uno de los valores más bajos, siendo la diferencia porcentual entre ambas situaciones del 37,33%.

La *Manzana 8* también presenta un mejor comportamiento que la *Manzana 5* con respecto a la ventilación del entorno. Los valores de FOS son cercanos y hay una mayor diferencia en los valores del FOT, que beneficia a la *Manzana 8*. Ninguna de las dos manzanas tiene permeabilidad a nivel peatonal, pero la *Manzana 5* tiene casi 6,00% más de permeabilidad a nivel de basamento que la *Manzana 8*, lo cual evidentemente no alcanza para tener un mejor comportamiento en cuanto a la ventilación de patios interiores.

Tabla 49: Comparación Manzanas 5 y 8

Indicadores	Manzana 5	Manzana 8	Diferencia
Patios Ventilados	34.54%	71.87%	-37.33%
Ventilación Entorno	90.66%	77.98%	12.68%
FOS	0.87	0.72	0.16
FOT	4.92	3.89	1.03
Perm. Peonato	0.00%	0.00%	0.00%
Perm. Basamento	41.17%	35.29%	5.88%

A continuación se agregan gráficas de planta de ambas manzanas para analizar los factores morfológicos que puedan estar influyendo en el comportamiento de estas construcciones con respecto al viento.

De la observación de las gráficas de planta (**Figura 94**) surge que la superficie de patios es menor en la *Manzana 5* y además, los mismos están dispersos dentro de la manzana en lugar de formar bloques integrados, y ninguno de ellos se vincula con el espacio urbano, como se ha podido observar en otras manzanas que han presentado rendimientos más altos.

Por otra parte, al observar los alzados de ambas manzanas se puede indicar que si bien las alturas de los bloques constructivos en las mismas son similares, y ninguna de las dos presenta permeabilidad a nivel peatonal, en la *Manzana 5* se observan bloques de edificios de mayor ancho, en la dirección del viento. Esto puede identificarse con mayor claridad en los perfiles de ambas manzanas en la dirección de viento SO que se muestran en las **Figura 95** y **Figura 96**. A pesar que ambas manzanas tienen permeabilidad nula a nivel peatonal y semejante a nivel de basamento, la *Manzana 8* presenta un perfil escalonado y de menor compacidad que la *Manzana 5*.



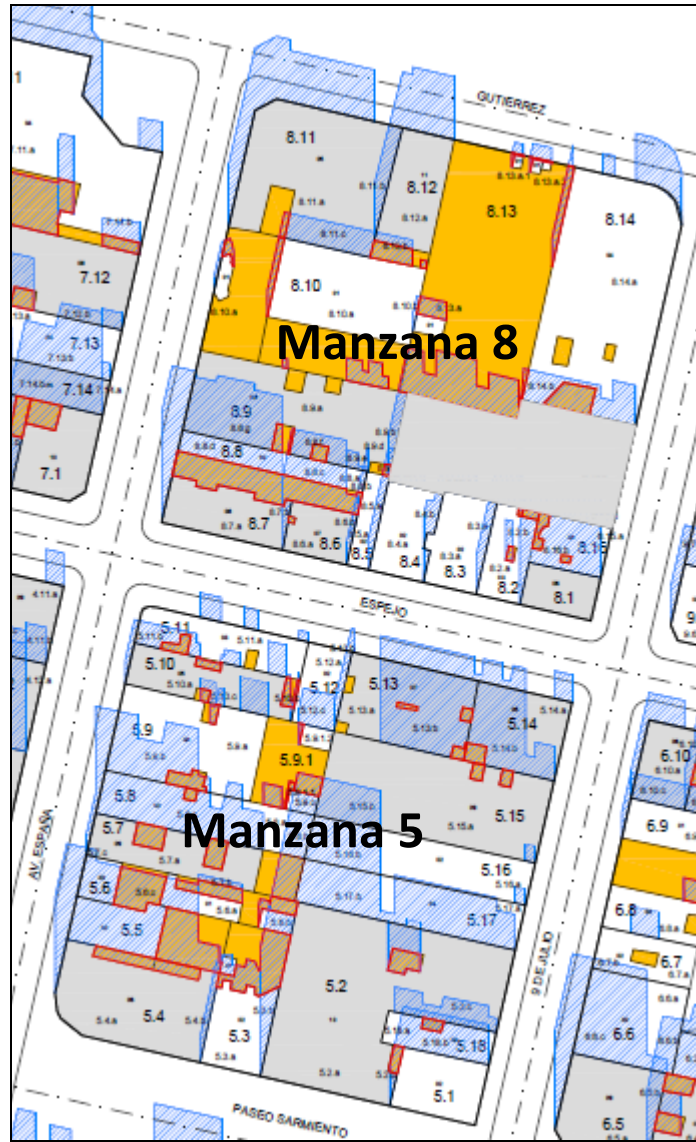


Figura 94: Plano de Sombra de Viento Manzanas 5 y 8

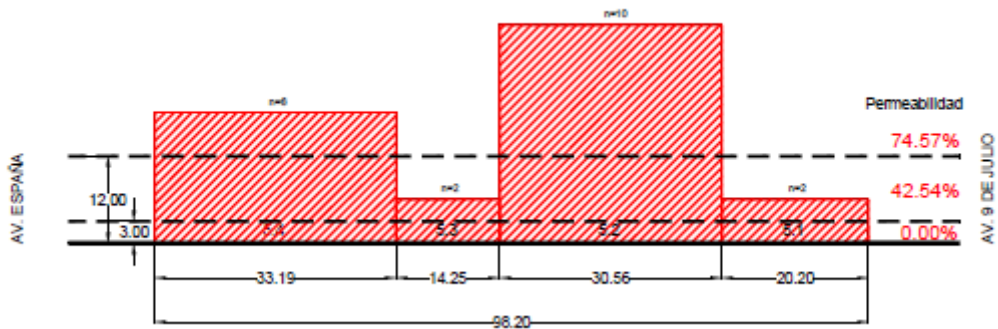


Figura 95: Fachada suroeste Manzana 5



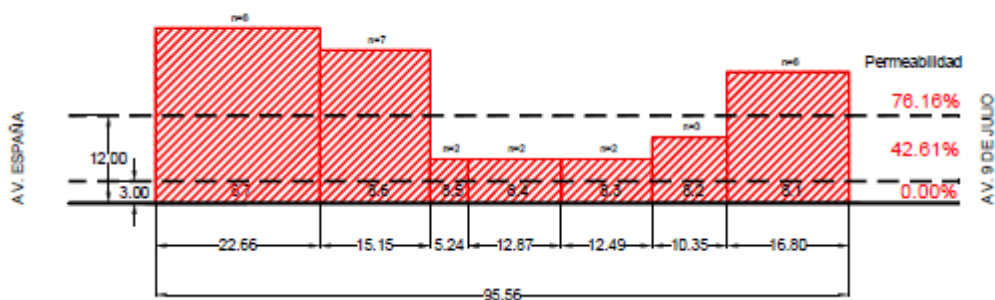


Figura 96: Fachada suroeste Manzana 8

Concluyendo podríamos decir, que el menor rendimiento de la Manzana 5 con relación a la Manzana 8, estaría dado por la distribución dispersa de las superficies de patios en el interior de la manzana y su falta de vinculación con el entorno urbano, y por el mayor ancho de los bloques más altos en las fachadas enfrentadas a la dirección de la circulación del flujo de aire.

#### 4.1.1.4 Comparación entre Manzana 6 y Manzana 9

Finalmente, para completar el análisis de la Zona Centro, se compararon los comportamientos de las Manzanas 6 y 9, que son colindantes y aunque presentan resultados similares de porcentajes de ventilación de patios, la Manzana 9 tiene mucha más permeabilidad a nivel de basamento, que no se ve reflejada en un mejor rendimiento de la ventilación interior de la manzana.

Tabla 50: Comparación Manzanas 6 y 9

Indicadores	Manzana 6	Manzana 9	Diferencia
Patios Ventilados	54.53%	55.31%	-0.78%
Ventilación Entorno	92.44%	86.30%	6.14%
FOS	0.94	0.89	0.05
FOT	3.82	3.02	0.80
Perm. Peatonal	0.00%	0.00%	0.00%
Perm. Basamento	57.16%	92.43%	-35.27%

Del análisis de los datos de la **Tabla 50**, surge que hay un mejor comportamiento de la ventilación del entorno de la *Manzana 6*, con una diferencia porcentual de 6,14% con respecto a la *Manzana 9*. Los valores de FOT entre ambas manzanas presentan muy poca diferencia. Ninguna de las dos manzanas presentan permeabilidad a nivel peatonal, pero si hay una importante diferencia en los porcentajes de ventilación a nivel de basamento, teniendo la *Manzana 9* un mayor porcentaje de permeabilidad en este nivel (35,27%).

Se agregan gráficas de las manzanas en análisis para evaluar morfológicamente las mismas, a los efectos de identificar variables que expliquen el comportamiento que surge de los cálculos. (Ver **Figura 97**)

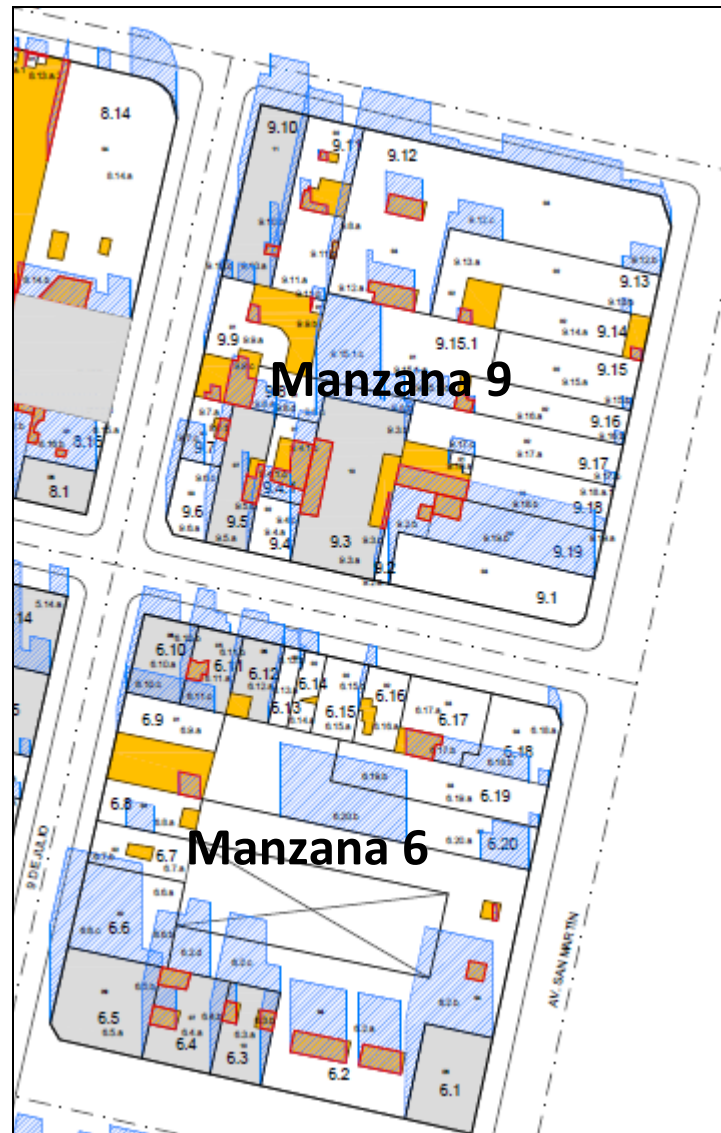


Figura 97: Plano de Sombra de Viento – Manzanas 6 y 9

Observando el gráfico de planta de las *Manzanas 6 y 9* (**Figura 97**) se visualiza una distribución morfológica bastante similar, con patios dispersos, sin vinculación en el interior de la manzana, aunque en la *Manzana 9* la superficie de patios es mayor que en la *Manzana 6*. En ambas manzanas las fachadas orientadas al sureste se caracterizan por edificaciones de baja altura, en tanto las construcciones de mayor altura se ubican sobre la fachada suroeste. Pero al observar los alzados al suroeste de ambas manzanas, se visualiza un perfil constructivo más variado (discontinuo) en la *Manzana 9*, lo que explica la mayor permeabilidad de esta a nivel de basamento.

En las **Figura 98** y **Figura 99**, se presentan los perfiles en la dirección SO de ambas manzanas, donde puede visualizarse la permeabilidad en distintos niveles.

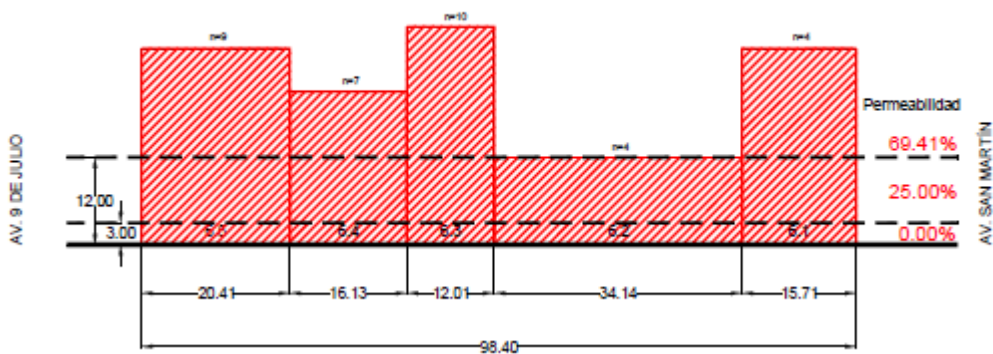


Figura 98: Fachada suroeste – Manzana 6

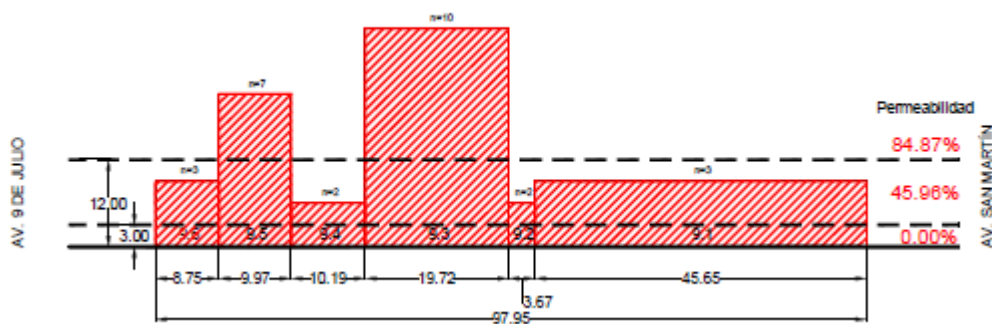


Figura 99: Fachada suroeste – Manzana 9

De este análisis se podría concluir que si bien la Manzana 9 tiene mayor superficie de patios en el interior de la manzana, menores valores de FOS y FOT y una permeabilidad a nivel de basamento 35,00% mayor que la Manzana 6, lograda por un perfil de alturas más variado en la fachada suroeste; la diferencia de rendimiento en la ventilación interior de la manzana es sólo 0,78% mayor y su comportamiento con relación al entorno es 6,14% peor. Esto nos estaría dando un indicio de que la permeabilidad a nivel peatonal tiene mucho más peso en el rendimiento de la ventilación que la permeabilidad a nivel de basamento, y que los menores valores de FOT no garantizan un mejor comportamiento con relación a la ventilación del entorno.

#### 4.1.1.5 Conclusiones Zona Centro

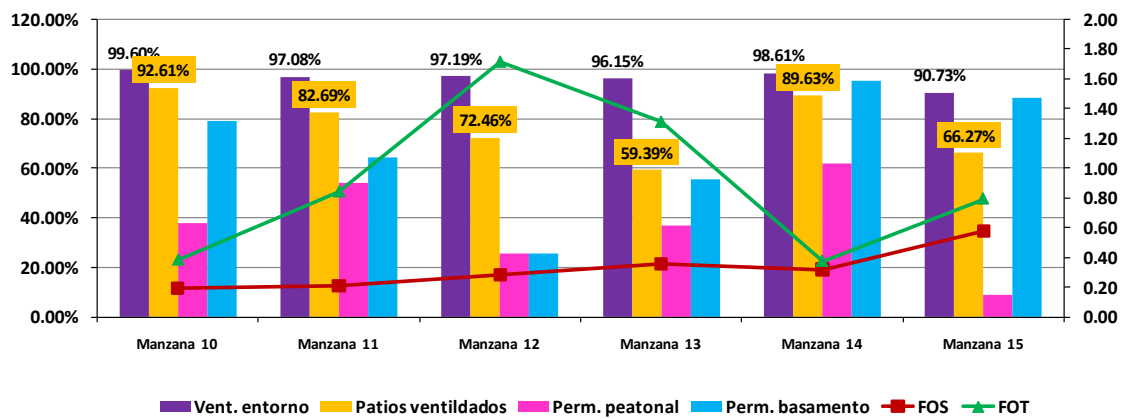
De las comparativas realizadas entre las manzanas de la Zona Centro surgen algunas pautas para la mejora del rendimiento de la ventilación natural, a ser corroboradas en el análisis de las otras zonas. Entre ellas se pueden mencionar:

- La permeabilidad a nivel peatonal en las fachadas enfrentadas al viento, puede generar un incremento de la ventilación de patios interiores en porcentajes mucho mayores que los porcentajes de incremento de la permeabilidad en este nivel.
- La permeabilidad a nivel de basamento, si bien ayuda a mejorar los porcentajes de patios ventilados, necesita de porcentajes de permeabilidad en este nivel mucho mayores que los porcentajes de mejora en ventilación que se pueden lograr. Es decir que resulta más eficiente la ventilación a nivel peatonal que la ventilación a nivel de basamento.

- La integración de los espacios abiertos en el interior de la manzana y su vinculación con los espacios urbanos, permiten mejorar el comportamiento de la ventilación interior, aun frente a bajas permeabilidades de las fachadas enfrentadas al viento.
- El menor ancho de las construcciones de mayor altura y un perfil constructivo variado, en las fachadas enfrentadas al viento, favorece la ventilación de los espacios interiores de las manzanas.
- Si bien la ventilación del entorno pareciera disminuir con los mayores valores de FOT, si se utilizan perfiles variados en las contrafachadas en la dirección del viento, se podría mejorar este comportamiento.

#### 4.1.2 Resultados Zona Pellegrini

En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos para las seis manzanas que componen la Zona Pellegrini (Manzanas 10 a 15).



**Figura 100: Relación entre ventilación y parámetros urbanos Zona Pellegrini**

Del análisis de la **Figura 100**, surge que el peor comportamiento, en cuanto al porcentaje de patios ventilados en el interior de la manzana lo presenta la *Manzana 13*, con un porcentaje de 59,39% de ventilación, y la mejor situación se da en la *Manzana 10* con el 92,61% de la superficie de patios ventilada. El resto de las manzanas presentan situaciones intermedias, con valores desde 66,27% para la *Manzana 15* hasta 89,63% para la *Manzana 14*.

Aquí es importante aclarar que este sector de la ciudad, presenta tipologías muy disímiles entre manzanas colindantes, por ejemplo, la *Manzana 10* que es la que muestra el mejor comportamiento, es una manzana atípica ya que sus construcciones son los antiguos galpones del ferrocarril, que se recuperaron y actualmente se utilizan para actividades culturales. Las *Manzanas 11 a 13*, se caracterizan por la presencia de torres en altura (de tres a nueve niveles), con perímetro libre, y rodeadas de espacios abiertos. Y finalmente, las *Manzanas 14 y 15* responden a una morfología típicamente residencial de baja densidad con construcciones de 1 y 2 niveles de altura.

Para una mejor comprensión de los factores que contribuyen a un mayor rendimiento de la ventilación natural en esta zona de análisis, también en este sector se realizaron comparativas entre manzanas con tipologías constructivas similares y diferentes rendimientos en la ventilación interior, y tipologías constructivas diferentes y resultados similares de ventilación interior.

#### 4.1.2.1 Comparación entre Manzana 11 y Manzana 12

Las *Manzanas 11 y 12*, presentan tipologías constructivas similares en las fachadas enfrentadas al viento, pero con rendimientos diferentes.

La *Manzana 11* presenta tipologías constructivas heterogéneas con bloques en forma de torres exentas de 3 niveles de altura hacia la fachada suroeste y bloques constructivos alargados de 3 y 4 niveles de altura, también con perímetro libre hacia la fachada sureste. Y en las contrafachadas al viento se ubican torres de 9 y 7 niveles de altura, colindantes con construcciones bajas de uno y dos niveles de altura.

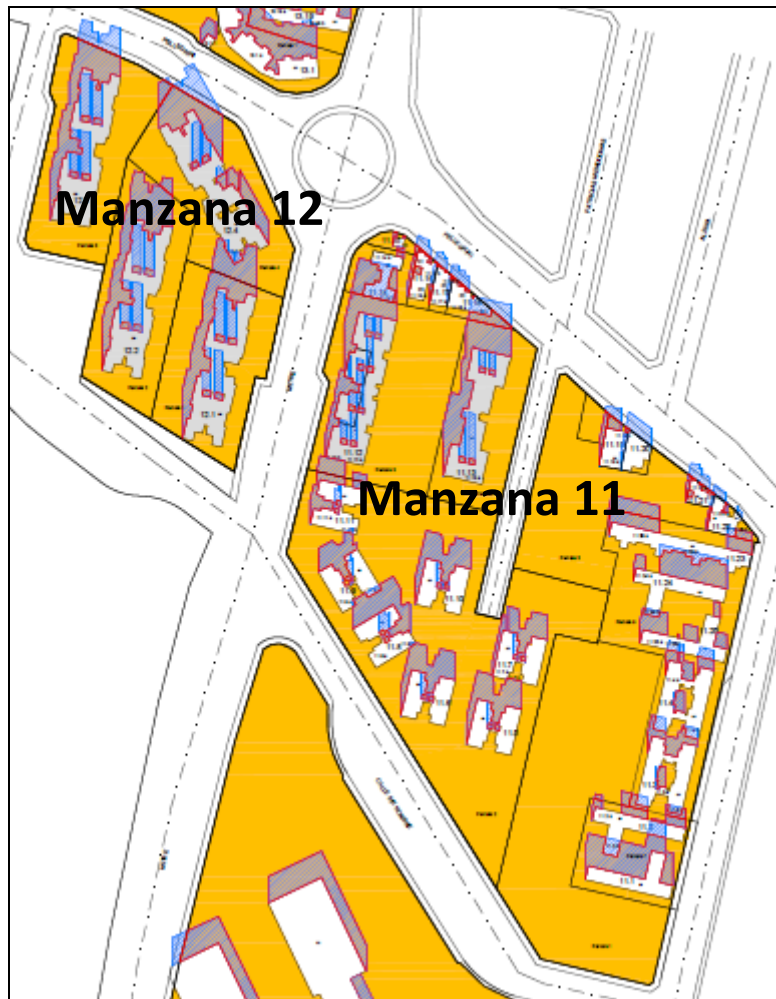
En tanto la *Manzana 12* es homogénea morfológicamente, ya que sólo está conformada por cuatro torres alargadas de 6 niveles de altura y perímetro libre, las que se enfrentan a las fachadas suroeste y sureste.

Tabla 51: Comparación Manzana 11 y 12

Indicadores	Manzana 11	Manzana 12	Diferencia
Patios Ventilados	82.69%	72.46%	10.23%
Ventilación Entorno	97.08%	97.19%	-0.10%
FOS	0.21	0.29	-0.08
FOT	0.84	1.72	-0.87
Perm. Peatonal	53.99%	25.75%	28.24%
Perm. Basamento	64.19%	25.75%	38.43%

Del análisis de los datos de la **Tabla 51**, surge que en la mayoría de los parámetros comparados, la *Manzana 11* presenta mejores valores que la *Manzana 12*. En cuanto a la ventilación del entorno y el FOS, aunque se registran pequeñas diferencias, los valores de ambas manzanas son similares. Donde aparece una diferencia mayor es en el Factor de Ocupación Total, donde la *Manzana 12* tiene casi un punto más. La permeabilidad a nivel peatonal de la *Manzana 11* es 28,24% mayor que la de la *Manzana 12* y la permeabilidad a nivel de basamento también es mayor (38,43%). Aun así la diferencia en cuanto a los porcentajes de ventilación de patios interiores es sólo del 10,23% en favor de la *Manzana 11*.

Para entender mejor los factores morfológicos que arrojan estos resultados, se agregan los gráficos de las *Manzanas 11 y 12* para su análisis. (Ver **Figura 101**)



**Figura 101: Plano de Sombra de Viento – Manzanas 11 y 12**

Claramente se observa que la *Manzana 11* supera ampliamente en superficie de espacios abiertos a la *Manzana 12*, sin embargo los bloques construidos están distribuidos más cercanos entre sí que los bloques de la *Manzana 12*, provocando bloqueos de zonas enfrentadas al viento de los edificios cercanos, situación que en la *Manzana 12* sólo se presenta en un sector cercano a la intersección de las calles Mitre y Pellegrini.

Por otro lado, el valor del FOT de la *Manzana 12* es mucho más elevado que el de la *Manzana 11*, y aun así, ambas manzanas tienen valores casi iguales de ventilación del entorno.

*Del análisis realizado se puede concluir que la Manzana 11 con porcentajes de permeabilidad elevados (28% a nivel peatonal y 38% a nivel de basamento) sólo consigue una mejora del 10% en la ventilación de los patios interiores de la manzana, lo cual se explica por las escasas separaciones entre los bloques constructivos de perímetro libre, que se plantea en forma mucho más equilibrada en la Manzana 12.*

#### **4.1.2.2 Comparación entre Manzana 12 y Manzana 13**

En este caso también se trata de dos manzanas con tipologías constructivas similares y diferentes rendimientos frente a la acción del viento.

La *Manzana 12* como ya se vio en el punto anterior presenta cuatro torres exentas de 6 niveles de altura, en tanto la configuración de la *Manzana 13* es similar a la de la *Manzana 11*, con bloques de torres de perímetro libre sobre la fachada suroeste, con la diferencia que



estos bloques tienen 7 niveles de altura y en la *Manzana 11* tenían sólo 3 niveles; y sobre la fachada sureste bloques alargados de 3 niveles de altura.

También en esta manzana, sobre la contrafachada de la misma se ubican viviendas de baja densidad con 1 y 2 niveles de altura. La diferencia entre las *Manzanas 11* y *13*, es que la *Manzana 13* tiene menos superficie en planta, es decir, no se dispone de tanta superficie descubierta.

Tabla 52: Comparación Manzana 12 y 13

Indicadores	Manzana 12	Manzana 13	Diferencia
Patios Ventilados	72.46%	59.39%	13.07%
Ventilación Entorno	97.19%	96.15%	1.04%
FOS	0.29	0.36	-0.07
FOT	1.72	1.31	0.40
Perm. Peatonal	25.75%	37.12%	-11.37%
Perm. Basamento	25.75%	55.68%	-29.93%

Comparando los datos volcados en la **Tabla 52**, vemos que la *Manzana 12* tiene mayor ventilación de patios interiores en un 13,07%, acompañada de mayor ventilación en el entorno urbano y mayor valor de FOT (0,40 puntos más). En tanto presenta menores valores de permeabilidad a nivel peatonal y de basamento que la *Manzana 13*, con una diferencia porcentual de 11,37% y 29,93% respectivamente.

Debido a que la *Manzana 13*, aun teniendo valores considerablemente mayores de permeabilidad peatonal y de basamento, es la que tiene el rendimiento más bajo en ventilación de patios interiores (13% menos), en comparación con la *Manzana 12*, la que a su vez presenta mayor FOT; es necesario analizar la distribución morfológica para poder establecer cuáles son los factores que están influyendo en este comportamiento.

En la **Figura 102**, se agrega gráfica de planta de las *Manzanas 12* y *13*, donde se puede observar que en la *Manzana 13* los bloques exentos de 7 niveles de altura están poco separados, por lo que se arrojan sombra de viento entre ellos bloqueando posibilidades de ventilación, y algo similar sucede con los bloques alargados sobre la fachada sureste, donde al no tener la separación suficiente entre bloques, también se generan espacios poco ventilados.

A todo esto se suma que las viviendas de una y dos plantas de la fachada posterior de la manzana presentan una situación de construcción continua sobre la línea municipal, lo cual impide (a diferencia de lo que se observó en la *Manzana 11*) la vinculación de los espacios abiertos interiores con el espacio urbano. (Ver **Figura 102**)

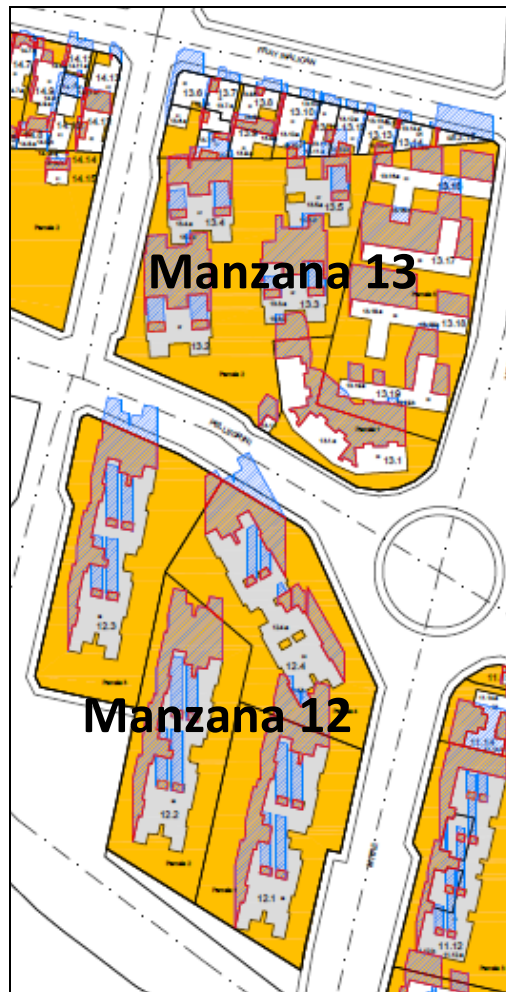


Figura 102: Plano Sombra de Viento – Manzanas 12 y 13

*De lo observado se puede concluir, como ya se mencionó en el punto anterior, que se deben calcular adecuadamente las separaciones entre bloques de construcción de perímetro libre, para permitir una mejor circulación del flujo de aire entre las construcciones, que es el inconveniente que se observa en la Manzana 13, ya que en estas tipologías constructivas no alcanza sólo con la permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento, sino que también se requiere de una distribución equilibrada de los espacios abiertos. Además, se observa que no resulta conveniente la mezcla de tipologías de alta y baja densidad, ya que se pueden generar obstrucciones, como sucede en la Manzana 13.*

#### 4.1.2.3 Comparación entre Manzana 11 y Manzana 14

En este punto se comparan dos tipologías constructivas diferentes que conviven en un mismo sector y que presentan valores similares en cuanto a porcentajes de ventilación de patios interiores.

La *Manzana 11*, como ya se indicó en el punto anterior tiene una morfología heterogénea, donde conviven la alta, media y baja densidad edilicia, en tanto la *Manzana 14* es una manzana caracterizada por la baja densidad edilicia, con algunos sectores con amplios espacios abiertos.



Tabla 53: Comparación Manzanas 11 y 14

Indicadores	Manzana 11	Manzana 14	Diferencia
Patios Ventilados	82.69%	89.63%	-6.93%
Ventilación Entorno	97.08%	98.61%	-1.52%
FOS	0.21	0.32	-0.11
FOT	0.84	0.38	0.47
Perm. Peatonal	53.99%	61.89%	-7.90%
Perm. Basamento	64.19%	95.38%	-31.19%

De la observación de los datos volcados en la **Tabla 53**, surge que todos los indicadores considerados (salvo el FOS), resultan favorables en la *Manzana 14*, que es la que posee baja densidad de construcciones. Pero lo que se considera importante de destacar, es que comparada con la *Manzana 11*, donde conviven todas las densidades edilicias, surgen pocas diferencias. Así en ventilación del entorno la diferencia es de 1,52%, la diferencia del FOT es importante (0,47 puntos), ambas presentan permeabilidad en el nivel peatonal con una diferencia del 7,90% a favor de la *Manzana 14* y una mayor diferencia en la permeabilidad a nivel de basamento (31,19%) también en favor de la *Manzana 14*. En la **Figura 103**, se agrega gráfica del sector.

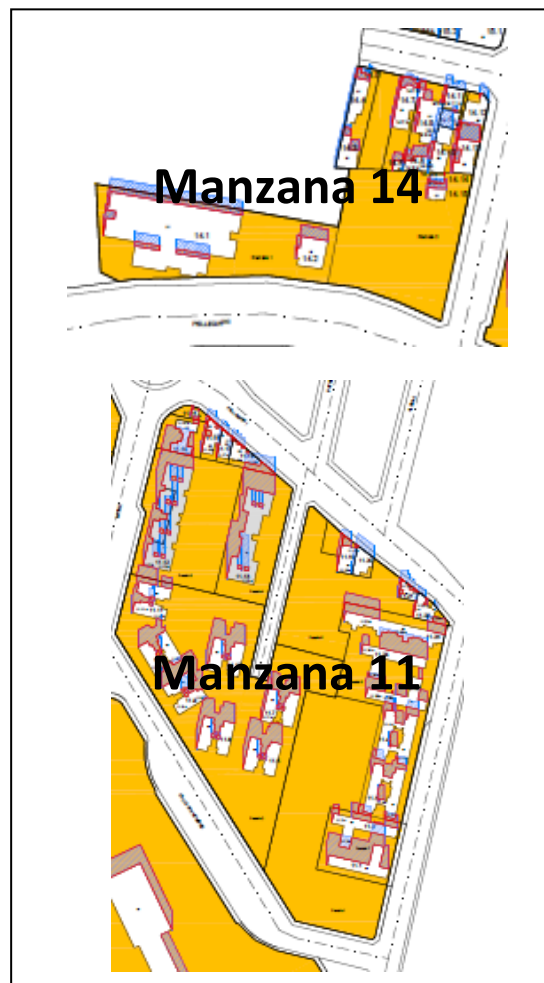


Figura 103: Plano Sombra de Viento – Manzanas 11 y 14

De la observación de la distribución en planta de ambas manzanas surge que la *Manzana 14*, si bien es de baja densidad, no es una manzana típica de esta morfología ya que no posee fachada continua en ninguna de sus fachadas, además de contener amplios espacios abiertos que se comunican con los espacios urbanos por varios lados. Esto hace que el comportamiento de esta manzana se asemeje al comportamiento de manzanas con construcciones exentas que por su morfología de espacios abiertos amplios y comunicados favorecen la circulación del aire. Esto explica su mejor rendimiento en cuanto a la ventilación de los espacios abiertos interiores. Además, ambas manzanas cuentan con ventilación a nivel peatonal con poca diferencia entre ellas.

*De lo analizado se puede concluir que en manzanas de baja densidad edilicia, como es el caso de la Manzana 14, si se disponen de espacios abiertos vinculados y comunicados con el entorno urbano y contando con permeabilidad a nivel peatonal, se pueden obtener resultados similares a los que se logran en manzanas con tipologías constructivas de perímetro libre, como es el caso de la Manzana 11.*

#### **4.1.2.4 Conclusiones Zona Pellegrini**

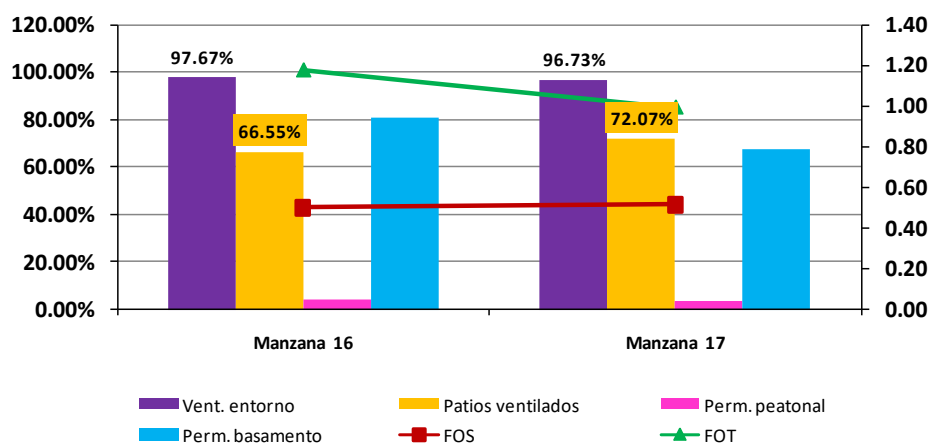
De las comparativas entre manzanas realizadas para la Zona Pellegrini surgieron nuevas pautas para la mejora del rendimiento de la ventilación y se confirmaron algunas de las indicadas en las conclusiones de la Zona Centro. Entre ellas se puede mencionar:

- En los bloques constructivos de perímetro libre, es muy importante calcular adecuadamente la separación entre bloques, como indica la bibliografía consultada, para evitar el bloqueo de fachadas orientadas en la dirección del viento, por la acción de la sombra de viento.
- No es conveniente la utilización de distintas tipologías constructivas (alta, media y baja densidad) en una misma manzana, ya que esto puede impedir la integración de los espacios abiertos.
- Se confirma el mejor comportamiento de los espacios abiertos integrados dentro de la manzana y comunicados con el espacio urbano, que se había observado en la Zona Centro.

#### **4.1.3 Resultados Zona Emilio Civit y Boulogne Sur Mer**

Esta Zona está conformada por dos manzanas de mayores superficies que las manzanas de la Zona Centro y con forma rectangular, con los lados menores sobre las calles Boulogne Sur Mer y Paso de Los Andes. Se caracterizan por el predominio de baja densidad edilicia (viviendas unifamiliares de 1 y 2 niveles), con la presencia de algunos edificios multifamiliares de mayor altura.

En la **Figura 104**, se muestran los resultados obtenidos para las dos manzanas que componen la Zona E. Civit y B. Sur Mer (Manzanas 16 y 17).



**Figura 104: Relación entre ventilación y parámetros urbanos – Manzanas 16 y 17**

Del análisis de la **Figura 104**, surge que el peor comportamiento, en cuanto a patios ventilados en el interior de la manzana lo presenta la *Manzana 16*, con un porcentaje de 66,55% de ventilación, y la mejor situación se presenta en la *Manzana 17* con el 72,07% de la superficie de patios ventilada.

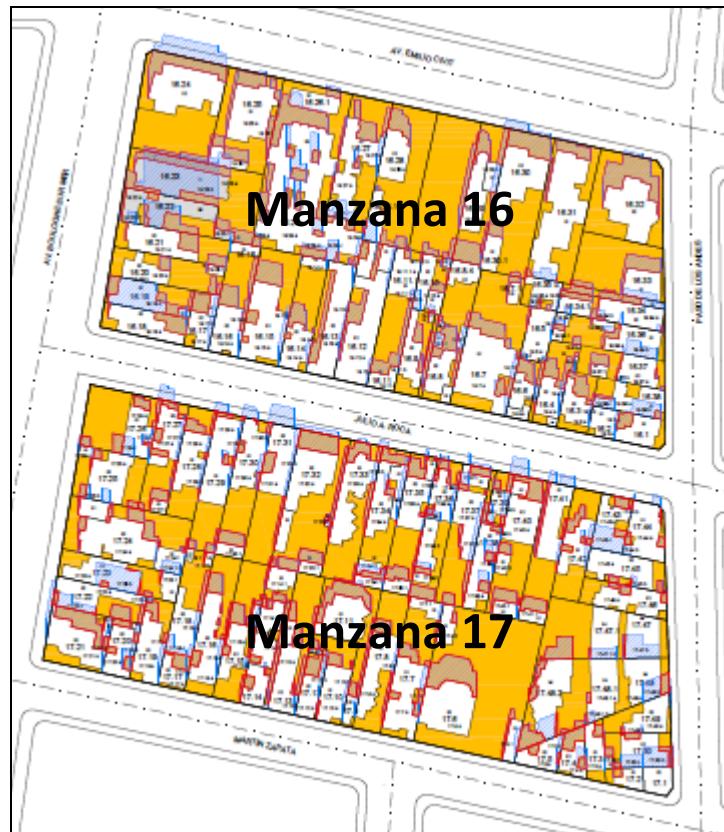
#### 4.1.3.1 Comparación entre Manzanas 16 y Manzana 17

De los datos obtenidos para estas dos zonas surge que la *Manzana 17* presenta un mejor comportamiento en cuanto a la ventilación de los patios interiores. En tanto en la ventilación del entorno, los valores son muy similares con una diferencia de 0,94% más de ventilación a favor de la *Manzana 16*. En cuanto a los valores de permeabilidad peatonal de las fachadas enfrentadas al viento, los porcentajes son prácticamente iguales, pero en la permeabilidad del basamento, la *Manzana 16* es casi 13,00% más permeable. Los valores de FOS son prácticamente iguales, pero donde se presenta la mayor diferencia es en el valor del FOT, que resulta más elevado para la *Manzana 16*. (Ver **Tabla 54**)

*Tabla 54: Comparación Manzanas 16 y 17*

Indicadores	Manzana 16	Manzana 17	Diferencia
Patios Ventilados	66.55%	72.07%	-5.52%
Ventilación Entorno	97.67%	96.73%	0.94%
FOS	0.50	0.52	-0.02
FOT	1.18	0.99	0.18
Perm. Peatonal	4.14%	3.96%	0.18%
Perm. Basamento	80.63%	67.69%	12.94%

Como la *Manzana 16* tiene mayores valores de permeabilidad tanto a nivel peatonal como a nivel de basamento, para comprender su menor rendimiento en la ventilación, será necesario evaluar la distribución morfológica de ambas manzanas. En la **Figura 105**, se presentan los gráficos de planta de las manzanas en análisis.



**Figura 105: Plano Sombra de Viento – Manzanas 16 y 17**

En el gráfico se puede observar que las superficies de patios interiores son similares, aunque en la *Manzana 16* se ve una mayor vinculación de los espacios abiertos con el entorno urbano, lo que se pone de manifiesto en un mayor porcentaje de permeabilidad a nivel peatonal. En tanto en la *Manzana 17* se observa más intercomunicación de los patios interiores de la manzana, con construcciones desarrolladas mayormente sobre la línea municipal, es decir, se visualizan menos construcciones en el centro de manzana. Pero la diferencia fundamental entre estas dos manzanas es la presencia en la *Manzana 16* de dos edificios de 9 y 11 niveles de altura, que generan sobre la contrafachada noroeste un importante bloqueo a la ventilación interior.

*De lo analizado se concluye que en la comparación de dos manzanas colindantes, con tipologías constructivas similares, con una importante superficie de espacios abiertos en el interior de manzana, la presencia de dos edificios en altura, llevan a que la Manzana 16 presente un peor rendimiento de la ventilación que la Manzana 17, aun teniendo mayor permeabilidad en las fachadas enfrentadas al viento (12,94% más a nivel de basamento).*

#### **4.1.3.2 Conclusiones Zona E. Civit y Boulogne Sur Mer**

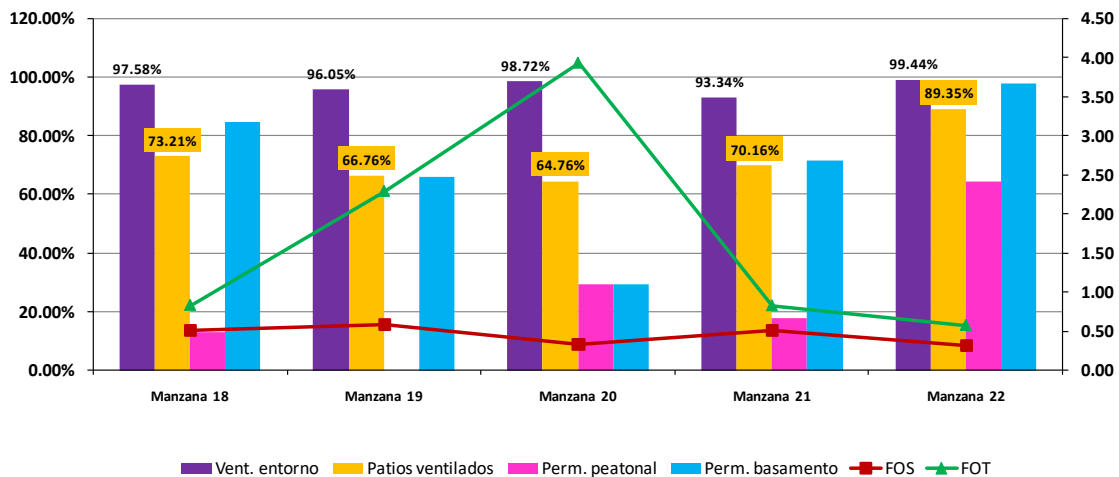
La comparación entre las dos manzanas que componen esta zona permite confirmar algunas pautas ya indicadas en las conclusiones de las zonas evaluadas precedentemente, como son:

- Se confirma que no es conveniente la utilización de distintas tipologías constructivas (alta, media y baja densidad) en una misma manzana, ya que esto perjudica el rendimiento de la ventilación natural.
- Se confirma también, el mejor comportamiento de los espacios abiertos integrados dentro de la manzana, que se había observado en las zonas evaluadas previamente.

- Los espacios abiertos interiores resultan en un mejor rendimiento cuando se vinculan con el espacio urbano, ya que favorecen la permeabilidad a nivel peatonal, ya sea en las fachadas enfrentadas al viento o en las posteriores.

#### 4.1.4 Resultados Zona Torres Boulogne Sur Mer

En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos para las cinco manzanas que componen la Zona de Torres sobre Boulogne Sur Mer (Manzanas 18 a 22).



**Figura 106: Relación entre ventilación y parámetros urbanos – Manzanas 18 a 22**

De la **Figura 106**, surge que el mejor comportamiento se observa en la *Manzana 22* con 89,35% de los patios interiores ventilados y el peor se da para la *Manzana 20* con 64,76% de los espacios abiertos interiores ventilados.

Aquí es importante aclarar, que tanto la *Manzana 22* como la *Manzana 20* presentan tipologías atípicas, que no son representativas del entorno. En la *Manzana 22* se ubica el club deportivo “Circulo de Oficiales de la Policía de Mendoza”, caracterizado por amplios espacios abiertos y construcciones bajas de uno y dos niveles, por lo cual presenta muy bajos valores de FOS y FOT, en tanto en la *Manzana 20* se ubican dos torres exentas con frente al Parque General San Martín, de 12 niveles de altura. El resto de las manzanas del entorno se caracterizan por viviendas unifamiliares de uno y dos niveles de altura, con amplios espacios de patios interiores.

Por esto, para entender mejor el comportamiento de esta zona, se compararán las manzanas típicas de la zona, entre sí y con la manzana de las torres, para comprender las diferencias de rendimientos que se observan en la **Figura 106**.

##### 4.1.4.1 Comparación entre Manzana 18 y Manzana 19

Las tipologías constructivas de las *Manzanas 18* y *19* son similares, tratándose de una zona residencial de baja densidad, con la presencia predominante de construcciones de una y dos plantas.

Tabla 55: Comparación Manzanas 18 y 19

Indicadores	Manzana 18	Manzana 19	Diferencia
Patios Ventilados	73.21%	66.76%	6.45%
Ventilación Entorno	97.58%	96.05%	1.52%
FOS	0.50	0.59	-0.08
FOT	0.84	2.30	-1.46
Perm. Peatonal	13.09%	0.00%	13.09%
Perm. Basamento	85.00%	66.25%	18.76%

De la observación de los datos de la **Tabla 55**, surge que todos los indicadores favorecen a la *Manzana 18*. Los porcentajes de ventilación urbana son bastante cercanos, con sólo una diferencia de 1,52%, como también sucede con los valores de FOS. Donde se aprecia una diferencia mayor es en los valores de FOT (1,46 puntos más para la *Manzana 19*). La *Manzana 19* no presenta permeabilidad a nivel peatonal, en tanto la *Manzana 18* posee una permeabilidad a nivel peatonal de 13,09%, mostrando a su vez, una mayor diferencia en la permeabilidad a nivel de basamento (18,76%).

Para comprender cuales son los factores determinantes de estas diferencias de rendimiento se agregan gráficos en planta y alzado de ambas manzanas (Ver **Figura 107**, **Figura 108** y **Figura 109**).

En los gráficos se puede observar que la *Manzana 18* presenta mayor permeabilidad en la fachada suroeste distribuida también en una mayor longitud (ver **Figura 108**), en tanto la fachada suroeste de la *Manzana 19* se observa continua y compacta en dos niveles de altura (ver **Figura 109**). Por otro lado, al observar los gráficos de planta (**Figura 107**), surge que las fachadas orientadas al sureste, se presentan ambas continuas y con construcciones volcadas sobre la línea municipal.

Con relación a la distribución de los patios, en la *Manzana 18* se observa una mayor vinculación de los espacios abiertos del interior de la manzana con el entorno urbano, lo que se manifiesta en el mayor porcentaje de permeabilidad a nivel peatonal que presenta esta manzana, y que no se visualiza en la *Manzana 19*.

Por último, si se observan las contrafachadas al noreste de ambas manzanas, en la *Manzana 19* se puede ver que la misma está totalmente bloqueada por edificaciones, con la particularidad que las dos construcciones de las esquinas son de 3 niveles de altura, en tanto en la *Manzana 18* se presentan edificaciones aisladas con importantes espacios abiertos vinculados con el entorno urbano.

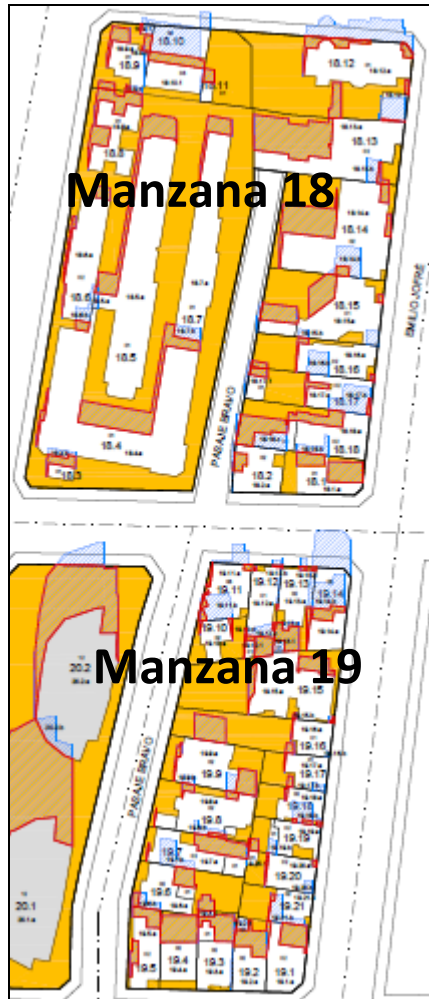


Figura 107: Plano Sombra de Viento – Manzanas 18 y 19

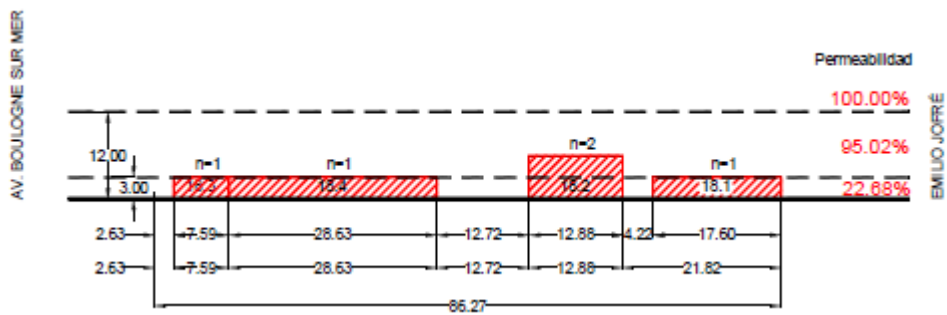


Figura 108: Fachada suroeste – Manzana 18

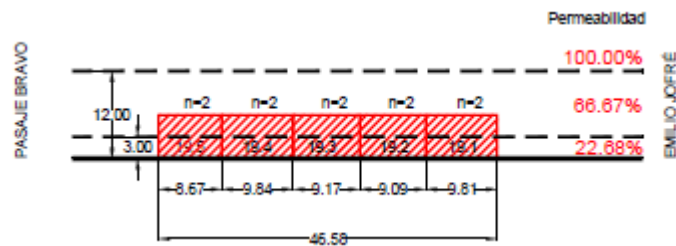


Figura 109: Fachada suroeste – Manzana 19



Concluyendo esta comparativa se puede indicar, que en dos manzanas de características edilicias similares, el mejor rendimiento de la Manzana 19 con respecto a la Manzana 18, en un porcentaje de 6,45% se explicaría por la mayor permeabilidad a nivel peatonal (16,09%), y la vinculación de los espacios abiertos, tanto en el interior de las manzanas como con el espacio urbano.

#### 4.1.4.2 Comparación entre Manzana 19 y Manzana 21

Las *Manzanas 19 y 21* presentan características similares en cuanto a tipología edilicia y superficie total de la manzana, siendo la *Manzana 21* la que presenta un mayor porcentaje de ventilación de patios interiores (3,40%).

Tabla 56: Comparación Manzanas 19 y 21

Indicadores	Manzana 19	Manzana 21	Diferencia
Patios Ventilados	66.76%	70.16%	-3.40%
Ventilación Entorno	96.05%	93.34%	2.71%
FOS	0.59	0.51	0.07
FOT	2.30	0.83	1.47
Perm. Peonatal	0.00%	18.07%	-18.07%
Perm. Basamento	66.25%	71.96%	-5.71%

De los datos de la **Tabla 56**, surge que la *Manzana 19* presenta un mejor rendimiento en lo referente a la ventilación urbana, pero sólo en un 2,71%. El FOS es un poco mayor, y el FOT es superior en 1,47 puntos. En cuanto a la permeabilidad a nivel peatonal, la *Manzana 19* no tiene y la *Manzana 21* tiene 18,07%, presentando esta última también mayores valores de permeabilidad a nivel del basamento, con una diferencia porcentual de 5,71%.

Los mejores valores de la *Manzana 21* parecieran estar relacionados con la permeabilidad a nivel peatonal y con el menor valor de FOT. Se agrega imagen de planta de ambas manzanas, a los efectos del análisis visual de la conformación morfológica de las mismas.

De la observación de la **Figura 110**, surge que la *Manzana 19* presenta todas las construcciones de las fachadas suroeste y sureste, sobre la línea municipal, motivo por el cual no posee permeabilidad a nivel peatonal, además también se observa que en la *Manzana 21* los espacios abiertos de distintas parcelas están integrados, y en su mayoría se comunican con el espacio urbano. En tanto la *Manzana 19* presenta superficies de patio más confinadas y con menor vinculación con el entorno.

Con respecto a la contrafachada ubicada hacia el noreste, en ambas manzanas se ve bloqueada, y en la *Manzana 19* presenta dos edificaciones de tres niveles en ambas esquinas.



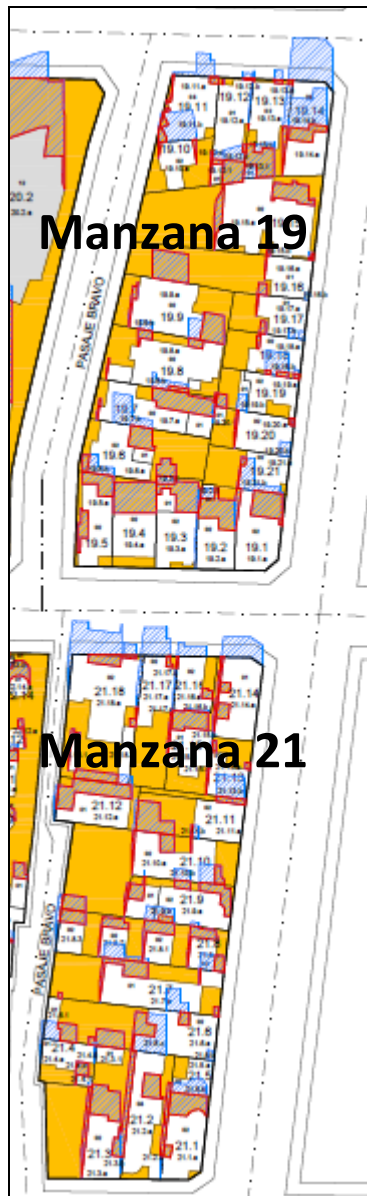


Figura 110: Plano Sombra de Viento – Manzanas 19 y 21

*Todo este análisis lleva a concluir que la diferencia de rendimiento en la ventilación de patios está dada fundamentalmente por la permeabilidad a nivel peatonal que posee la Manzana 21, y también por la distribución de los patios interiores, que en el caso de la Manzana 19, se presentan más segmentados y con menos vinculación con el entorno.*

#### 4.1.4.3 Comparación entre Manzana 19 y Manzana 20

En este caso se analizan dos manzanas colindantes pero totalmente diferentes en cuanto a su morfología y densidad. La *Manzana 19* presenta una tipología edilicia de baja densidad, con viviendas de 1 a 3 niveles de altura, con amplios espacios abiertos distribuidos en las distintas parcelas, en tanto la *Manzana 20* sólo contiene dos torres exentas de 12 niveles de altura rodeadas de espacios verdes.

Aun así ambas manzanas presentan comportamientos muy similares en cuanto al rendimiento de la ventilación natural, teniendo la *Manzana 19* sólo 1,99% más de ventilación de espacios abiertos interiores.

Tabla 57: Comparación Manzanas 19 y 20

Indicadores	Manzana 19	Manzana 20	Diferencia
Patios Ventilados	66.76%	64.76%	1.99%
Ventilación Entorno	96.05%	98.72%	-2.67%
FOS	0.59	0.33	0.26
FOT	2.30	3.94	-1.64
Perm. Peatonal	0.00%	29.57%	-29.57%
Perm. Basamento	66.25%	29.57%	36.68%

De la observación de la **Tabla 57**, surge que la *Manzana 20* es más eficiente en lo referido a la ventilación del entorno, también presenta un FOS menor y un valor de FOT muy superior al de la *Manzana 19*. En la permeabilidad a nivel peatonal la *Manzana 20* presenta un importante porcentaje (29,57%), en tanto la *Manzana 19* no posee. Y a nivel de basamento los mayores valores los presenta la *Manzana 19*, con una importante diferencia porcentual (36,68%).

Se agregan gráficos de planta para visualizar la configuración morfológica de ambas manzanas. (**Figura 111**)

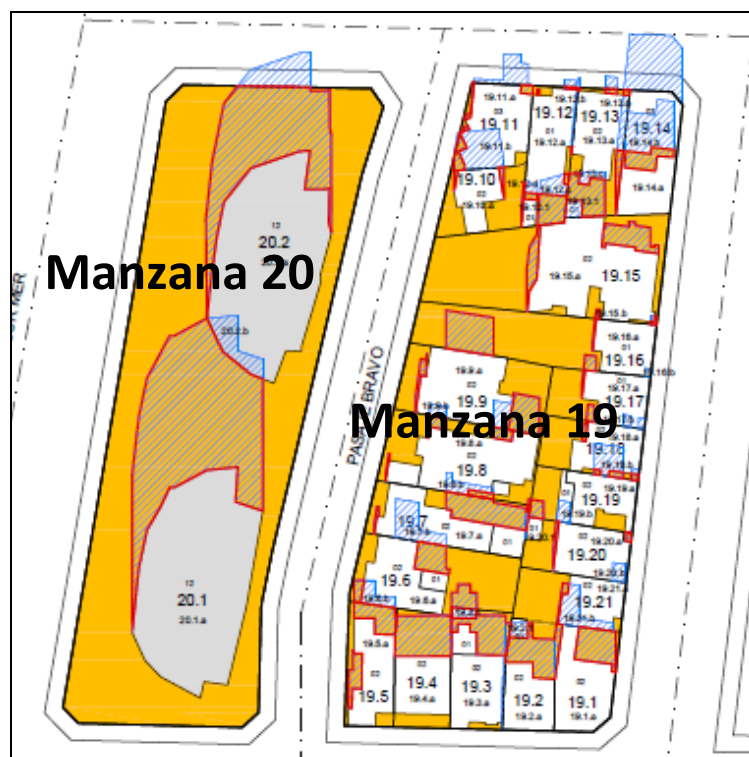


Figura 111: Plano Sombra de Viento – Manzanas 19 y 20

En la **Figura 111**, se observa claramente la diferencia morfológica entre ambas manzanas. Si bien las torres de la *Manzana 20* son elevadas para el entorno circundante, los amplios espacios abiertos que las rodean permiten que la sombra de viento, para la dirección de viento analizada quede contenida dentro de la manzana; pero en caso de considerarse las brisas del oeste provenientes del Parque Gral. San Martín, la sombra de viento de estas torres, bloquearían casi en forma completa, la posibilidad de ventilación de la *Manzana 19*.

Por otra parte, en la *Manzana 20*, al quedar las zonas bloqueadas por sombra de viento dentro de la manzana, lo cual estaría perjudicando algún sector de las torres, no se proyectan mayormente sobre el entorno urbano. Debido a que se trata de construcciones exentas, los

espacios abiertos están integrados, y en este caso comunicados con el entorno a través de todos los límites de la manzana.

*En conclusión se puede decir, que la importante superficie de espacios abiertos que rodean las torres y su vinculación con el espacio urbano con porcentajes de permeabilidad a nivel peatonal de casi el 30%, hacen que esta tipología presente rendimientos similares al de la zona colindante de baja densidad. La Manzana 19 no se ve afectada por el comportamiento de la Manzana 20, para la dirección de viento analizada, pero si se verá afectada con respecto a la circulación de las brisas del oeste, provenientes del Parque General San Martín, que son de fundamental importancia para el refrescamiento en verano.*

#### **4.1.4.4 Conclusiones Zona Torres Boulogne Sur Mer**

La comparación entre las distintas manzanas de esta zona, permiten confirmar algunas pautas ya indicadas en las conclusiones de las zonas evaluadas precedentemente, como son:

- Se confirma que no es conveniente la utilización de distintas tipologías constructivas (alta, media y baja densidad) en entornos cercanos ya que esto perjudica el rendimiento de la ventilación natural.
- Se confirma a su vez, el mejor comportamiento de los espacios abiertos integrados dentro de la manzana y comunicados con el espacio urbano, que se había observado en las zonas evaluadas previamente.
- Los espacios abiertos interiores presentan un mejor comportamiento cuando se vinculan con el espacio urbano, ya que favorecen la permeabilidad a nivel peatonal, ya sea en las fachadas enfrentadas al viento o en las posteriores.

#### **4.1.5 Conclusiones del Diagnóstico**

En primera instancia, y en función de los análisis realizados surge que la zona del centro de la Ciudad de Mendoza, se encuentra seriamente comprometida en cuanto a sus posibilidades de ventilación natural, con pocos espacios abiertos bien ventilados. Pero aun así, se detectaron casos con mayores rendimientos de ventilación, relacionados con varios factores morfológicos, pero fundamentalmente por la presencia de espacios abiertos en el interior de las manzanas de mayores dimensiones, vinculados entre sí y con el espacio urbano.

La zona de las construcciones alrededor de la calle Pellegrini, es de todos los sectores evaluados, la que presenta el mejor comportamiento frente a la acción del viento, debido a que su morfología se caracteriza por la presencia de torres de perímetro libre con amplios espacios abiertos que favorecen la circulación del aire. Aun así, la combinación dentro del mismo sector de viviendas de baja densidad edilicia, con edificios en altura, provoca que en estas zonas, disminuya el rendimiento de la ventilación interior.

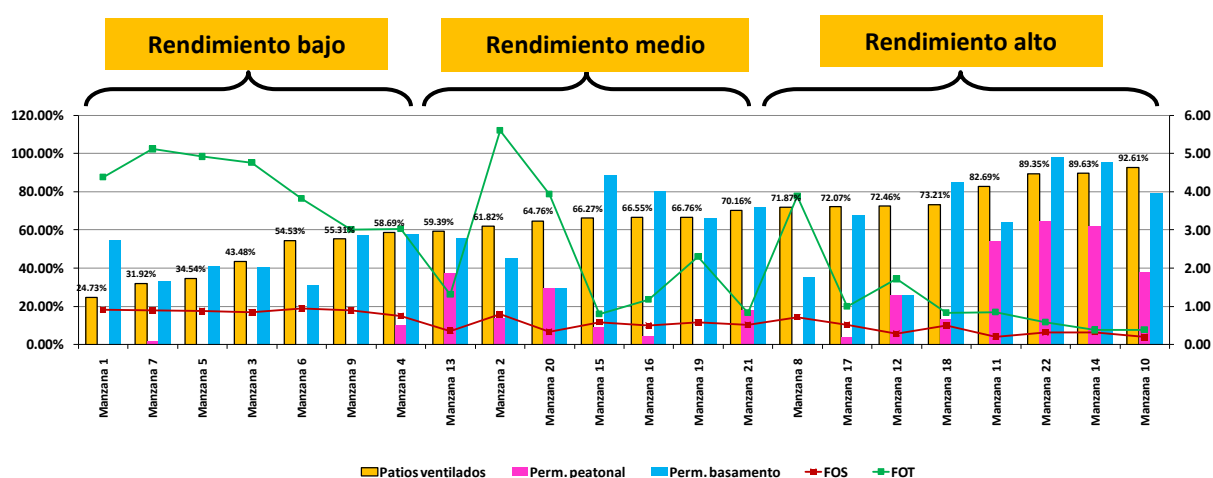
En el sector analizado sobre calle Boulogne Sur Mer y Emilio Civit, se presenta una situación intermedia, con relativamente buen comportamiento de la ventilación natural, debido a las construcciones de baja densidad edilicia con parcelas que cuentan con amplios patios internos. Sin embargo la presencia de construcciones de alta densidad (edificaciones de más de cinco niveles de altura), generan obstrucciones que hacen bajar el rendimiento del conjunto.

Finalmente, el sector sobre Boulogne Sur Mer, entre Sobremonte y Pueyrredón, donde se ubican dos torres de 12 niveles de altura, presentó un rendimiento de ventilación entre medio y alto, para la dirección de viento considerada, debido a presencia de importantes

superficies de patios, tanto en el terreno donde se ubican las torres como en las manzanas aledañas.

Con relación a la ventilación del entorno urbano, se observó, que en general todos los sectores analizados presentaron un buen comportamiento, con porcentajes de ventilación que varían entre 75% a 99%, es decir, con resultados mucho mejores que los observados en la ventilación interior de las manzanas. Los rangos menores se dan en las manzanas del centro de la ciudad, donde se relacionan con valores elevados de ocupación total del suelo, en una zona altamente densificada y construcciones con basamento continuo.

En la **Figura 112**, se agrega un cuadro resumen de resultados, incluyendo todas las zonas analizadas, ordenado en forma ascendente según los porcentajes de ventilación de los patios interiores de las manzanas analizadas.



**Figura 112: Cuadro Resumen – Relación entre ventilación y parámetros urbanos**

En este cuadro se puede observar que los valores más bajos, en general son los que corresponden a las manzanas de la Zona Centro, salvo el caso de la *Manzana 2*, que se ubica en un sector de rendimiento medio, debido a la presencia de permeabilidad a nivel peatonal y la *Manzana 8*, ubicada dentro de la zona de alto rendimiento, caracterizada por patios interiores comunicados y vinculados con el entorno.

En la zona de rendimiento medio se ubican manzanas de las distintas zonas analizadas, con predominio de las manzanas del sector de Torres de Boulogne Sur Mer. Y en el rango de rendimiento alto, también hay manzanas representativas de todos los sectores, con predominio del sector de Pellegrini.

Por todo lo analizado precedentemente y, en virtud de los resultados obtenidos a través de las comparativas entre distintas manzanas significativas de las distintas zonas de análisis, se pudo arribar a las siguientes conclusiones:

- Es recomendable buscar la permeabilidad a nivel peatonal en las fachadas enfrentadas al viento, ya que pequeños incrementos de esta permeabilidad permiten obtener muy buen rendimiento en la ventilación interior de las manzanas.
- La permeabilidad a nivel de basamento, que se logra cuando las fachadas enfrentadas al viento presentan un perfil variado, generalmente dado por las separaciones obligatorias entre torres, si bien es recomendable, no presenta un efecto tan marcado sobre la ventilación interior de la manzana, comparado con la permeabilidad a nivel

peatonal. Se necesitan importantes incrementos para lograr un pequeño aumento del rendimiento en la ventilación del interior de las manzanas.

- Es conveniente buscar que los patios interiores de las manzanas se intercomunicuen entre sí, y para lograr mejores resultados, que a su vez se vinculen con el espacio urbano.
- El ancho de las construcciones ubicadas en las fachadas enfrentadas al viento, es un factor importante en el rendimiento de la ventilación interior de la manzana, sobre todo cuando se trata de edificios altos. Esto lleva a sugerir el establecimiento de anchos máximos, en función de las alturas y del perfil general de la fachada.
- Es recomendable también, que las contrafachadas de las manzanas con relación a la dirección del viento, presenten una buena permeabilidad que favorezca la circulación de los flujos de aire, de esta manera se lograría un beneficio hacia el interior de las manzanas y también sobre el entorno urbano.
- Donde se construyan edificaciones de perímetro libre, se debe calcular adecuadamente la separación entre bloques constructivos, para evitar el bloqueo de fachadas enfrentadas al viento, y favorecer la circulación del flujo de aire.
- No resulta recomendable la utilización de distintas tipologías constructivas (alta, media y baja), dentro de una misma manzana o sector, ya que se producen interferencias que provocan reducciones en el rendimiento de la ventilación natural.

Para la realización de este diagnóstico, se utilizó una metodología de evaluación basada en cálculos paramétricos, tomando para esto parámetros urbanos significativos, para distintos sectores seleccionados de la Ciudad de Mendoza. Los resultados obtenidos aportaron una serie de pautas a tener en cuenta en el diseño de las edificaciones dentro de la ciudad, y su implantación dentro de las parcelas urbanas. También permitieron elaborar algunas recomendaciones sobre tipologías edilicias y su mejor ubicación dentro de la trama de la ciudad, todas ellas relacionadas con parámetros urbanísticos que pueden regularse y ser de aplicación tanto para la mejora de las construcciones existentes como para los nuevos emprendimientos urbanísticos proyectados, buscando en todos los casos un mejor aprovechamiento de la ventilación natural, como estrategia de mitigación de la Isla de Calor Urbana.

Es importante destacar el efecto de los parámetros de “forma” y “perfil urbano”, sobre las posibilidades de ventilación de las manzanas por encima de los indicadores de ocupación, FOS Y FOT, que son los tradicionalmente utilizados para regular el desarrollo edilicio de la ciudad. Esto pone de manifiesto que probablemente los indicadores utilizados en la actualidad para el ordenamiento y la regulación del espacio urbano sean insuficientes para garantizar un correcto aprovechamiento del recurso de ventilación.

## **4.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE ESCENARIOS**

Como ya se indicara en el apartado 3.2 *Análisis de Escenarios* del presente documento, para cada una de las 8 manzanas seleccionadas se plantearon tres escenarios a ser analizados: 1) Escenario Real, 2) Escenario de Valores Mínimos y 3) Escenarios de Valores Máximos.

El análisis de estos escenarios se desarrolló en función del comportamiento de cada uno de ellos en cuanto a los siguientes indicadores: superficies de patios, presencia de edificios altos (más de cinco niveles de altura), ventilación, asoleamiento en verano e invierno (sombras

proyectadas) y permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento (fachadas suroeste y sureste).

El análisis de la ventilación de las manzanas se realizó comparando los siguientes porcentajes:

- Porcentaje de *patios ventilados* (superficie de patios no obstruidos por sombra de viento sobre el total de superficie de patios).
- Porcentaje de *ventilación de la manzana* (superficie total de espacios abiertos y construidos, no obstruidas por sombra de viento sobre el total de la superficie de la manzana).
- Porcentaje de *ventilación del entorno* (superficie de espacios públicos no obstruidos por sombra de viento, sobre el total de la superficie de entorno considerada).

Para el análisis del asoleamiento, como ya se indicara en el apartado 3.2.3 *Sombra de asoleamiento en invierno y verano*, se consideraron las situaciones de verano e invierno, comparando los siguientes porcentajes:

- Porcentaje de *sombra en patios* (superficie de patios cubiertas por sombra de asoleamiento sobre el total de superficies de patios).
- Porcentaje de *sombra en manzana* (superficie total cubierta por sombra de asoleamiento, tanto en espacios abiertos como construidos, sobre el total de la superficie de la manzana).
- Porcentaje de *sombra en entorno* (superficie de espacios públicos cubierta por sombra de asoleamiento, sobre el total de la superficie de entorno considerada).

En este análisis, se observaron las superficies arrojadas de sombra y los posibles bloqueos a la ganancia solar que esto pudiera provocar sobre el entorno o sobre las construcciones colindantes en invierno, y la posibilidad del aporte de sombra en espacios abiertos en verano.

Y en cuanto a la permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento, se compararon los porcentajes de permeabilidad obtenidos para los distintos niveles establecidos en fachada: nivel peatonal (entre cero y 3m de altura), nivel de basamento (entre 3m y 12m de altura) y nivel superior (entre 12m y la altura del edificio más alto de la manzana).

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada una de las manzanas en estudio.

#### **4.2.1 Zona Centro – Manzanas 1 y 8**

##### **4.2.1.1 Manzana 1- Características**

Los límites de la Manzana 1 son:

- Norte: Paseo Sarmiento
- Sur: Calle Rivadavia
- Oeste: Av. Patricias Mendocinas
- Este: Av. España

La orientación de esta manzana con relación al Norte Geográfico, presenta una desviación de 13° hacia el Este.

Según el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, la manzana 1 se ubica en la Zona CENTRAL 1. En esta zona el Basamento resulta obligatorio y la altura del mismo depende del ancho de la vereda, siendo el valor máximo permitido de 12 metros (situación que solo se daría si la vereda fuera de 7m de ancho, que no es el caso de esta manzana). Siendo las veredas de 5m de ancho, el Basamento solo puede alcanzar dos niveles de altura (6m).

Este Código además establece para las torres sobre Basamento, retiros laterales, frontales y posteriores obligatorios, como así también valores mínimos de separación entre torres.




#### 4.2.1.2 Manzana 1 - Superficie de patios y densidad edilicia

Si se comparan los escenarios con relación a la superficie de patios, se observa que el escenario actual (escenario de valores reales) es el que presenta la peor situación, con sólo 8,56% de superficie de patios con relación al total de la manzana. En tanto, el escenario de valores máximos arroja un porcentaje de 20,34%. Esto se debe, en parte a que en la situación constructiva actual se supera el valor máximo de FOS permitido por Código.

Por otra parte, y comparando las superficies ocupadas en planta baja, por edificios de 5 pisos o más (mayor densidad), en el escenario real el valor es de casi del 46%, en tanto en el escenario de valores máximos este valor alcanza al 57%.

En la **Tabla 58**, que se agrega a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la Manzana 1 en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 58: Cuadro Resumen Superficie de patios y densidad edilicia – Manzana 1

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
FOS	0.91	0.51	0.79
FOT	4.39	1.61	3.15
Porc. Sup. de Patios	8.56%	48.70%	20.34%
Porc. Sup. (PB) Edif. Altos	45.97%	12.93%	57.24%
GRÁFICAS			

### 4.2.1.3 Manzana 1 - Ventilación de la manzana




Al analizar las superficies de patios ventilados en los distintos escenarios, surge que la forma más compacta y cerrada, con mayor ocupación del suelo del escenario real, lleva a obtener un menor porcentaje de patios ventilados (24,73%) en comparación con el escenario de valores máximos que posee el 56,34%, en tanto el escenario de valores mínimos alcanza el 76,51%.

Por otro lado, y con relación a la situación del entorno de la manzana (considerado como la superficie que rodea la manzana hasta los ejes de calle), en los planos se observa que la sombra de viento en los escenarios de valores máximos y mínimos es mayor que en el escenario real (Ver **Anexo Planos**). Los valores obtenidos indican que para el escenario real la *ventilación del entorno* es de casi 90% en tanto para los escenarios de valores máximos y mínimos, resulta del 86% y 84% respectivamente.

Se entiende que esto último se debe a que al haber mayor superficie libre en el corazón de manzana, esto lleva a que las fachadas posteriores de las construcciones ubicadas sobre el límite noreste y noroeste de la manzana queden más expuestas a la acción del viento, arrojando así una mayor superficie de sombra de viento sobre el entorno.

En la **Tabla 59**, que se agrega a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos sobre ventilación y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 59: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 1

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Patios Ventilados	24.73%	76.51%	56.37%
Ventilación Manzana	68.64%	79.39%	68.92%
Ventilación Entorno	89.84%	84.29%	85.88%
GRÁFICAS			

### 4.2.1.4 Manzana 1 - Asoleamiento

#### Situación en Verano

De la comparación de las sombras por asoleamiento entre los tres escenarios propuestos surge que en el escenario real, las sombras arrojadas sobre patios son aproximadamente el 75% de la superficie total de patios, en tanto en el escenario de mínimos representan el 10,96% y en el de máximos 26%. Esta importante diferencia, se explica por la gran compactidad que posee actualmente la manzana, al superarse los valores máximos de ocupación del suelo establecidos por Código.






En tanto en el entorno, el escenario que presenta el mejor comportamiento con respecto a sombras arrojadas en verano es el real con un 10% de sombra sobre el entorno, en tanto los otros dos escenarios presentan valores similares (mínimos: 7,29% y máximos: 7,48%).

Si se observa la gráfica, para entender por qué el escenario de valores máximos, teniendo mayor cantidad de edificios altos, arroja menos sombra sobre el entorno que el escenario real, surge que esto se produce por los retiros frontales y laterales exigidos por Código, que la situación real no respeta (Ver **Anexo Planos**)

En la **Tabla 60**, se puede observar un resumen de los datos obtenidos para *asoleamiento en verano* y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 60: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 1

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	74.84%	10.96%	25.88%
Sombra en Manzana	11.25%	7.35%	13.50%
Sombra en Entorno	10.01%	7.29%	7.48%
GRÁFICAS			

### **Situación en Invierno**

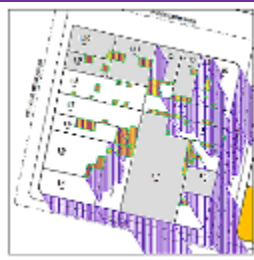
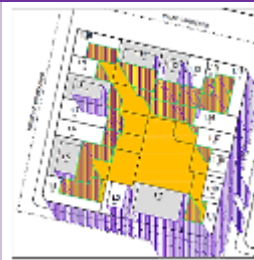
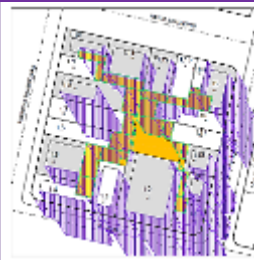
De la visualización de los planos donde se representaron las sombras arrojadas en invierno surge que ninguno de los escenarios presenta una situación óptima, ni aún el escenario de valores mínimos, en el cual se observan casi la mitad de los patios en sombra (Ver **Anexo Planos**).

Se entiende que estos resultados son inevitables, en tanto se plantean escenarios de alta densidad, y con basamento continuo obligatorio. Los porcentajes resultantes de sombra en patios fueron los siguientes, para el escenario real (99%), valores mínimos (48%) y valores máximos (82%).

En tanto la sombra arrojada sobre el entorno alcanzó valores de: 34,24%; 32,83% y 35,19%, para los escenarios real, de mínimos y de máximos, respectivamente. Aquí es importante aclarar que las superficies de sombras arrojadas se tomaron en todos los casos hasta el eje de calle, que es hasta donde se consideró la superficie del entorno, pero en muchos casos este límite es superado por la sombra en invierno, como se puede observar en los planos correspondientes.

En la **Tabla 61**, se presenta un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 61: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 1

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	98.85%	48.27%	82.59%
Sombra en Manzana	42.27%	40.33%	73.38%
Sombra en Entorno	34.24%	32.83%	35.19%
GRÁFICAS			

#### 4.2.1.5 Manzana 1 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento

Las fachadas de los tres escenarios no tienen permeabilidad a nivel peatonal (superficie entre el nivel cero y los 3m de altura) debido a las exigencias de basamento obligatorio establecidas por Código.

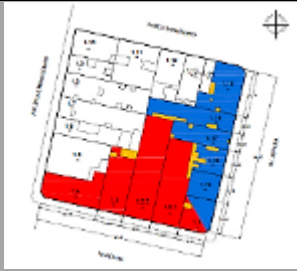
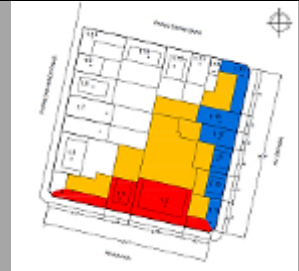

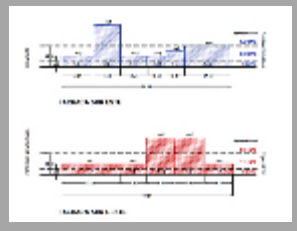
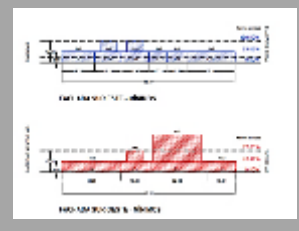
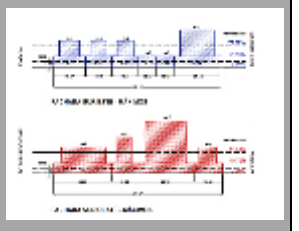
En el segundo nivel vertical (entre los 3m y los 12 metros de altura), se verifica que en la fachada SO la permeabilidad alcanzada en el escenario real (44%) es similar a la que se obtuvo en el escenario de valores mínimos (42%), en tanto para los valores máximos se observa una importante disminución de la permeabilidad a este nivel (19%), dado por la posibilidad de lograr mayores alturas de las torres.

No sucede lo mismo en la fachada SE, donde los valores de permeabilidad del escenario real (33,91%), son similares a los obtenidos en el escenario de valores máximos (34,45%), alcanzando un valor de casi 54% en el escenario de valores mínimos. Si se observan los perfiles resultantes sobre esta fachada, la mayor permeabilidad lograda en el escenario de valores máximos, aún con presencia de más cantidad de edificios altos, con relación a la situación real, parece provenir de los retiros laterales que no están presentes en el escenario actual.

La mayor permeabilidad conseguida en la fachada SO, en el escenario de valores mínimos, está dada por la imposibilidad del desarrollo de torres en los lotes de esquina, impuesta por el retiro frontal sobre ambas calles y el requerimiento de basamento obligatorio. Este requerimiento obliga a utilizar el FOS a lo largo de las dos fachadas, quedando una construcción de poca profundidad en la cual se imposibilita el desarrollo de una torre. Todo esto, sumado a la restricción de altura de basamento con relación al ancho de vereda, impide superar los dos niveles de altura total de la construcción.

En la **Tabla 62**, se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomada de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

*Tabla 62: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 1*

Permeabilidad	Escenario Real		Escenario Val. Mínimos		Escenario Val. Máximos	
	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE
Nivel peatonal	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Nivel de basamento	44.13%	33.91%	42.40%	53.85%	19.76%	34.45%
Nivel superior	66.19%	84.32%	72.66%	100.00%	64.84%	72.67%
<b>GRÁFICAS PLANTA</b>						
<b>GRÁFICAS FACHADA</b>						

#### 4.2.1.6 Conclusiones de la Manzana 1

De la evaluación realizada sobre la Manzana 1, surgieron las siguientes conclusiones, relacionadas con la aplicación del Código y su comparación con la situación existente:

- La aplicación del Código, permite obtener un corazón de manzana libre, aún en el escenario de valores máximos, por lo que la superficie de patios, resulta muy superior a la situación actual.
- Desde el punto de vista de la ventilación, este corazón de manzana libre, favorece ampliamente la posibilidad de ventilación de patios en el interior de la manzana, con porcentajes que duplican y triplican los de la situación actual, aunque esto desfavorece levemente los porcentajes de ventilación en el sector del entorno ubicado en las caras noreste y noroeste de la manzana, pero en pequeñas diferencias porcentuales (90% en la situación real, contra 86% y 84% en valores mínimos y máximos, respectivamente).
- Con respecto al asoleamiento en verano, la situación muy compacta de manzana actual, favorece el sombreado de patios, en tanto que en los escenarios ajustados al Código, la superficie de patios expuesta al sol es considerablemente mayor.

- Por otra parte, las sombras arrojadas sobre el entorno en verano son escasas en todos los casos, siendo la situación más favorable la del escenario actual, aún en comparación con el escenario de máximos, ya que por la aplicación de los retiros de torres, muchas sombras que impactarían en el entorno se desarrollan en los techos de las edificaciones en el interior de la manzana.
- Para el caso del asoleamiento en invierno, la situación es desfavorable para todos los escenarios, con la totalidad de patios sombreados en el escenario real, la mitad para valores mínimos y el 82% para los máximos.
- En cuanto a la permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento, se puede indicar que en el caso de los edificios altos, los retiros obligatorios permiten mejorar los porcentajes de permeabilidad, aún con mayor presencia de edificios en altura.

Para visualizar lo indicado precedentemente, se agrega la **Tabla 63**, desarrollada con la técnica de semáforo, que contiene el resumen de lo concluido en los tres escenarios analizados, para cada uno de los indicadores evaluados. En esta tabla, las celdas de color rojo indican bajo rendimiento, el color amarillo rendimiento medio y el color verde rendimiento alto.




La valoración de los distintos indicadores, se planteó en función del comportamiento de la manzana frente a los mismos, y según una escala de ponderación adoptada. Al determinar los valores de la escala de ponderación, la cual se puede observar en las referencias de la tabla, se buscó que los porcentajes adoptados para los distintos rangos, fueran representativos para todos los indicadores.

Tabla 63: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 1

Indicadores		Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Patios y Densidad	Sup. Patios	8.56%	48.70%	20.34%
	Sup. Edif. Altos	45.97%	12.93%	57.24%
Ventilación	Patios	24.73%	76.51%	56.37%
	Manzana	68.64%	79.39%	68.92%
	Entorno	89.84%	84.29%	85.88%
Asoleamiento en Verano	Sombra patios	74.84%	10.96%	25.88%
	Sombra Manzana	11.25%	7.35%	13.50%
	Sombra Entorno	10.01%	7.29%	7.48%
Asoleamiento en Invierno*	Sombra patios	98.85%	48.27%	82.59%
	Sombra Manzana	42.27%	40.33%	73.38%
	Sombra Entorno	34.24%	32.83%	35.19%
Permeabilidad	Peatonal	0.00%	0.00%	0.00%
	Basamento	39.02%	48.13%	27.10%
	Superior	75.26%	86.33%	68.76%

ACLARACIÓN: para el indicador "Asoleamiento en Invierno" y "Sup. Edif. Altos" las referencias de colores se invierten con relación al resto de los indicadores.

## REFERENCIAS

-  Valores menores al 30%
-  Valores entre el 30% y el 70%
-  Valores superiores al 70%

### Conclusión MANZANA 1:

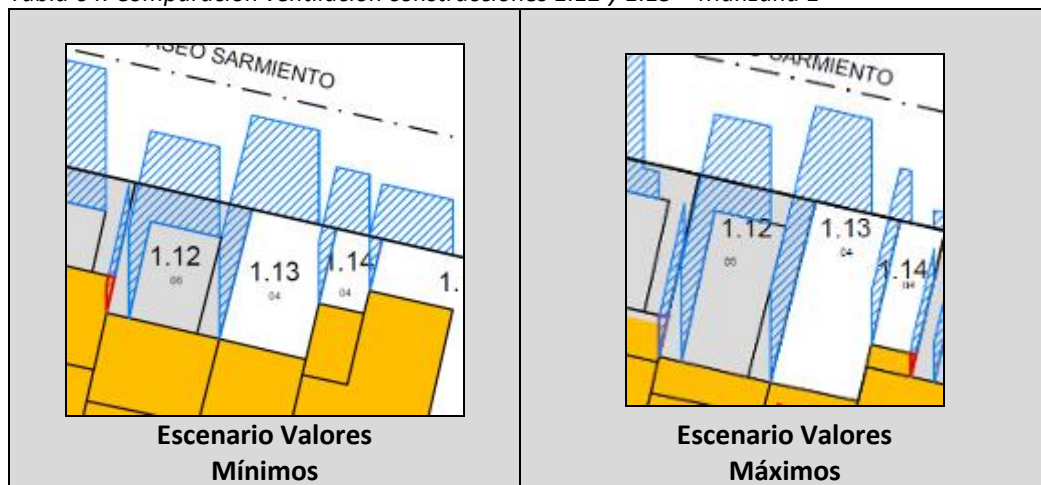
El comportamiento general del *Escenario Real* se asemeja al de Escenario de Valores Máximos, pero con mejor comportamiento en el asoleamiento de verano y mayor permeabilidad a nivel de basamento y superior en relación con el escenario de valores máximos.

#### 4.2.1.7 Observaciones sobre el comportamiento de la morfología de la Manzana 1

A partir de las conclusiones y del análisis de las distintas situaciones que se presentaron en la Manzana 1 se pueden formular las siguientes observaciones que relacionan los resultados obtenidos con las morfologías edilicias evaluadas:

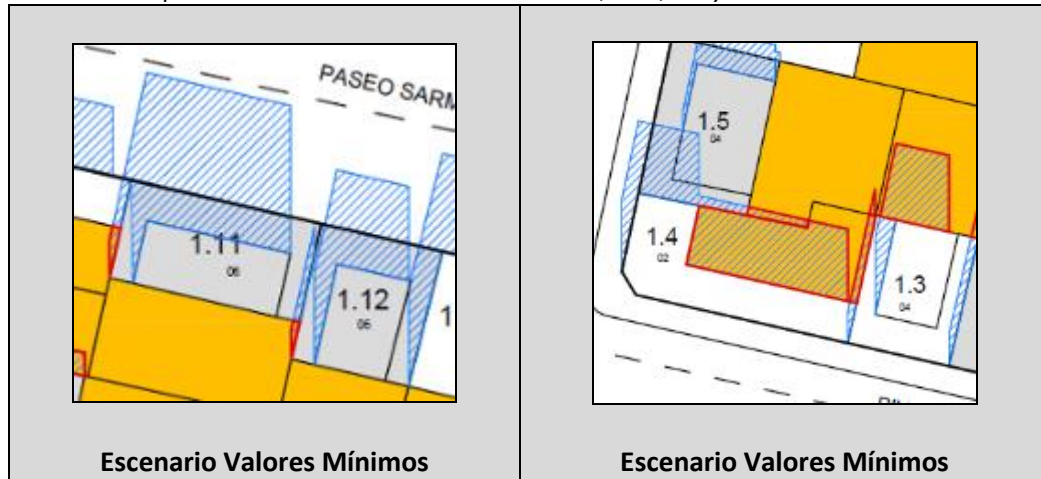
- Los retiros laterales y frontales exigidos por el Código, reducen las sombras de viento arrojadas por edificios altos, tanto sobre las construcciones y patios colindantes como sobre el entorno peatonal. Por ejemplo, en el escenario de valores mínimos, si se compara el edificio 1.12 (de 6 niveles de altura con 4 de basamento y 2 de torre), con el 1.13 (de 4 niveles de basamento), en el plano se puede observar que la sombra de viento arrojada por el edificio 1.12 sobre el entorno es menor a la arrojada por el edificio 1.13, ya que parte de la misma queda sobre el techo de la propia edificación. Y si observamos el escenario de valores máximos para estos mismos edificios, esta situación se hace más notoria. (Ver **Tabla 64**)

Tabla 64: Comparación ventilación construcciones 1.12 y 1.13 – Manzana 1



- El ancho de la fachada enfrentada al viento es de mucha importancia para determinar la longitud de la sombra de viento. Esto se puede observar, en el escenario de valores mínimos, si se comparan los edificios 1.11 y 1.12, con igual cantidad de niveles de altura, pero siendo la fachada expuesta al viento del edificio 1.11, casi el doble de longitud que la fachada del edificio 1.12; se verifica que la longitud de la sombra de viento del primero, prácticamente duplica la del segundo. (Ver **Tabla 65**)

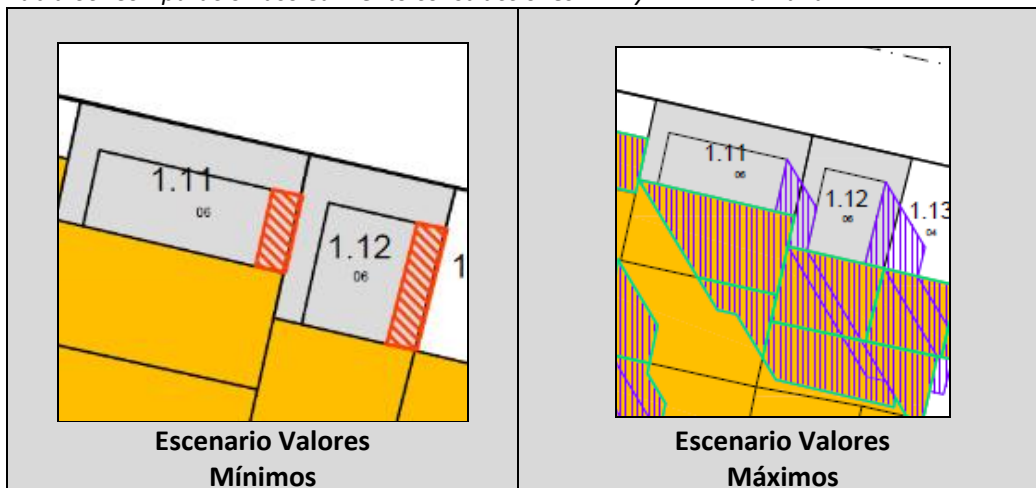
Tabla 65: Comparación ventilación construcciones 1.11, 1.12, 1.3 y 1.4 – Manzana 1



- Otra comparación, en este sentido se podría establecer entre el edificio 1.3 (4 niveles de altura) y el 1.4 (2 niveles de altura) con superficies cubiertas en planta baja similares, teniendo el primero 15 m de ancho de fachada expuesta al viento y el segundo 33 metros. Al observar los resultados del cálculo de sombras de viento resulta que las superficie de sombra de viento son de 139,34 m<sup>2</sup> y 357,70 m<sup>2</sup>, respectivamente, es decir que con dos niveles más de altura pero la mitad de ancho de fachada enfrentada al viento, el edificio 1.3 presenta menos de la mitad de superficie de sombra de viento. Si observamos los mismos edificios en el escenario de valores máximos, se hace aún más notoria esta situación, aun habiendo aumentado la profundidad del edificio 1.3 casi al doble con respecto a la del edificio 1.4. (Ver **Tabla 65**)
- En cuanto al asoleamiento, no se identifica una tipología edilicia que presente diferencias significativas con respecto a las sombras arrojadas, las cuales resultan escasas en verano y extensas en invierno. Esto se relaciona directamente con la altura del edificio. Como ya se mencionó, los retiros frontales y laterales favorecen las sombras en el interior de la manzana. Pero si comparamos los valores en superficies de sombra arrojada de los ejemplos analizados para viento, resulta que, en el escenario de mínimos, el edificio 1.11, tiene menor superficie de sombra en verano (26 m<sup>2</sup>) que el edificio 1.12 (14 m<sup>2</sup>) y mayor en invierno (593,67 m<sup>2</sup>) versus (417,79 m<sup>2</sup>) del edificio 1.12. (Ver **Tabla 66**)



Tabla 66: Comparación asoleamiento construcciones 1.11 y 1.12 – Manzana 1



#### Observaciones Morfología MANZANA 1:

De esto resultara que los edificios con *menor frente* en la dirección de los vientos predominantes (Sur), tienen *mejor comportamiento ante el viento* y presentan *mayor eficiencia en las sombras arrojadas por asoleamiento*.

Por otra parte se observó que los retiros laterales y frontales, favorecen la permeabilidad en las fachadas enfrentadas al viento, y desfavorecen la proyección de sombras de sol en verano, sobre el entorno.

#### 4.2.1.8 Manzana 8 - Características

Los límites de la Manzana 8 son:

- Norte: Calle Gutierrez
- Sur: Calle Espejo
- Oeste: Av. España
- Este: Calle 9 de Julio

La orientación de la Manzana 8, con respecto al Norte geográfico, presenta una desviación de 13° hacia el Este.

De acuerdo a lo establecido en el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, esta manzana se ubica en la Zona CENTRAL 1. En esta zona el Basamento es obligatorio y la altura del mismo depende del ancho de la vereda, siendo el valor máximo permitido de 12 metros (situación que solo se daría si la vereda fuera de 7m de ancho, que no es el caso de esta manzana).

Al ser las veredas de esta manzana de 5m de ancho, el basamento solo podrá alcanzar dos niveles de altura (6m). Además se establecen para las torres sobre basamento, retiros laterales, frontales y posteriores obligatorios, como así también valores mínimos de separación entre torres.

#### 4.2.1.9 Manzana 8 - Superficie de patios y densidad edilicia




Esta manzana en el escenario real, presenta mayor cantidad de espacios abiertos, debido a la presencia de playas de estacionamiento. Así, en la comparación con los escenarios teóricos de mínimos y máximos, resulta tener un porcentaje de patios mayor (28,50%) que el del escenario de valores máximos (23,75%).

Con relación a la presencia de edificios altos (de 5 pisos o más), la situación actual es del 39%, la cual es menor que la obtenida en el escenario de valores máximos (55,50%) y mayor que la del escenario de valores mínimos (18,54%).

En cuanto al cumplimiento del Código, se observa que el valor de FOS de la manzana se encuentra cercano a los valores máximos permitidos, sin superarlos y el FOT se encuentra en un valor intermedio entre los valores máximos y mínimos.

En la **Tabla 67**, se muestra un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 67: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidad – Manzana 8

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
FOS	0.72	0.50	0.77
FOT	3.89	1.61	3.66
Porcentaje Sup. de Patios	28.50%	50.32%	23.75%
Porc. Sup. (PB) Edif. Altos	39.02%	18.54%	55.50%
GRÁFICAS			

#### 4.2.1.10 Manzana 8 - Ventilación

Al analizar las *superficies de patios ventilados* en los distintos escenarios, resulta que el escenario real, presenta un alto porcentaje de patios ventilados (72%), sobre todo si se lo compara con los valores de la Manzana 1; lo cual se debe fundamentalmente a la presencia de playas de estacionamiento de grandes dimensiones. En tanto, los valores obtenidos para los escenarios de valores mínimos y máximos, no se encuentran tan alejados de la situación actual, siendo de 82% y 78%, respectivamente.

Por otro lado y con relación a la situación del entorno de la manzana, en los planos se observa que la superficie arrojada de sombra de viento en los escenarios de valores máximos y mínimos es bastante similar a la del escenario real, con valores cercanos entre sí, siendo mayor en el escenario de valores máximos.






Así tenemos que, para la situación real el porcentaje de ventilación en el entorno es del 78%, en tanto los valores para los escenarios de mínimos y máximos, resultaron del 74% y 79% respectivamente.

Como en el caso anterior, en la Manzana 8, la aplicación del Código permite la generación de un corazón de manzana libre que es el que lleva a la situación de mejora de la ventilación. Además, como esta manzana en su configuración actual también presenta importantes vacíos, esto hace que su comportamiento general se asemeje a los escenarios teóricos desarrollados.

En la **Tabla 68**, se presenta un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 68: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 8

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
<b>Patios Ventilados</b>	71.87%	81.90%	78.27%
<b>Ventilación Manzana</b>	76.70%	81.11%	75.17%
<b>Ventilación Entorno</b>	77.98%	74.56%	78.68%
<b>GRÁFICAS</b>			

#### 4.2.1.11 Manzana 8 - Asoleamiento




##### Situación en Verano

De la comparación de las sombras por asoleamiento entre los tres escenarios propuestos surge que en el escenario real, las sombras arrojadas sobre patios son de casi el 28% de la superficie total de patios, en tanto en el escenario de mínimos es de 13% y en el de máximos de 35,55%. Es decir, que la manzana actual, se ubicaría en una situación intermedia en comparación con los escenarios de mínimos y máximos, con importante presencia de edificios altos en las distintas fachadas de la manzana.

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, si comparamos la situación del escenario real con el escenario de valores máximos, se presenta la misma situación observada en la Manzana 1, donde la situación actual (sin los retiros obligados por Código), arroja mayor sombra sobre el entorno (17%) que la situación del escenario de valores máximos (15%).

En la **Tabla 69**, que se agrega a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 69: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 8

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	27.95%	12.89%	35.55%
Sombra en Manzana	9.37%	8.75%	16.21%
Sombra en Entorno	17.32%	8.43%	15.54%
GRÁFICAS			




### Situación en Invierno

Como ya se enunció anteriormente, de la observación de los planos, resulta que ninguno de los escenarios planteados ofrece una situación óptima para el asoleamiento en invierno, siendo el peor escenario el de valores máximos, con un porcentaje de cobertura de patios por sombra el 91%, en tanto en la situación real el porcentaje es del 68% y en el escenario de valores mínimos del 60%.

En cuanto a la sombra arrojada sobre el entorno, que como se mencionó se considera la superficie hasta el eje de calles, la peor situación se da en el escenario actual con un porcentaje del 44% versus el 41% en el escenario de máximos, pero al observar la gráfica se percibe claramente que en el escenario actual se supera en mayor medida que en el de máximos el límite del eje de calle.

En la **Tabla 69**, que se agrega a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 70: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 8

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	68.41%	59.99%	91.58%
Sombra en Manzana	64.84%	44.44%	62.03%
Sombra en Entorno	43.73%	40.29%	41.20%
GRÁFICAS			

#### 4.2.1.12 Manzana 8 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento

En este punto se observa la misma situación de la Manzana 1, en cuanto a no poseer permeabilidad a nivel peatonal debido a las exigencias de basamento obligatorio.


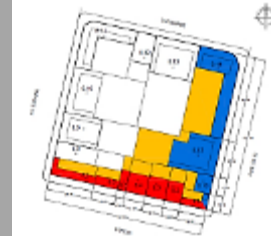
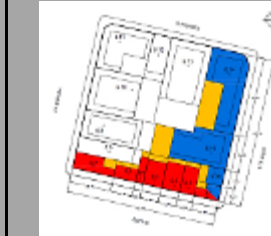
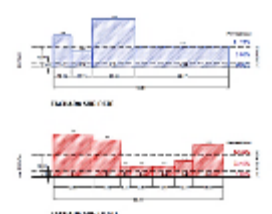
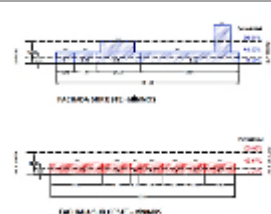
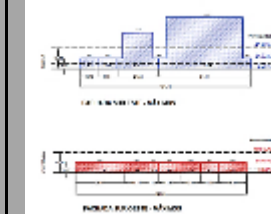
En el segundo nivel vertical (nivel de basamento) se verifica que en la fachada SO la permeabilidad alcanzada en el escenario real (23%) es mucho menor a las permeabilidades obtenidas en los escenarios de mínimos y máximos, que para ambos casos es del 67%. Esto se debe a que al aplicar los retiros exigidos por Código, en parcelas de escaso frente (como sucede a lo largo de todas la fachada suroeste), estos restringen la posibilidad de desarrollo de torre, y como el ancho de vereda es de 5m, sólo se pudo alcanzar una altura de basamento de 6m (2 niveles).

En tanto en la fachada SE, se presenta una importante diferencia entre la situación actual (3,96%) en comparación con el escenario de mínimos (48,53%) y el escenario de máximos (24,72%).

Es importante destacar, que en la comparativa entre el escenario real y el escenario de máximos, la gran diferencia porcentual de permeabilidad en fachadas enfrentadas al viento, está dada por los retiros laterales obligatorios, que en la situación real no existen.

En la **Tabla 71**, se presenta un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 71: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 8

Permeabilidad	Escenario Real		Escenario Val. Mínimos		Escenario Val. Máximos	
	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE
Nivel peatonal	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Nivel de basamento	23.48%	3.87%	66.67%	48.53%	66.67%	24.72%
Nivel superior	52.32%	71.94%	100.00%	90.91%	100.00%	45.99%
<b>GRÁFICAS PLANTA</b>						
<b>GRÁFICAS FACHADA</b>						

#### 4.2.1.13 Conclusiones de la Manzana 8

De la evaluación realizada surgieron las siguientes conclusiones, relacionadas con la aplicación del Código y su comparación con la situación existente:

- Debido a la presencia de espacios libres en la manzana (playas de estacionamiento), los valores de FOS y FOT, totales de la manzana se encuentran dentro de los valores previstos por el Código.
- Desde el punto de vista de la ventilación, los porcentajes en el interior de la manzana en los tres escenarios, no presentan mayores diferencias, siendo la situación real (72%) más cercana al escenario de valores máximos (78%). Esto se explica por la presencia de las playas de estacionamiento que aumentan la superficie de suelo sin ocupar en el escenario actual.
- En el asoleamiento de verano, la mejor situación de sombra en patios en el interior de la manzana se da en el escenario de valores máximos, debido a la mayor cantidad de edificios altos.
- En tanto en el entorno el mayor porcentaje de proyección de sombra corresponde al escenario real, frente a una menor proporción para el escenario de valores máximos, debido a los retiros frontales de las torres. Esta situación también se observó en la Manzana 1.
- Para el caso del asoleamiento en invierno, la situación es desfavorable para todos los escenarios, con casi la totalidad de patios sombreados en el escenario real, más de la mitad para valores mínimos y el 68% para los máximos.

- En cuanto a la permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento, se puede indicar que en el caso de edificios altos, los retiros obligatorios permiten mejorar los porcentajes de permeabilidad, aún con mayor presencia de edificios en altura. Esto se observa en la fachada sureste. En tanto, los altos porcentajes de permeabilidad que se observan en la fachada suroeste, se deben a que las restricciones del Código impiden el desarrollo en altura debido al escaso ancho de las parcelas.




En la **Tabla 72**, se agrega una evaluación del comportamiento de los indicadores en los distintos escenarios de la Manzana 8, utilizando la técnica de Semáforo, ya enunciada en las conclusiones correspondientes a la Manzana 1.

Tabla 72: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 8

Indicadores		Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
<b>Patios y Densidad</b>	<i>Sup. Patios</i>	28.50%	50.32%	23.75%
	<i>Sup. Edif. Altos</i>	39.02%	18.54%	55.50%
<b>Ventilación</b>	<i>Patios</i>	71.87%	81.90%	78.27%
	<i>Manzana</i>	76.70%	81.11%	75.17%
	<i>Entorno</i>	77.98%	74.56%	78.68%
<b>Asoleamiento en Verano</b>	<i>Sombra patios</i>	27.95%	12.89%	35.55%
	<i>Sombra Manzana</i>	9.37%	8.75%	16.21%
	<i>Sombra Entorno</i>	17.32%	8.43%	15.54%
<b>Asoleamiento en Invierno*</b>	<i>Sombra patios</i>	68.41%	59.99%	91.58%
	<i>Sombra Manzana</i>	64.84%	44.44%	62.03%
	<i>Sombra Entorno</i>	43.73%	40.29%	41.20%
<b>Permeabilidad</b>	<i>Peatonal</i>	0.00%	0.00%	0.00%
	<i>Basamento</i>	13.68%	57.60%	45.69%
	<i>Superior</i>	62.13%	95.45%	72.99%

ACLARACIÓN: para el indicador “Asoleamiento en Invierno” y “Sup. Edif. Altos” las referencias de colores se invierten con relación al resto de los indicadores.

#### REFERENCIAS

-  Valores menores al 30%
-  Valores entre el 30% y el 70%
-  Valores superiores al 70%

### Conclusión MANZANA 8:

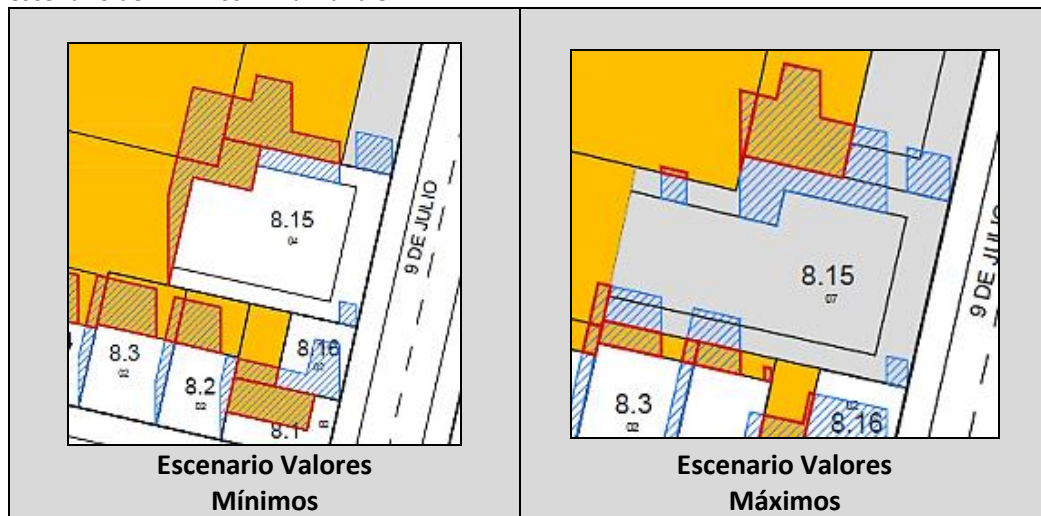
El comportamiento general del *Escenario Real* se asemeja al del Escenario de Valores Máximos. Los resultados de la ventilación son muy buenos para todos los escenarios. El comportamiento frente al asoleamiento en verano es malo para todos los escenarios, y en invierno el escenario real presenta el mejor comportamiento, y la menor permeabilidad en todos los niveles con respecto a los otros dos escenarios analizados.

#### 4.2.1.14 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 8

A partir de las conclusiones y del análisis de las distintas situaciones que se presentaron en esta manzana, se pueden formular las siguientes observaciones que tratan de relacionar los resultados obtenidos con las morfologías edilicias evaluadas:

- Los retiros laterales y frontales exigidos por el Código, reducen las sombras de viento arrojadas por edificios altos, tanto sobre las construcciones y patios colindantes como sobre el entorno peatonal. Por ejemplo si observamos el comportamiento del edificio 8.15, se tiene que en el escenario de valores máximos arroja menos sombra de viento en patios que en el escenario de valores mínimos. (Ver **Tabla 73**)

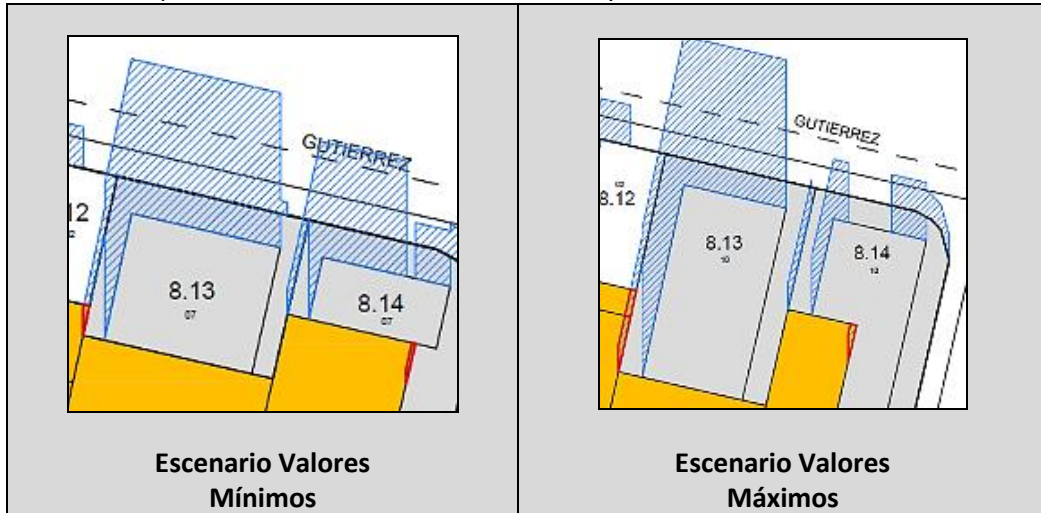
*Tabla 73: Comparación Ventilación construcción 8.15 entre escenario de máximos y escenario de mínimos – Manzana 8*



- Si comparamos el edificio 8.13 y 8.14, que tienen similares valores de superficie cubierta en planta baja (666,40 m<sup>2</sup> y 687, 32 m<sup>2</sup>, respectivamente), y la misma cantidad de niveles, pero con mayor frente expuesto en la dirección de viento, en el caso del edificio 8.13; se tienen resultados de sombra de viento de 584 m<sup>2</sup> y 313m<sup>2</sup> respectivamente, comportamiento similar al ya observado en el análisis de la Manzana 1. (Ver **Tabla 74**)

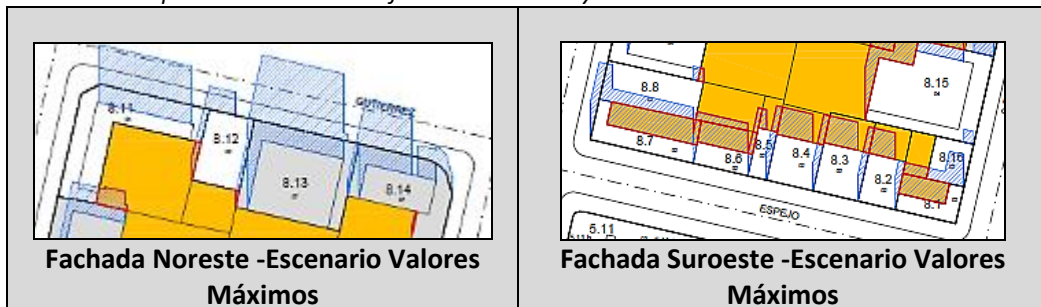


Tabla 74: Comparación Ventilación construcciones 8.13 y 8.14 – Manzana 8



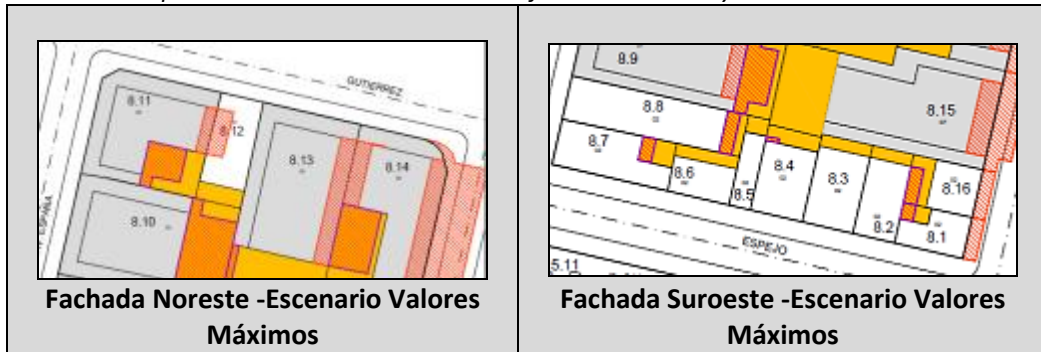
- En esta manzana, se da la peculiaridad que por cuestiones de Código, la fachada suroeste presenta bajos niveles de altura en ambos escenarios teóricos, en tanto la fachada opuesta (noreste) presenta edificios altos en ambos escenarios teóricos. Esto provoca una mayor exposición al viento de las fachadas posteriores de los edificios ubicados sobre la cara noreste de la manzana, lo que conlleva al aumento de superficie de sombra de viento arrojada sobre el entorno. (Ver **Tabla 75**)

Tabla 75: Comparación Ventilación fachadas noreste y suroeste – Manzana 8



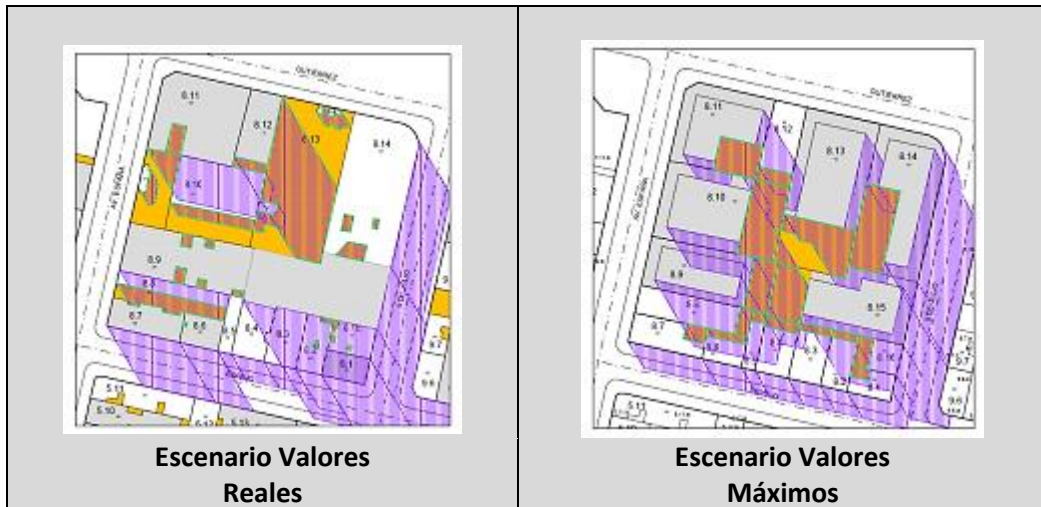
- En el asoleamiento de verano esta manzana no presenta mayores diferencias con respecto a la Manzana 1, salvo que las superficies de sombra son mayores en el interior de la manzana debido a que cuenta con mayor cantidad de edificios altos, situación que surge de contar con parcelas de mayor tamaño. En este caso se presenta una situación bien diferenciada entre la fachada SO y la fachada NE, estando la primera conformada por parcelas de dimensiones menores que dan como resultado un escaso desarrollo en altura, en tanto la fachada NE que posee parcelas mayores, se caracteriza por edificios de mayor altura. (Ver **Tabla 76**).

Tabla 76: Comparación Asoleamiento en verano fachadas noreste y suroeste – Manzana 8



- En el asoleamiento de invierno, la situación enunciada en el párrafo anterior se manifiesta en mayor ocupación de sombra en patios interiores, lo cual se pone en evidencia claramente si se observa la configuración de sombras para el escenario real en comparación con las sombras en el escenario de valores máximos, donde en el primer caso se observa una invasión menor de sombras sobre los patios interiores. Dándose la situación inversa en esta misma comparación, para las sombras sobre el entorno. (Ver **Tabla 77**)

Tabla 77: Comparación Asoleamiento en invierno entre escenarios de valores reales y máximos – Manzana 8



- Por otra parte, si comparamos el comportamiento al asoleamiento de los edificios 8.13 y 8.14 que ya analizamos para la sombra de viento, se observa que en el escenario de valores mínimos el edificio 8.14 que era el que tenía el mejor comportamiento frente al viento, también lo tiene frente al asoleamiento, con mayor superficie de sombra arrojada en verano (248 m<sup>2</sup> vs. 163 m<sup>2</sup>) y menor en invierno (925 m<sup>2</sup> vs. 1100 m<sup>2</sup>) que el edificio 8.13. (Ver **Tabla 76** y **Tabla 77**)



### **Observaciones Morfología MANZANA 8:**

De todo esto resultaría que los edificios con *menor frente* en la dirección de los vientos predominantes (Sur), tienen mejor *comportamiento ante el viento* y presentan *mayor eficiencia en las sombras arrojadas por asoleamiento*.

Por otro lado surge que las menores alturas en las fachadas enfrentadas al viento, favorecen la ventilación de patios interiores y desfavorecen la ventilación del entorno en la fachada contrapuesta, en la configuración de manzana con basamento. Además esta morfología de manzana, también favorece el asoleamiento en invierno.

#### **4.2.1.15 Conclusiones Zona Centro**

La Zona Centro se caracteriza principalmente por la mayor presencia de edificios en altura y la exigencia del basamento continuo.

Al realizar la comparativa de los escenarios teóricos con el escenario real, en las dos manzanas analizadas, surge lo siguiente:

- El escenario real no cumple con el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, principalmente en lo referente a retiros frontales y laterales, y como consecuencia tampoco con la altura máxima de basamento establecida.
- La situación del escenario real se ubica, en un lugar intermedio entre un escenario de valores mínimos y otro de máximos, en cuanto a los valores obtenidos para los distintos indicadores evaluados. Aunque, en algunos casos presenta valores más favorables de ventilación y permeabilidad de fachadas que el escenario de valores mínimos.
- El mejor comportamiento de los escenarios reales, en cuanto a ventilación y asoleamiento en invierno obtenidos en la Manzana 8, se entiende que puede estar relacionado con un mayor tamaño de las parcelas y mayor superficie de suelo sin ocupar (playas de estacionamiento).
- En general los escenarios teóricos, tanto de valores mínimos como máximos, presentan mayor permeabilidad en las fachadas debido a la presencia de los retiros laterales.

En las **Figura 113, Figura 114 y Figura 115**, se muestra el comportamiento de los distintos indicadores para las dos manzanas de la Zona Centro en los tres escenarios planteados, a los efectos de visualizar las conclusiones precedentes.

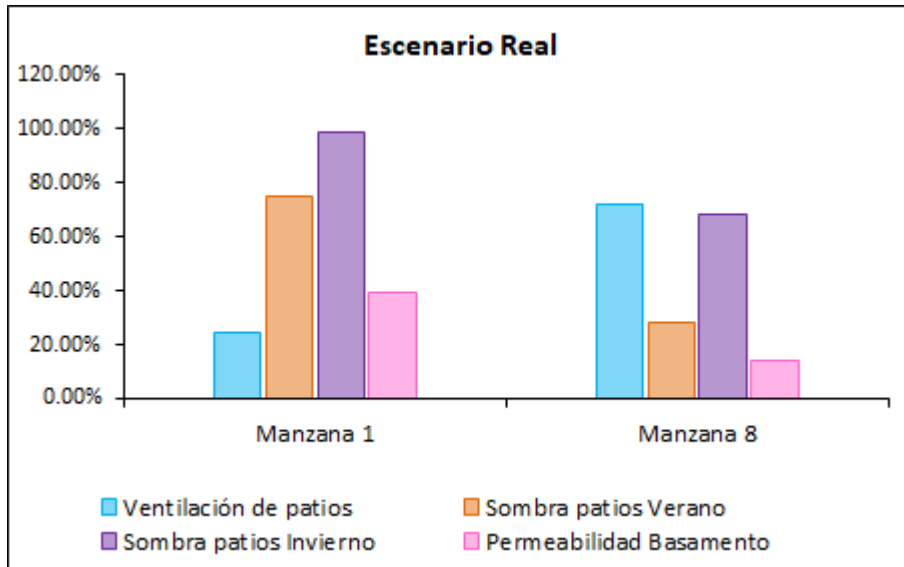


Figura 113: Comportamiento indicadores manzanas Zona Centro – Escenario Real

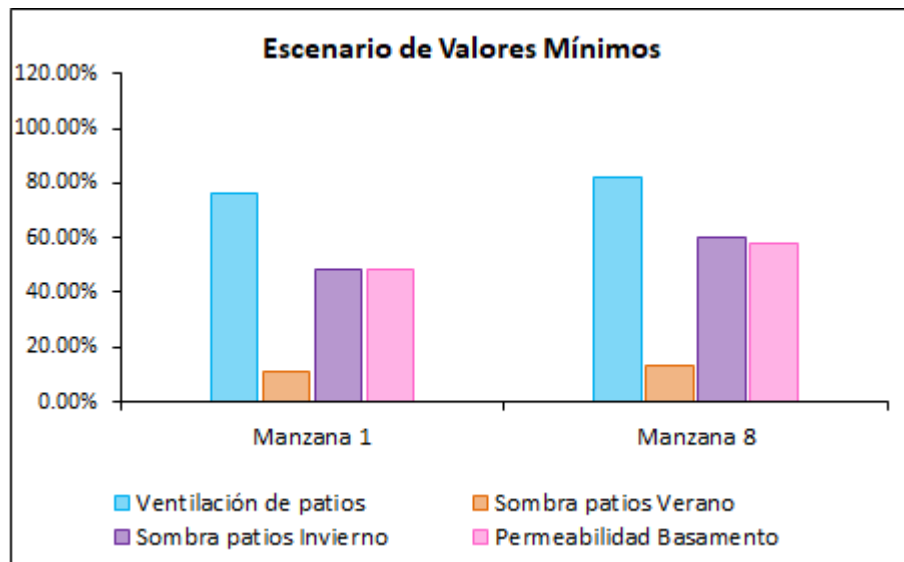


Figura 114: Comportamiento indicadores manzanas Zona Centro – Escenario de Valores Mínimos

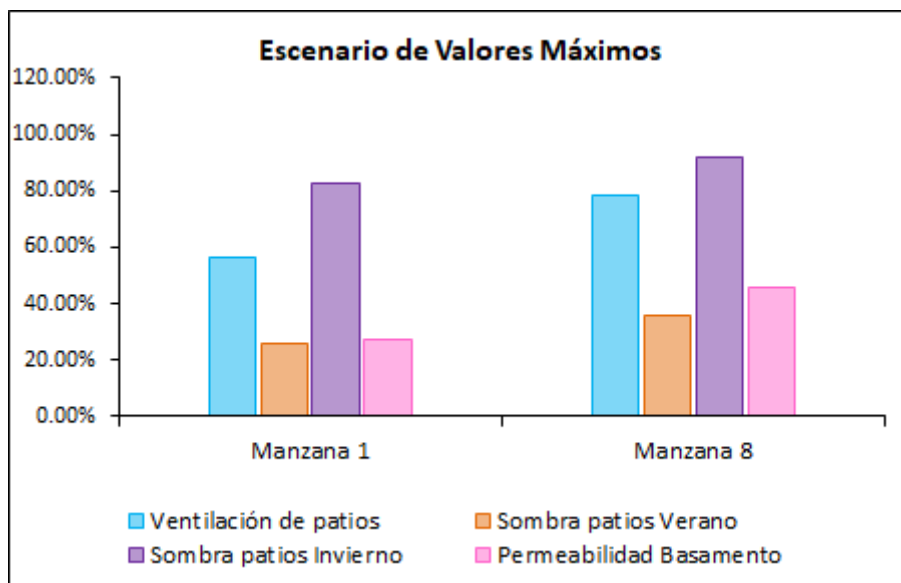


Figura 115: Comportamiento de indicadores en manzanas Zona Centro – Escenario de Valores Máximos

#### 4.2.2 Zona Pellegrini – Manzana 11 y 13

##### 4.2.2.1 Manzana 11 - Características

Los límites de la Manzana 11 son:

- Norte: Calle Pellegrini
- Sur: Calle Las Cubas
- Oeste: Av. Mitre
- Este: Av. España

La orientación de esta manzana con respecto al Norte geográfico, presenta una desviación de 13° hacia el Este.

La Manzana 11 se ubica en la Zona RESIDENCIAL 5, según el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, donde el Basamento no está permitido. Sólo se permite la construcción de torres exentas. Para estas torres, se establecen retiros frontales, laterales y posteriores, con respecto a los límites del terreno y separación entre torres.

Para esta zona el Código no se establecen valores mínimos de FOS ni de FOT, por lo cual, y a los efectos de la comparación con el resto de las manzanas, se adoptaron valores mínimos aplicando para su determinación, los mismos criterios que en las zonas cercanas (Ver el apartado 3.2.4 *Diseño de escenarios*).

##### 4.2.2.2 Manzana 11 - Superficie de patios y densidad edilicia

El hecho de no permitirse la construcción de basamento en esta zona, llevó a que en el diseño de los escenarios teóricos, las parcelas ubicadas sobre calle Pellegrini, quedaran sin ocupación, ya que sus dimensiones no permitieron el desarrollo de construcciones habitables al aplicar los retiros exigidos por Código.

En esta manzana el escenario real tiene un valor de FOS por debajo de los mínimos adoptados, ya que presenta varias parcelas desocupadas dentro de la manzana, en tanto el FOT, también arrojó valores muy por debajo de los máximos permitidos.

En el diseño de los escenarios teóricos de mínimos y máximos, estas parcelas se ocuparon, motivo por el cual, el porcentaje de patios con relación a la superficie de la manzana en el escenario real, arrojó los valores más altos (79%) en comparación con los escenarios de mínimos (73%) y máximos (63%).




En el análisis de la presencia de edificios altos (de 5 o más pisos), se observa que para la situación real el porcentaje que relaciona la superficie de suelo ocupada por edificios altos con la superficie de la manzana es muy bajo (4,44%). En el escenario de valores mínimos este porcentaje es nulo, ya que las edificaciones no superan los 4 pisos, y en el escenario de máximos es de 36%, con una altura máxima alcanzada de 9 pisos.

En este punto es importante aclarar, que el criterio adoptado para la elaboración del escenario teórico, fue el de alcanzar los máximos valores posibles de FOS y FOT, lo que dio como resultado un desarrollo de 9 pisos. Esta altura podría incrementarse hasta la altura máxima establecida por el Código, sacrificando valores de FOS.

Para la selección de la morfología edilicia a utilizar en los escenarios teóricos, se trató de respetar la morfología existente en los distintos sectores de la manzana, para que resultara más fácil la comparación, y a su vez para obtener una variedad de posibilidades de comportamientos que pudieran dar pautas sobre las formas más recomendables.

En la **Tabla 78**, se observa un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 78: Cuadro Resumen Superficie de patios y densidades – Manzana 11

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
FOS	0.21	0.26	0.37
FOT	0.84	0.78	3.29
Porcentaje Sup. de Patios	79.23%	73.25%	63.11%
Porc. Sup. (PB) Edif. Altos	4.44%	0.00%	36.27%
GRÁFICAS			

#### 4.2.2.3 Manzana 11 - Ventilación

Como ya se comentara en el apartado anterior, esta manzana presenta amplias parcelas vacías por lo cual el resultado de los cálculos realizados para ventilación de patios, posiciona a la situación actual como la más favorable, con un porcentaje de 83%, en tanto los




porcentajes para los escenarios de mínimos y máximos, resultó de 76% y 65%, respectivamente.

En cuanto a la ventilación en el entorno, debido a la importante superficie de espacios abiertos dentro de las parcelas y que a su vez se comunican con el entorno, los porcentajes obtenidos fueron altos para todos los escenarios y con valores bastante cercanos entre sí.

Así, para el escenario real se obtuvo un porcentaje de 97%, para valores mínimos de 99% y para valores máximos de 98%. Lo que aparentemente llamaría la atención en este caso, es que el escenario de máximos, con una diferencia de casi 15 puntos porcentuales menos en superficie de patios, en comparación con el escenario real, presente un valor superior de patios ventilados. Se entiende que esto sucede debido la eliminación de la barrera de construcciones con basamento en la cara noreste de la manzana (sobre Pellegrini), la cual en el escenario real no permite la vinculación de los patios interiores con el espacio urbano.

En la **Tabla 79**, se muestra un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 79: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 11

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
<b>Patios Ventilados</b>	82.69%	76.49%	64.90%
<b>Ventilación Manzana</b>	83.50%	82.22%	72.11%
<b>Ventilación Entorno</b>	97.08%	99.87%	98.05%
<b>GRÁFICAS</b>			

#### 4.2.2.4 Manzana 11 - Asoleamiento




##### Situación en Verano

En la comparación de las sombras arrojadas por asoleamiento en verano sobre patios, el escenario real se ubica en una situación intermedia (13,23%), siendo el valor para el escenario de mínimos muy bajo (9,44%) y claramente superior el valor del escenario de máximos, con casi 27%. Esto último debido a la presencia de más edificios de mayor altura.

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, estas resultan escasas en general para las tres situaciones, con valores de 2%, 0% y 8%, para los escenarios: real, de mínimos y de máximos respectivamente. Estos valores resultan muy inferiores a los observados en la Zona Centro (Manzana 1 y 8), lo cual se explica por la forma abierta de la Manzana 11, en comparación con la forma más compacta dada por el basamento obligatorio que presentan las Manzanas 1 y 8.

En la **Tabla 80**, se observa un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 80: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 11

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	13.23%	9.44%	26.68%
Sombra en Manzana	10.39%	6.88%	19.11%
Sombra en Entorno	2.37%	0.00%	7.62%
GRÁFICAS			




### Situación en Invierno

Del análisis del asoleamiento de invierno, en virtud de las sombras arrojadas sobre patios, surgió que la peor situación se presenta en el escenario de valores máximos, debido a la mayor altura de los bloques de edificación, con un porcentaje del 73%, siendo el valor para la situación real de 38% y de 41% para el escenario de mínimos. Esta diferencia entre los valores actuales y los valores máximos, se debe fundamentalmente a las amplias parcelas desocupadas que existen actualmente.

En el entorno, la situación es similar a lo que ocurre en el interior de la manzana, presentando el escenario real un porcentaje del 18%, el de valores mínimos 8% y el de máximos 28%. La importante diferencia que se observa entre el escenario real y el de máximos, se debe a que en el escenario real los edificios que dan sobre la calle en el sentido de proyección de la sombra son de menor altura (3 niveles) que los edificios ubicados en este mismo sector, en el escenario de máximos (9 niveles). También es importante indicar que la sombra arrojada en el entorno fue considerada hasta el eje de calle pero lo supera ampliamente.

En la **Tabla 81**, se presenta un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 81: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 11

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	37.84%	41.00%	73.49%
Sombra en Manzana	30.93%	30.00%	55.26%
Sombra en Entorno	17.72%	7.73%	28.39%
GRÁFICAS			

#### 4.2.2.5 Manzana 11 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento

En esta manzana hay permeabilidad a nivel peatonal, ya que no existe basamento en ninguna de sus parcelas, por no estar permitido por Código.




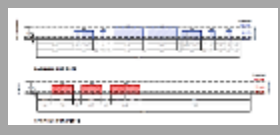
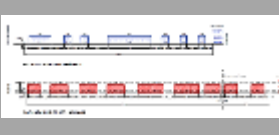
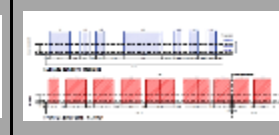
Sobre la fachada SO, los valores de permeabilidad resultaron de 67%, 36% y 25%, para los escenarios: real, mínimos y máximos, respectivamente. Y en la fachada SE, estos porcentajes son: escenario real (41%), escenario de valores mínimos (46%) y escenario de valores máximos (42%). Las mayores diferencias observadas sobre la fachada suroeste, se deben a que sobre la misma se ubican las mayores superficies que actualmente no tienen construcciones.

En el nivel de basamento, sobre la fachada SO, se repite la misma situación observada a nivel peatonal, con porcentajes de permeabilidad decrecientes desde el escenario real, pasando por el de mínimos y hasta el de máximos. En la fachada SE, se registraron valores de 50%, 64% y 42%; los que resultan mayores a los registrados a nivel peatonal.

En la **Tabla 82**, se observa un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.



Tabla 82: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 11

Permeabilidad	Escenario Real		Escenario Val. Mínimos		Escenario Val. Máximos	
	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE
Nivel peatonal	66.92%	41.07%	36.54%	46.04%	24.85%	42.24%
Nivel de basamento	77.94%	50.43%	57.69%	64.03%	24.85%	42.24%
Nivel superior	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	24.85%	42.24%
<b>GRÁFICAS PLANTA</b>						
<b>GRÁFICAS FACHADA</b>						

#### 4.2.2.6 Conclusiones de la Manzana 11

De la evaluación realizada surgieron las siguientes conclusiones, relacionadas con la aplicación del Código y su comparación con la situación existente:

- Debido a la presencia de parcelas sin construcción dentro la manzana, los valores de FOS y FOT, totales de la manzana resultan bastantes bajos, en relación a lo establecido por el Código.
- Los porcentajes de ventilación de patios son elevados, aún en el escenario de valores máximos (65%), en el cual la totalidad de los edificios tiene 9 niveles de altura. Estos altos porcentajes de ventilación se explican por la configuración de torres aisladas, con espacios de separación entre las mismas que evitan bloqueos totales de fachadas enfrentadas al viento.
- En el asoleamiento de verano, la mejor situación de sombra en patios en el interior de la manzana se da en el escenario de valores máximos, como en los casos anteriores, debido a la mayor altura de la edificación.
- En tanto en el entorno el mayor porcentaje de proyección de sombra corresponde al escenario de valores máximos, debido a la ubicación de edificios en altura sobre el sector de proyección de las sombras.
- Con relación al asoleamiento en invierno, en esta manzana, a diferencia de lo observado en las manzanas analizadas en la Zona Centro, el escenario de valores



mínimos presenta un buen comportamiento, con un porcentaje de sombras arrojadas sobre patios del 41%, y que no llegan a bloquear las caras asoleadas de las construcciones cercanas. En el escenario real tampoco se observan bloqueos significativos. En tanto, en el escenario de valores máximos, si se observan los planos (Ver **Anexo Planos**) se pueden ver situaciones de proyección de sombras semejantes a las observadas en las manzanas de la Zona Centro, y con una gran proyección de sombra sobre el entorno.




- En esta manzana se observan importantes porcentajes de permeabilidad a nivel peatonal en los distintos escenarios, los cuales se incrementan a nivel de basamento.

En la **Tabla 83**, se presenta el comportamiento de los indicadores en los distintos escenarios para la Manzana 11, utilizando la técnica de Semáforo, ya enunciada precedentemente.

Tabla 83: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 11

Indicadores		Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Patios y Densidad	Sup. Patios	79.23%	73.25%	63.11%
	Sup. Edif. Altos	4.44%	0.00%	36.27%
Ventilación	Patios	82.69%	76.49%	64.90%
	Manzana	83.50%	82.22%	72.11%
	Entorno	97.08%	99.87%	98.05%
Asoleamiento en Verano	Sombra patios	13.23%	9.44%	26.68%
	Sombra Manzana	10.39%	6.88%	19.11%
	Sombra Entorno	2.37%	0.00%	7.62%
Asoleamiento en Invierno*	Sombra patios	37.84%	41.00%	73.49%
	Sombra Manzana	30.93%	30.00%	55.26%
	Sombra Entorno	17.72%	7.73%	28.39%
Permeabilidad	Peatonal	53.99%	41.29%	33.54%
	Basamento	64.19%	60.86%	33.54%
	Superior	100.00%	100.00%	33.54%

ACLARACIÓN: para el indicador “Asoleamiento en Invierno” y “Sup. Edif. Altos” las referencias de colores se invierten con relación al resto de los indicadores.

REFERENCIAS	
	Valores menores al 30%
	Valores entre el 30% y el 70%
	Valores superiores al 70%

### Conclusión MANZANA 11:

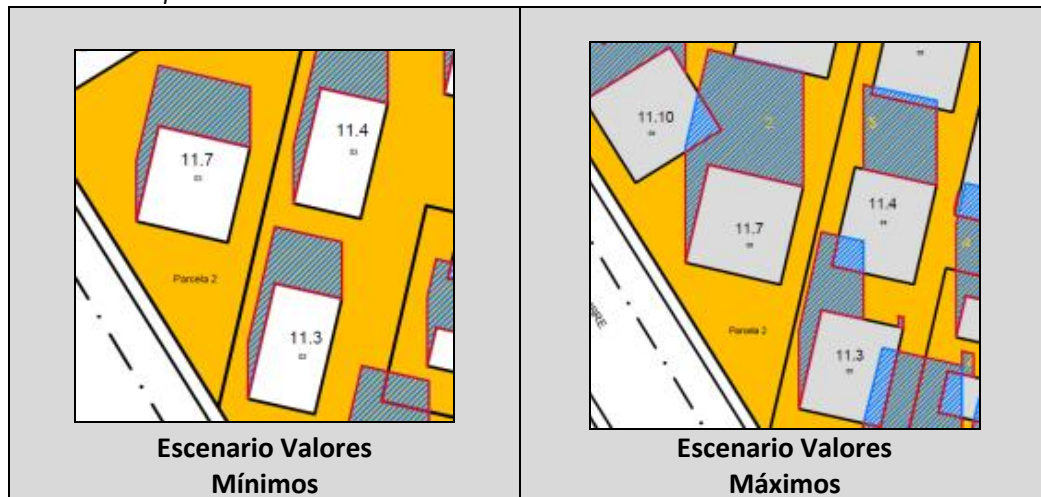
El **Escenario Real** de la Manzana 11 presenta el mejor comportamiento ante la ventilación, con relación a los otros dos escenarios. En el asoleamiento de verano todos los escenarios son negativos, y en invierno el escenario real presenta una situación intermedia. En cuanto a la permeabilidad, el escenario real presenta los mejores valores.

#### 4.2.2.7 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 11

A partir de las conclusiones y del análisis de las distintas situaciones que se presentaron en esta manzana se pueden formular las siguientes observaciones que tratan de relacionar los resultados obtenidos con las morfologías edilicias evaluadas:

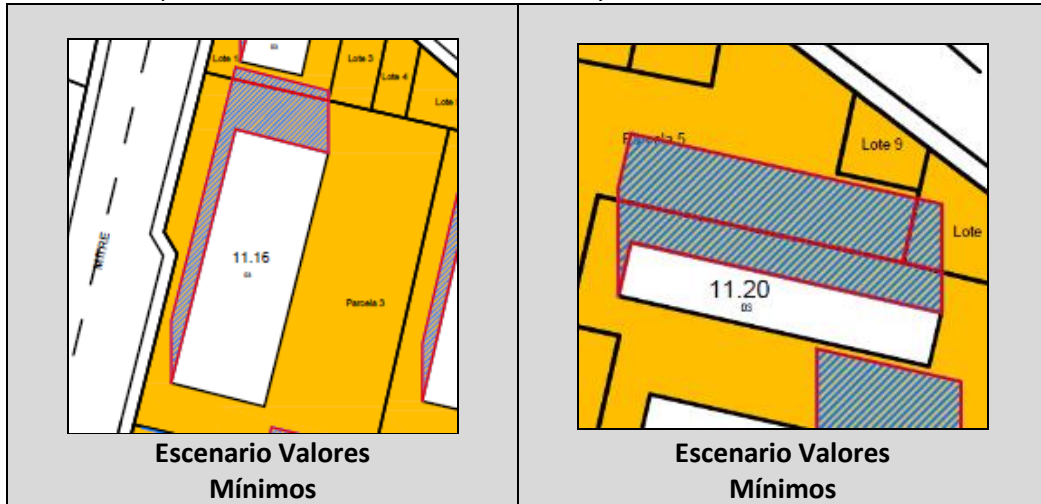
- La tipología constructiva de torres con menor frente hacia el sentido de circulación del viento, parecería disminuir los valores de sombra de viento obtenidos. Si comparamos, por ejemplo, el edificio 11.3 con el 11.7, que tienen superficies en planta baja similares, la misma cantidad de niveles de altura, y la misma orientación dentro de la parcela, observamos que el edificio 11.3, que tiene una planta rectangular con el lado menor enfrentado a la dirección del viento, arroja menor superficie de sombra de viento ( $221,71 \text{ m}^2$ ), que el edificio 11.7 de planta cuadrada, cuya superficie de sombra de viento es de  $285,31 \text{ m}^2$ . En el escenario de valores máximos, aun habiendo aumentado el ancho de los edificios de planta rectangular, se sigue observando el mejor comportamiento de esta tipología en comparación con la torre de planta cuadrada. (Ver **Tabla 84**)

Tabla 84: Comparación Ventilación construcciones 11.3 con 11.7– Manzana 11



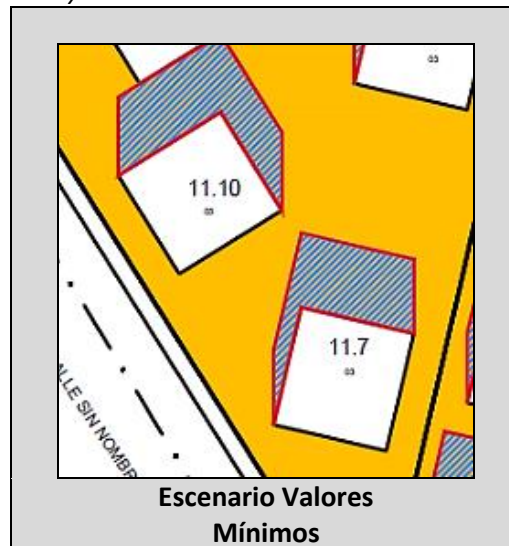
- En el mismo sentido si comparamos el comportamiento del edificio 11.16, de planta rectangular, con el lado menor enfrentado al viento, una profundidad de 31 m y  $1.320 \text{ m}^2$  de superficie en planta baja; con el edificio 11.20, que tiene su lado más extenso enfrentado al viento, una profundidad de 8 m y  $352 \text{ m}^2$  de superficie en planta baja; observamos que la sombra de viento del edificio 11.16 es de  $513,25 \text{ m}^2$  y la del edificio 11.20 es de  $701,52 \text{ m}^2$ . Es decir, con una superficie en planta baja 4 veces mayor, el edificio 11.16 proyecta menos sombra de viento que el edificio 11.20. Todo esto se produce en el escenario de valores mínimos, en el que ambos edificios tienen una altura de 3 niveles. (Ver **Tabla 85**)

Tabla 85: Comparación Ventilación construcción 11.16 y 11.20 – Manzana 11



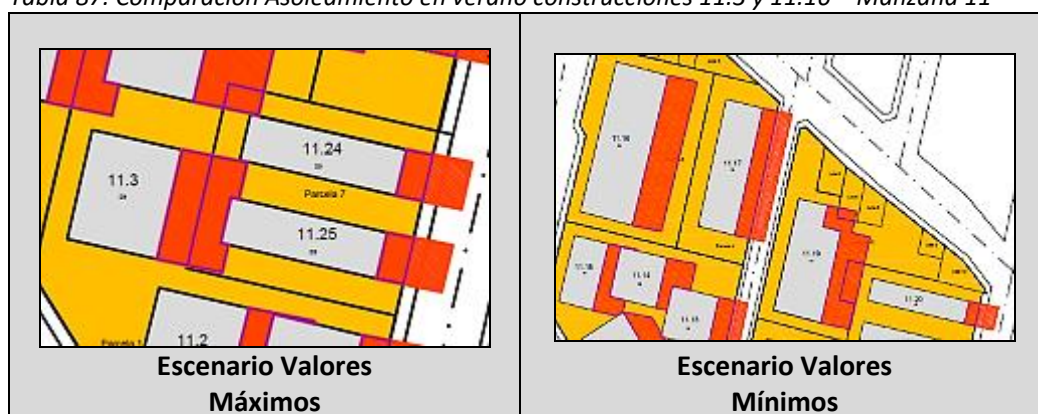
- También se observó que otro factor con influencia sobre la sombra de viento, es la orientación de la construcción dentro de la parcela. Si comparamos, en el escenario de valores mínimos, el edificio 11.7 con el 11.10, que son iguales, de planta cuadrada y con tres niveles de altura, pero con distinta orientación dentro de la parcela, se tiene, que la sombra de viento arrojada por el edificio 11.7, más alineado con la dirección del viento es de 285,31 m<sup>2</sup>, en tanto la sombra de viento del edificio 11.10, más rotado con relación a la dirección del viento es de 350,00m<sup>2</sup>. (Ver **Tabla 86**)

Tabla 86: Comparación Ventilación construcciones 11.7 y 11.10 – Manzana 11



- En cuanto al asoleamiento en verano de los edificios comparados previamente, se observa que tanto el edificio 11.3 como el 11.16, que presentaron mejor comportamiento en cuanto a la ventilación, también lo tienen frente al desarrollo de sombras en verano. En tanto en invierno, el edificio 11.3 sigue mostrando mejor comportamiento, con una superficie de sombra arrojada de 440,41 m<sup>2</sup>, versus 478,35 m<sup>2</sup> que arroja el edificio 11.7. (Ver **Tabla 87**)

Tabla 87: Comparación Asoleamiento en verano construcciones 11.3 y 11.16 – Manzana 11



#### Observaciones Morfología MANZANA 11:

De todo esto resultaría que los edificios con *menor frente* en la dirección de los vientos predominantes (Sur), tienen mejor *comportamiento ante el viento* y presentan *mayor eficiencia en las sombras arrojadas por asoleamiento en verano*.

En esta manzana se observa también que otro factor que permite una *mejor ventilación de los patios interiores y el entorno* es la *permeabilidad de las fachadas a nivel peatonal*, y espacios abiertos interiores comunicados con el entorno.

#### 4.2.2.8 Manzana 13 - Características

Los límites de la Manzana 13 son:

- Norte: Calle Fray Inalacán
- Sur: Calle Pellegrini
- Oeste: Calle Chile
- Este: Av. Mitre

La orientación con respecto al Norte geográfico de esta manzana, presenta una desviación de 13° hacia el Este.

Al encontrarse en la Zona RESIDENCIAL 6, según el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, el Basamento es optativo, permitiéndose también la construcción de torres exentas. Para las torres, tanto sobre basamento como exentas se establecen retiros frontales, laterales y posteriores, con respecto a los límites del terreno y separación mínima entre torres.

#### 4.2.2.9 Manzana 13 - Superficie de patios y densidad edilicia

En esta manzana el escenario real tiene valores de FOS y FOT, dentro de los rangos permitidos por el Código. El valor de FOS está por debajo del mínimo promedio y el de FOT se ubica en un valor intermedio entre los promedios de máximos y mínimos.




La manzana actual, presenta sectores con grandes parcelas donde se ubican torres exentas, con espacios abiertos entre ellas, y un sector sobre la cara noreste de la manzana de parcelas de menor superficie con construcciones de uno y dos niveles con basamento. En los escenarios teóricos desarrollados, se respetó esta misma conformación, pero como el basamento no es obligatorio, en el diseño de las edificaciones sobre la fachada noreste (calle Fray Inalacán), se dejaron algunos retiros laterales (en la medida que lo permitió el tamaño del terreno), para observar su comportamiento, en comparación con el basamento continuo.

En el análisis de los porcentajes de superficie de patios, con relación a la superficie total de la manzana, se observa que la situación actual (64%) se acerca al escenario de valores mínimos (66%), en tanto en el escenario de valores máximos se obtuvo un porcentaje del 48%.

En cuanto a presencia de edificios altos (5 niveles o más), el escenario real presenta sólo el 11%, en el escenario de valores mínimos este porcentaje fue nulo, ya que la altura promedio de las construcciones no superó los 3 niveles y en el escenario de valores máximos se obtuvo 43%, con una altura máxima de torres de 5 niveles.

En la **Tabla 88**, se observa un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 88: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidades – Manzana 13

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
FOS	0.36	0.35	0.52
FOT	1.31	0.97	2.32
Porcentaje Sup. de Patios	64.38%	65.90%	48.08%
Porc. Sup. (PB) Edif. Altos	10.91%	0.00%	42.74%
GRÁFICAS			

#### 4.2.2.10 Manzana 13 - Ventilación




Del análisis de la ventilación de patios en los tres escenarios surgió que el mejor comportamiento se da en el escenario de máximos (70,09%) con un valor muy cercano obtenido para el escenario de valores mínimos (68,74%), en tanto para el escenario real este porcentaje es de 59,39%. Se entiende que esta diferencia a favor de los valores máximos se debe a la disposición de los edificios dentro de las parcelas, que en el caso del escenario de máximos, por la mayor cercanía entre bloques construidos genera bloqueos parciales de las fachadas enfrentadas al viento, lo que provoca que en la cara posterior de estos sectores no haya sombra de viento. En tanto en el escenario de mínimos al haber menos interferencia entre construcciones, estas proyectan la totalidad de su sombra de viento sobre los patios.



En cuanto a la ventilación en el entorno, esta manzana presenta, al igual que la anterior, porcentajes altos de ventilación. Para el escenario real: 96%, para el escenario de mínimos 92% y para el de máximos 94%. El mayor porcentaje de ventilación sobre el entorno se da en el escenario real. Se entiende que este resultado se relaciona con la altura de las edificaciones sobre la cara noreste de la manzana, que en este caso es predominantemente de 1 nivel, en tanto en los escenarios teóricos es de 2 niveles. Y el mejor comportamiento del escenario de máximos, con relación al de mínimos se relaciona con los bloqueos sobre la cara posterior de las construcciones ubicadas sobre Fray Inalacán, que llevan a que las mismas proyecten menor superficie de sombra de viento sobre el entorno.

En la **Tabla 89**, que se agrega a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 89: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 13

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
<b>Patios Ventilados</b>	59.39%	68.74%	70.09%
<b>Ventilación Manzana</b>	69.17%	77.50%	75.89%
<b>Ventilación Entorno</b>	96.15%	91.58%	93.54%
<b>GRÁFICAS</b>			

#### 4.2.2.11 Manzana 13 - Asoleamiento




##### Situación en Verano

En la comparación de las sombras arrojadas por asoleamiento en verano sobre patios, el escenario real se ubica en una situación intermedia (25%), y más cercano al valor obtenido en el escenario de valores máximos (27%) que al de valores mínimos (12%).

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, estas resultan escasas en general para las tres situaciones, con valores de 1,5%, 0% y 2%, para los escenarios: real, de mínimos y de máximos respectivamente. En la Manzana 11, perteneciente a la misma zona de análisis, también se observó un comportamiento similar, el cual se debe a que en la cara sureste, que es la que predominantemente arroja sombra sobre el entorno, las construcciones no tienen basamento continuo y están retiradas de la línea municipal.

En la **Tabla 90**, se presenta un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 90: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 13

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	24.98%	12.14%	27.41%
Sombra en Manzana	16.08%	8.01%	13.13%
Sombra en Entorno	1.52%	0.00%	2.00%
GRÁFICAS			

### Situación en Invierno




Del análisis del asoleamiento de invierno, surgió que la peor situación en cuanto a sombras arrojadas sobre patios se presenta en el escenario de valores máximos, con un porcentaje de 77%, siendo el valor para la situación real, bastante cercano a los máximos (74%) y de 56% para el escenario de mínimos.

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, el peor comportamiento se da en el escenario de valores máximos, con un porcentaje de sombras arrojadas de 36%, seguido por el escenario real con un valor de 24% y por último el de valores mínimos con 11%.

La mayor diferencia que se presenta en el escenario de valores máximos y el escenario real, se debe a que en el escenario real los edificios sobre la fachada sureste, que es la que mayor cantidad de sombra arroja sobre el entorno tienen 3 niveles de altura, contra los 5 niveles del escenario de valores máximos. En tanto la diferencia entre el 24% del escenario real con el 11% del escenario de mínimos, no se relaciona con la cantidad de niveles, ya que en este sentido son iguales, sino con la proximidad de las construcciones a la línea municipal (en el escenario de mínimos todas las construcciones están retiradas).

En la **Tabla 91**, se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 91: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 13

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	74.33%	55.69%	76.84%
Sombra en Manzana	51.03%	36.85%	38.05%
Sombra en Entorno	23.88%	10.60%	36.09%
GRÁFICAS			

#### 4.2.2.12 Manzana 13 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento




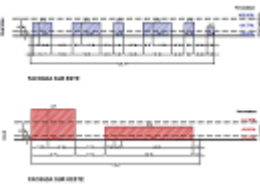
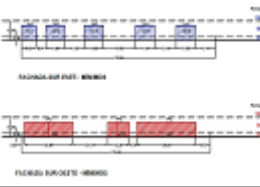
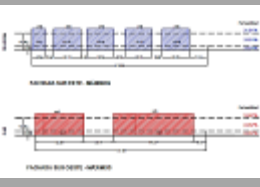
En esta manzana también hay permeabilidad a nivel peatonal, ya que no hay basamento en las fachadas enfrentadas al viento. Sobre la fachada SO, los valores de permeabilidad a nivel peatonal resultaron de 29%, 32% y 25%, para los escenarios: real, mínimos y máximos, respectivamente. Y en la fachada SE, estos porcentajes fueron de 45%, 53% y 32%. En ambos casos la situación real se ubica en valores medios entre los escenarios de mínimos y máximos.

En el nivel de basamento, sobre la fachada SO, los valores obtenidos fueron de 47%, 54% y 24%, para los escenarios real, mínimos y máximos respectivamente, ubicándose también el escenario real en una situación intermedia pero más cercana el escenario de mínimos. Sobre la fachada SE, los valores fueron de 65% para el escenario real, 68% para los valores mínimos y 32% para los máximos, repitiéndose la cercanía del escenario actual a los valores mínimos, lo que se funda en la menor ocupación del suelo que permite mayor separación entre bloques de construcción.

En la **Tabla 92**, se observa un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.



Tabla 92: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 13

Permeabilidad	Escenario Real		Escenario Val. Mínimos		Escenario Val. Máximos	
	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE
Nivel peatonal	29.23%	45.02%	31.71%	52.81%	24.82%	31.91%
Nivel de basamento	46.60%	64.77%	54.47%	68.54%	24.82%	31.91%
Nivel superior	81.34%	100.00%	100.00%	100.00%	24.82%	31.91%
<b>GRÁFICAS PLANTA</b>						
<b>GRÁFICAS FACHADAS</b>						

#### 4.2.2.13 Conclusiones de la Manzana 13

De la evaluación realizada surgieron las siguientes conclusiones, relacionadas con la aplicación del Código y su comparación con la situación existente:

- La situación actual de la manzana se caracteriza por una baja ocupación del suelo, y un sector con edificios de 7 niveles de altura que elevan el valor del FOT de la manzana, ubicándolo en un punto medio entre los máximos y mínimos permitidos.
- Los porcentajes de ventilación de patios son elevados, para los escenarios teóricos desarrollados (alrededor del 70% tanto para los valores máximos como para los mínimos), y menor para la situación real (59%).
- Para el asoleamiento de verano, la mejor situación de sombra en patios en el interior de la manzana se da en el escenario de valores máximos, debido a la altura general de la edificación, con una importante diferencia con respecto al escenario de valores mínimos.
- En el entorno el mayor porcentaje de proyección de sombra corresponde al escenario de valores máximos, debido a la ubicación de edificios en altura sobre el sector donde se desarrollan las sombras, aunque con poca diferencia en comparación con el escenario real.




- Con respecto al asoleamiento en invierno, se observa un mal comportamiento en todos los escenarios, donde los porcentajes de sombras arrojadas en patios son bastante elevados, y en los planos que se agregan en (**Anexo Planos**) se puede observar el bloqueo de la mayoría de las construcciones en sus fachadas enfrentadas al sol. Sólo en el escenario de valores mínimos se observa que en el sector de las torres de planta cuadrada y en la tira de viviendas sobre la cara noreste de la manzana, se logra una mayor exposición al sol de las fachadas al norte. En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno. La peor situación se da en el escenario de valores máximos, donde las sombras arrojadas superan ampliamente el eje de calle.
- En esta manzana se tiene permeabilidad a nivel peatonal en los distintos escenarios, como en la Manzana 11, pero en porcentajes menores, los cuales se incrementan a nivel de basamento.

En la **Tabla 93**, se presenta la evaluación del comportamiento de los indicadores en los distintos escenarios para la Manzana 13, utilizando la técnica de Semáforo, ya enunciada precedentemente.

Tabla 93: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 13

Indicadores		Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Pacios y Densidad	Sup. Pacios	64.38%	65.90%	48.08%
	Sup. Edif. Altos	10.91%	0.00%	42.74%
Ventilación	Pacios	59.39%	68.74%	70.09%
	Manzana	69.17%	77.50%	75.89%
	Entorno	96.15%	91.58%	93.54%
Asoleamiento en Verano	Sombra patios	24.98%	12.14%	27.41%
	Sombra Manzana	16.08%	8.01%	13.13%
	Sombra Entorno	1.52%	0.00%	2.00%
Asoleamiento en Invierno*	Sombra patios	74.33%	55.69%	76.84%
	Sombra Manzana	51.03%	36.85%	38.05%
	Sombra Entorno	23.88%	10.60%	36.09%
Permeabilidad	Peatonal	37.12%	42.26%	28.37%
	Basamento	55.68%	61.51%	28.37%
	Superior	90.67%	100.00%	28.37%

ACLARACIÓN: para el indicador “Asoleamiento en Invierno” y “Sup. Edif. Altos” las referencias de colores se invierten con relación al resto de los indicadores.

REFERENCIAS	
	Valores menores al 30%
	Valores entre el 30% y el 70%
	Valores superiores al 70%

### Conclusión MANZANA 13:

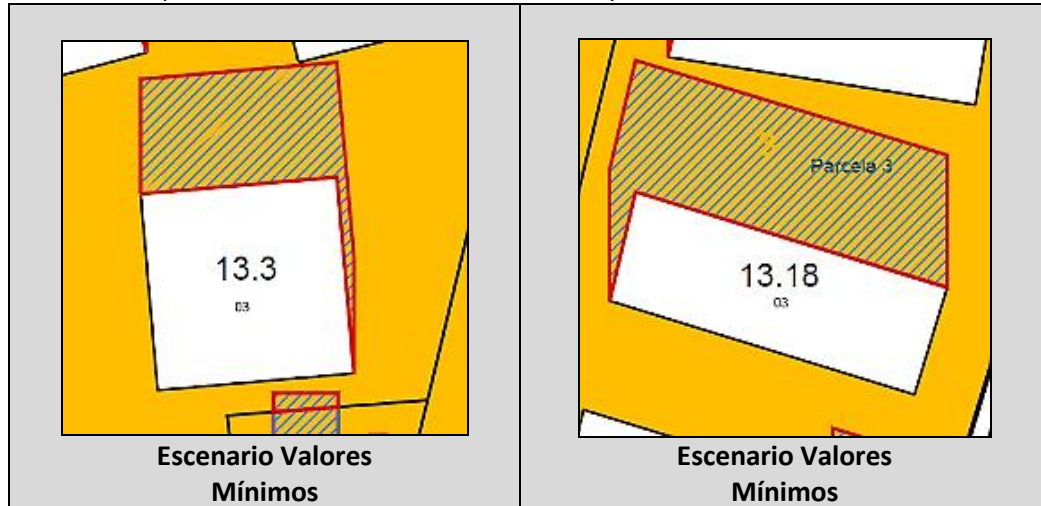
El *Escenario Real* de la Manzana 13 tiene un buen comportamiento ante la ventilación, pero resulta menor al obtenido en los escenarios de valores máximos y mínimos. En el asoleamiento de verano todos los escenarios son negativos, y en invierno el escenario real presenta una situación intermedia. En cuanto a la permeabilidad, el escenario real presenta buenos valores, muy cercanos al escenario de valores mínimos.

#### 4.2.2.14 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 13

A partir de las conclusiones y del análisis de las distintas situaciones que se presentaron en la Manzana 13 se pueden formular las siguientes observaciones que tratan de relacionar los resultados obtenidos con las morfologías edilicias evaluadas:

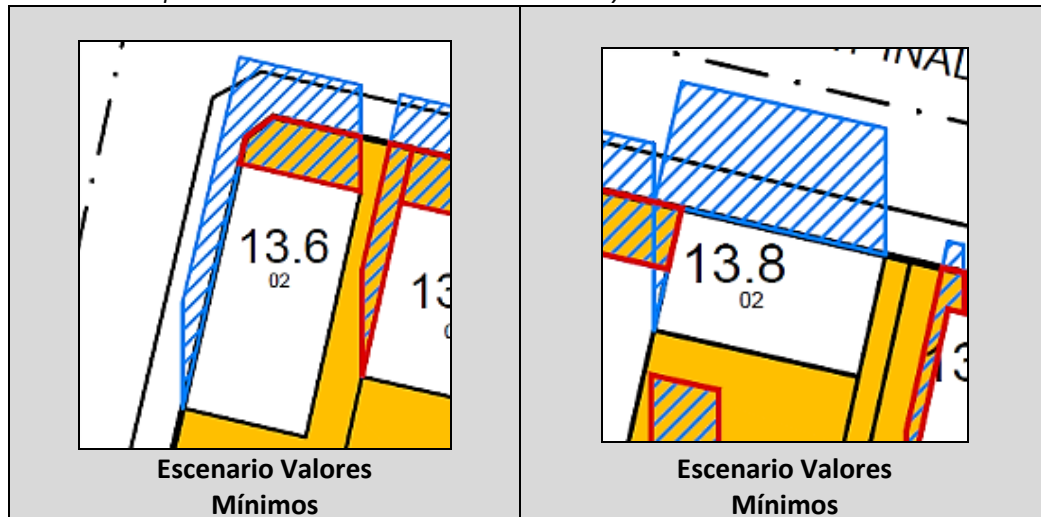
- En esta manzana también se observa el mejor comportamiento de la tipología constructiva de torres con menor frente en el sentido de circulación del viento. Así, por ejemplo, si comparamos en el escenario de valores mínimos, el edificio 13.3 con el 13.18, que tienen superficies en planta baja similares y la misma cantidad de niveles de altura, observamos que el edificio 13.3, que tiene una planta cuadrada, con el lado enfrentado a la dirección del viento de menor longitud que el del edificio 13.18, arroja menor superficie de sombra de viento ( $278,00 \text{ m}^2$ ), en comparación con el 13.18 de planta rectangular, cuya superficie de sombra de viento es de  $516,82 \text{ m}^2$ . (Ver **Tabla 94**)

Tabla 94: Comparación Ventilación construcciones 13.3 y 13.18 – Manzana 13



- En el mismo sentido si comparamos el comportamiento del edificio 13.6, de planta rectangular, que tiene su lado menor enfrentado a la dirección del viento, con el edificio 13.8 que tiene su lado más extenso enfrentado al viento, siendo las superficies cubiertas en planta baja de  $166,4 \text{ m}^2$  y  $106,53 \text{ m}^2$ , respectivamente, y contando ambos con 2 niveles de altura; observamos que la sombra de viento del edificio 13.6 es de  $99,84 \text{ m}^2$  y la del edificio 13.8 es de  $119,31 \text{ m}^2$ . Es decir, con una superficie en planta baja mayor, el edificio 13.6 proyecta menos sombra de viento que el edificio 13.8. (Ver **Tabla 95**)

Tabla 95: Comparación Ventilación construcciones 13.6 y 13.8 – Manzana 13



- En cuanto al asoleamiento en verano de los edificios comparados previamente, se observa que el edificio 13.3 arroja una sombra sobre patios de 124 m<sup>2</sup>, en tanto la del edificio 13.18 es de 74 m<sup>2</sup>, y en invierno de 417 m<sup>2</sup> y 560 m<sup>2</sup> respectivamente. Es decir que se verifica para el asoleamiento tanto de verano como de invierno el mejor comportamiento de la tipología edilicia del edificio 13.3 con relación a la del edificio 13.18. (Ver **Tabla 96**)

Tabla 96: Comparación Asoleamiento en verano construcciones 13.3 y 13.18 – Manzana 13



### Observaciones Morfología MANZANA 13:

De todo esto resultaría que los edificios con *menor frente* en la dirección de los vientos predominantes (Sur), tienen mejor *comportamiento ante el viento* y presentan *mayor eficiencia en las sombras arrojadas por asoleamiento*, tanto en verano como en invierno.

En esta manzana se observa también, que otro factor que permite una *mejor ventilación de los patios interiores y el entorno* es la *permeabilidad de las fachadas a nivel peatonal*, y espacios abiertos interiores comunicados con el entorno.

#### 4.2.2.15 Conclusiones Zona Pellegrini

La Zona Pellegrini se caracteriza principalmente por la mayor presencia de torres exentas, con un sector en donde no está permitido el basamento y otro donde es opcional, esto lleva a la presencia de torres distribuidas en parcelas con amplios espacios abiertos intercomunicados entre sí, que favorecen el movimiento del aire.

Al realizar la comparativa de los escenarios teóricos con el escenario real, en las dos manzanas analizadas, surge lo siguiente:

- El escenario real presenta una ocupación del suelo menor a la superficie permitida por el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, contando además con sectores que presentan amplias parcelas desocupadas.
- En el sector denominado RESIDENCIAL 5, donde por Código se prohíbe el basamento continuo, se identificó un sector sobre calle Pellegrini, con terrenos de pequeñas dimensiones, que actualmente poseen construcciones con basamento, pero que en el caso de futuras demoliciones, no será posible construir en ellos si no son unificados con otras parcelas, ya que los retiros exigidos para torres exentas, no permitirían construcciones habitables en estos terrenos.
- Con relación a la ventilación, la situación del escenario real presenta en una de las manzanas la mejor situación y en la otra la peor, en comparación con los escenarios de valores máximos y mínimos. En el caso de la mejor situación de ventilación (Manzana 11) se debe por un lado a la baja ocupación del suelo de la situación actual, acompañada de parcelas vacías. En tanto, en la Manzana 13 se observa el peor comportamiento, el que estaría explicado por el hecho de que la mayoría de las torres tienen el frente más ancho en la dirección del viento, además que las torres de esta manzana son de mayor altura que las de la Manzana 11. Curiosamente, el mejor comportamiento frente a la ventilación se da en el escenario de valores máximos, y esto se debe a que se utilizaron bloques de construcción de menor altura que los actuales, y se compensaron las proporciones de las construcciones para lograr la disminución de las longitudes de fachadas enfrentadas al viento.
- En cuanto al asoleamiento, en todos los escenarios el comportamiento en verano es malo, con pocas sombras arrojadas en espacios abiertos. En invierno el escenario real se ubica en una posición intermedia, más cercana al escenario de valores mínimos.
- La permeabilidad, tanto peatonal como de basamento, en el escenario real presenta buenos valores, cercanos al escenario de valores mínimos.

En las **Figura 116, Figura 117 y Figura 118**, se puede observar el comportamiento de los distintos indicadores para las dos manzanas de la Zona Pellegrini en los tres escenarios planteados, a los efectos de visualizar las conclusiones precedentes.

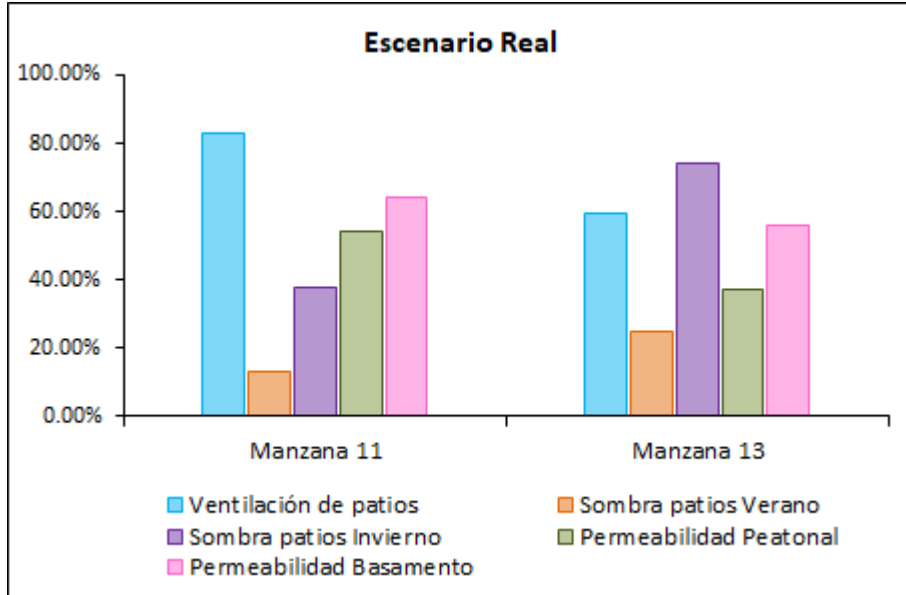


Figura 116: Comportamiento indicadores manzanas Zona Pellegrini – Escenario Real

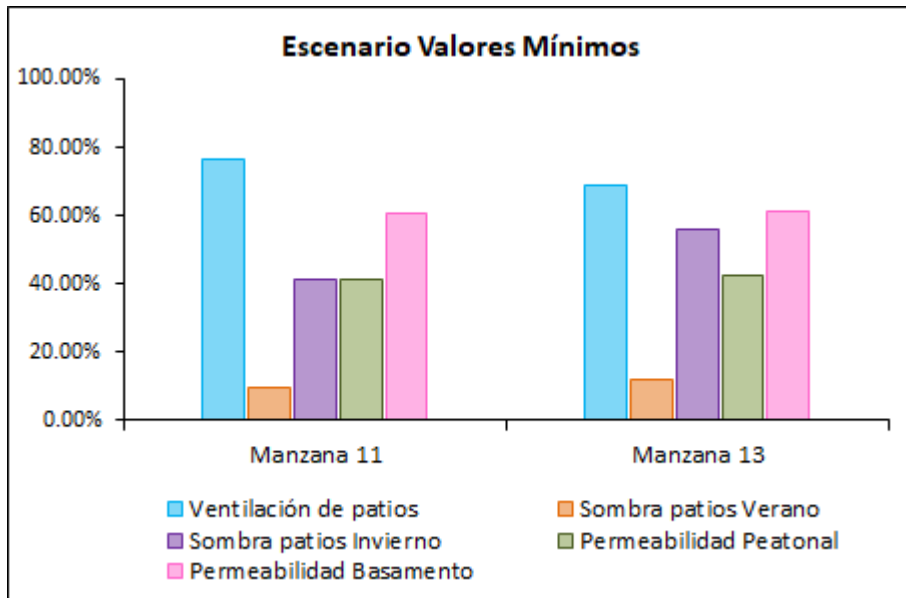


Figura 117: Comportamiento indicadores manzanas Zona Pellegrini – Escenario de Valores Mínimos

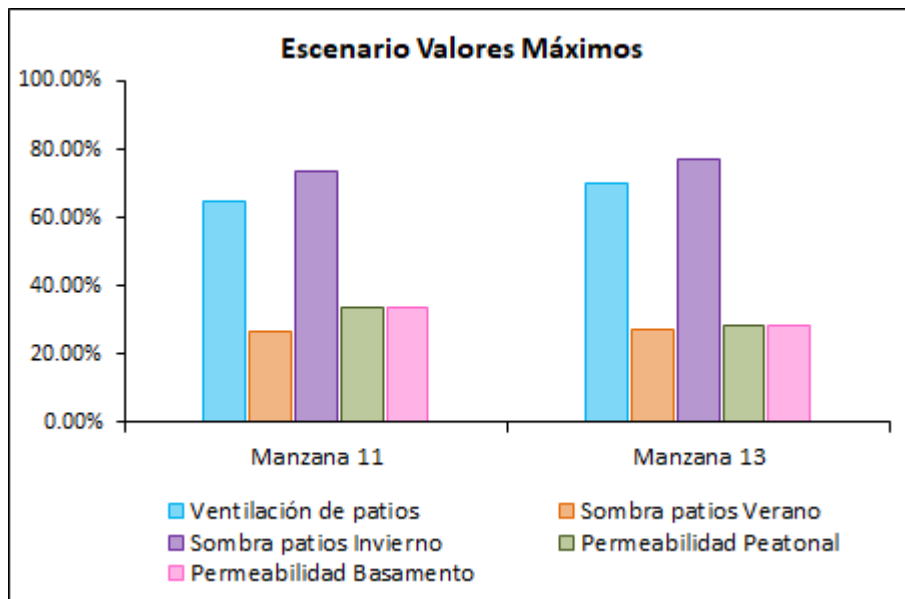


Figura 118: Comportamiento indicadores manzanas Zona Pellegrini – Escenario de Valores Máximos

#### 4.2.3 Zona E. Civit y Boulogne Sur Mer – Manzana 16 y 17

##### 4.2.3.1 Manzana 16 - Características

Los límites de la Manzana 16 son:

- Norte: Av. Emilio Civit
- Sur: Calle Julio A. Roca
- Oeste: Av. Boulogne Sur Mer
- Este: Calle Paso de Los Andes

La orientación de la Manzana 16, con respecto al Norte geográfico, presenta una desviación de 10° hacia el Este sobre Av. Boulogne Sur Mer, y de 2° hacia el Oeste sobre calle Paso de Los Andes.

Esta manzana se ubica en la Zona RESIDENCIAL 2, según el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, para las calles Paso de Los Andes y Julio A. Roca, y Zona RESIDENCIAL 2PP para Av. Boulogne Sur Mer y Av. Emilio Civit. En esta zona la utilización de Basamento es optativa, permitiéndose también, la construcción de torres exentas. Para estas torres, se establecen retiros frontales, laterales y posteriores, con respecto a los límites del terreno y separación entre torres. Y para la subzona Residencial 2 PP, se exige retiro frontal desde nivel cero, que será de 4 metros desde el borde del Canal Jarillal para la Av. Boulogne Sur Mer y de 6 metros desde línea municipal para Emilio Civit.

##### 4.2.3.2 Manzana 16 - Superficie de patios y densidad edilicia

En esta manzana, en la situación real el valor del FOS se encuentra dentro de los límites permitidos por el Código y el FOT también, aunque más cercano a los valores mínimos.

Esta manzana se caracteriza por ser una zona netamente residencial de baja densidad, con viviendas de 1 y 2 niveles de altura, en general, y dos edificios altos (5 pisos o más) sobre Av. Boulogne Sur Mer, ubicados en terrenos contiguos. En los escenarios teóricos desarrollados



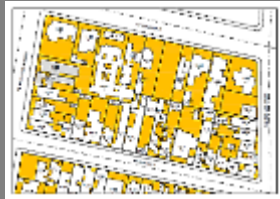


se trató de seguir con las mismas tipologías constructivas del escenario real, para favorecer su comparación posterior.

Al analizar los porcentajes de superficie de patios, con relación a la superficie total de la manzana, se observó que la situación real (50%) se ubica en un valor intermedio entre los escenarios de mínimos (58%) y de máximos (47,5%).

En cuanto a la presencia de edificios altos (5 niveles o más), el escenario real presenta sólo el 3%, siendo este valor nulo para el escenario de valores mínimos, y del 20,5% para el escenario de valores máximos. Esto indica que aun aplicando los máximos valores permitidos por el Código, la densidad edilicia sigue siendo baja.

En la **Tabla 97**, que se agrega a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 97: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidades – Manzana 16

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
FOS	0.50	0.42	0.53
FOT	1.18	1.04	1.83
Porcentaje Sup. de Patios	49.96%	58.22%	47.50%
Porc. Sup. (PB) Edif. Altos	3.04%	0.00%	20.51%
GRÁFICAS			

#### 4.2.3.3 Manzana 16 - Ventilación

En esta manzana la dirección de la calle Paso de Los Andes, lleva a que las parcelas ubicadas con frente sobre la misma y algunas colindantes, presenten una orientación diferente al resto de las parcelas de la manzana (más alineada con la dirección norte-sur).




La ventilación en patios resulta muy buena en todos los escenarios comparados, siendo del 66% en la situación actual, y del 75% y 71% para los escenarios de valores mínimos y máximos, respectivamente. Aun así, la situación del escenario actual resulta la más desfavorable, incluso teniendo menos edificios altos que los que se presentan en el escenario de valores máximos. Esto se explicaría por la distribución de las construcciones en las distintas parcelas, algunas de las cuales no respetan los valores máximos de FOS ocupando casi la totalidad del terreno y generando de este modo mayor fragmentación de los espacios abiertos.



En cuanto a la ventilación en el entorno, se puede observar que el escenario real es el que presenta el mejor comportamiento con el 97%, en tanto en el escenario de valores mínimos este porcentaje es de 92% y en el de máximos, de 89%. Esta diferencia entre el escenario real y el de máximos, se debe a que las parcelas de mayores dimensiones en la manzana se ubican en la cara noreste de la misma (calle Emilio Civit), y por esto allí se concentran las construcciones que pueden alcanzar mayor altura según lo establecido por el Código. A esto se suma el hecho de que al quedar más abierto el corazón de manzana las fachadas posteriores de estos edificios presentan mayor superficie expuesta al viento, lo que implica una mayor superficie de sombra de viento arrojada sobre el entorno.

En la **Tabla 98**, se muestra un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 98: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 16

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
<b>Pacios Ventilados</b>	66.55%	74.73%	71.29%
<b>Ventilación Manzana</b>	76.61%	82.05%	79.64%
<b>Ventilación Entorno</b>	97.67%	91.86%	88.81%
<b>GRÁFICAS</b>			

#### 4.2.3.4 Manzana 16 - Asoleamiento




##### Situación en Verano

En esta manzana, las sombras arrojadas en verano en los patios interiores adoptan valores intermedios, en comparación con las otras manzanas analizadas, para todos los escenarios; con poca diferencia entre los mismos, siendo de 21,5%, 13% y 19,5% para los escenarios real, de mínimos y de máximos, respectivamente.

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, estas resultan escasas en general para las tres situaciones, con valores de 0,63% para la situación real; 1,16% para el escenario de valores mínimos y 1,31% para los valores máximos. En esta zona el motivo del bajo porcentaje de sombras sobre el entorno se debe a que por las dimensiones de los terrenos sobre el costado suroeste, las edificaciones en este sector de la manzana son de menor altura.

En la **Tabla 99**, se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 99: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 16

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	21.52%	13.16%	19.56%
Sombra en Manzana	11.19%	8.21%	12.10%
Sombra en Entorno	0.63%	1.16%	1.31%
GRÁFICAS			


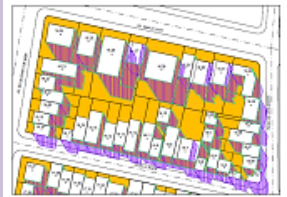

### Situación en Invierno

Del análisis del asoleamiento de invierno, surgió que la peor situación en cuanto a sombras arrojadas sobre patios se presenta en el escenario de valores máximos, con un porcentaje del 71%, seguida por el escenario real con el 56% y con el mejor comportamiento en el escenario de valores mínimos con 47%. La mayor diferencia entre los dos primeros porcentajes se debe a que el mayor tamaño de los lotes sobre Emilio Civit, permitió mayor desarrollo en altura, pero a su vez este mayor tamaño del lote dio lugar a un mayor distanciamiento entre construcciones que evitó que se produjera una cobertura de sombra de casi la totalidad de los patios, como se pudo observar en las manzanas de la Zona Centro.

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, el peor comportamiento se da en el escenario de valores máximos, con un porcentaje de sombras arrojadas de 21%, seguido por el escenario real con 17% y por último el de valores mínimos con 16%. Aquí se puede observar, que las diferencias entre los distintos escenarios no es mucha, y en general los porcentajes son bajos, lo cual se explicaría por las construcciones de menor altura ubicadas sobre las fachadas sureste y suroeste. También cabe observar que las sombras arrojadas, en general no superan el eje de calle.

En la **Tabla 100**, que se agrega a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 100: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 16

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	56.17%	46.87%	71.36%
Sombra en Manzana	41.67%	29.73%	44.41%
Sombra en Entorno	16.31%	17.01%	21.42%
GRÁFICAS			

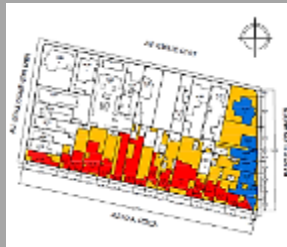
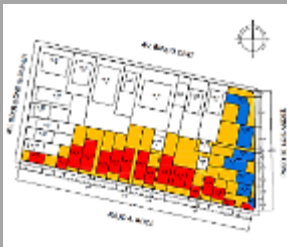

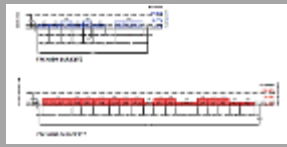
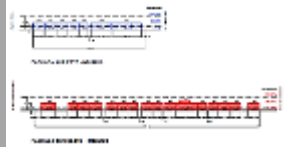
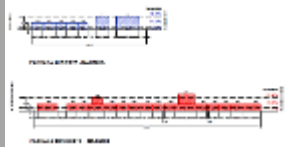
#### 4.2.3.5 Manzana 16 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento

En esta manzana también hay permeabilidad a nivel peatonal, ya que no hay obligación de utilización de basamento continuo en las fachadas enfrentadas al viento. Sobre la fachada SO, los valores de permeabilidad a nivel peatonal resultaron de 3%, 16% y 7%, para los escenarios: real, mínimos y máximos, respectivamente. Y en la fachada SE, estos porcentajes fueron de 5%, 7% y 19%. En ambos casos la situación real se ubica por debajo de los escenarios de mínimos y máximos.

En el nivel de basamento, sobre la fachada SO, los valores obtenidos fueron de 76%, 70% y 67%, para los escenarios real, mínimos y máximos respectivamente, ubicándose el escenario real en la mejor posición en cuanto a permeabilidad, y sobre la fachada SE, los valores fueron de 85% para el escenario real, 69% para los valores mínimos y 52% para los máximos, repitiéndose la ubicación del escenario actual con relación a los escenarios teóricos.

En la **Tabla 101**, que se agrega a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 101: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 16

Permeabilidad	Escenario Real		Escenario Val. Mínimos		Escenario Val. Máximos	
	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE
Nivel peatonal	3.11%	5.17%	16.10%	7.15%	7.57%	19.22%
Nivel de basamento	76.49%	84.77%	70.31%	69.05%	67.55%	51.57%
Nivel superior	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	92.96%	100.00%
<b>GRÁFICA PLANTA</b>						
<b>GRÁFICA FACHADA</b>						

#### 4.2.3.6 Conclusiones de la Manzana 16

De la evaluación realizada surgieron las siguientes conclusiones, relacionadas con la aplicación del Código y su comparación con la situación existente:

- La situación actual de la manzana se caracteriza por una alta ocupación del suelo, y con valores de FOT bastante bajos, pese a la presencia de dos edificios en altura.
- Los porcentajes de ventilación de patios son elevados, para todos los escenarios, oscilando entre 66% y 75%.
- En el asoleamiento de verano, las sombras proyectadas en todos los escenarios son escasas, tanto en el interior de la manzana como sobre el entorno. El bajo efecto sobre el entorno se debe a las edificaciones de menor altura sobre las fachadas sureste y suroeste, y en el caso del escenario de valores máximos, a los retiros de las construcciones de mayor altura.
- Con respecto al asoleamiento en invierno, se observa un mejor comportamiento en esta zona, en comparación con las manzanas analizadas en la Zona Centro. Aun en el escenario de valores máximos, con edificios altos sobre la cara noreste de la manzana, el bloqueo de fachadas orientadas al norte no es tan significativo como en otras zonas.
- En esta manzana se tiene permeabilidad a nivel peatonal en los distintos escenarios, aun teniendo basamento continuo en algunos sectores. Y como en casos anteriores los porcentajes de permeabilidad se incrementan a nivel de basamento.




En la **Tabla 102**, se presenta la evaluación del comportamiento de los indicadores en los distintos escenarios para la Manzana 16, utilizando la técnica de Semáforo, ya enunciada precedentemente.

Tabla 102: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 16

Indicadores		Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Pacios y Densidad	Sup. Patios	49.96%	58.22%	47.50%
	Sup. Edif. Altos	3.04%	0.00%	20.51%
Ventilación	Patios	66.55%	74.73%	71.29%
	Manzana	76.61%	82.05%	79.64%
	Entorno	97.67%	91.86%	88.81%
Asoleamiento en Verano	Sombra patios	21.52%	13.16%	19.56%
	Sombra Manzana	11.19%	8.21%	12.10%
	Sombra Entorno	0.63%	1.16%	1.31%
Asoleamiento en Invierno*	Sombra patios	56.17%	46.87%	71.36%
	Sombra Manzana	41.67%	29.73%	44.41%
	Sombra Entorno	16.31%	17.01%	21.42%
Permeabilidad	Peatonal	4.14%	11.63%	13.40%
	Basamento	80.63%	69.68%	59.56%
	Superior	100.00%	100.00%	96.48%

ACLARACIÓN: para el indicador “Asoleamiento en Invierno” y “Sup. Edif. Altos” las referencias de colores se invierten con relación al resto de los indicadores.

#### REFERENCIAS

-  Valores menores al 30%
-  Valores entre el 30% y el 70%
-  Valores superiores al 70%

#### Conclusión MANZANA 16:

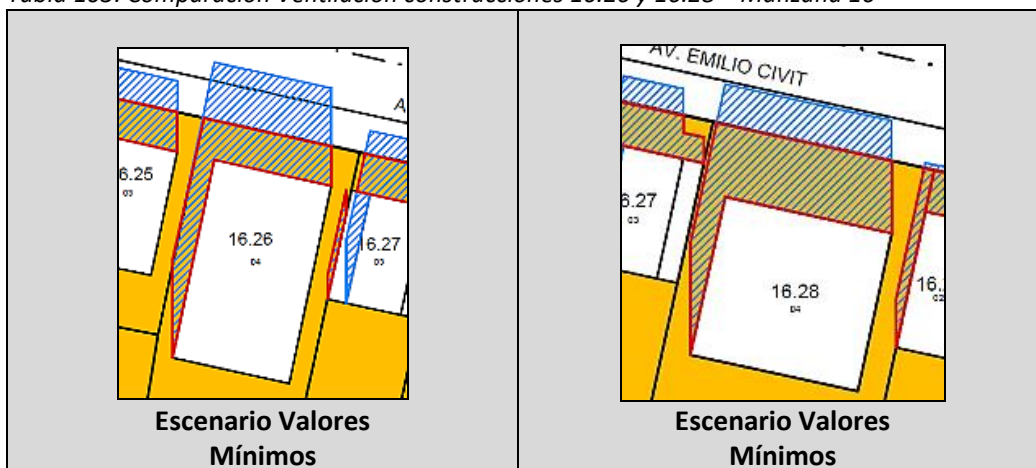
El **Escenario Real** de la Manzana 16 tiene un buen comportamiento ante la ventilación, pero resulta menor al obtenido en los escenarios de valores máximos y mínimos. En el asoleamiento de verano todos los escenarios son negativos, y en invierno el escenario real se ubica en un lugar intermedio entre ambos escenarios. En cuanto a la permeabilidad, el escenario real presenta los mejores valores en comparación con los otros escenarios.

#### 4.2.3.7 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 16

A partir de las conclusiones y del análisis de las distintas situaciones que se presentaron en la Manzana 16, se pueden formular las siguientes observaciones que tratan de relacionar los resultados obtenidos con las morfologías edilicias evaluadas:

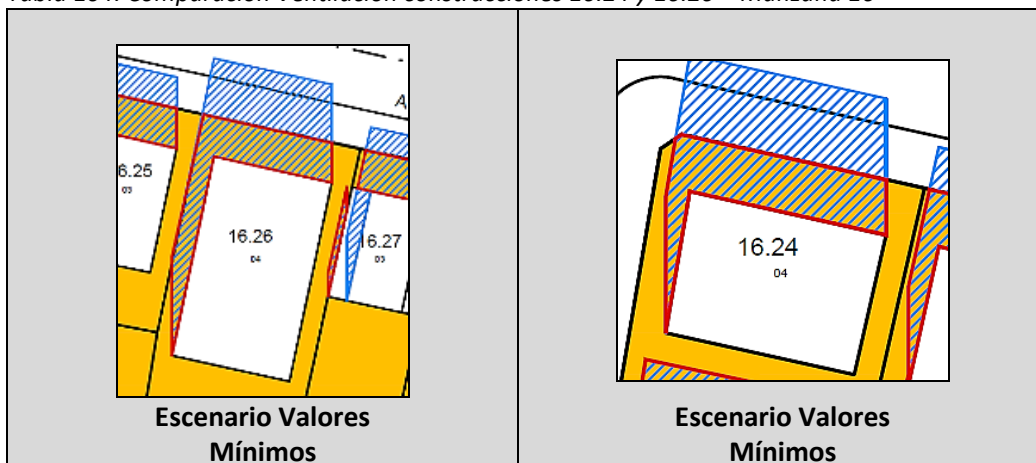
- En esta manzana también se observa el mejor comportamiento de la tipología constructiva de edificaciones con menor frente en el sentido de circulación del viento. Así, por ejemplo, si comparamos en el escenario de valores mínimos, el edificio 16.26 con el 16.28, que son dos torres exentas que tienen superficies en planta baja similares y la misma cantidad de niveles de altura, observamos que el edificio 16.26, que tiene una planta rectangular, con el menor lado enfrentado a la dirección de acción del viento, arroja menor superficie de sombra de viento ( $378,50 \text{ m}^2$ ), que el edificio 16.28 de planta cuadrada, cuya superficie de sombra de viento es de  $458,36 \text{ m}^2$ . (Ver **Tabla 103**)

Tabla 103: Comparación Ventilación construcciones 16.26 y 16.28 – Manzana 16



- Y si comparamos el edificio 16.26 con el edificio 16.24, este último con la fachada expuesta el viento, de mayor dimensión, verificamos que la sombra de viento del 16.24 es muy cercana a la del edificio 16.26 ( $378 \text{ m}^2$  y  $375 \text{ m}^2$ ), pero con una superficie en planta baja mucho menor ( $352,75 \text{ m}^2$ ) en comparación con los  $591,31 \text{ m}^2$  del edificio 16.26. (Ver **Tabla 104**)

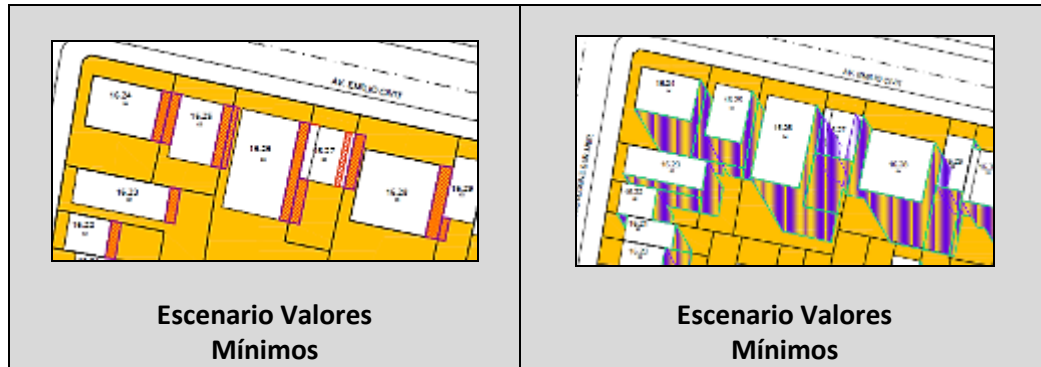
Tabla 104: Comparación Ventilación construcciones 16.24 y 16.26 – Manzana 16





- En cuanto al asoleamiento en verano de los edificios comparados previamente, se observa que el edificio 16.26 arroja una sombra sobre patios, mayor que la arrojada por los edificios 16.28 y 16.24. Y en invierno las sombras de viento del edificio 16.26 y 16.28 son similares.

Tabla 105: Comparación Asoleamiento en verano e invierno construcciones 16.24, 16.26 y 16.28 – Manzana 16



#### Observaciones Morfología MANZANA 16:

De todo esto resultaría que los edificios con *menor frente* en la dirección de los vientos predominantes (Sur), tienen mejor *comportamiento ante el viento* y presentan *mayor eficiencia en las sombras arrojadas por asoleamiento*, tanto en verano como en invierno.

En esta manzana se observa también que otro factor que permite una *mejor ventilación de los patios interiores y el entorno* es la *permeabilidad de las fachadas a nivel peatonal*.

Por otro lado surge que, al igual que lo observado en la Manzana 8, las menores alturas en las fachadas enfrentadas al viento, favorecen la ventilación de patios interiores y desfavorecen la ventilación del entorno en la fachada contrapuesta. Además esta configuración, también favorece el asoleamiento en invierno.

#### 4.2.3.8 Manzana 17 - Características

Los límites de la Manzana 17 son:

- Norte: Calle Julio A. Roca
- Sur: Calle Martín Zapata
- Oeste: Av. Boulogne Sur Mer
- Este: Calle Paso de Los Andes

La orientación de la Manzana 17, con respecto al Norte geográfico, presenta una desviación de 10° hacia el Este sobre Av. Boulogne Sur Mer, y de 2° hacia el Oeste sobre calle Paso de Los Andes.

Esta manzana se ubica en la Zona RESIDENCIAL 2, según el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, para las calles Paso de Los Andes, Julio A. Roca y Martín Zapata y RESIDENCIAL 2PP para Av. Boulogne Sur Mer. En esta zona la utilización de Basamento es optativa, permitiéndose también, la construcción de torres exentas. Para estas torres, se

establecen retiros frontales, laterales y posteriores, con respecto a los límites del terreno y separación entre torres, y para la subzona Residencial 2 PP, se exige retiro frontal desde nivel cero, que será de 4 metros desde el borde del Canal Jarillal en las construcciones ubicadas sobre Av. Boulogne Sur Mer.

#### 4.2.3.9 Manzana 17 - Superficie de patios y densidad edilicia




Como en el caso de la Manzana 16, el valor de FOS es alto, aunque se encuentra dentro de los límites permitidos por el Código, en tanto el FOT es bastante bajo, con valores cercanos a los mínimos.

Por ser esta manzana característica de una zona residencial de baja densidad, presenta importante superficie de patios en todos los escenarios: 48% para el escenario real, 55% para el de valores mínimos y 45% para valores máximos.

En el análisis de la presencia de edificios altos (5 niveles o más), los porcentajes son muy bajos, siendo del 0% para el escenario real y para el escenario de mínimos, y del 10% en el escenario de valores máximos. Esto indica que aun aplicando los máximos valores permitidos por el Código, la densidad edilicia sigue siendo baja, lo cual en esta manzana se relaciona con el predominio de lotes de menores dimensiones.

En la **Tabla 106**, se observa un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 106: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidades – Manzana 17

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
FOS	0.52	0.45	0.55
FOT	0.99	0.96	1.49
Porcentaje Sup. de Patios	48.32%	55.02%	45.16%
Porc. Sup. (PB) Edif. Altos	0.00%	0.00%	10.56%
GRÁFICAS			

#### 4.2.3.10 Manzana 17 - Ventilación

En esta manzana la dirección de la calle Paso de Los Andes, lleva a que las parcelas ubicadas con frente sobre la misma y algunas colindantes, presenten una orientación diferente al resto de las parcelas de la manzana (más alineada con la dirección norte-sur).






La ventilación en patios resulta muy buena en todos los escenarios comparados, como también sucedió en la Manzana 16; siendo del 72% en la situación actual y del mismo valor en el escenario de valores máximos, en tanto para los valores mínimos este porcentaje llega al 78%. Estos porcentajes iguales de ventilación en el escenario real y el de máximos, aun teniendo este último mayor presencia de edificios altos, se debe, como en el caso de la Manzana 16 a la distribución de las construcciones dentro de la manzana, que en los escenarios teóricos permitieron la unificación de los espacios abiertos.

En cuanto a la ventilación en el entorno, se puede observar que el escenario real es el que presenta el mejor comportamiento con 97%, en tanto en el escenario de valores mínimos este porcentaje es de 92% y en el de máximos, de 90%, valores prácticamente iguales a los de la Manzana 16. En este caso se entiende que las diferencias con el escenario real, están dadas porque al quedar más abierto el corazón de manzana, las fachadas posteriores de estas edificaciones presentan mayor superficie expuesta al viento, lo que implica una mayor superficie de sombra de viento arrojada sobre el entorno.

En la **Tabla 107**, se presenta un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 107: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 17

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
<b>Patios Ventilados</b>	72.07%	78.50%	71.63%
<b>Ventilación Manzana</b>	79.67%	83.13%	79.62%
<b>Ventilación Entorno</b>	96.73%	91.91%	90.59%
<b>GRÁFICAS</b>			

#### 4.2.3.11 Manzana 17 - Asoleamiento

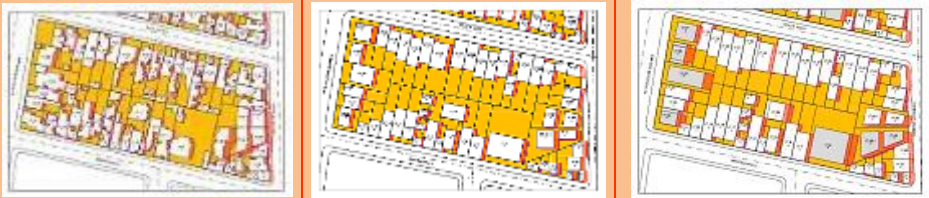
##### Situación en Verano

En esta manzana, las sombras arrojadas en verano en los patios interiores son escasas en todos los escenarios, con poca diferencia entre el escenario real y el de máximos (20% para el real y 17% para el de máximos) y con mayor diferencia en el escenario de mínimos que presenta un porcentaje del 12%. Se entiende que el mejor comportamiento del escenario real se relaciona con una distribución más abierta de las construcciones dentro de la manzana.

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, los valores son bajos: 2,44%; 1,44% y 3,13%, para los escenarios real, de mínimos y de máximos, respectivamente. Esto se debe a la ubicación, en general, de edificaciones de menor altura sobre la fachada sureste de la manzana, y al hecho de que las construcciones de mayor altura sobre esta cara están retiradas con respecto a la línea municipal.

En la **Tabla 108**, se presenta un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 108: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 17

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	20.04%	11.90%	17.63%
Sombra en Manzana	10.32%	6.64%	8.70%
Sombra en Entorno	2.44%	1.44%	3.13%
GRÁFICAS			




### Situación en Invierno

En esta manzana, cuando se analiza el asoleamiento en invierno, se observa que el comportamiento no es tan malo como en las manzanas analizadas previamente; siendo los porcentajes de cobertura de patios por sombra, los siguientes: para el escenario real 51%, para el escenario de mínimos 43% y para el escenario de máximos 58%. Se entiende que estos resultados bajos de sombras arrojadas en invierno se deben a la poca presencia en esta manzana de edificios altos, y a la ubicación de estas edificaciones de mayor altura, más cercana a los bordes sureste y suroeste de la manzana.

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, el peor comportamiento se da en el escenario de valores máximos, con un porcentaje de sombras arrojadas de 28%, seguido por el escenario de mínimos con un valor de 24% y por último el escenario real con 21%, observándose en este punto, el efecto de la ubicación de los edificios altos cercanos a los bordes de la manzana, mencionado en el párrafo anterior. En este caso las sombras arrojadas, a diferencia de lo que ocurrió en la Manzana 16, superan los ejes de calle en mayor proporción.

En la **Tabla 109**, que se muestra a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 109: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 17

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	50.72%	42.79%	57.20%
Sombra en Manzana	28.68%	24.10%	31.67%
Sombra en Entorno	21.04%	24.19%	28.54%
GRÁFICAS			

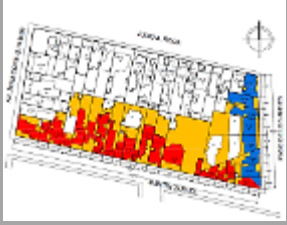
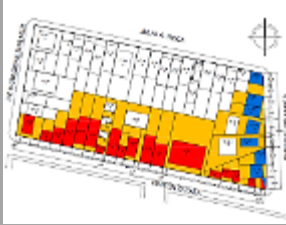
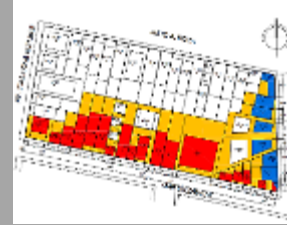
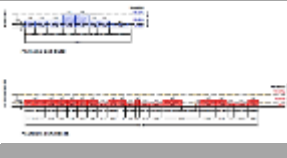
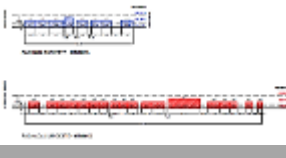
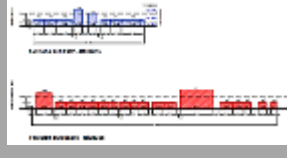
#### 4.2.3.12 Manzana 17 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento

En esta manzana también hay permeabilidad a nivel peatonal. Sobre la fachada SO, los valores de permeabilidad a nivel peatonal resultaron de 8%, 18% y 15%, para los escenarios: real, mínimos y máximos, respectivamente. Y en la fachada SE, estos porcentajes fueron de 0%, 16% y 9%. En ambos casos la situación real se ubica por debajo de los escenarios de mínimos y máximos.

En el nivel de basamento, sobre la fachada SO, los valores obtenidos fueron de 78%, 68% y 58%, para los escenarios, real, mínimos y máximos respectivamente, ubicándose el escenario real en la mejor posición en cuanto a permeabilidad. En tanto, sobre la fachada SE, los valores fueron de 57% para el escenario real, 69% para los valores mínimos y 59% para los máximos, con mejor comportamiento, en este caso del escenario de valores mínimos.

En la **Tabla 110**, que se presenta a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

**Tabla 110: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 17**

Permeabilidad	Escenario Real		Escenario Val. Mínimos		Escenario Val. Máximos	
	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE
Nivel peatonal	7.92%	0.00%	18.00%	16.21%	14.60%	8.64%
Nivel de basamento	78.43%	56.95%	68.19%	69.39%	58.37%	59.50%
Nivel superior	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	80.26%	92.50%
<b>GRÁFICAS PLANTA</b>						
<b>GRÁFICAS FACHADAS</b>						

#### 4.2.3.13 Conclusiones de la Manzana 17

De la evaluación realizada surgieron las siguientes conclusiones, relacionadas con la aplicación del Código y su comparación con la situación existente:

- La situación actual de la manzana se caracteriza por una alta ocupación del suelo, y con valores de FOT bastante bajos, con relación a lo permitido por el Código. Esto se debe a la menor cantidad de terrenos grandes en comparación, por ejemplo, con la Manzana 16.
- Los porcentajes de ventilación de patios son elevados, para todos los escenarios, oscilando entre 78% y 72%.
- En el asoleamiento de verano, las sombras proyectadas en todos los escenarios son escasas, tanto en el interior de la manzana como sobre el entorno. El bajo impacto sobre el entorno se debe a la presencia de edificaciones de menor altura sobre las fachadas sureste y suroeste, y en el caso del escenario de valores máximos, a los retiros de las construcciones de mayor altura.
- Con respecto al asoleamiento en invierno, se observa un mejor comportamiento en esta zona, en comparación con las manzanas analizadas en la Zona Centro; aun en el escenario de valores máximos, con edificios altos sobre la cara sureste de la manzana que arrojan mayor superficie de sombra sobre el entorno. El bloqueo de fachadas orientadas al norte no es tan significativo como en otras zonas.




- En esta manzana se tiene permeabilidad a nivel peatonal en los distintos escenarios, aun teniendo basamento continuo en algunos sectores. Y como en casos anteriores los porcentajes de permeabilidad se incrementan a nivel de basamento.

A continuación se agrega la **Tabla 111**, con la evaluación del comportamiento de los indicadores en los distintos escenarios para la Manzana 17, utilizando la técnica de Semáforo, ya enunciada precedentemente.

Tabla 111: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 17

Indicadores		Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Pacios y Densidad	Sup. Patios	48.32%	55.02%	45.16%
	Sup. Edif. Altos	0.00%	0.00%	10.56%
Ventilación	Patios	72.07%	78.50%	71.63%
	Manzana	79.67%	83.13%	79.62%
	Entorno	96.73%	91.91%	90.59%
Asoleamiento en Verano	Sombra patios	20.04%	11.90%	17.63%
	Sombra Manzana	10.32%	6.64%	8.70%
	Sombra Entorno	2.44%	1.44%	3.13%
Asoleamiento en Invierno*	Sombra patios	50.72%	42.79%	57.20%
	Sombra Manzana	28.68%	24.10%	31.67%
	Sombra Entorno	21.04%	24.19%	28.54%
Permeabilidad	Peatonal	3.96%	17.10%	11.62%
	Basamento	67.69%	68.79%	58.94%
	Superior	100.00%	100.00%	86.38%

ACLARACIÓN: para el indicador “Asoleamiento en Invierno” y “Sup. Edif. Altos” las referencias de colores se invierten con relación al resto de los indicadores.

REFERENCIAS	
	Valores menores al 30%
	Valores entre el 30% y el 70%
	Valores superiores al 70%

### Conclusión MANZANA 17:

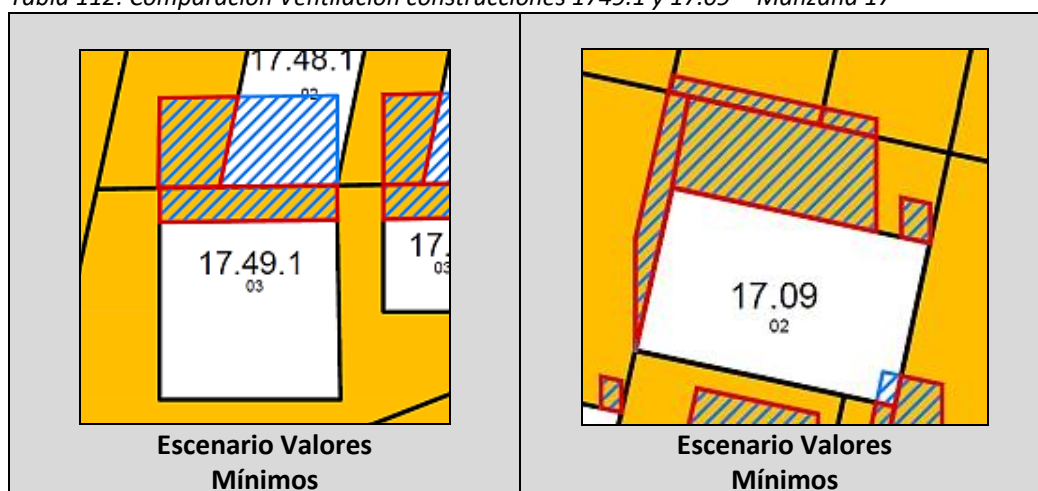
El **Escenario Real** de la Manzana 17 tiene un buen comportamiento ante la ventilación, al igual que los obtenidos en los escenarios de valores máximos y mínimos. En el asoleamiento de verano todos los escenarios son negativos, y en invierno el escenario real se asemeja al escenario de valores mínimos. En cuanto a la permeabilidad, el escenario real se encuentra en una situación intermedia con relación a los escenarios teóricos.

#### 4.2.3.14 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 17

A partir de las conclusiones y del análisis de las distintas situaciones que se presentaron en la Manzana 17, se pueden formular las siguientes observaciones que tratan de relacionar los resultados obtenidos con las morfologías edilicias evaluadas:

- Al observar en los planos, las sombras de viento de las construcciones ubicadas con frente sobre Paso de Los Andes, se ve que al estar más alineadas con la dirección norte-sur, presentan menores superficies de sombra de viento que las ubicadas hacia el centro de la manzana que tienen otra inclinación. Por ejemplo, si comparamos el edificio 17.49.1 con el edificio 17.9, en el escenario de máximos con superficies en planta baja similares, vemos que la superficie de sombra de viento del primero (170,64 m<sup>2</sup>) es prácticamente igual que la del segundo (170,24 m<sup>2</sup>), siendo que el edificio 17.49.1 tiene un nivel más que el 17.9. Esto se podría explicar por dos factores, uno ya conocido que tiene que ver con la dimensión de la fachada enfrentada al viento, y el otro con la orientación del edificio con respecto a la dirección de circulación del viento. (Ver **Tabla 112**)

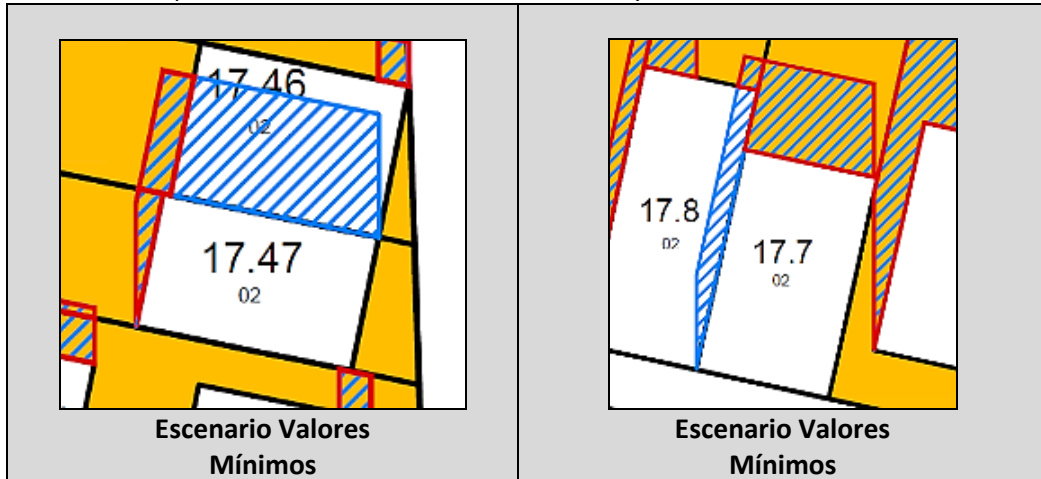
Tabla 112: Comparación Ventilación construcciones 1749.1 y 17.09 – Manzana 17



- En esta manzana también se observa el mejor comportamiento de la tipología constructiva de torres con menor frente hacia el sentido de circulación del viento. Así, por ejemplo, en el escenario de valores mínimos, si comparamos el edificio 17.47 con el 17.7, cuyas superficies cubiertas en planta son de 138 m<sup>2</sup> y 241 m<sup>2</sup>, respectivamente; al analizar sus sombras de viento, resulta que las superficies de las mismas son de 138,85 m<sup>2</sup> para el edificio 17.47 y de 130,03 m<sup>2</sup> para el edificio 17.7. Aquí se observa claramente la influencia de la dimensión de la fachada enfrentada al viento. (Ver **Tabla 113**)

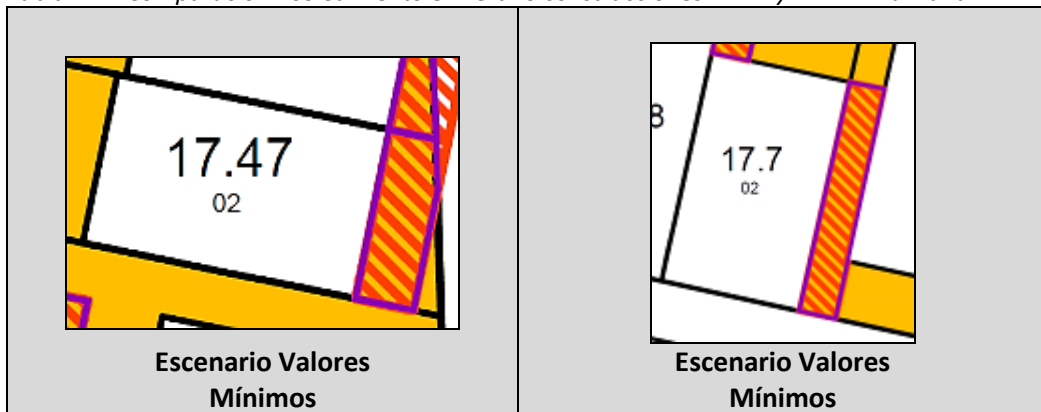


Tabla 113: Comparación Ventilación construcciones 17.47 y 17.7 – Manzana 17



- En cuanto al asoleamiento en verano de los edificios comparados previamente, se observa que el edificio 17.47 arroja una sombra sobre patios, menor que la arrojada por el edificio 17.7. Y en invierno las sombras arrojadas por ambas construcciones es similar. (Ver **Tabla 114**)

Tabla 114: Comparación Asoleamiento en verano construcciones 17.47 y 17.7 – Manzana 17



**Observaciones Morfología MANZANA 17:**

De todo esto resultaría que los edificios con *menor frente* en la dirección de los vientos predominantes (Sur), tienen mejor *comportamiento ante el viento* y presentan *mayor eficiencia en las sombras arrojadas por asoleamiento*, tanto en verano como en invierno.

En esta manzana se observa también que otro factor que permite una *mejor ventilación de los patios interiores y el entorno* es la *permeabilidad de las fachadas a nivel peatonal*.

Por otro lado surge que, el tamaño de la sombra de viento resultaría menor, de acuerdo a la orientación de la trama vial con la que colinda.

#### 4.2.3.15 Conclusiones Zona E.Civit y Boulogne Sur Mer

La Zona E. Civit y Boulogne Sur Mer se caracteriza por ser una zona residencial de baja densidad, que en la mayoría de las construcciones presenta basamento continuo, pero también existen torres exentas sobre las avenidas Boulogne Sur Mer y Emilio Civit. Otra de las características generales de esta zona es la presencia de lotes de mayor tamaño.

Al realizar la comparativa de los escenarios teóricos con el escenario real, en las dos manzanas analizadas, surge lo siguiente:

- El escenario real presenta una ocupación del suelo más cercana al escenario de valores mínimos.
- La ventilación en esta zona es buena, dada fundamentalmente por la baja densidad de las construcciones, acompañadas de terrenos de mayores tamaños y la posibilidad de construcción de torres exentas. El escenario real presenta buenos valores de ventilación, pero que resultaron menores a los logrados en el escenario de valores máximos, en el cual se privilegió la permeabilidad a nivel peatonal, aprovechando la posibilidad de que el basamento no es obligatorio.
- En cuanto al asoleamiento, en todos los escenarios el comportamiento en verano es malo, con pocos espacios sombreados en espacios abiertos y en invierno se observó en el escenario real una posición intermedia más cercana al escenario de valores mínimos.
- En relación a la permeabilidad el escenario real presenta buenos valores, cercanos al escenario de valores mínimos.

En las **Figura 119**, **Figura 120** y **Figura 121**, se puede observar el comportamiento de los distintos indicadores para las dos manzanas de la Zona Pellegrini en los tres escenarios planteados, a los efectos de visualizar las conclusiones precedentes.

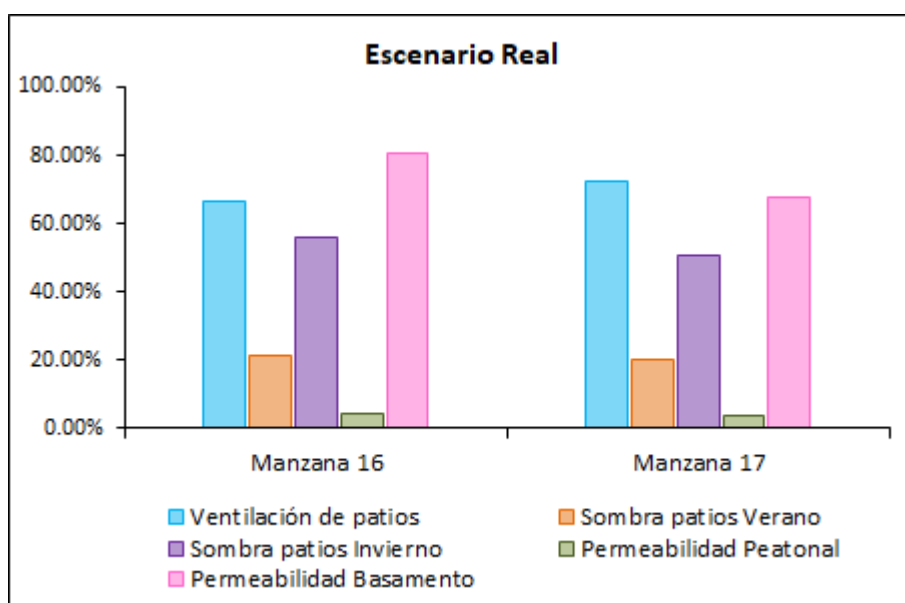


Figura 119: Comportamiento indicadores manzanas Zona E. Civit y B. Sur Mer – Escenario Real



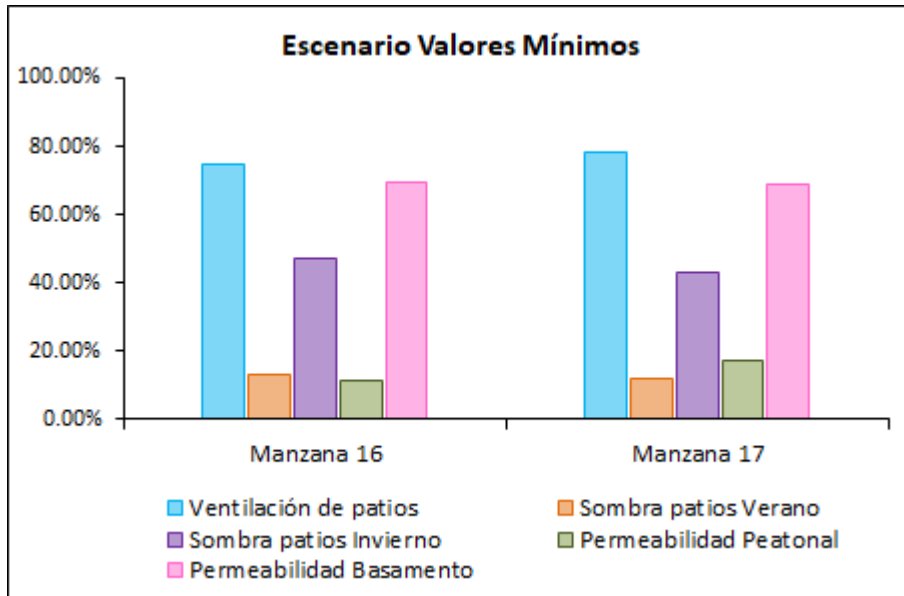


Figura 120: Comportamiento Indicadores manzanas Zona E. Civit y B. Sur Mer – Escenarios de Valores Mínimos

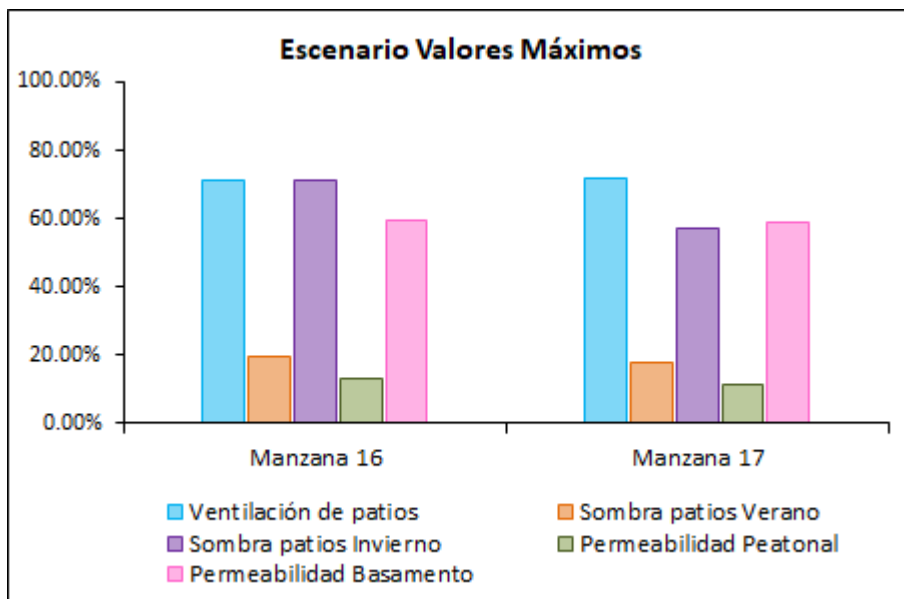


Figura 121: Comportamiento Indicadores manzanas Zona E. Civit y B. Sur Mer – Escenario de Valores Máximos

#### 4.2.4 Zona Torres Boulogne Sur Mer – Manzanas 19 y 20

##### 4.2.4.1 Manzana 19 - Características

Los límites de la Manzana 19 son:

- Norte: Calle Vicente Gil
- Sur: Calle Lamadrid
- Oeste: Pasaje Bravo
- Este: Calle Emilio Jofré

La orientación de la Manzana 19, con respecto al Norte geográfico, presenta una desviación de 10° hacia el Este sobre Pasaje Bravo, y de 7° hacia el Este sobre calle Emilio Jofré.

Esta manzana se encuentra ubicada en la Zona RESIDENCIAL 2, según el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza. En esta zona la utilización de Basamento es optativa, permitiéndose también, la construcción de torres exentas. Para estas torres, se establecen retiros frontales, laterales y posteriores, con respecto a los límites del terreno y separación entre torres.

#### 4.2.4.2 Manzana 19 - Superficie de patios y densidad edilicia




Esta manzana se caracteriza por tener valores altos, tanto de FOS como de FOT, pero sin salirse de los límites máximos establecidos por Código.

Por ser esta manzana característica de una zona residencial de baja densidad, presenta importante superficie de patios en todos los escenarios: 41% para el escenario real, 51% para el de valores mínimos y 42% para valores máximos.

En cuanto a la presencia de edificios altos (5 niveles o más), los porcentajes son muy bajos, siendo del 0% para el escenario real y para el escenario de mínimos, y del 5% en el escenario de valores máximos. Esto indica que aun aplicando los máximos valores permitidos por el Código, la densidad edilicia sigue siendo baja, lo cual en esta manzana se relaciona con el predominio de lotes de menores dimensiones.

En la **Tabla 115**, se presenta un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 115: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidades - Manzana 19

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
FOS	0.59	0.49	0.57
FOT	2.30	1.00	1.25
Porcentaje Sup. de Patios	41.37%	51.28%	41.98%
Porc. Sup. (PB) Edif. Altos	0.00%	0.00%	5.24%
GRÁFICAS			

#### 4.2.4.3 Manzana 19 - Ventilación




En esta manzana la dirección de la calle Emilio Jofré, lleva a que las parcelas ubicadas con frente sobre la misma y algunas colindantes, presenten una orientación diferente al resto de las parcelas de la manzana (más alineada con la dirección norte-sur).

La ventilación en patios resulta muy buena en todos los escenarios comparados, como también sucedió en la Manzana 16; siendo del 66% para el escenario real, 77% para los valores mínimos, y 71% para los valores máximos. Los altos porcentajes obtenidos en esta manzana se relacionan con la mayor permeabilidad a nivel peatonal y la comunicación de los espacios abiertos interiores con el entorno.

En cuanto a la ventilación en el entorno, se puede observar que existen pocas diferencias entre los distintos escenarios, siendo el escenario real el que presenta el mejor comportamiento con 96%, en tanto en el escenario de valores mínimos este porcentaje es de 93% y en el de máximos, de 95%.

En la **Tabla 116**, se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 116: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 19

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
<b>Patios Ventilados</b>	66.76%	76.89%	71.44%
<b>Ventilación Manzana</b>	79.31%	83.41%	83.73%
<b>Ventilación Entorno</b>	96.05%	92.74%	94.74%
<b>GRÁFICAS</b>			

#### 4.2.4.4 Manzana 19 - Asoleamiento

##### Situación en Verano




En esta manzana, las sombras arrojadas en verano en los patios interiores son escasas en todos los escenarios, con poca diferencia entre el escenario real y el de máximos (20% para el real y 17% para el de máximos) y con mayor diferencia en el escenario de mínimos que

presenta un porcentaje del 15%. Se entiende que el mejor comportamiento del escenario real se relaciona con una distribución más abierta de las construcciones dentro de la manzana.

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, los valores son bajos: 10%; 6% y 7%, para los escenarios real, de mínimos y de máximos, respectivamente, aunque resultan más altos que los observados en la Zona de Emilio Civit y Boulogne Sur Mer. Esto puede explicarse en virtud de la forma de la manzana que es rectangular, con su mayor dimensión en la dirección norte-sur, generando así mayor lado de proyección en la fachada sureste, a la inversa de lo que sucede en la Zona de E. Civit y Boulogne Sur Mer.

En la **Tabla 117**, se muestra un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 117: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 19

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	20.18%	15.11%	17.31%
Sombra en Manzana	9.05%	8.49%	8.14%
Sombra en Entorno	9.59%	6.33%	7.20%
GRÁFICAS			




### Situación en Invierno

En esta manzana, cuando se analiza el asoleamiento en invierno, se observa que el comportamiento no es tan malo como en las manzanas analizadas previamente; siendo los porcentajes de cobertura de patios por sombra, los siguientes: para el escenario real 57%, para el escenario de mínimos 46% y para el escenario de máximos 56%. Se entiende que estos resultados bajos de sombras arrojadas en invierno se deben a la poca presencia en esta manzana de edificios altos, y a su ubicación, más cercana al borde sureste de la manzana.

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, el peor comportamiento se da en el escenario real, con un porcentaje de sombras arrojadas de 36%, seguido por el escenario de máximos con el 34% y por último el escenario de mínimos con 31%, observándose en este punto, el efecto de la ubicación de los edificios altos cercanos a los bordes de la manzana, mencionado en el párrafo anterior. En este caso las sombras arrojadas, no superan los ejes de calle.

En la **Tabla 118**, que se presenta a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 118: Cuadro Resumen Asoleamiento en Invierno – Manzana 19

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	56.86%	46.58%	55.63%
Sombra en Manzana	28.45%	26.08%	29.92%
Sombra en Entorno	36.59%	31.25%	34.01%
GRÁFICAS			

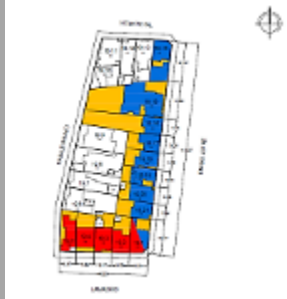
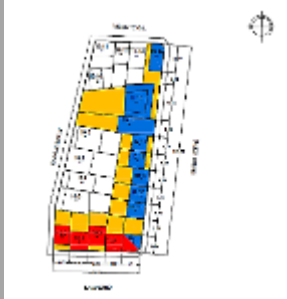
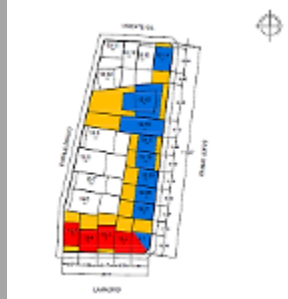
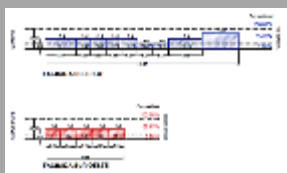
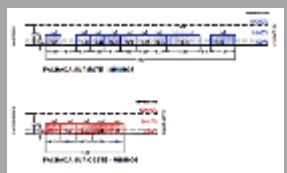
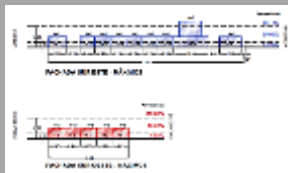
#### 4.2.4.5 Manzana 19 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento

Esta manzana si bien registra permeabilidad a nivel peatonal en las fachadas enfrentadas al viento, estos porcentajes resultan menores a los analizados en las manzanas de la Zona de E. Civit y Boulogne Sur Mer. Así, sobre la fachada SO la permeabilidad es del 0% para todos los escenarios, en tanto en la fachada SE, la misma resultó de 0%, 13% y 14%, para los escenarios: real, de valores mínimos y de valores máximos respectivamente. En ambos casos la situación real no presenta permeabilidad a nivel peatonal.

En el nivel de basamento, sobre la fachada SO, los valores obtenidos fueron de 67% para los tres escenarios y sobre la fachada SE, los valores fueron de 66% para el escenario real, 63% para los valores mínimos y 60% para los máximos, siendo la situación real la que mostró mejor comportamiento.

En la **Tabla 119**, que se presenta a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 119: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 19

Permeabilidad	Escenario Real		Escenario Val. Mínimos		Escenario Val. Máximos	
	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE
Nivel peatonal	0.00%	0.00%	0.00%	13.43%	0.00%	13.89%
Nivel de basamento	66.67%	65.82%	66.67%	63.00%	66.67%	59.98%
Nivel superior	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	88.71%
<b>GRÁFICAS PLANTA</b>						
<b>GRÁFICAS FACHADA</b>						

#### 4.2.4.6 Conclusiones de la Manzana 19

De la evaluación realizada surgieron las siguientes conclusiones, relacionadas con la aplicación del Código y su comparación con la situación existente:

- La situación actual de la manzana se caracteriza por una alta ocupación del suelo, y con altos valores de FOT.
- Los porcentajes de ventilación de patios son elevados, para todos los escenarios, oscilando entre 67% y 77%.
- En el asoleamiento de verano, las sombras proyectadas en todos los escenarios son escasas, tanto en el interior de la manzana como sobre el entorno. El bajo impacto sobre el entorno se debe a las edificaciones de menor altura sobre las fachadas sureste y suroeste, y en el caso del escenario de valores máximos, a los retiros de las construcciones de mayor altura.
- Con respecto al asoleamiento en invierno, se observa un mejor comportamiento en esta zona, en comparación con las manzanas analizadas en la Zona Centro. Aun en el escenario de valores máximos, con edificios altos sobre la cara sureste de la manzana

que arrojan mayor superficie de sombra sobre el entorno. El bloqueo de fachadas orientadas al norte no es tan significativo como en otras zonas.




- En esta manzana se tiene permeabilidad a nivel peatonal en los distintos escenarios teóricos, lo que no se observa en el escenario real, debido a la utilización de basamento continuo. Y como en casos anteriores los porcentajes de permeabilidad se incrementan a nivel de basamento.

En la **Tabla 120**, se presenta la evaluación del comportamiento de los indicadores en los distintos escenarios para la Manzana 19, utilizando la técnica de Semáforo, ya enunciada precedentemente.

Tabla 120: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 19

Indicadores		Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
<b>Patios y Densidad</b>	<i>Sup. Patios</i>	41.37%	51.28%	41.98%
	<i>Sup. Edif. Altos</i>	0.00%	0.00%	5.24%
<b>Ventilación</b>	<i>Patios</i>	66.76%	76.89%	71.44%
	<i>Manzana</i>	79.31%	83.41%	83.73%
	<i>Entorno</i>	96.05%	92.74%	94.74%
<b>Asoleamiento en Verano</b>	<i>Sombra patios</i>	20.18%	15.11%	17.31%
	<i>Sombra Manzana</i>	9.05%	8.49%	8.14%
	<i>Sombra Entorno</i>	9.59%	6.33%	7.20%
<b>Asoleamiento en Invierno*</b>	<i>Sombra patios</i>	56.86%	46.58%	55.63%
	<i>Sombra Manzana</i>	28.45%	26.08%	29.92%
	<i>Sombra Entorno</i>	36.59%	31.25%	34.01%
<b>Permeabilidad</b>	<i>Peatonal</i>	0.00%	6.72%	6.95%
	<i>Basamento</i>	66.25%	64.83%	63.33%
	<i>Superior</i>	100.00%	100.00%	94.36%

ACLARACIÓN: para el indicador "Asoleamiento en Invierno" y "Sup. Edif. Altos" las referencias de colores se invierten con relación al resto de los indicadores.

REFERENCIAS	
	Valores menores al 30%
	Valores entre el 30% y el 70%
	Valores superiores al 70%



### Conclusión MANZANA 19:

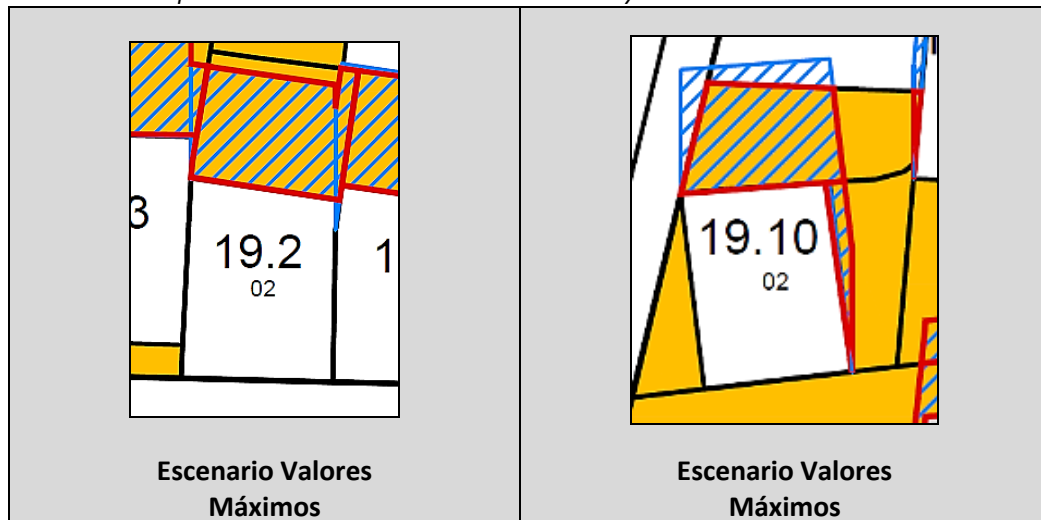
El *Escenario Real* de la Manzana 19 tiene un buen comportamiento ante la ventilación, al igual que los obtenidos en los escenarios de valores máximos y mínimos. En el asoleamiento de verano todos los escenarios son negativos, y en invierno el escenario real se asemeja al escenario de valores máximos. En cuanto a la permeabilidad, el escenario real no tiene permeabilidad a nivel peatonal y en la permeabilidad a nivel de basamento y superior se asemeja al escenario de valores mínimos.

#### 4.2.4.7 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 19

A partir de las conclusiones y del análisis de las distintas situaciones que se presentaron en la Manzana 19, se pueden formular las siguientes observaciones que tratan de relacionar los resultados obtenidos con las morfologías edilicias evaluadas:

- Al observar en los planos, las sombras de viento de las construcciones ubicadas con frente sobre Emilio Jofré, se ve que al estar más alineadas con la dirección norte-sur, presentan menores superficies de sombra de viento que las ubicadas sobre la fachada noroeste que tienen otra inclinación. Por ejemplo, si comparamos el edificio 19.2 con el 19.10, en el escenario de máximos con superficies en planta baja de 102,42 m<sup>2</sup> y 94,47 m<sup>2</sup>, respectivamente; y con una forma en planta similar, con la menor frente en el sentido de circulación del viento; estos presentan valores de sombra de viento de 59,27 m<sup>2</sup> en el caso del edificio 19.2 y 68,94 m<sup>2</sup> para el edificio 19.10. Siendo que el edificio 19.2 tiene mayor superficie en planta baja, el menor desarrollo de su sombra de viento se da por el ángulo de orientación del mismo, más cercano a la orientación norte-sur, que el del edificio 19.10. (Ver **Tabla 121**)

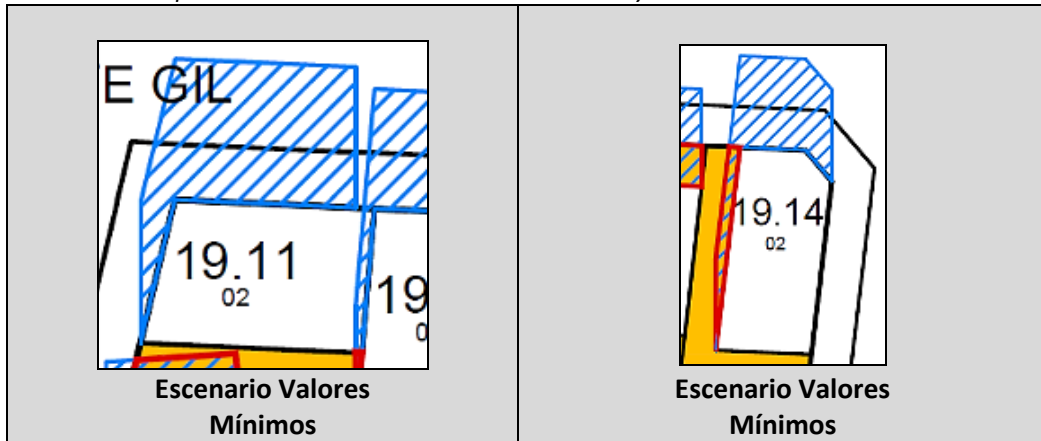
Tabla 121: Comparación Ventilación construcciones 19.2 y 19.10 – Manzana 19



- Por otra parte, en esta manzana también se observa el mejor comportamiento de la tipología constructiva de torres con menor frente en el sentido de circulación del viento. Así, por ejemplo, en el escenario de valores mínimos, si comparamos el edificio 19.11 con el 19.14, cuyas superficies cubiertas en planta baja son de 89 m<sup>2</sup> y 103 m<sup>2</sup>, respectivamente y sus sombras de viento de 64 m<sup>2</sup> para el edificio 19.11 y de 75 m<sup>2</sup> para el edificio 19.14, se observa claramente la influencia de la menor dimensión de la fachada enfrentada al viento. (Ver **Tabla 122**)



Tabla 122: Comparación Ventilación construcciones 19.11 y 19.14 – Manzana 19



- En cuanto al asoleamiento en verano de los edificios comparados previamente, se observa que el edificio 19.10 arroja una sombra sobre patios, mayor a la que arroja el edificio 19.2, pero en este caso se debe considerar el bloqueo de este último por su edificación colindante. En tanto en invierno, la situación de colindancia del edificio 19.2, hace que arroje menos sombra y por lo tanto tenga mejor comportamiento. Por otra parte al observar las sombras arrojadas por los edificios 19.11 y 19.14, se observa que este último arroja mayor cantidad de sombra, aunque el edificio 19.11, también se encuentra bloqueado por su colindante, motivo por el cual también arrojará menor sombra en invierno. (Ver **Tabla 123** y **Tabla 124**)

Tabla 123: Comparación Asoleamiento en verano construcciones 19.2 y 19.10 – Manzana 19

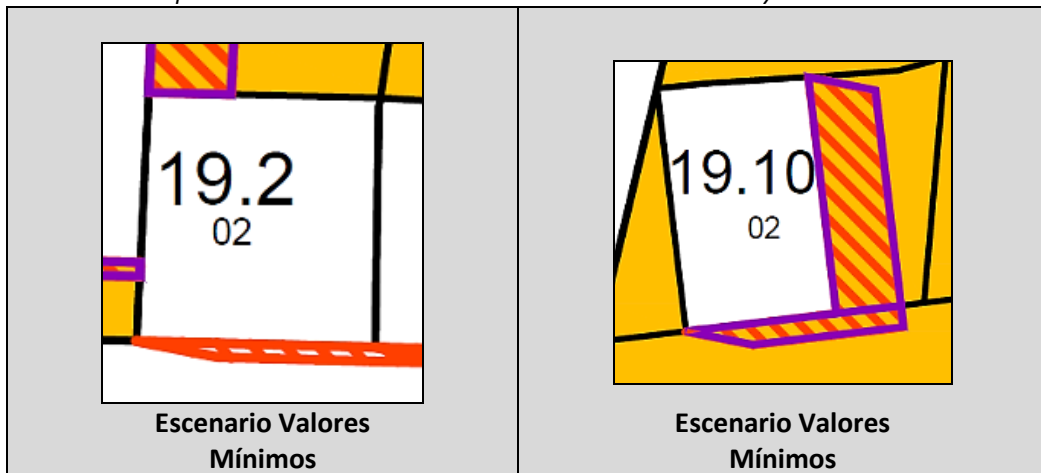
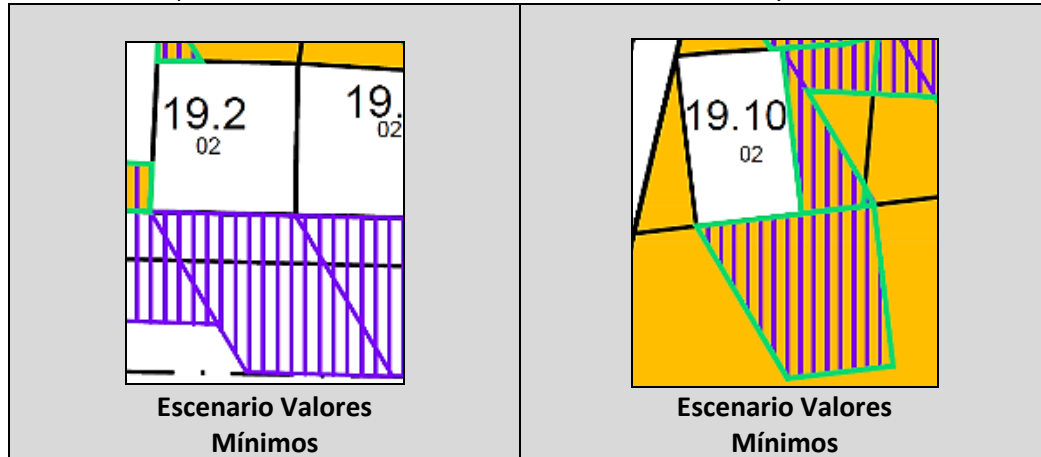


Tabla 124: Comparación Asoleamiento en invierno construcciones 19.2 y 19.10 – Manzana 19



#### Observaciones Morfología MANZANA 19:

De todo esto resultaría que los edificios con *menor frente* en la dirección de los vientos predominantes (Sur), tienen mejor *comportamiento ante el viento* y presentan *mayor eficiencia en las sombras arrojadas por asoleamiento*, tanto en verano como en invierno.

En esta manzana se observa también que otro factor que permite una *mejor ventilación de los patios interiores y el entorno* es la *permeabilidad de las fachadas a nivel peatonal*.

Por otro lado surge que, el tamaño de la sombra de viento resultaría menor, de acuerdo a la orientación de la trama vial con la que colinda, siendo más favorable la orientación que menos se aleje de la normal al viento.

#### 4.2.4.8 Manzana 20 - Características

Los límites de la Manzana 20 son:

- Norte: Calle Vicente Gil
- Sur: Calle Lamadrid
- Oeste: Av. Boulogne Sur Mer
- Este: Pasaje Bravo

La orientación de la Manzana 20, con respecto al Norte geográfico, presenta una desviación de 10° hacia el Este.

Esta manzana se ubica en la Zona RESIDENCIAL 2, según Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, para las calles Vicente Gil, Pasaje Bravo y Lamadrid, y RESIDENCIAL 4 para las parcelas ubicadas sobre Boulogne Sur Mer. En esta zona la utilización de Basamento es optativa, permitiéndose también, la construcción de torres exentas. Para estas torres, se establecen retiros frontales, laterales y posteriores, con respecto a los límites del terreno, separación entre torres y retiro frontal de 4 metros contados desde el borde del Canal Jarillal sobre Av. Boulogne Sur Mer.

#### 4.2.4.9 Manzana 20 - Superficie de patios y densidad edilicia

Esta manzana, ocupada por dos torres de 12 niveles de altura, en su escenario real, se caracteriza por una muy baja ocupación del suelo, y por otro lado por un valor de FOT, que supera los máximos permitidos por Código.




Al diseñar los escenarios teóricos de mínimos y máximos, se respetó la configuración existente de manzana abierta con sólo dos torres exentas.

Debido a la disposición de las construcciones en esta manzana, las superficies de patios son amplias en todos los escenarios: 67% para el escenario real, 70% para el de valores mínimos y 60% para el de valores máximos.

En cuanto a la presencia de edificios altos (5 niveles o más), los porcentajes resultaron variados, alcanzando la situación actual un 32%, el escenario de valores mínimos 0% y 40% para el escenario de valores máximos.

En la **Tabla 125**, se observa un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 125: Cuadro Resumen Superficies de patios y densidades – Manzana 20

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
FOS	0.33	0.30	0.40
FOT	3.94	1.20	2.80
Porcentaje Sup. de Patios	67.18%	70.14%	60.04%
Porc. Sup. (PB) Edif. Altos	32.82%	0.00%	39.98%
GRÁFICAS			




#### 4.2.4.10 Manzana 20 - Ventilación

La ventilación en patios resulta muy buena en todos los escenarios comparados, siendo del 65% para el escenario real, 87% para los valores mínimos, y 88% para los valores máximos. Los altos porcentajes obtenidos en esta manzana se relacionan con la mayor permeabilidad a nivel peatonal y la comunicación de los espacios abiertos interiores con el entorno.

En cuanto a la ventilación en el entorno, se puede observar que existen pocas diferencias entre los distintos escenarios, siendo el escenario de valores máximos el que presenta el mejor comportamiento con 99%, en tanto en el escenario de valores mínimos este porcentaje es de 97% y en el real de 98%. Estas diferencias se relacionan con la ubicación de las torres dentro de la manzana.

En la **Tabla 126**, se presenta un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 126: Cuadro Resumen Ventilación – Manzana 20

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
<b>Pacios Ventilados</b>	64.76%	87.25%	87.94%
<b>Ventilación Manzana</b>	75.35%	91.05%	90.08%
<b>Ventilación Entorno</b>	98.72%	97.03%	98.72%
<b>GRÁFICA</b>			

#### 4.2.4.11 Manzana 20 - Asoleamiento




##### Situación en Verano

En esta manzana, las sombras arrojadas sobre los patios interiores de la manzana en el escenario real son las menores, debido a que las torres están ubicadas casi al límite de la manzana por la cara sureste, por lo tanto el porcentaje en este caso es de 15% con torres de 12 niveles de altura, en tanto para el escenario de valores mínimos este porcentaje es del 18% con torres de 4 niveles de altura, y del 38% para el escenario de valores máximos, con torres de 7 niveles de altura. Los mayores porcentajes de sombra en la manzana se lograron ubicando las torres en una situación central dentro de la misma.

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, y por lo mencionado en el párrafo anterior, la mejor situación se da para el escenario de valores reales con el 15%, siendo los porcentajes para los escenarios de valores mínimos y máximos de 0% y 5% respectivamente.

En la **Tabla 127**, que se muestra a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 127: Cuadro Resumen Asoleamiento en verano – Manzana 20

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	15.19%	17.76%	38.28%
Sombra en Manzana	24.73%	12.45%	22.98%
Sombra en Entorno	15.07%	0.00%	5.10%
GRÁFICAS			




### Situación en Invierno

En esta manzana, cuando se analiza el asoleamiento en invierno, se observa que para el escenario real, la situación no es mala dentro de la manzana, por la ubicación de las torres cercanas a los límites, siendo el porcentaje de sombras arrojadas del 18%, sin obstaculizar las fachadas orientadas al norte. Para el escenario de valores mínimos, este porcentaje es de 34%, pero tampoco se obstaculizan las fachadas al norte, y para el escenario de valores máximos, este porcentaje alcanza el 43%, con un mínimo de proyección sobre las fachadas al norte.

En cuanto a las sombras arrojadas sobre el entorno, el peor comportamiento se da en el escenario real, con un porcentaje de sombras arrojadas de 17%, ya que se ha considerado la superficie sólo hasta el eje de calle, pero si se observa el plano se ve claramente que la proyección de la sombra de las torres alcanza a un importante sector de la manzana colindante, bloqueando las fachadas al norte de varias edificaciones, así como sus patios frontales y posteriores. En tanto, en el escenario de valores mínimos, las sombras sobre el entorno llegan a un porcentaje del 34%, no superando los ejes de calle ni obstaculizando ninguna construcción. Y para el escenario de valores máximos, el porcentaje alcanza el 20%, con una proyección de sombra que supera en algunos sectores el eje de calle, y produce el bloqueo de algunas fachadas de la manzana contigua, sin alcanzar los patios posteriores.

En la **Tabla 128**, que se presenta a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 128: Cuadro Resumen Asoleamiento en invierno – Manzana 19

Escenarios	Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
Sombra en patios	18.02%	34.40%	43.29%
Sombra en Manzana	75.54%	24.84%	50.48%
Sombra en Entorno	17.74%	14.03%	20.53%
GRÁFICA			

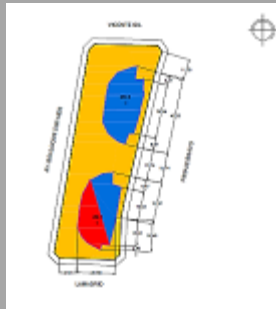
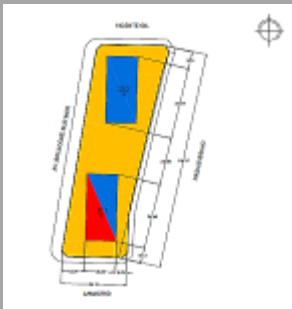
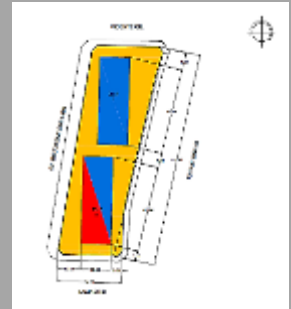
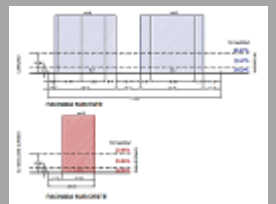
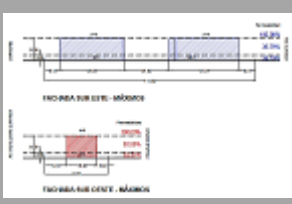
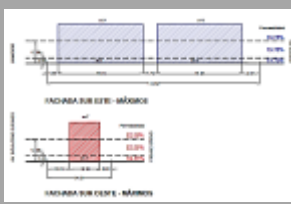
#### 4.2.4.12 Manzana 20 - Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento

Esta manzana si bien registra permeabilidad en todos los niveles de fachada, estos porcentajes resultaron menores para la situación real. En la fachadas SO los valores son del 31% para el escenario real, y 52% para los escenarios de mínimos y máximos. Y en la fachada orientada al SE, la situación real presenta el 28% y los otros dos escenarios presentan el 37% (mínimos) y el 20% (máximos).

En el nivel de basamento, los porcentajes de permeabilidad son los mismos que a nivel peatonal, para todos los escenarios.

En la **Tabla 129**, que se muestra a continuación se puede observar un resumen de los datos obtenidos y las gráficas de la manzana en análisis en los distintos escenarios, tomadas de los planos que se agregan en **Anexo Planos**.

Tabla 129: Cuadro Resumen Permeabilidad de fachadas enfrentadas al viento – Manzana 20

Permeabilidad	Escenario Real		Escenario Val. Mínimos		Escenario Val. Máximos	
	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE	Fachada SO	Fachada SE
Nivel peatonal	30.66%	28.47%	52.55%	36.79%	52.55%	19.78%
Nivel de basamento	30.66%	28.47%	52.55%	36.79%	52.55%	19.78%
Nivel superior	30.66%	28.47%	100.00%	100.00%	52.55%	19.78%
<b>GRÁFICAS PLANTA</b>						
<b>GRÁFICAS FACHADA</b>						

#### 4.2.4.13 Conclusiones de la Manzana 20

De la evaluación realizada surgieron las siguientes conclusiones, relacionadas con la aplicación del Código y su comparación con la situación existente:

- La situación actual de la manzana se caracteriza por una baja ocupación del suelo, y con altos valores de FOT, los que superan los máximos permitidos por Código. Esto genera una seria desventaja en cuanto al acceso al sol de la manzana colindante, situación que si se respetara el Código no provocaría un impacto tan negativo, con una afectación mucho menor en los lotes de la manzana en su orientación oeste.
- Los porcentajes de ventilación de patios son elevados, para todos los escenarios, oscilando entre 65% y 88%.
- En el asoleamiento de verano, las sombras proyectadas en todos los escenarios son mayores para el escenario de valores máximos, y de menor magnitud para los otros dos escenarios, esto se debe a las distintas alturas de las torres y a la ubicación de las mismas dentro de la manzana. A su vez, la ubicación de las torres de gran altura cercanas a los límites de la manzana, arrojan superficies importantes de sombra sobre el entorno.






- Con respecto al asoleamiento en invierno, el comportamiento dentro de los límites de la manzana es bastante bueno, con valores medios de sombras arrojadas y escasos bloqueos de las fachadas enfrentadas al norte. El inconveniente se genera en el entorno, donde las sombras arrojadas por la torres del escenario actual, en algunos casos alcanzan a la manzana contigua bloqueando sectores completos de construcciones y patios; situación que resulta más moderada en los escenarios teóricos.
- En esta manzana se tiene permeabilidad en todos los niveles y en todos los escenarios, siendo la situación más favorable la del escenario de valores mínimos.

En la **Tabla 130**, se presenta la evaluación del comportamiento de los indicadores en los distintos escenarios para la Manzana 20, utilizando la técnica de Semáforo, ya enunciada precedentemente.

Tabla 130: Aplicación Técnica de Semáforo para escenarios – Manzana 20

Indicadores		Escenario Real	Escenario Val. Mínimos	Escenario Val. Máximos
<b>Patios y Densidad</b>	<i>Sup. Patios</i>	67.18%	70.14%	60.04%
	<i>Sup. Edif. Altos</i>	32.82%	0.00%	39.98%
<b>Ventilación</b>	<i>Patios</i>	64.76%	87.25%	87.94%
	<i>Manzana</i>	75.35%	91.05%	90.08%
	<i>Entorno</i>	98.72%	97.03%	98.72%
<b>Asoleamiento en Verano</b>	<i>Sombra patios</i>	15.19%	17.76%	38.28%
	<i>Sombra Manzana</i>	24.73%	12.45%	22.98%
	<i>Sombra Entorno</i>	15.07%	0.00%	5.10%
<b>Asoleamiento en Invierno*</b>	<i>Sombra patios</i>	18.02%	34.40%	43.29%
	<i>Sombra Manzana</i>	75.54%	24.84%	50.48%
	<i>Sombra Entorno</i>	17.74%	14.03%	20.53%
<b>Permeabilidad</b>	<i>Peatonal</i>	29.57%	44.67%	36.16%
	<i>Basamento</i>	29.57%	44.67%	36.16%
	<i>Superior</i>	29.57%	100.00%	36.16%

ACLARACIÓN: para el indicador “Asoleamiento en Invierno” y “Sup. Edif. Altos” las referencias de colores se invierten con relación al resto de los indicadores.

REFERENCIAS	
	Valores menores al 30%
	Valores entre el 30% y el 70%
	Valores superiores al 70%



### Conclusión MANZANA 20:

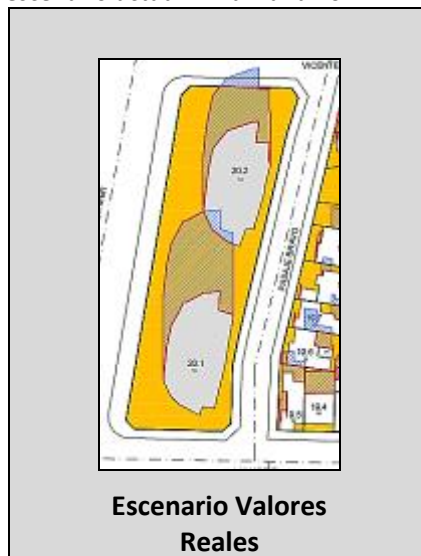
El *Escenario Real* de la Manzana 20 tiene un buen comportamiento ante la ventilación, pero presenta el menor rendimiento con relación a los otros escenarios. En el asoleamiento de verano todos los escenarios son negativos, y en invierno el escenario real presenta el peor comportamiento. En cuanto a la permeabilidad, el escenario real presenta la situación más desfavorable, con valores muy inferiores a los observados en los escenarios teóricos

#### 4.2.4.14 Observaciones sobre la morfología de la Manzana 20

A partir de las conclusiones y del análisis de las distintas situaciones que se presentaron en la Manzana 20, se pueden formular las siguientes observaciones que tratan de relacionar los resultados obtenidos con las morfologías edilicias evaluadas:

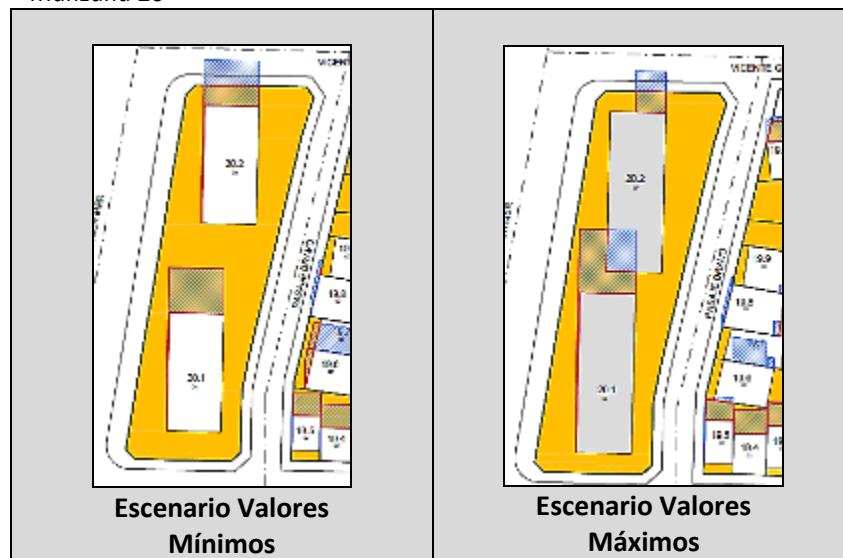
- Al observar en los planos, las sombras de viento de las distintas opciones de dimensiones de las torres, surge que el escenario más desfavorable y el que arroja mayor superficie de sombra de viento es el escenario actual, debido a la forma en planta de las torres, que oponen mayor longitud de fachada a la dirección predominante del viento.

Tabla 131: Situación Ventilación en escenario actual – Manzana 20



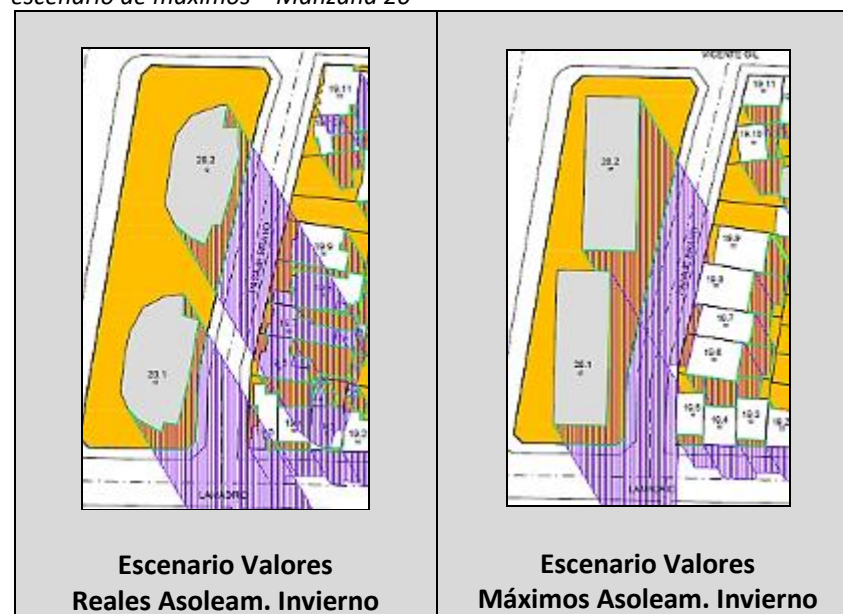
- En tanto la forma dada a las torres en los escenarios teóricos, reduciendo la longitud de las fachadas enfrentadas al viento y orientando las construcciones siguiendo el eje norte-sur, permite reducir considerablemente el tamaño de las sombras de viento, y las superficies bloqueadas a la circulación del aire.

Tabla 132: Comparación Ventilación entre escenarios de máximos y mínimos – Manzana 20



- En tanto el comportamiento frente al asoleamiento, también resulta más adecuado en los escenarios teóricos.

Tabla 133: Comparación Asoleamiento en invierno entre escenario real y escenario de máximos – Manzana 20



### Observaciones Morfología MANZANA 20:

De todo esto resultaría que los edificios con *menor frente* en la dirección de los vientos predominantes (Sur), tienen mejor *comportamiento ante el viento* y presentan *mayor eficiencia en las sombras arrojadas por asoleamiento*, tanto en verano como en invierno. Además, se puede observar que el tamaño de la sombra de viento resulta menor, al orientarse las torres en el sentido norte-sur. Esta orientación también mejora la proyección de sombras por asoleamiento en invierno.

#### 4.2.4.15 Conclusiones Torres Boulogne Sur Mer

La Zona Torres de Boulogne Sur Mer se caracteriza por ser una zona en donde se combina el uso residencial de baja densidad, con residencial de alta densidad, con presencia de torres exentas de gran altura. En el sector de baja densidad predominan las construcciones con basamento continuo.

Al realizar la comparativa de los escenarios teóricos con el escenario real, en las dos manzanas analizadas, surge lo siguiente:

- El escenario real presenta una ocupación del suelo baja, y en el caso de las torres de la Manzana 20, superan los valores de FOT máximo permitido.
- La ventilación en esta zona es buena, dada fundamentalmente por la baja densidad de las construcciones, en la Manzana 19 y por las características de mayor permeabilidad a nivel peatonal que se produce cuando se construyen torres exentas, como es el caso de la Manzana 20.
- En cuanto al asoleamiento, en todos los escenarios el comportamiento en verano es malo, con poca sombra en espacios abiertos y en invierno se observó en el escenario real la peor situación de proyección de sombras, debido a su gran avance sobre la manzana colindante.
- En relación a la permeabilidad, el escenario real presenta valores bajos, comparados con los escenarios teóricos, que en el caso de la Manzana 19 se produce por la falta de permeabilidad a nivel peatonal y en la Manzana 20, por la orientación dada a las torres dentro del terreno.

En las **Tabla 125**, **Tabla 126** y **Tabla 127**, se puede observar el comportamiento de los distintos indicadores para las dos manzanas de la Zona Torres de Boulogne Sur Mer, en los tres escenarios planteados, a los efectos de visualizar las conclusiones precedentes.

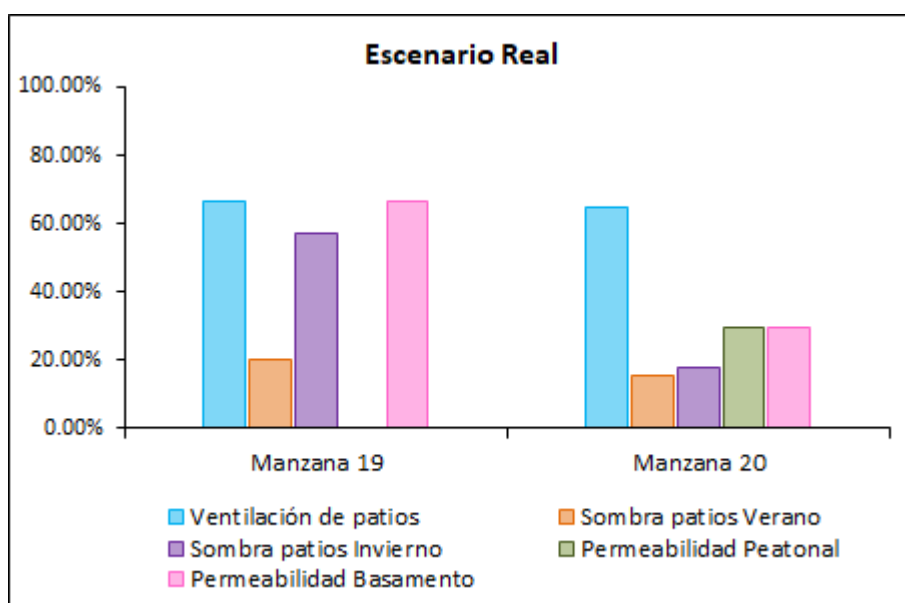


Figura 122: Comportamiento Indicadores manzanas Zona Torres B. Sur Mer – Escenario Real

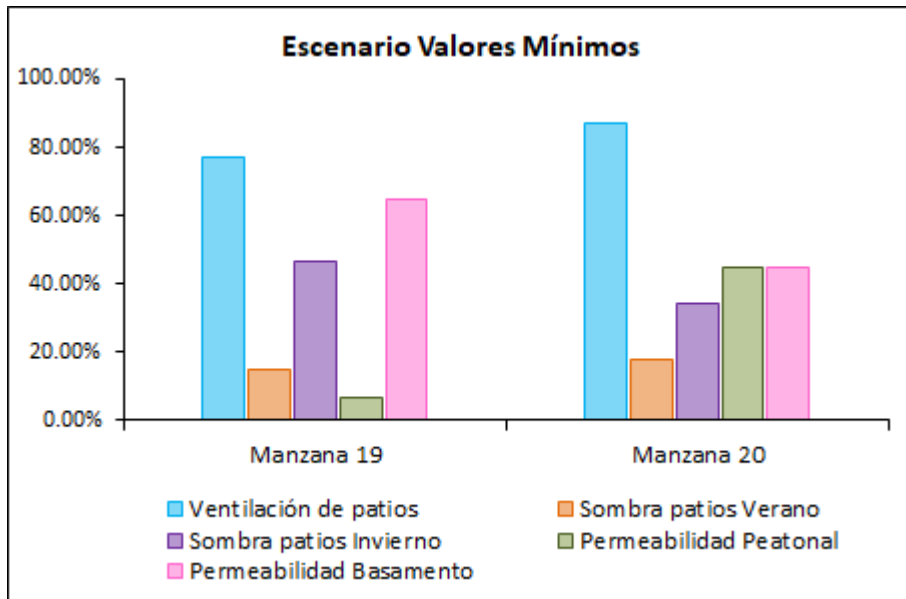


Figura 123: Comportamiento Indicadores manzanas Zona Torres B. Sur Mer – Escenario de Valores Mínimos

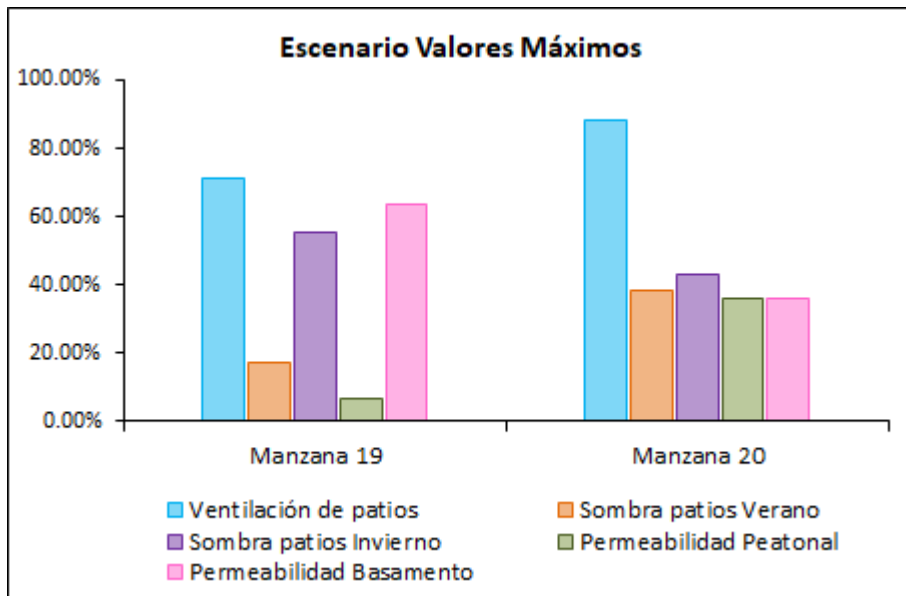
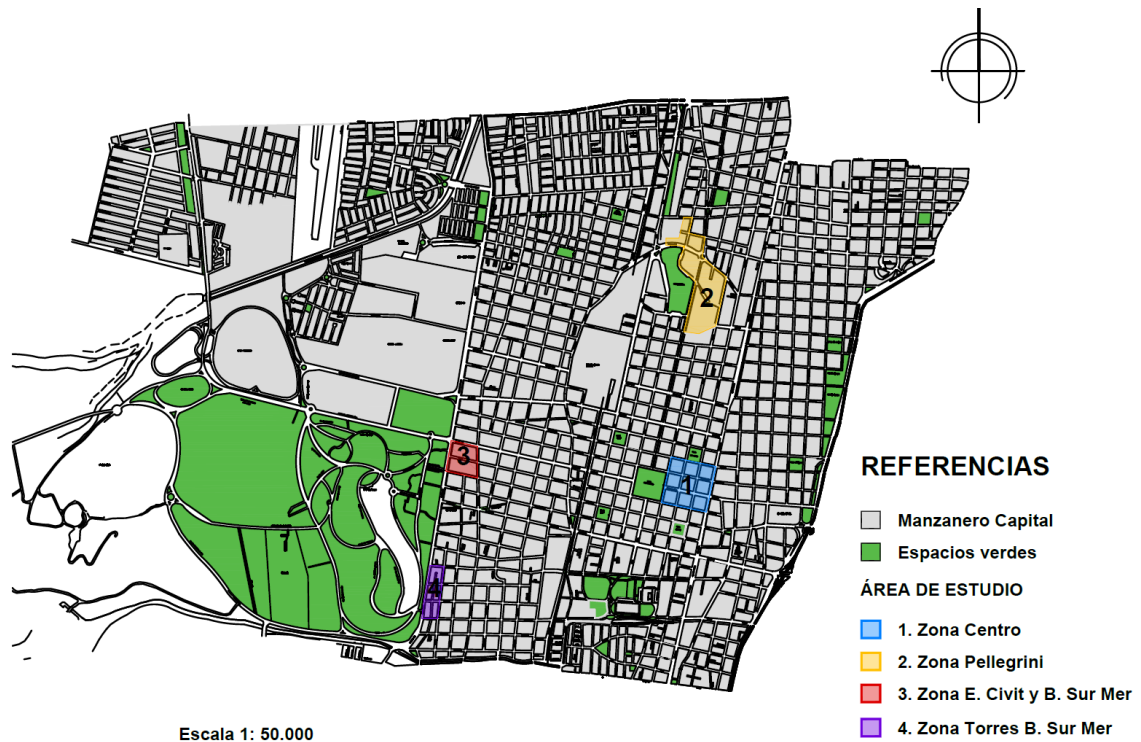


Figura 124: Comportamiento Indicadores manzanas Zona Torres B. Sur Mer – Escenario de Valores Máximos

#### 4.2.5 Conclusiones del Análisis de Escenarios

A los efectos de la mejor comprensión de las conclusiones en su referencia a las manzanas en análisis, en la **Figura 125**, se muestra la localización de los distintos sectores seleccionados para análisis, dentro la trama urbana de la Ciudad de Mendoza, con la indicación de las manzanas elegidas para el diseño de los escenarios teóricos.



Escala 1: 50.000

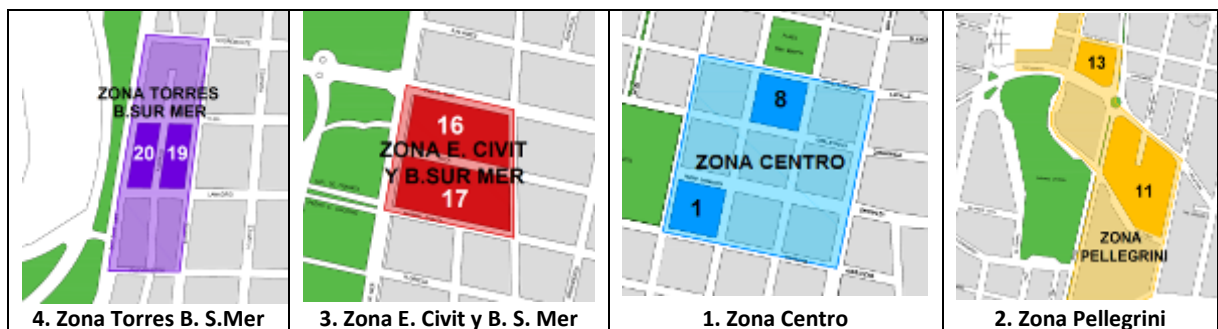


Figura 125: Plano general y plano de entorno de cada una de las zonas seleccionadas

#### 4.2.5.1 Superficie de Patios y Alta Densidad

##### a) Análisis de Ocupación del Suelo

En este punto se ha trabajado con porcentajes de superficies de patios, en vez de utilizar para la comparación los valores de indicadores de ocupación del suelo (FOS), por tratarse de un concepto de mejor visualización, y que a su vez resulta ser un elemento de importancia fundamental para la ventilación.

Así, se compararon los porcentajes de patios existentes actualmente, y los que surgieron de la aplicación de los valores máximos y mínimos de FOS, establecidos para cada zona en análisis.

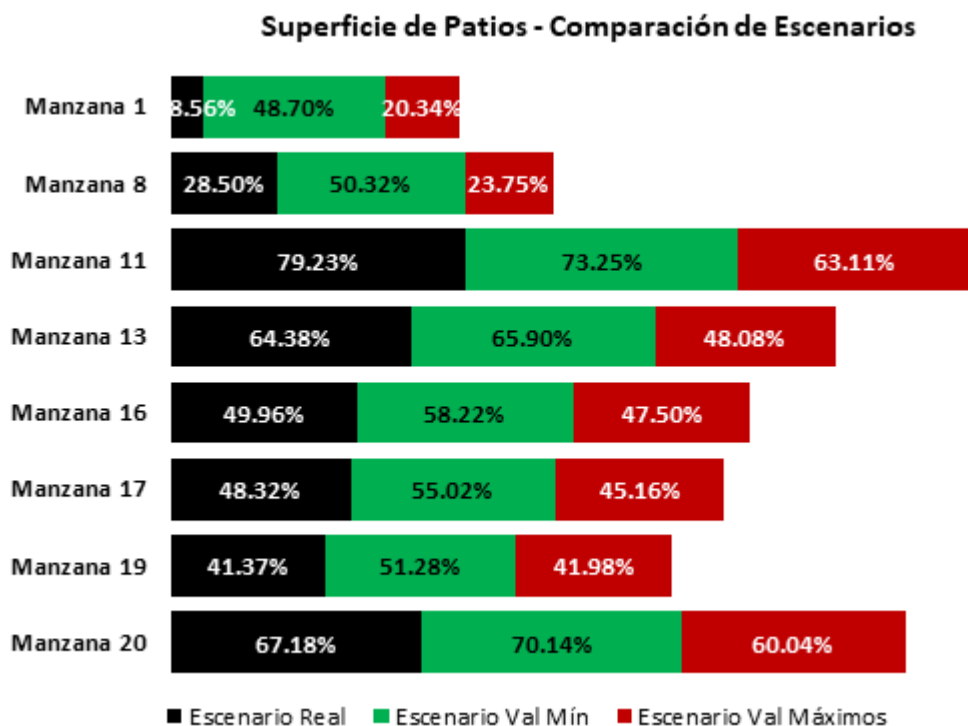
Del análisis de los distintos escenarios surgen las siguientes observaciones:

- En la *manzana 1*, los valores resultaron muy inferiores a los de los escenarios planteados, debido a su elevada ocupación actual del suelo, que supera los máximos permitidos por Código.

- En las *manzanas 8, 16, 17 y 19*, los valores obtenidos se acercan al escenario de valores máximos.
- En las *manzanas 11, 13 y 20*, los valores obtenidos se acercan al escenario de valores mínimos.

Es decir, que en las zonas de menor densidad edilicia permitida (residencial de baja densidad), se produce una mayor ocupación del suelo, probablemente debido a que los terrenos son de menor superficie. Y en las zonas de torres exentas, con mayores valores de FOT permitido, la ocupación del suelo disminuye, permitiendo la generación de mayores superficies de patios.

En la **Figura 126**, se presenta una gráfica comparativa de los porcentajes de superficie de patios obtenidos en los distintos escenarios para cada una de las manzanas en análisis, la cual permite la visualización de las conclusiones enunciadas precedentemente.



**Figura 126: Comparación de superficie de patios en los tres escenarios**

### b) Análisis de Densidad en altura

En este punto, aplicando el mismo concepto que en el apartado anterior, se han comparado los porcentajes en planta baja de edificios con alturas iguales o superiores a 5 niveles, en vez de utilizar para la comparación los valores de indicadores de ocupación total del predio (FOT), por tratarse también, de un concepto de mejor visualización.

Así, de la comparación del escenario de valores reales, con los dos escenarios teóricos planteados (el de valores mínimos y el de valores máximos) surgen las siguientes observaciones:

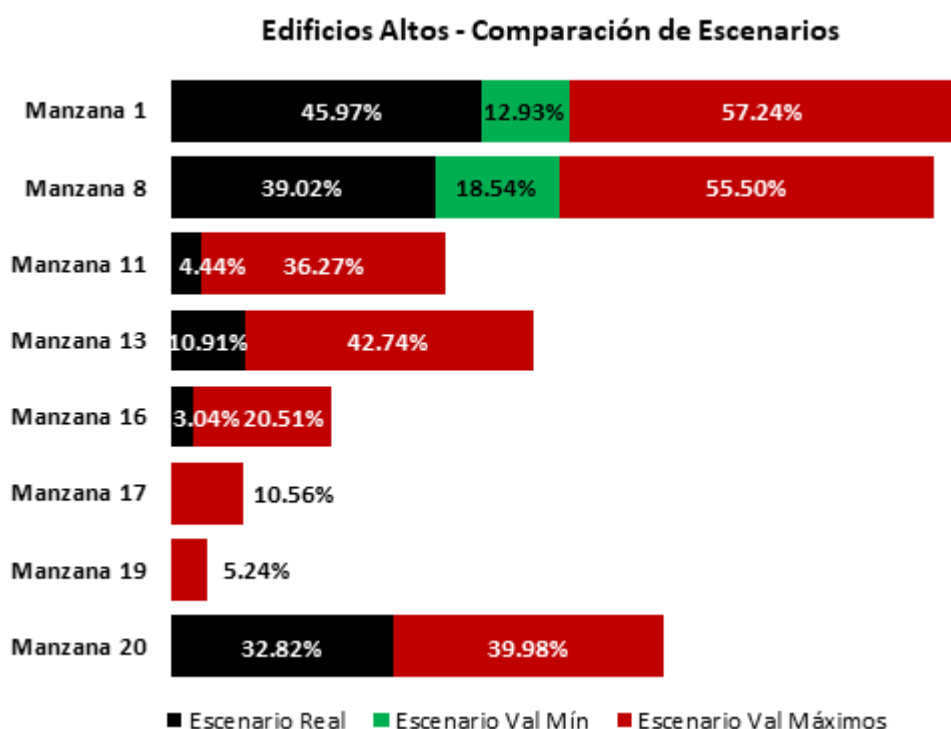
- En la *manzana 1 y 20*, los valores actuales, se acercan al escenario de valores máximos.

- En la *manzana 8*, los valores obtenidos se ubican en una situación intermedia entre el escenario de valores mínimos y el escenario de valores máximos.
- En las *manzanas 11, 13 y 16*, los porcentajes actuales son muy bajos, y se muestran muy alejados de los escenarios de valores máximos.
- En las *manzanas 11, 13, 16, 17, 19 y 20*, los escenarios de valores mínimos no permiten obtener edificios de mayor altura.

En general los valores obtenidos para los escenarios de valores máximos, presentan bajos porcentajes de presencia de edificios altos, salvo en la zona del centro de la ciudad, donde el máximo porcentaje alcanza alrededor del 57%.

Por otro lado, los bajos porcentajes de edificios altos o la inexistencia de los mismos, en el escenario de valores mínimos, se deben a la aplicación de algunos requerimientos establecidos en el Código, como el *basamento continuo obligatorio* y las exigencias de *retiros frontales y laterales*, que en terrenos de menores dimensiones, hace imposible el diseño de torres sobre basamento.

En la **Figura 127**, se presenta una gráfica comparativa de los porcentajes de superficie en planta baja ocupada por edificios de 5 o más niveles, obtenidos en los distintos escenarios para cada una de las manzanas en análisis, la cual permite la visualización de las conclusiones enunciadas precedentemente.



**Figura 127: Comparación edificios altos en los tres escenarios**



#### 4.2.5.2 Ventilación

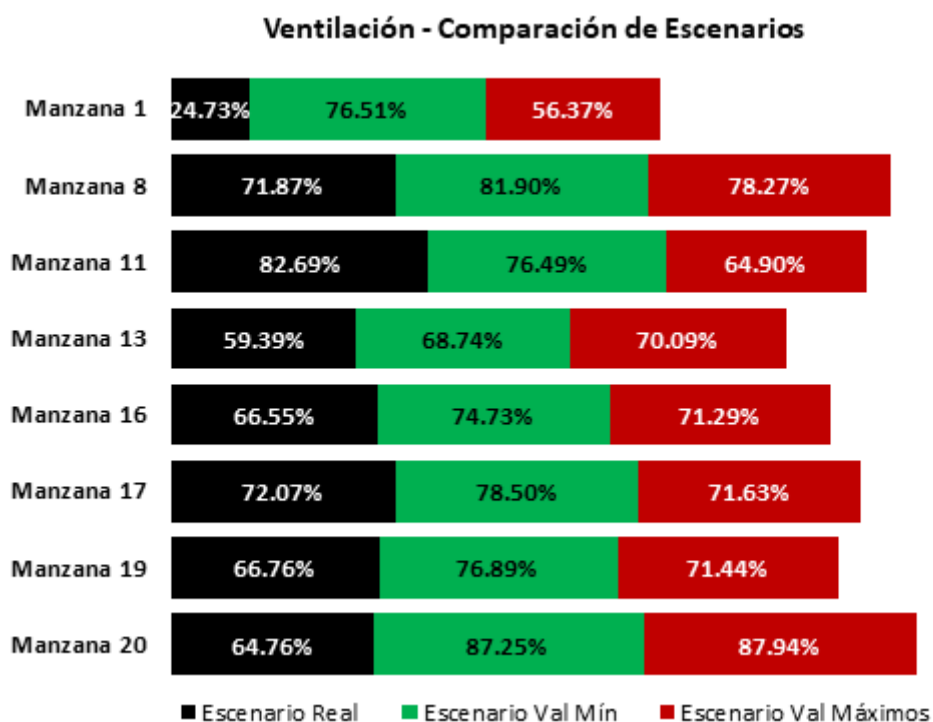
Aquí se comparan los porcentajes de patios ventilados (sectores de patios no ocupados por sombra de viento), en cada manzana y en cada escenario, con relación a la superficie total de patios de la manzana.

Del análisis del comportamiento de la ventilación en los distintos escenarios planteados en las manzanas de análisis, surgen las siguientes observaciones:

- En la *manzana 1*, los valores resultaron muy inferiores a los de los escenarios planteados, debido a la poca superficie de patios existente en esta manzana.
- En las *manzanas 8, 16, 17, 19 y 20*, los resultados del escenario real se acercan al escenario de valores máximos.
- En la *manzana 11* los resultados obtenidos, superan los valores de ambos escenarios teóricos.
- En la *manzana 13*, los valores obtenidos se acercan al escenario de valores mínimos.

Es decir, que en general, la ventilación en las zonas con mayor ocupación del suelo en el escenario actual, se acerca a los escenarios de valores máximos, en tanto que las zonas con torres exentas y menor ocupación del suelo, como es el caso de las torres de Pellegrini, se presentan valores más cercanos a escenarios de valores mínimos.

En la **Figura 128**, se presenta una gráfica comparativa de los porcentajes de *patios ventilados*, obtenidos en los distintos escenarios para cada una de las manzanas en análisis, la cual permite la visualización de las conclusiones enunciadas precedentemente.



**Figura 128:** Comparación Ventilación en los tres escenarios



### 4.2.5.3 Asoleamiento

#### a) Sombras arrojadas en Verano

En este apartado se analiza la superficie de patios que resulta efectivamente cubierta por sombra en verano, con relación a la superficie total de patios.

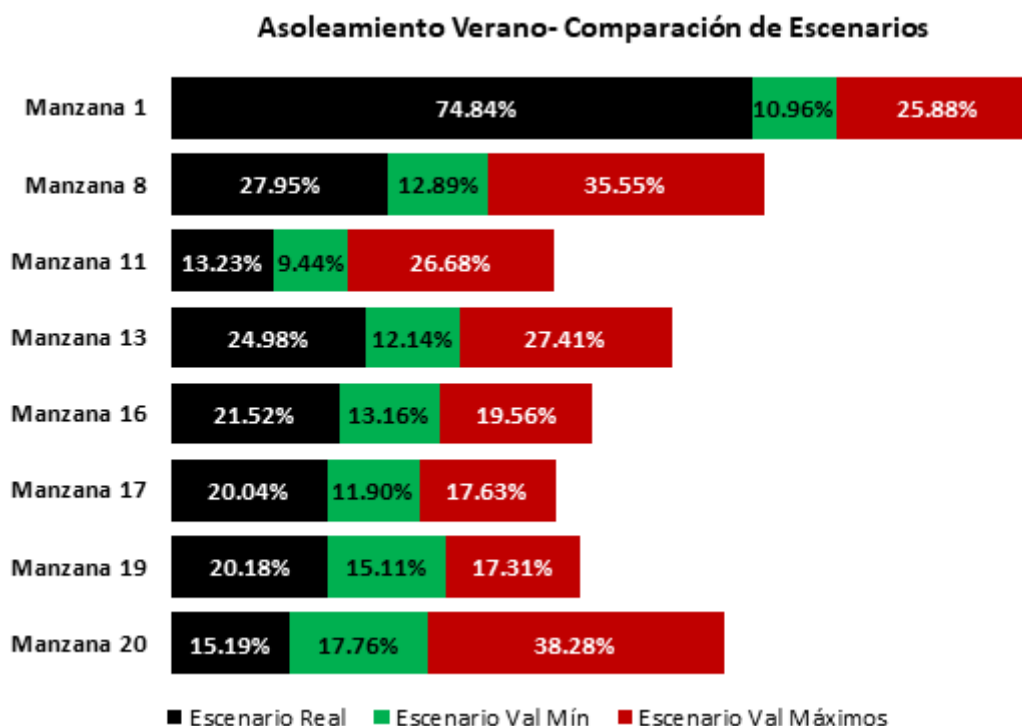
De la comparación realizada surgen las siguientes observaciones:

- La *manzana 1* presenta una situación atípica, con un valor muy elevado en el escenario real de sombra arrojada sobre patios, en comparación con los escenarios teóricos, lo cual se explica por la poca superficie de patios que posee.
- En las *manzanas 13, 16, 17 y 19*, los resultados del escenario real se acercan al escenario de valores máximos.
- En la *manzana 8* los valores obtenidos para el escenario real, se ubican en una situación intermedia entre el escenario de valores mínimos y el escenario de valores máximos.
- La *manzana 20* presenta valores en el escenario real, que se acercan más a los valores obtenidos en el escenario de valores mínimos.

Aquí debemos tener en cuenta que los valores más altos de sombra arrojada resultan más beneficiosos para los espacios abiertos, por lo cual lo deseable, es que los valores reales se acerquen al escenario de valores máximos. Esta situación se observa en 4 de las 8 manzanas analizadas. También es importante decir, que en general los valores de sombra arrojada son bajos, promediando el 25%.

Por otra parte, si comparamos las manzanas con mejor comportamiento de ventilación con las que presentaron mejor comportamiento al asoleamiento, vemos que en general resultan coincidentes, lo cual nos lleva a concluir que las morfologías edilicias que resultaron favorables a la ventilación, también lo son al asoleamiento.

En la **Figura 129**, se presenta una gráfica comparativa de los porcentajes de *sombra arrojada sobre patios en verano*, obtenidos en los distintos escenarios para cada una de las manzanas en análisis, la cual permite la visualización de las conclusiones enunciadas precedentemente.



**Figura 129: Comparación Asoleamiento en verano en los tres escenarios**

### **b) Sombras arrojadas en Invierno**

En este apartado se analiza la superficie de patios que resulta efectivamente cubierta por sombra en invierno, con relación a la superficie total de patios.

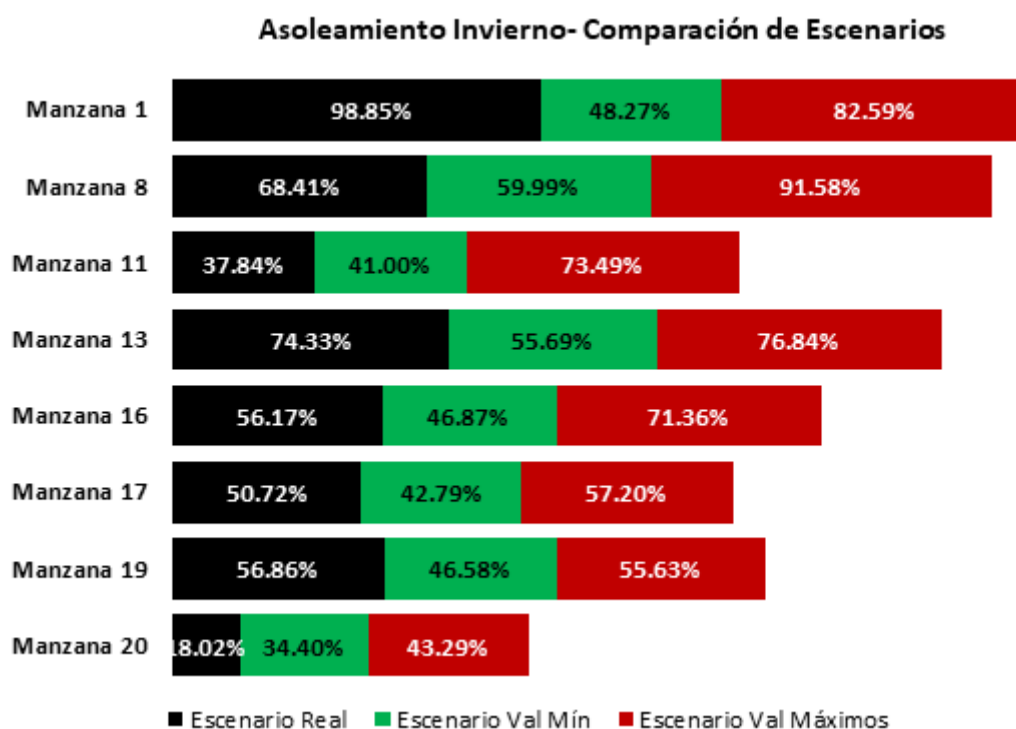
De la comparación realizada surgen las siguientes observaciones:

- La *manzana 1*, en el escenario real, presenta valores muy elevados, con casi toda la superficie de patios cubierta por sombra, y con valores superiores al escenario de valores máximos.
- Las *manzanas 8, 16 y 17* en sus escenarios reales, presentan valores intermedios entre el escenario de valores mínimos y el escenario de valores máximos.
- Las *manzanas 11 y 20*, en la situación actual, presentan el menor valor en comparación con los escenarios teóricos, acercándose al escenario de valores mínimos.
- Las *manzanas 13 y 19* presentan valores en el escenario real, que se acercan más a los valores obtenidos en el escenario de valores máximos.

Aquí debemos tener en cuenta que los valores más bajos de sombra arrojada resultan más beneficiosos para los espacios abiertos, por lo cual lo deseable, es que los valores reales se acerquen al escenario de valores mínimos. Esta situación se observa en 2 de las 8 manzanas analizadas. También es importante decir que mayoritariamente los valores de sombra arrojada son altos, promediando el 70%.

En general, se puede decir que los valores de sombra arrojada en invierno sobre patios son altos para todas las manzanas analizadas, salvo en el caso de la manzana 20, que si bien genera mucha sombra no la arroja sobre sus propios patios, sino sobre el entorno.

En la **Figura 130**, se presenta una gráfica comparativa de los porcentajes de *sombra arrojada sobre patios en invierno*, obtenidos en los distintos escenarios para cada una de las manzanas en análisis, la cual permite la visualización de las conclusiones enunciadas precedentemente.



**Figura 130: Comparación Asoleamiento en invierno en los tres escenarios**

#### 4.2.5.4 Permeabilidad

##### a) Permeabilidad a nivel peatonal

En este punto se realiza una comparación entre los porcentajes de permeabilidad a nivel peatonal en las fachadas enfrentadas al viento (suroeste y sureste). Es decir el porcentaje de la superficie total de vacíos en la franja de fachada ubicada entre el nivel cero y los 3 metros de altura.

De la comparación realizada surgen las siguientes observaciones:

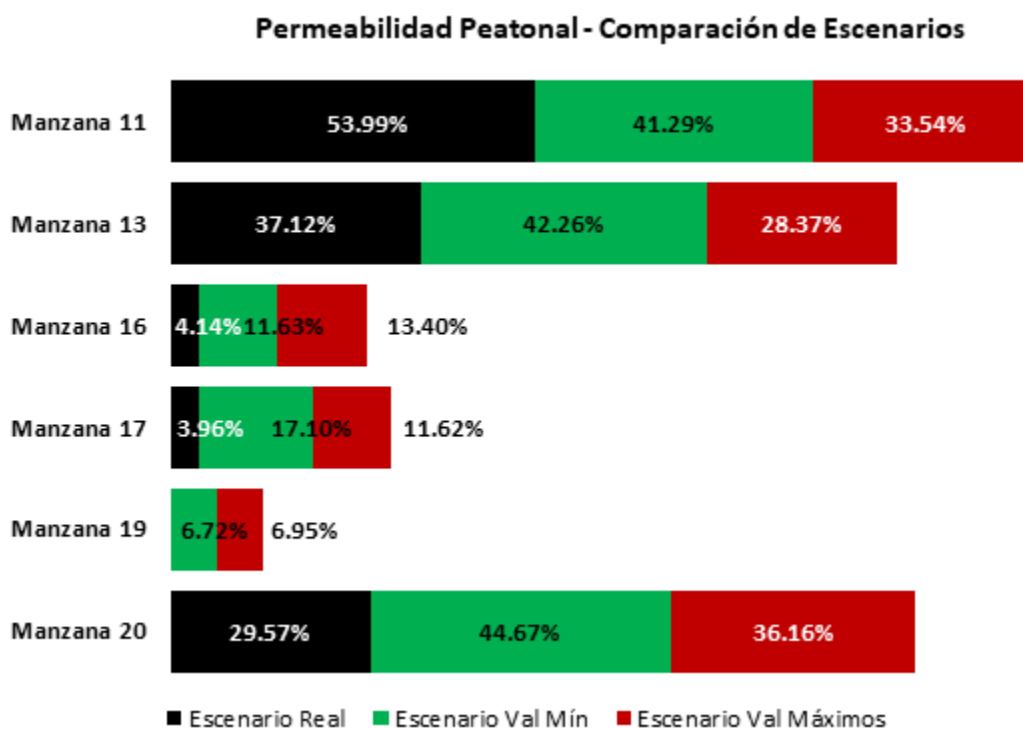
- Las *manzanas 1 y 8*, presentan 0,00% de permeabilidad peatonal en todos los escenarios, por la exigencia de basamento continuo establecida en el Código. Por este motivo no fueron incluidas en la gráfica.
- La *manzana 11* presenta la mayor permeabilidad peatonal en el escenario real de todas las manzanas analizadas y también resulta superior a la permeabilidad lograda en los escenarios de valores mínimos y valores máximos.
- La *manzana 13* en su escenario real, se ubica en una situación intermedia entre los escenarios de valores mínimos y máximos.

- Las *manzanas 16 y 17* tienen poca permeabilidad peatonal en sus escenarios reales, con valores alejados de los obtenidos para los escenarios teóricos.
- La *manzana 19*, tiene 0,00% de permeabilidad peatonal en el escenario real, y los valores obtenidos para los escenarios de valores mínimos y máximos, son bajos (6% promedio) y bastante cercanos entre sí.
- La *manzana 20* en el escenario real, presenta valores inferiores a los obtenidos en los dos escenarios teóricos.

Las zonas con más altos porcentajes de permeabilidad a nivel peatonal son los sectores donde se permiten construcciones de torres exentas, y con parcelas de mayores tamaños, como es el caso de las manzanas 11 y 13 de la Zona de Pellegrini, y la manzana 20, donde se ubican las torres de Boulogne Sur Mer.

La exigencia del basamento continuo en los sectores del centro de la ciudad, no permiten tener permeabilidad a nivel peatonal, y en otras zonas donde esto no es exigible, las pequeñas dimensiones de los terrenos llevan a utilizar el basamento continuo aunque el mismo sea optativo, como es el caso de las manzanas 16, 17 y 19.

En la **Figura 131**, se presenta una gráfica comparativa de los porcentajes de *permeabilidad a nivel peatonal*, obtenidos en los distintos escenarios para cada una de las manzanas en análisis, la cual permite la visualización de las conclusiones enunciadas precedentemente.



**Figura 131: Comparación Permeabilidad a nivel peatonal en los tres escenarios**

## b) Permeabilidad a nivel de basamento

Aquí se realiza una comparación entre los porcentajes de permeabilidad a nivel de basamento en las fachadas enfrentadas al viento (suroeste y sureste). Es decir el porcentaje

de la superficie total de vacíos en la franja de fachada ubicada entre los 3,00 y 12,00 metros de altura.

De la comparación realizada surgen las siguientes observaciones:

- Las *manzanas 1 y 13* en el escenario real, tienen una alta permeabilidad a nivel de basamento, ubicándose en un lugar intermedio entre el escenario de valores mínimos y el escenario de valores máximos.
- La *manzana 8* presenta muy baja permeabilidad en el escenario real, en comparación con los escenarios teóricos.
- Las *manzanas 11, 16 y 19* presentan en el escenario real, los valores más altos de permeabilidad a nivel de basamento en comparación con los otros dos escenarios.
- La *manzana 17* en el escenario real, presenta valores cercanos al escenario de valores mínimos.
- La *manzana 20* en el escenario real, presenta los valores de permeabilidad más bajos en comparación con los escenarios teóricos.

En general, se observa mucha heterogeneidad en los resultados obtenidos para este indicador, debido a que la permeabilidad a nivel de basamento, se relaciona fundamentalmente con presencia de edificios altos en las fachadas enfrentadas al viento, lo que se pone en evidencia si se compara la manzana 8 (con presencia de muchos edificios altos), con la manzana 16 (zona residencial de baja densidad).

En los escenarios teóricos de valores máximos, aplicados a zonas que permiten una mayor factor de ocupación total, como son las zonas del centro de la ciudad y los sectores donde se permite la construcción de torres exentas, se puede observar que en algunos casos se ha logrado una mayor permeabilidad en el nivel de basamento, por las exigencias de retiros laterales.

En la **Figura 132**, se presenta una gráfica comparativa de los porcentajes de *permeabilidad a nivel de basamento*, obtenidos en los distintos escenarios para cada una de las manzanas en análisis, la cual permite la visualización de las conclusiones enunciadas precedentemente.

### Permeabilidad de Basamento - Comparación de Escenarios

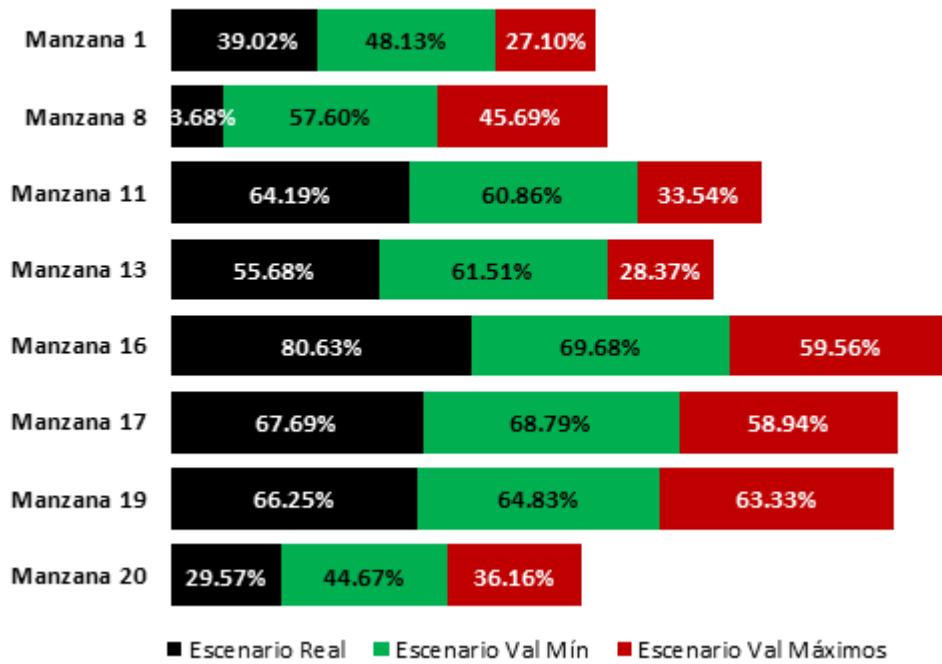





Figura 132: Comparación Permeabilidad de Basamento en los tres escenarios

Finalmente y con el objetivo de presentar un panorama completo de las conclusiones planteadas en el presente apartado, se desarrolló una matriz de resumen, en donde se cruzaron los resultados obtenidos para las manzanas en estudio, con los correspondientes resultados de los distintos indicadores analizados en cada una de ellas. Esta información se agrega en la **Tabla 134**.

Tabla 134: Matriz de Resumen Indicadores-Escenarios

<b>REFERENCIAS</b>   Escenario de valores mínimos  Escenario de valores máximos  Escenario real				M1: manzana 1 M8: manzana 8		Zona Centro	
				M11: manzana 11 M13: manzana 13		Zona Pellegrini	
				M16: manzana 16 M17: manzana 17		Zona E. Civit y B.S.Mer	
				M19: manzana 19 M20: manzana 20		Zona Torres B.S.Mer	
	Edificios Altos	Superficies de patios	Ventilación	Sombra de sol en verano	Sombra de sol en invierno	Permeab. Peatonal	Permeab. Basamento
M1						0,00%	
M8						0,00%	
M11							
M13							
M16							
M17							
M19							
M20							

De la observación de la tabla precedente surgen las siguientes conclusiones generales, en relación a las variables analizadas:

- De la aplicación del Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza surge que en escenarios de valores mínimos, sólo se puede lograr mayor densidad edilicia (edificios de 5 pisos o más) en zonas consolidadas como la Zona Centro.
- En cuanto al incremento de las superficies de patios en las manzanas, en las zonas más consolidadas se observa que el escenario de valores mínimos, permite un aumento significativo de las mismas. En tanto en el resto de las zonas analizadas los escenarios de valores mínimos presentan resultados de superficies de patios similares a los de los otros dos escenarios.
- Si se observa la columna de la ventilación de la **Tabla 134**, se ve que la aplicación de escenarios de valores mínimos sólo hace un aporte significativo en la manzana 1, que actualmente es la más comprometida en este aspecto. En el resto de las manzanas, las proporciones entre los distintos escenarios se observan equilibradas.
- El sombreado en verano, claramente se ve beneficiado por la presencia de edificios altos (escenarios de valores máximos), como se puede observar en la manzana 8, 11 y 20. En tanto en otras manzanas como la 13, 16, 17 y 19, la situación actual presenta valores similares al escenario de máximos. Un caso a tener en cuenta es el que se observa en la manzana 20, donde el escenario de valores máximos que resultó en torres de menor altura que las existentes en la actualidad, resulta más eficiente en cuanto al sombreado, lo que se relaciona con la morfología y la orientación de las construcciones dentro del predio.
- En la situación de sombras en invierno, en todos los casos el escenario de valores máximos presenta la peor situación (mayor superficie cubierta por sombra en horarios importantes de captación solar).
- La situación actual de permeabilidad a nivel peatonal no es buena en la mayoría de las manzanas, problemática generada por la exigencia o necesidad del uso del basamento continuo. En tanto la permeabilidad a nivel de basamento presenta sus mejores valores en los escenarios de valores mínimos, por la disminución de la presencia de edificios altos.

#### 4.2.5.5 Pautas morfológicas

Del análisis realizado precedentemente, surgieron algunas pautas en la morfología de las construcciones que mostraron un mejor comportamiento, tanto frente a la ventilación como al asoleamiento, las cuales se podrían resumir del siguiente modo:

- Las construcciones con menor ancho de fachada enfrentada al viento, generan menor sombra de viento en los patios interiores, lo que conlleva a una mayor superficie de patios ventilados.
- A su vez, esta morfología constructiva, también presenta un mejor comportamiento frente al asoleamiento.
- La orientación tanto de las construcciones dentro de los predios, como de la trama urbana, que se encuentre más alineada con la normal a la dirección del viento, tiene mejor



comportamiento ante la ventilación, ya que generará menores superficies de sombras de viento.

- A nivel de manzana, es conveniente que las fachadas enfrentadas al viento tengan un perfil de menor altura, para favorecer la ventilación de los patios interiores de la misma, pudiendo colocarse las construcciones de mayor altura en las fachadas posteriores.
- Las fachadas enfrentadas al viento con mayores porcentajes de permeabilidad a nivel peatonal permiten obtener mayor superficie de patios ventilados.

#### **4.3 RESULTADOS DEL DESARROLLO DEL MODELO-HERRAMIENTAS DE PREDICCIÓN**

En este apartado se presentan los resultados obtenidos de la aplicación del método estadístico de Regresión Lineal Múltiple para la obtención de modelos predictivos de la temática en análisis.

Para la obtención de los modelos, se trabajó sobre el conjunto de datos correspondientes a las construcciones enfrentadas al viento (fachadas suroeste y sureste) de las ocho manzanas seleccionadas para el desarrollo de los escenarios teóricos, en sus escenarios de valores reales.

Como ya se indicara en el apartado 3.3) *Desarrollo del Modelo*, se realizaron diversas pruebas para la obtención de los modelos finales, a través del agregado, eliminación y combinación de variables independientes, tomando como parámetros de comparación los resultados obtenidos en los cálculos de regresión en: *coeficiente de correlación múltiple ajustado ( $R^2$ )*, *estadístico F* y su *p-valor* de la Tabla de Varianza, *pruebas de significancia t* y *p-valor* de cada una de las variables independientes, y *coeficientes Beta* de la ecuación de regresión.

Una vez cumplidas con estas pautas, se verificó el cumplimiento de los supuestos de *normalidad*, *homocedasticidad* e *independencia* de los residuos de los modelos en evaluación, también se realizó la comparación de los valores de la *raíz del error cuadrático medio (RSME)* en los modelos que ofrecían más de una alternativa, a los efectos de la selección del modelo que muestre mayor rigor estadístico.

Finalmente, se comparó para todos los modelos, el comportamiento entre los valores ordenados de las mediciones y los valores ordenados de los pronósticos, para analizar el grado en que los resultados del modelo representaban la progresión de los datos calculados.

##### **4.3.1 Modelos Desarrollados**

A partir de lo indicado precedentemente se obtuvieron 4 Modelos, que cumplieron con todas las pautas de Bondad de Ajuste y verificaron los supuestos indicados:

- 1) Modelo de Patios Ventilados por lote.
- 2) Modelo de Sombra de Viento por lote.
- 3) Modelo de Patios Ventilados de fachadas enfrentadas al viento.
- 4) Modelo de Sombra de Viento de fachadas enfrentadas al viento.

##### **4.3.2 Modelo de Patios Ventilados por lote**

En este modelo se seleccionó la variable dependiente *patios ventilados (PV)*, siendo las variables independientes las siguientes: *permeabilidad peatonal (PerP)*, *total de patios (TP)* y

relación *ancho máximo-profundidad máxima al cuadrado* ( $A_{max}/P_{max}$ )<sup>2</sup>. Estas variables se encuentran descriptas en la **Tabla 135**.

Tabla 135: Variables independientes - Modelo patios ventilados por lote

Variables Independientes	Definición	Unidad de Medida
Total de Patios (TP)	Superficie total de patios interiores del predio. En caso de construcciones exentas dentro de una misma parcela se subdividió el espacio abierto entre las construcciones existentes.	(m <sup>2</sup> )
Permeabilidad a nivel Peatonal (PerP)	Superficie de vacíos registrada en todo el frente del lote, tomada desde el nivel cero (nivel de vereda) y los 3 metros de altura.	(m <sup>2</sup> )
Rel. Ancho Máximo-Prof. Máxima al cuadrado ( $A_{max}/P_{max}$ ) <sup>2</sup>	Cociente entre el máximo ancho de toda la construcción de la cuadra y la máxima profundidad registrada, elevado al cuadrado.	adimensional

Se incorporaron al modelo 94 evaluaciones, correspondientes a los valores de los lotes ubicados en las fachadas enfrentadas al viento de las 8 manzanas en estudio (fachadas con orientación suroeste y sureste).

Es importante aclarar que, inicialmente la cantidad de evaluaciones con que comenzó a desarrollarse el modelo fue de 103, la que finalmente se redujo a 94 evaluaciones, al haberse eliminado los lotes de esquina, ya que repetían datos en las dos orientaciones de fachadas tomadas para el análisis (fachada suroeste y fachada sureste).

#### 4.3.2.1 Cálculo de Regresión Lineal Múltiple

En la **Figura 133**, se observan las tablas con los resultados del cálculo de Regresión Lineal Múltiple realizado sobre las 94 evaluaciones mencionadas.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0.99862283					
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.99724756					
R <sup>2</sup> ajustado	0.99715581	100%				
Error típico	21.3228283					
Observaciones	94					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad de cuadrado de los cuadr</i>			<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	3	14825768.74	4941922.912	10869.41942	4.6706E-115	
Residuos	90	40919.67059	454.6630065			
Total	93	14866688.41				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	-7.43886879	2.716050065	-2.738855548	0.007432221	-12.83477619	-2.042961393
Permeab. Peatonal (PerP)	1.51079505	0.16032758	9.423176277	4.52602E-15	1.192276337	1.829313768
Total Patios (TP)	0.74886402	0.00960475	77.96808902	2.03193E-84	0.729782506	0.767945531
( $A_{max}/P_{max}$ ) <sup>2</sup>	-6.11131474	0.492307938	-12.41360186	3.32157E-21	-7.089370369	-5.133259116

Figura 133: Resultados del Cálculo de la RLM – Modelo Patios ventilados por lotes

En los resultados obtenidos se puede observar que el *coeficiente de determinación ajustado* (R<sup>2</sup>) es casi del 100%, el *valor crítico de F* es inferior a 0,01, y el *p-valor* de cada una de las variables consideradas (Probabilidad) es inferior al 1% (0,01); es decir que se están

cumpliendo todas la pautas establecidas para la aceptación del modelo, las que se indicaron precedentemente en el apartado 2.3.2.3 *Análisis Estadístico*. Así la Ecuación de Regresión surgida de este modelo es la siguiente:

$$\text{Patios Ventilados (PV)} = -7,43 + 1,51 \times \text{PerP} + 0,75 \times \text{TP} - 6,11 \times (\text{Amax}/\text{Pmax})^2$$

De la observación de la ecuación surge que la variable con mayor peso es la relación entre el ancho máximo y la profundidad máxima de la construcción, la que a su vez presenta una relación inversa con la variable dependiente, es decir, que a mayores dimensiones de ancho y profundidad menor será la superficie de patios ventilados. En tanto las otras dos variables (permeabilidad a nivel peatonal y total de patios), tienen menor importancia relativa en el total y signo positivo, lo que denota una relación directa con la variable dependiente.

A partir de estos resultados, y a los efectos de la comprobación de la bondad del modelo, se avanzó en la validación de los supuestos de *normalidad*, *homocedasticidad* e *independencia* de los residuos.

#### 4.3.2.2 Supuesto de Normalidad de los Residuos

A partir de los valores de “residuos” y “residuos estandarizados”, surgidos del cálculo de Regresión Lineal Múltiple, se validó el supuesto de normalidad, a través de las pruebas de Shapiro-Wilks (modificado) y Kolmogorov-Smirnov, utilizando el software InfoStat. También se obtuvieron los gráficos Q-Q Plot e Histograma. En las **Figura 134** y **Figura 135**, se observan los resultados mencionados.

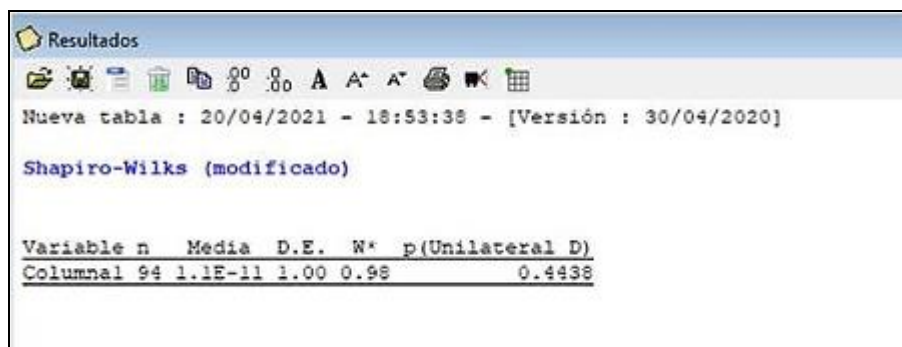


Figura 134: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo patios ventilados por lote

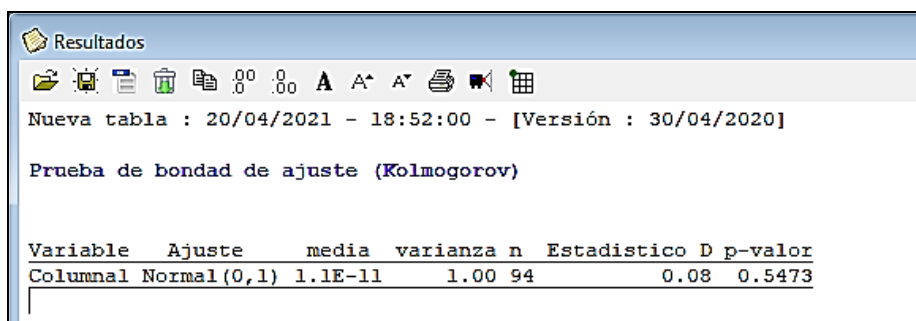
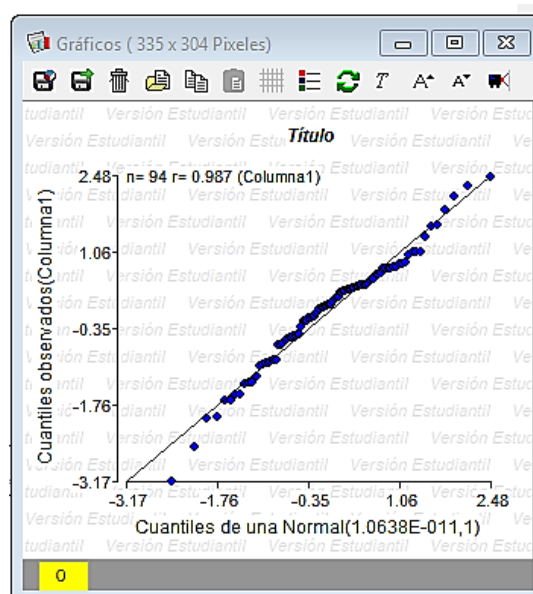


Figura 135: Prueba Kolmogorov-Smirnov – Modelo patios ventilados por lote

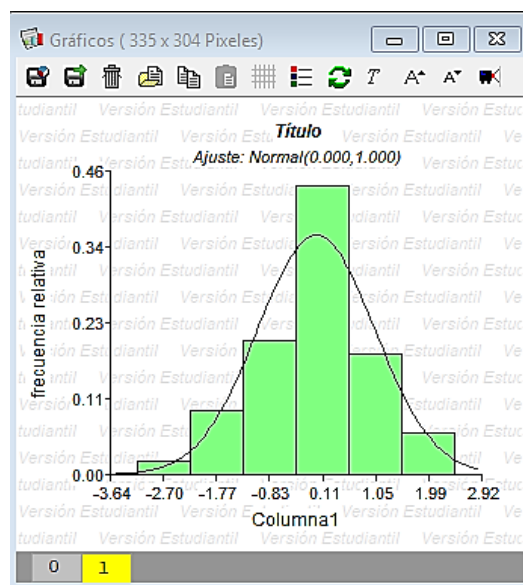
En la validación de este modelo se decidió realizar las dos pruebas (Shapiro-Wilks modificado y Kolmogorov-Smirnov), debido a que la cantidad de datos utilizados para el cálculo era mayor a 50. Y en ambos casos se verificó la normalidad, al obtener un p-valor superior a 0,10.

En la **Figura 136**, se presenta el gráfico Q-Q Plot, donde se puede observar que los datos se ajustan bastante bien a la recta normal. Solo se observan algunos valores que se alejan de la recta en los extremos inferior de la misma.



**Figura 136: Gráfico Q-QPlot – Modelo patios ventilados por lote**

En la **Figura 137**, se observa el histograma de los valores con una curva normal superpuesta. Esta curva se ajusta bastante bien a los datos, salvo en los valores valores centrales, donde las barras se separan un poco de la curva, pero en general se observa que el conjunto de datos se encuentra bien distribuido normalmente.



**Figura 137: Histograma – Modelo patios ventilados por lote**

#### 4.3.2.3 Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos

El supuesto de homocedasticidad de los residuos, se verificó utilizando la prueba de Breusch-Pagan. Para realizar esta prueba es necesario efectuar una nueva Regresión Lineal Múltiple, con las mismas variables independientes de la primera regresión, y una nueva variable dependiente, denominada  $P_i$ , la cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_i (\text{nueva variable dependiente}) = \frac{r^2}{\sum r^2}$$

Siendo “r”, los residuos obtenidos de la primera regresión y “n” la cantidad de evaluaciones incorporadas en el modelo.

En esta nueva regresión, el buen comportamiento de los datos estará dado por un valor bajo de R<sup>2</sup>, y un valor también bajo de la suma de cuadrados de la Tabla de Análisis de Varianza. En la **Figura 138**, se muestran los resultados obtenidos.

Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltipl	0.100892648
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.010179327
R <sup>2</sup> ajustado	-0.022814696
Error típico	1.275708758
Observaciones	94

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	1.506288321	0.502096107	0.308520325	0.819168166
Residuos	90	146.4689552	1.627432836		
Total	93	147.9752436			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	0.687815519	0.162496682	4.232797308	5.55025E-05	0.364987505	1.010643534
Perm. Peat.	-0.008322577	0.009592128	-0.867646611	0.387895396	-0.027379013	0.010733859
Tot. Patios	0.000539993	0.000574636	0.939712962	0.349880084	-0.000601622	0.001681607
Rel A max/Pmax Total al cuad	0.005067131	0.029453951	0.172035681	0.86379573	-0.053448284	0.063582545

**Figura 138: Nueva RLM para verificación de homocedasticidad – Modelo patios ventilados por lote**

A partir de estos datos, se calculó el *Chi cuadrado crítico*, como la *suma de cuadrados* de la Tabla de Análisis de Varianza por 0,5. Además, partiendo de los grados de libertad (gl) de la ecuación de regresión (cantidad de variables más el intercepto), se calculó k-1, como los grados de libertad menos uno, para con este último valor ingresar a la Tabla de Distribución de Chi Cuadrado, y encontrar el valor límite para una probabilidad del 5%.

Aplicando este método, el valor de *chi cuadrado crítico* resultó ser muy inferior al límite tabulado. Esto indica la homocedasticidad del conjunto de valores.

En las **Figura 139** y **Figura 140**, se pueden observar los valores calculados y valores de la Tabla.

<i>Chi cuad crítico</i> =	0.75314416
<i>gl</i>	4
<i>k-1</i>	3
<i>nivel de significancia</i> =	0.05
<i>Valor de tabla</i>	7.81

**El modelo es HOMOCEDÁSTICO porque 0,75 < 7,81**

**Figura 139: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo patios ventilados por lote**

TABLA 3-Distribución Chi Cuadrado  $\chi^2$

P = Probabilidad de encontrar un valor mayor o igual que el chi cuadrado tabulado, v = Grados de Libertad

v/p	0,001	0,0025	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
1	10,8274	9,1404	7,8794	6,6349	5,0239	3,8415	2,7055	2,0722	1,6424	1,3233	1,0742
2	13,8150	11,9827	10,5965	9,2104	7,3778	5,9915	4,6052	3,7942	3,2189	2,7726	2,4079
3	16,2660	14,3202	12,8381	11,3449	9,3484	7,8147	6,2514	5,3170	4,6416	4,1083	3,6649
4	18,4662	16,4238	14,8602	13,2767	11,1433	9,4877	7,7794	6,7449	5,9886	5,3853	4,8784
5	20,5147	18,3854	16,7496	15,0863	12,8325	11,0705	9,2363	8,1152	7,2893	6,6257	6,0644
6	22,4575	20,2491	18,5475	16,8119	14,4494	12,5916	10,6446	9,4461	8,5581	7,8408	7,2311
7	24,3213	22,0402	20,2777	18,4753	16,0128	14,0671	12,0170	10,7479	9,8032	9,0371	8,3834
8	26,1239	23,7742	21,9549	20,0902	17,5345	15,5073	13,3616	12,0271	11,0301	10,2189	9,5245
9	27,8767	25,4625	23,5893	21,6660	19,0228	16,9190	14,6837	13,2880	12,2421	11,3887	10,6564
10	29,5879	27,1119	25,1881	23,2093	20,4832	18,3070	15,9872	14,5339	13,4420	12,5489	11,7807
11	31,2635	28,7291	26,7569	24,7250	21,9200	19,6752	17,2750	15,7671	14,6314	13,7007	12,8987
12	32,9092	30,3182	28,2997	26,2170	23,3367	21,0261	18,5493	16,9893	15,8120	14,8454	14,0111
13	34,5274	31,8830	29,8193	27,6882	24,7356	22,3620	19,8119	18,2020	16,9848	15,9839	15,1187
14	36,1239	33,4262	31,3194	29,1412	26,1189	23,6848	21,0641	19,4062	18,1508	17,1169	16,2221
15	37,6978	34,9494	32,8015	30,5780	27,4884	24,9958	22,3071	20,6030	19,3107	18,2451	17,3217
16	39,2518	36,4555	34,2671	31,9999	28,8453	26,2962	23,5418	21,7931	20,4651	19,3689	18,4179
17	40,7911	37,9462	35,7184	33,4087	30,1910	27,5871	24,7690	22,9770	21,6146	20,4887	19,5110
18	42,3119	39,4220	37,1564	34,8052	31,5264	28,8693	25,9894	24,1555	22,7595	21,6049	20,6014
19	43,8194	40,8847	38,5821	36,1908	32,8523	30,1435	27,2036	25,3289	23,9004	22,7178	21,6891
20	45,3142	42,3358	39,9969	37,5663	34,1696	31,4104	28,4120	26,4976	25,0375	23,8277	22,7745
21	46,7963	43,7749	41,4009	38,9322	35,4789	32,6706	29,6151	27,6620	26,1711	24,9348	23,8578
22	48,2676	45,2041	42,7957	40,2894	36,7807	33,9245	30,8133	28,8224	27,3015	26,0393	24,9390
23	49,7276	46,6231	44,1814	41,6383	38,0756	35,1725	32,0069	29,9792	28,4288	27,1413	26,0184
24	51,1790	48,0336	45,5584	42,9798	39,3641	36,4150	33,1962	31,1325	29,5533	28,2412	27,0960
25	52,6187	49,4351	46,9280	44,3140	40,6465	37,6525	34,3816	32,2825	30,6752	29,3388	28,1719
26	54,0511	50,8291	48,2898	45,6416	41,9231	38,8851	35,5632	33,4295	31,7946	30,4346	29,2463
27	55,4751	52,2152	49,6450	46,9628	43,1945	40,1133	36,7412	34,5736	32,9117	31,5284	30,3193
28	56,8918	53,5939	50,9936	48,2782	44,4608	41,3372	37,9159	35,7150	34,0266	32,6205	31,3909
29	58,3006	54,9662	52,3355	49,5878	45,7223	42,5569	39,0875	36,8538	35,1394	33,7109	32,4612

Figura 140: Tabla de Distribución de Chi Cuadrado, con indicación de valor para el Modelo de patios ventilados por lotes

Los cálculos para la verificación de la homocedasticidad de los residuos, se acompañaron de la *gráfica de residuos versus predichos* de la regresión inicial, obtenida mediante el software InfoStat, como otro método de verificación de este supuesto. En este gráfico (ver **Figura 141**) se pudo observar que la mayoría de los datos se ubicaron dentro de las líneas rojas superior e inferior.

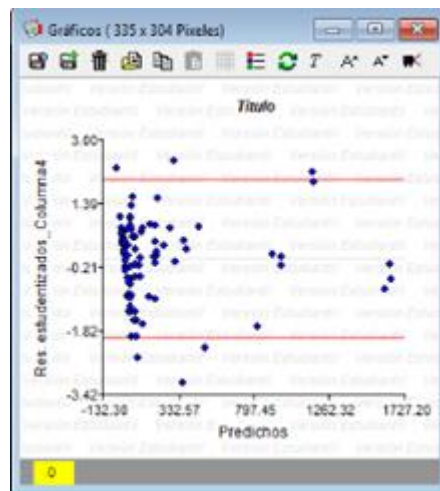


Figura 141: Gráfica de residuos vs. predichos – Modelo patios ventilados por lote

#### 4.3.2.4 Supuesto de Independencia de los Residuos

El supuesto de independencia de los residuos, se verificó utilizando la prueba de Durbin-Watson, cuya fórmula es la siguiente:

$$DW = \frac{\sum (r - (r-1))^2}{\sum r^2} \quad (1,5 < DW < 2,5)$$

El valor obtenido en esta prueba para el conjunto de datos en análisis fue  $DW = 1,51$ , es decir que el resultado de la misma se ubicó dentro del intervalo  $(1,5; 2,5)$ , lo cual indica la independencia de los residuos.

#### 4.3.2.5 Comparación de valores ordenados

Finalmente, y luego de realizadas todas la pruebas para la verificación de los supuestos aplicables a los residuos, se efectuó una comparación entre los *valores ordenados de las mediciones* y los *valores ordenados de los pronósticos*, para analizar el grado en que los resultados del modelo representaban la progresión de los datos calculados. Esta comparativa se realizó a través de tablas y gráficos. En la **Figura 142**, se agrega gráfico comparativo, en donde se puede observar que la curva de los valores pronosticados es prácticamente coincidente con la curva de los valores calculados para el modelo.

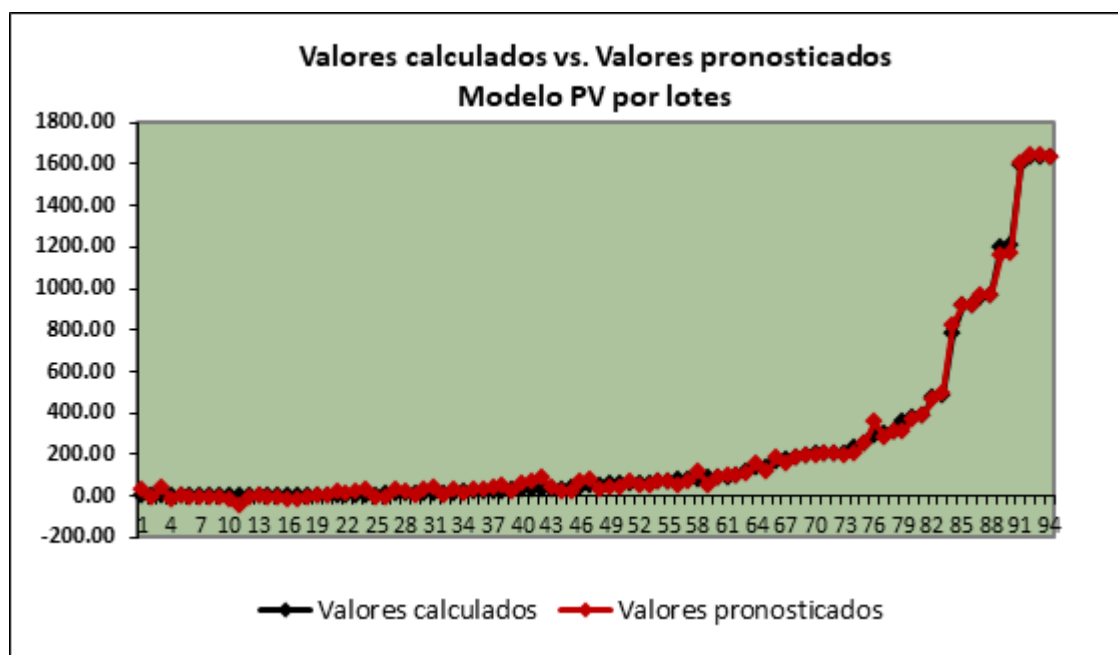


Figura 142: Valores calculados vs. Valores pronosticados – Modelo patios ventilados por lote

#### 4.3.2.6 Conclusión del Modelo de Patios Ventilados por lotes

Como resultado de los cálculos y pruebas de verificación realizadas sobre el modelo desarrollado para predecir las superficies de patios ventilados en lotes urbanos, se puede concluir que el mismo arrojó resultados que hacen estimar que los pronósticos que surjan de la aplicación de este modelo tendrán un grado de exactitud aceptable, sin desviaciones significativas.



### 4.3.3 Modelo de Sombra de Viento por lote

En este modelo la variable dependiente adoptada fue *sombra de viento (SV)* y las variables independientes: *total de patios (TP)*, relación *ancho máximo-profundidad máxima al cuadrado ( $A_{max}/P_{max}$ )<sup>2</sup>*, *altura total (HTot)* y *ángulo de orientación (ANG)*. Estas variables se encuentran descritas en la **Tabla 136**.

Tabla 136: Variables independientes – Modelo sombra de viento por lote

Variables Independientes	Definición	Unidad de Medida
<i>Total de Patios (TP)</i>	Superficie total de patios interiores del predio. En caso de construcciones exentas dentro de una misma parcela se subdividió el espacio abierto entre las construcciones existentes.	(m <sup>2</sup> )
<i>Rel. Ancho Máximo-Prof. Máxima al cuadrado (<math>A_{max}/P_{max}</math>)<sup>2</sup></i>	Cociente entre el máximo ancho de toda la construcción de la cuadra y la máxima profundidad registrada, elevado al cuadrado.	adimensional
<i>Altura Total (Basam.+Torre)= (HTot)</i>	Altura total de construcción (en zonas con basamento), incluyendo altura del basamento más altura de la torre.	(m)
<i>Angulo de Orientación (ANG)</i>	Ángulo de orientación de la fachada, con relación a la horizontal, perpendicular a la dirección del viento predominante.	(°)

En este modelo se incorporaron 92 evaluaciones, correspondientes a los valores de los lotes ubicados en las fachadas enfrentadas al viento de las 8 manzanas en estudio (fachadas con orientación suroeste y sureste).

En este punto es importante aclarar, que inicialmente el modelo comenzó a desarrollarse con 103 evaluaciones, que finalmente se redujeron a 92. Se eliminaron las mediciones de los lotes de esquina que repetían datos en las dos orientaciones de fachadas en análisis (fachada suroeste y fachada sureste), y algunas evaluaciones correspondientes a torres de la Zona Pellegrini, que por la superposición de sombras de viento, no eran representativas del comportamiento correspondiente a su morfología, visualizado en el conjunto de las otras torres cercanas.

#### 4.3.3.1 Cálculo de Regresión Lineal Múltiple

En la siguiente **Figura 143**, se observan las tablas con los resultados del cálculo de Regresión Lineal Múltiple realizado sobre las 92 evaluaciones mencionadas.



Resumen

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.896778016
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.80421081
R <sup>2</sup> ajustado	0.795209008 79.50%
Error típico	72.80440612
Observaciones	92

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	4	1894156.14	473539.035	89.3388705	5.6093E-30
Residuos	87	461141.8949	5300.481551		
Total	91	2355298.035			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	-4.986198106	15.39489008	-0.323886568	0.74680126	-35.58520913	25.61281291
(Amax/Pmax) <sup>2</sup>	35.60337224	4.079086024	8.728271978	1.6169E-13	27.49574708	43.7109974
Alt Total (Htot)	16.04036866	1.33934743	11.97625672	4.2614E-20	13.37827062	18.70246671
Ángulo orientación (ANG)	-0.685358356	0.217854194	-3.145949793	0.00226643	-1.118367156	-0.252349556
Tot. Patios (TP)	0.108277337	0.018023196	6.007665618	4.2693E-08	0.072454282	0.144100391

Figura 143: Resultados del Cálculo de la RLM-Modelo sombra de viento por lotes

En los resultados obtenidos se puede observar que el *coeficiente de determinación ajustado* (R<sup>2</sup>) es de 79,50%, el cual resulta menor que en el modelo anterior ya que la variable dependiente en este caso (sombra de viento), es más compleja en su evaluación que la anterior (patios ventilados).

Siguiendo con el análisis de los valores obtenidos, se observa que el *valor crítico de F* es inferior a 0,01, y el *p-valor* de cada una de las variables consideradas (Probabilidad) es inferior al 1% (0,01). Es decir, que en este modelo, también se cumplen las pautas establecidas para la aceptación del mismo.

La Ecuación de Regresión surgida de este modelo es la siguiente:

$$Sombra\ de\ Viento\ (SV) = -4,99 + 35,60 \times (Amax/Pmax)^2 + 16,04 \times HTot - 0,68 \times ANG + 0,11 \times TP$$

De la observación de la ecuación obtenida surge que, al igual que en el modelo precedente la variable que relaciona el ancho máximo de la construcción con su profundidad, es la que posee mayor peso relativo, seguida por la altura total de la construcción. Ambas variables también muestran una relación directa con la variable dependiente al tener signo positivo, al igual que el total de patios.

En tanto, el ángulo de orientación de la construcción, presenta una relación inversa con la variable dependiente, lo que implica que mientras mayor sea el ángulo menor será la sombra de viento, ya que la construcción se alineará más con la dirección del viento.

A partir de los resultados anteriores se continuó con la validación de los supuestos establecidos para los residuos obtenidos del cálculo de regresión.

#### 4.3.3.2 Supuesto de Normalidad de los Residuos

A partir de los valores de “residuos” y “residuos estandarizados”, surgidos del cálculo de Regresión Lineal Múltiple, se validó el supuesto de normalidad, a través de las pruebas de Shapiro-Wilks (modificado) y Kolmogorov-Smirnov, utilizando el software InfoStat. También se obtuvieron los gráficos Q-Q Plot e Histograma. En las **Figura 144** y **Figura 145**, se observan los resultados de las pruebas mencionadas.

Resultados

Nueva tabla : 22/04/2021 - 11:28:47 - [Versión : 30/04/2020]

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
Columna2	92	3.3E-11	1.00	0.96	0.1124

Figura 144: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo sombra de viento por lote

Resultados

Nueva tabla : 22/04/2021 - 11:29:36 - [Versión : 30/04/2020]

Prueba de bondad de ajuste (Kolmogorov)

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
Columna2	Normal(0,1)	3.3E-11	1.00	92	0.11	0.1854

Figura 145: Prueba Kolmogorov-Smirnov – Modelo sombra de viento por lotes

En la validación de este modelo también se realizaron las dos pruebas de verificación de normalidad (Shapiro-Wilks modificado y Kolmogorov-Smirnov), debido a que la cantidad de datos utilizados para el cálculo era mayor a 50.

Como se puede observar en las figuras precedentes, ambas pruebas verificaron con un p-valor superior a 0,10.

De la observación del gráfico Q-Q Plot (**Figura 146**), surge que los datos se ajustan bastante bien a la recta normal en la parte central, observándose algunos valores que se alejan de la recta en los extremos inferior y superior de la misma.

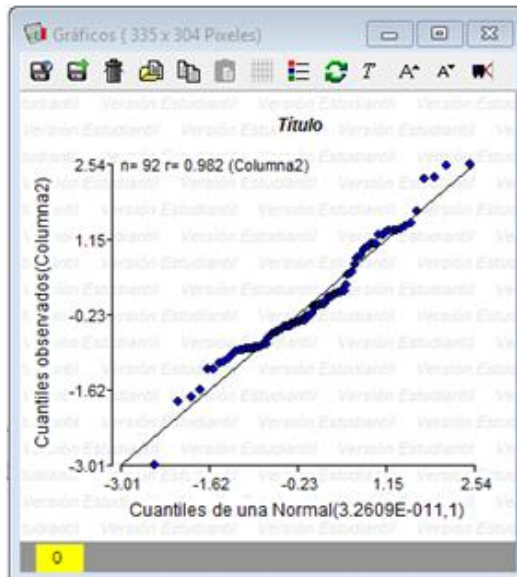


Figura 146: Gráfico Q-QPlot – Modelo sombra de viento por lotes

En la **Figura 147**, se presenta el histograma de los valores con una curva normal superpuesta, la cual también se ajusta bastante bien a los datos, aunque en forma menos simétrica que en el modelo anterior. También se observa una separación de la curva con respecto a las barras en los valores centrales del histograma, pero en general, los valores se encuentran bien distribuidos normalmente.

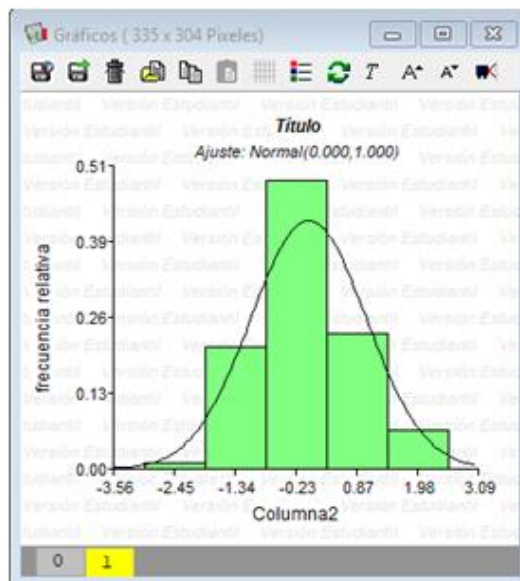


Figura 147: Histograma – Modelo sombra de viento por lotes

#### 4.3.3.3 Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos

El supuesto de homocedasticidad de los residuos, se verificó utilizando la prueba de Breusch-Pagan. Esto se realizó con la misma metodología explicada en el modelo anterior.

En la **Figura 148**, se acompaña la tabla obtenida de la regresión realizada con la nueva variable dependiente ( $P_i$ ) y las variables independientes de la primera regresión.

Resumen

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlació	0.281227149
Coefficiente de determin	0.07908871
R <sup>2</sup> ajustado	0.036747961
Error típico	1.185709903
Observaciones	92

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>edio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	4	10.50443841	2.626109603	1.867910027	0.123279897
Residuos	87	122.3139938	1.405907975		
Total	91	132.8184322			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	0.182014809	0.250724848	0.725954411	0.469815191	-0.316327974	0.680357593
A/P cuad	0.026505255	0.066432967	0.398977433	0.690887465	-0.10553746	0.15854797
Alt max	0.040470794	0.021812931	1.855357892	0.066931584	-0.002884769	0.083826357
ANG	0.005029094	0.003548025	1.417434612	0.159927376	-0.002022991	0.012081178
Tot. Patios	0.000180942	0.00029353	0.616435397	0.53921687	-0.00040248	0.000764365

**Figura 148: Nueva RLM para verificación de homocedasticidad – Modelo sombra de viento por lotes**

En virtud de los datos obtenidos, se calculó el *Chi cuadrado crítico*, que se comparó con el valor de la Tabla de Distribución del Chi Cuadrado, obteniéndose los valores que se muestran en la **Figura 149**, donde se puede observar que el valor obtenido de *Chi cuadrado crítico* es inferior al de tabla. Esto indica la homocedasticidad de los residuos del modelo.

Chi cuadr. Crítico = **5.252219205**  
 gl 5  
 K-1 4

Chi de tabla **14.86**

**El modelo es HOMOCEDÁSTICO porque 5.25 < 14.86**

**Figura 149: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo sombra de viento por lotes**

Estos cálculos se acompañaron de la *gráfica de residuos versus predichos* de la regresión inicial, obtenida con el software InfoStat (**Figura 150**). En este gráfico se observa que la mayoría de los datos se ubicaron dentro de las líneas rojas superior e inferior, convalidando los cálculos precedentes.

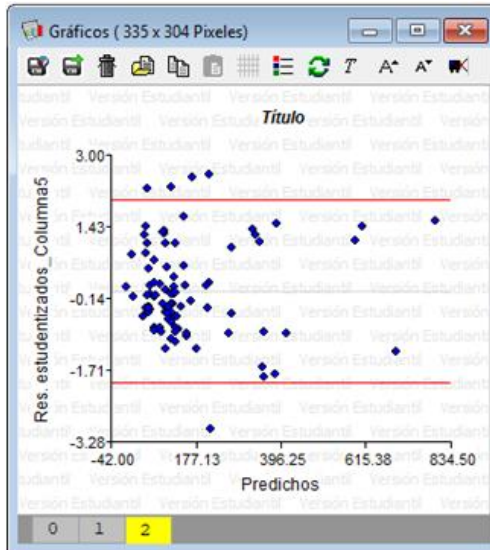


Figura 150: Gráfico residuos vs. predichos – Modelo sombra de viento por lote

#### 4.3.3.3 Supuesto de Independencia de los Residuos

El supuesto de independencia de los residuos, se verificó utilizando la prueba de Durbin-Watson. El valor obtenido fue  $DW = 1,52$ , el cual indica independencia de los residuos por ubicarse dentro del intervalo  $(1,5; 2,5)$ .

#### 4.3.3.5 Comparación de valores ordenados

De la comparación entre los *valores ordenados de las mediciones* y los *valores ordenados de los pronósticos* surgieron los datos que se agregan en la **Figura 151**, donde se puede observar, que en general los valores pronosticados siguen la tendencia de la curva de valores calculados, con valores menos ajustados al inicio y al extremo de la curva.

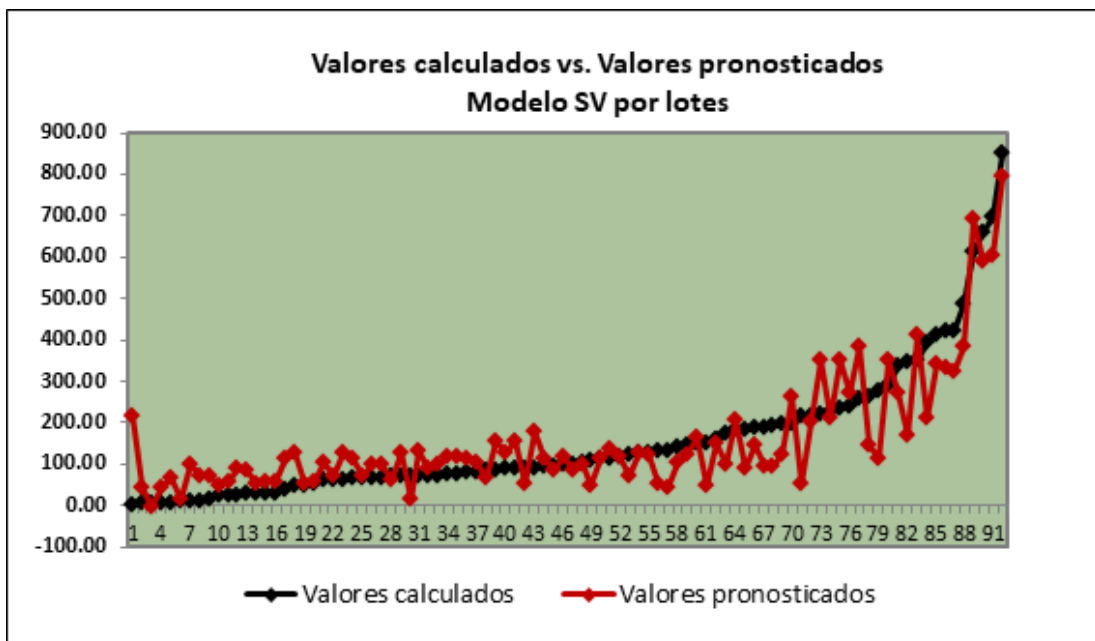


Figura 151: Valores calculados vs. Valores pronosticados – Modelo sombra de viento por lote

#### 4.3.3.6 Conclusión del Modelo de Sombra de Viento por lotes

El modelo en análisis, fue desarrollado para predecir las superficies de “sombra de viento” generadas en los espacios abiertos, por la incidencia de la circulación del aire a través de las construcciones en lotes urbanos.

Los resultados obtenidos en este caso se mostraron menos ajustados que los del modelo para patios ventilados por lote, pero aun así, el modelo de sombra de viento por lote, puede ser una herramienta de gran utilidad para las etapas de prediseño en proyectos arquitectónicos desarrollados en entornos urbanos, tendiente a minimizar las superficies de aire estancado en los espacios abiertos.

#### 4.3.4 Modelo de Patios Ventilados por fachada

En el modelo de “patios ventilados” realizado con valores totales de fachadas enfrentadas al viento, se desarrollaron *tres alternativas* para el mismo modelo, combinando distintas variables, para luego seleccionar la mejor de estas alternativas, comparando los valores obtenidos en las distintas verificaciones del modelo.

##### **Alternativa 1**

En este modelo se adoptó la variable dependiente *patios ventilados (PV)* y las variables independientes fueron las siguientes: *ancho máximo continuo de basamento (AMCB)* y *permeabilidad a nivel de basamento (PBasam)*. Estas variables se encuentran descritas en la **Tabla 137**.

Tabla 137: Variables independientes – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 1)

<b>Variables Independientes</b>	<b>Definición</b>	<b>Unidad de Medida</b>
<i>Ancho Máximo Continuo de Basamento (AMCB)</i>	Máxima longitud en sentido horizontal, sin interrupciones del basamento a lo largo de una cuadra.	(m)
<i>Permeabilidad a nivel de Basamento (PBasam)</i>	Superficie de espacios vacíos registrada en la fachada completa de la cuadra, tomada entre los 3m y 12m de altura, contados desde el nivel cero (nivel de vereda).	(m <sup>2</sup> )

El cálculo se realizó para 16 evaluaciones, correspondientes a los valores totales de las fachadas enfrentadas al viento de las ocho manzanas en estudio (fachadas con orientación suroeste y sureste).

##### **4.3.4.1 Cálculo Regresión Lineal Múltiple-Alternativa 1**

En la **Figura 152**, se observan las tablas con los resultados del cálculo de Regresión Lineal Múltiple realizado sobre las 16 evaluaciones mencionadas.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0.9268153					
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.85898661					
R <sup>2</sup> ajustado	0.83729224	84%				
Error típico	616.308062					
Observaciones	16					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad de cuadrado de los cua</i>			<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	2	30079117.1	15039558.5	39.59491271	2.95252E-06	
Residuos	13	4937863.16	379835.628			
Total	15	35016980.2				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	406.74024	281.109852	1.44690852	0.171602775	-200.5606728	1014.04115
Ancho máx. continuo Basam. (AMCB)	-12.8101858	2.61628816	-4.89632065	0.000292003	-18.4623327	-7.15803882
Permeab. Nivel Basam. (Pbasam)	2.77979498	0.3285805	8.46001191	1.20616E-06	2.069939957	3.48965

**Figura 152: Resultados del Cálculo de la RLM – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 1)**

En los resultados obtenidos se puede observar que el *coeficiente de determinación ajustado* (R<sup>2</sup>) es de 84%, el *valor crítico de F* resultó inferior a 0,01 y el *p-valor* de cada una de las variables consideradas (Probabilidad) es inferior al 1% (0,01), cumpliéndose de este modo las pautas establecidas para la aceptación del modelo. La Ecuación de Regresión surgida de este cálculo es la siguiente:

$$\text{Patios Ventilados (PV)} = 406,74 - 12,81 \times \text{AMCB} + 2,78 \times \text{PBasam}$$

En la ecuación precedente se observa que la variable que tiene mayor peso en la misma, es el ancho máximo continuo del basamento, que al tener signo negativo indica una relación inversa con la variable dependiente. En cuanto a la permeabilidad del basamento, se observa que su relación es directa (signo positivo).

A partir de los resultados anteriores se continuó con la validación de los supuestos establecidos para los residuos obtenidos del cálculo de regresión.

#### 4.3.4.2 Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 1

A partir de los valores de “residuos” y “residuos estandarizados”, surgidos del cálculo de Regresión Lineal Múltiple, se validó el supuesto de normalidad. Esto se hizo utilizando sólo la prueba de Shapiro-Wilks (modificado) debido a que las mediciones utilizadas en el cálculo no superan el valor de 50. Para la obtención de los resultados se utilizó el software InfoStat. También se obtuvieron los gráficos Q-Q Plot e Histograma. En la **Figura 153**, se muestran los resultados de la prueba de Shapiro-Wilks.

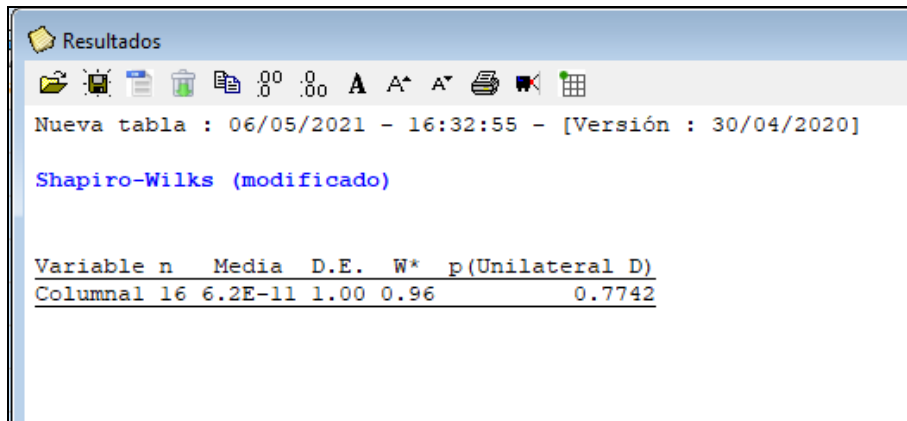


Figura 153: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 1)

Como se puede observar en la figura precedente, la prueba realizada verificó con un p-valor muy superior a 0,10.

De la observación del gráfico Q-Q Plot (Figura 154), surge que los datos se ajustan bastante bien a la recta normal en la parte central, con algunos valores que se alejan de esta recta en los extremos inferior y superior de la misma.

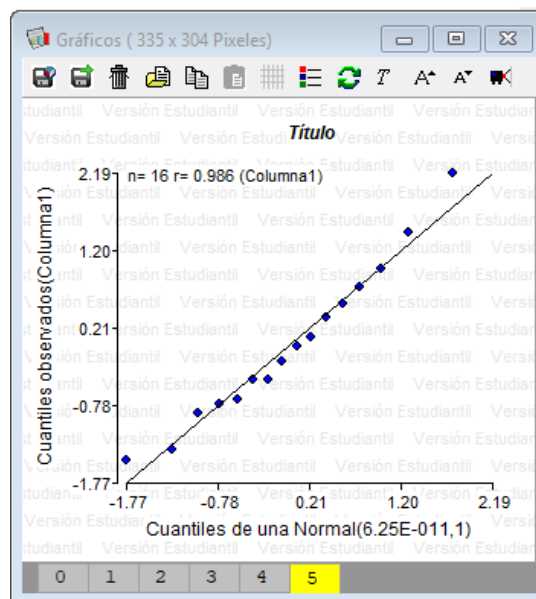


Figura 154: Gráfico Q-QPlot – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 1)

Por otra parte, en la Figura 155, se presenta el histograma de los valores con una curva normal superpuesta, la cual si bien se ajusta a los datos, no presenta simetría, pero el ajuste en los valores centrales del histograma, es mejor que en los modelos evaluados precedentemente.



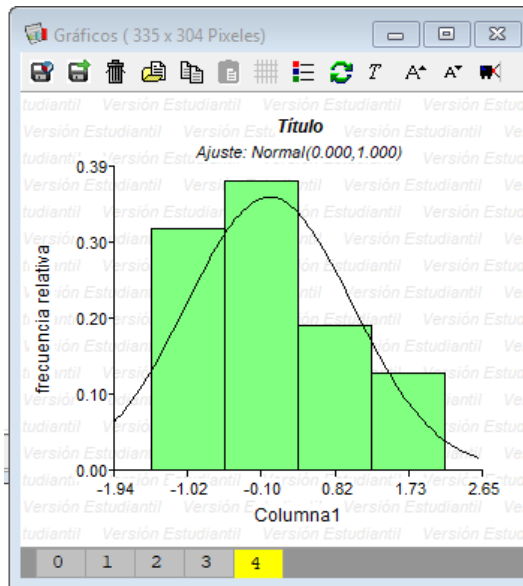


Figura 155: Histograma – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 1)

#### 4.3.4.3 Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 1

El supuesto de homocedasticidad de los residuos, se verificó utilizando la prueba de Breusch-Pagan. Esto se realizó con la misma metodología explicada en los modelos anteriores. En la **Figura 156**, se acompaña la tabla obtenida de la regresión realizada con la nueva variable dependiente (Pi) y las variables independientes de la primera regresión.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0.465702172					
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.216878513					
R <sup>2</sup> ajustado	0.096398284					
Error típico	1.28494399					
Observaciones	16					
<b>ANÁLISIS DE VARIANZA</b>						
		<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media cuadrada</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	5.944278302	2.97213915	1.486069575	1.80011704	0.20412181
Residuos	13	21.46405375	1.65108106	0.127006235		
Total	15	27.40833206				
		<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i> <i>Superior 95%</i>
Intercepción		0.972554577	0.58608744	1.65940184	0.12095182	-0.29361036 2.23871951
Ancho máx. continuo Basam. (AMCB)		-0.008733521	0.005454713	-1.60109622	0.13336568	-0.02051771 0.00305067
Permeab. Nivel Basam. (Pbasam)		0.000962431	0.000685059	1.40488715	0.18349732	-0.00051755 0.00244241

Figura 156: Nueva RLM para verificación de homocedasticidad – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 1)

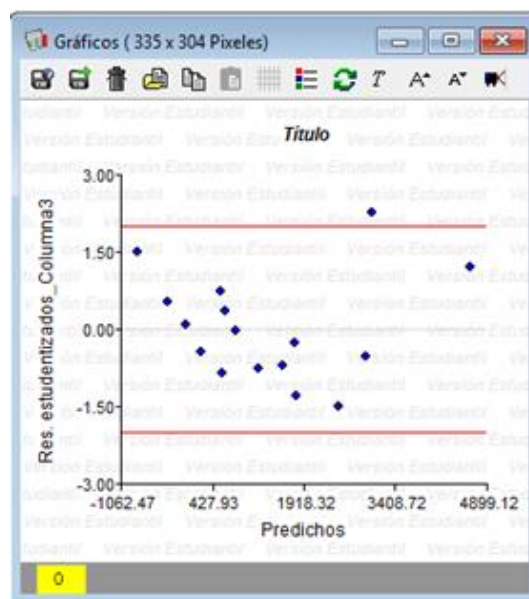
En virtud de los datos obtenidos, se calculó el *Chi cuadrado crítico*, que se comparó con el valor de la Tabla de Distribución del Chi Cuadrado, obteniéndose los valores que se muestran en la **Figura 157**. En la misma se observa que el valor obtenido de Chi cuadrado (2,97) es inferior al requerido por tabla (5,99), lo cual indica la homocedasticidad de los residuos del modelo.

Chi cuad crítico=	2.972139151
gl	3
k-1	2
Valor de tabla	5.99

El modelo es homocedástico ya que  $2.97 < 5.99$

**Figura 157: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 1)**

Estos cálculos se acompañaron de la *gráfica de residuos versus predichos* de la regresión inicial obtenida con el software InfoStat (**Figura 158**). En este gráfico se pudo observar que la mayoría de los datos se ubicaron dentro de las líneas rojas superior e inferior, con sólo un valor por encima de la línea superior, bastante cercano a la misma. Esto convalida los cálculos precedentes.



**Figura 158: Gráfico de residuos vs. predichos – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 1)**

#### 4.3.4.4 Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 1

La verificación del supuesto de independencia de los residuos, se realizó utilizando la prueba de Durbin-Watson. El valor obtenido fue  $DW= 1,45$ . Este valor no se ubica dentro del intervalo establecido para la independencia, por lo cual se puede concluir que en la alternativa en estudio los residuos no son independientes.

#### 4.3.4.5 Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 1

Para la mejor evaluación de las alternativas planteadas, a partir de los datos de residuos estandarizados obtenidos de la regresión, se calculó el promedio de aquellos valores de residuos superiores a 1 (conjunto de los valores más altos de residuos).

En el caso de esta primera alternativa, el valor promedio de estos residuos fue de 0,402.

#### 4.3.4.6 Raíz del error cuadrático medio – Alternativa 1

Para sumar otra herramienta de comparación entre las distintas alternativas desarrolladas para el modelo de patios ventilados por fachada, se calculó la raíz del error cuadrático medio (RSME)

En el caso de esta primera alternativa, el RSME fue de 984,65.

#### 4.3.4.7 Comparación de valores ordenados – Alternativa 1

Luego se compararon los *valores ordenados de las mediciones y los valores ordenados de los pronósticos*. Los resultados obtenidos se muestran en la **Figura 159**, donde se puede observar, que en general los valores pronosticados siguen la tendencia de la curva de valores calculados, con algunos valores desajustados en todo el recorrido de la curva.

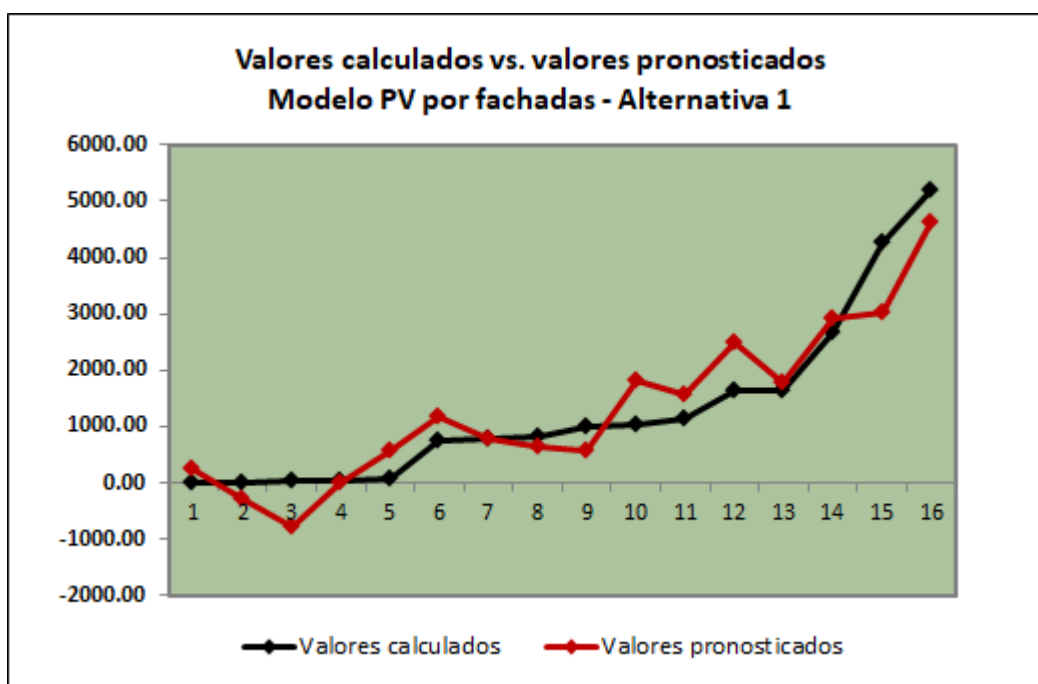


Figura 159: Valores calculados vs. Valores pronosticados – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 1)

#### Alternativa 2

En este modelo la variable dependiente adoptada fue: *patios ventilados (PV)* y las variables independientes: *ancho máximo continuo de construcción (AMCC)* y *permeabilidad a nivel de basamento (PBasam)*. Estas variables se encuentran descriptas en la **Tabla 138**.

Tabla 138: Variables independientes – Modelo patios ventilados por fachada – Alternativa 2

Variables Independientes	Definición	Unidad de Medida
Ancho Máximo Continuo de la Construcción (AMCC)	Máxima longitud en sentido horizontal, sin interrupciones de la construcción (sin necesidad de tener basamento) a lo largo de una cuadra.	(m)
Permeabilidad a nivel de Basamento (PBasam)	Superficie de espacios vacíos registrada en la fachada completa de la cuadra, tomada entre los 3m y 12m de altura, contados desde el nivel cero (nivel de vereda).	(m <sup>2</sup> )

El cálculo se realizó para 16 evaluaciones, correspondientes a los valores totales de las fachadas enfrentadas al viento de las ocho manzanas en estudio (fachadas con orientación suroeste y sureste).

#### 4.3.4.8 Cálculo de Regresión Lineal Múltiple – Alternativa 2

En la **Figura 160**, se observan las tablas con los resultados del cálculo de Regresión Lineal Múltiple realizado sobre las 16 evaluaciones mencionadas.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coeficiente de correlación múltiple	0.91676038					
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.84044959					
R <sup>2</sup> ajustado	0.81590337	81%				
Error típico	655.566318					
Observaciones	16					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad de cuadrado de los cua			F	Valor crítico de F	
Regresión	2	29430006.7	14715003.3	34.23947531	6.58926E-06	
Residuos	13	5586973.56	429767.197			
Total	15	35016980.2				
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	748.244156	342.098619	2.18721771	0.0476012	9.185022705	1487.30329
Ancho máx. continuo constr. (AMCC)	-15.8090238	3.5637906	-4.43601365	0.000671655	-23.50812528	-8.10992225
Permeab. Nivel Basam. (Pbasam)	2.87362259	0.35680648	8.0537286	2.07799E-06	2.102789045	3.64445614

**Figura 160: Resultados del Cálculo de la RLM – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 2)**

De los resultados obtenidos surge que el *coeficiente de determinación ajustado* (R<sup>2</sup>) es de 81%, el *valor crítico de F* resultó inferior a 0,01 y el *p-valor* de cada una de las variables consideradas (Probabilidad) es inferior al 1% (0,01), cumpliéndose de este modo las pautas establecidas para la aceptación del modelo. La Ecuación de Regresión surgida de este cálculo es la siguiente:

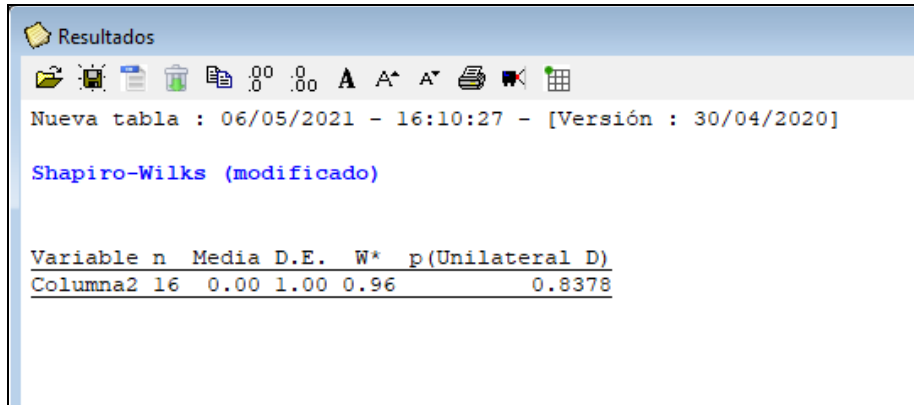
$$\text{Patios Ventilados (SV)} = 748,24 - 15,81 \times \text{AMCC} + 2,81 \times \text{PBasam}$$

En la ecuación precedente se observa que la variable que tiene mayor peso dentro de la misma es el ancho máximo continuo de la construcción, que presenta una relación inversa con la variable dependiente, en tanto la relación de la permeabilidad a nivel de basamento es directa.

A partir de los resultados anteriores se continuó con la validación de los supuestos establecidos para los residuos obtenidos del cálculo de regresión.

#### 4.3.4.9 Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 2

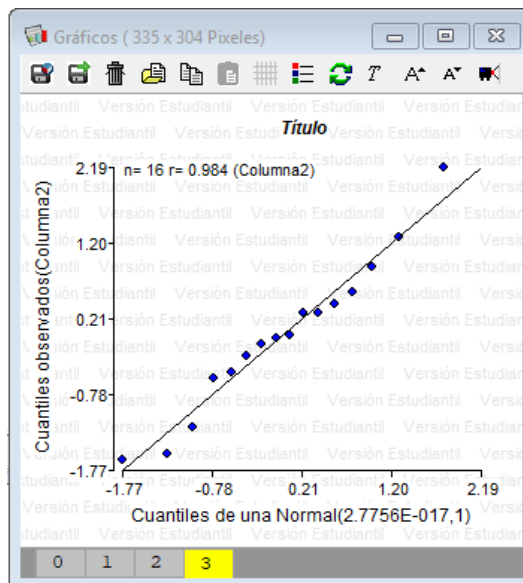
A partir de los valores de “residuos” y “residuos estandarizados”, surgidos del cálculo de Regresión Lineal Múltiple, se validó el supuesto de normalidad, solamente a través de las pruebas de Shapiro-Wilks (modificado) debido a que las mediciones utilizadas en el cálculo no superan el valor de 50. Para la obtención de los resultados se utilizó el software InfoStat. También se obtuvieron los gráficos Q-Q Plot e Histograma. En la **Figura 161**, se muestran los resultados de la prueba de Shapiro-Wilks.



**Figura 161: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 2)**

Como se puede observar en la figura precedente, la prueba realizada verificó con un p-valor muy superior a 0,10.

De la observación del gráfico Q-Q Plot (**Figura 162**), surge que los datos se ajustan bastante bien a la recta normal en la parte central, y se observan algunos valores que se alejan de la recta en los extremos inferior y superior de la misma.



**Figura 162: Gráfico Q-QPlot – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 2)**

En tanto, en la **Figura 163**, se presenta el histograma de los valores con una curva normal superpuesta. En esta alternativa también se observa que la curva en general se ajusta a los datos pero tampoco presenta simetría, como en el caso de la Alternativa 1.

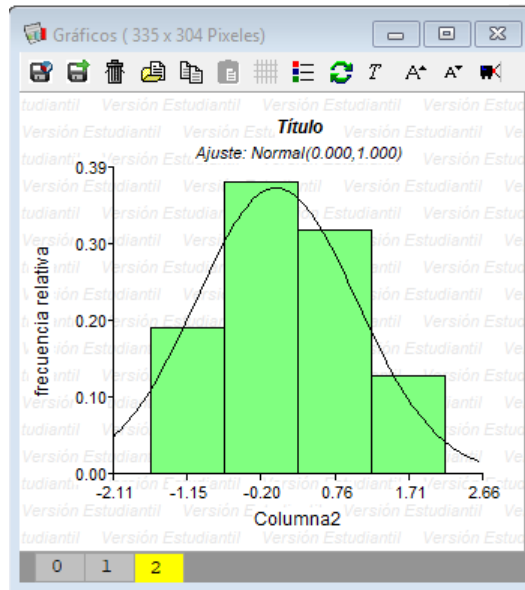


Figura 163; Histograma – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 2)

#### 4.3.4.10 Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 2

El supuesto de homocedasticidad de los residuos, se verificó utilizando la prueba de Breusch-Pagan. Esto se realizó con la misma metodología explicada en los modelos anteriores. En la **Figura 164**, se acompaña la tabla obtenida de la regresión realizada con la nueva variable dependiente (Pi) y las variables independientes de la primera regresión.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coeficiente de correlación múltiple	0.522535864					
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.27304373					
R <sup>2</sup> ajustado	0.161204303					
Error típico	1.32137518					
Observaciones	16					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Varianza</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	2	8.525494185	4.26274709	2.44139065	0.1258357	
Residuos	13	22.69842075	1.74603237			
Total	15	31.22391494				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	1.684265498	0.689542174	2.44258518	0.02962275	0.1946002	3.1739308
Ancho máx. continuo	-0.015432428	0.007183262	-2.14838722	0.05110661	-0.03095092	8.6066E-05
Permeab. Nivel Basam.	0.000857591	0.000719188	1.19244426	0.25439897	-0.00069612	0.0024113

Figura 164: Nueva RLM para verificación de homocedasticidad – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 2)

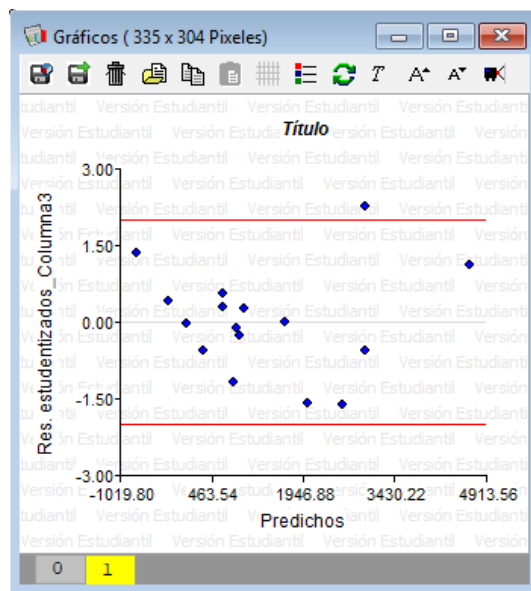
En virtud de los datos obtenidos, se calculó el *Chi cuadrado crítico*, que se comparó con el valor de la Tabla de Distribución del Chi Cuadrado, obteniéndose los valores que se muestran en **Figura 165**. En la misma se observa que el valor obtenido de Chi cuadrado (4,26) es inferior al requerido por tabla (5,99), lo cual indica la homocedasticidad de los residuos del modelo.

Chi cuad crítico=	4.262747092
gl	3
k-1	2
Valor de tabla	5.99

El modelo es homocedástico ya que  $4.26 < 5.99$

**Figura 165: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 2)**

Estos cálculos se acompañaron de la *gráfica de residuos versus predichos* de la regresión inicial, obtenida a través del software InfoStat (**Figura 166**). En este gráfico se pudo observar que la mayoría de los datos se ubicaron dentro de las líneas rojas superior e inferior, con sólo un valor por encima de la línea superior, bastante cercano a la misma. Esto convalida los cálculos precedentes.



**Figura 166: Gráfico residuos vs. predichos – Modelo patios ventilados (Alternativa 2)**

#### 4.3.4.11 Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 2

La verificación del supuesto de independencia de los residuos, se realizó utilizando la prueba de Durbin-Watson. El valor obtenido fue  $DW = 1,48$ . Este valor no se ubica dentro del intervalo requerido para cumplir el supuesto de independencia. A partir de estos datos surge que en la Alternativa 2, como ocurrió también con la Alternativa 1, los residuos no son independientes.

#### 4.3.4.12 Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 2

Como ya se indicó en la alternativa anteriormente evaluada, como otro medio de comparación de alternativas se calculó el promedio de los residuos superiores a 1, obtenidos de los cálculos de regresión.

En el caso de la segunda alternativa, el valor promedio de estos residuos fue de 0,491.

#### 4.3.4.13 Raíz del error cuadrático medio (RSME) – Alternativa 2

En la segunda alternativa desarrollada el valor obtenido de la raíz del error cuadrático medio (RSME) fue de 1047,37.

#### 4.3.4.14 Comparación de valores ordenados – Alternativa 2

De la comparación entre los *valores ordenados de las mediciones* y los *valores ordenados de los pronósticos*, surgieron los resultados que se muestran en la **Figura 167**, donde se puede observar, que los valores pronosticados no muestran ninguna relación con los valores calculados.

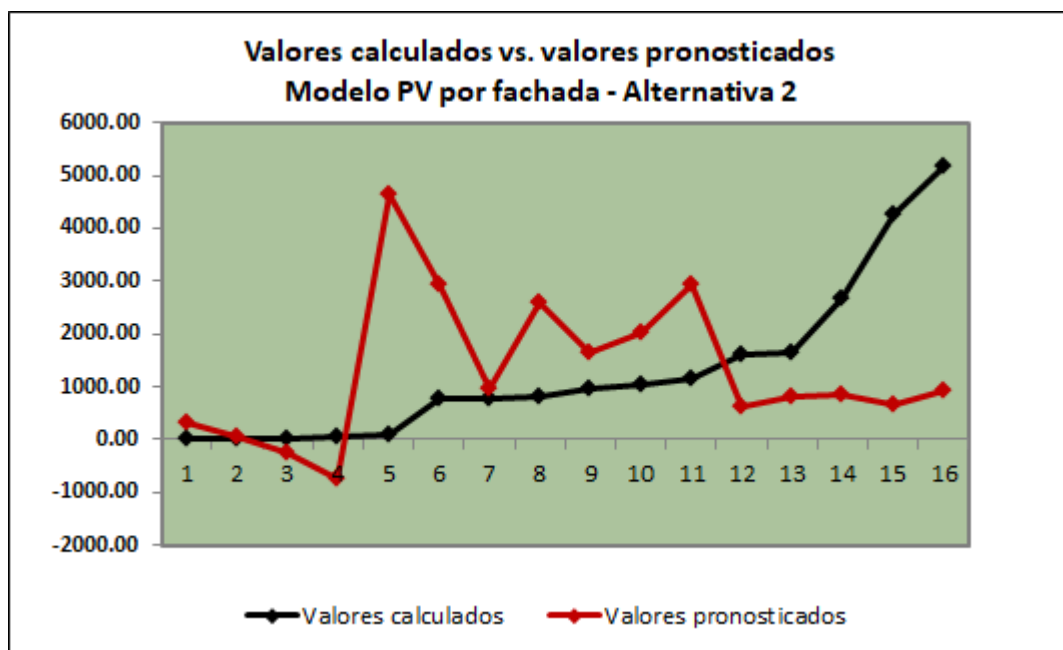


Figura 167: Valores calculados vs. Valores pronosticados – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 2)

#### Alternativa 3

En esta tercera alternativa la variable dependiente adoptada fue: *patios ventilados (PV)* y las variables independientes: *permeabilidad a nivel peatonal (PPEAT)* y *permeabilidad a nivel de basamento (PBASAM)*. Estas variables se encuentran descriptas en la **Tabla 139**.

Tabla 139: Variables independientes – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 3)

Variables Independientes	Definición	Unidad de Medida
<i>Permeabilidad a nivel Peatonal (PPEAT)</i>	Superficie de espacios vacíos registrada en la fachada completa de la cuadra, tomada entre el nivel cero (nivel de vereda) y los 3 metros de altura.	(m <sup>2</sup> )
<i>Permeabilidad a nivel de Basamento (PBASAM)</i>	Superficie de espacios vacíos registrada en la fachada completa de la cuadra, tomada entre los 3m y 12m de altura, contados desde el nivel cero (nivel de vereda).	(m <sup>2</sup> )



El cálculo se realizó para 16 evaluaciones, correspondientes a los valores totales de las fachadas enfrentadas al viento de las ocho manzanas en estudio (fachadas con orientación suroeste y sureste).

#### 4.3.4.15 Cálculo de Regresión Lineal Múltiple – Alternativa 3

En la **Figura 168**, se observan las tablas con los resultados del cálculo de Regresión Lineal Múltiple realizado sobre las 16 evaluaciones mencionadas.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0.96012439					
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.92183885					
R <sup>2</sup> ajustado	0.90981406	91%				
Error típico	458.841975					
Observaciones	16					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
		<i>Grados de libertad</i>	<i>de cuadrado de los cua</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión		2	32280012.8	16140006.4	76.66151907	6.37443E-08
Residuos		13	2736967.46	210535.958		
Total		15	35016980.2			
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	-123.216471	189.337807	-0.65077585	0.526526862	-532.2559348	285.822992
Permeab. a nivel peatonal (Ppeat)	8.42337842	1.14940911	7.32844234	5.76068E-06	5.940230994	10.9065258
Permeab. Nivel Basam. (Pbasam)	1.30171135	0.27626631	4.71179912	0.000406468	0.704874275	1.89854842

**Figura 168: Resultados del Cálculo de la RLM – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 3)**

De los resultados obtenidos surge que el *coeficiente de determinación ajustado* (R<sup>2</sup>) es de 91%, el *valor crítico de F* resultó inferior a 0,01 y el *p-valor* de cada una de las variables consideradas (Probabilidad) es inferior al 1% (0,01), cumpliéndose de este modo las pautas establecidas para la aceptación del modelo. La Ecuación de Regresión surgida de este cálculo es la siguiente:

$$\text{Patios Ventilados (SV)} = -123,21 + 8,42 \times P\text{Peat} + 1,30 \times P\text{Basam}$$

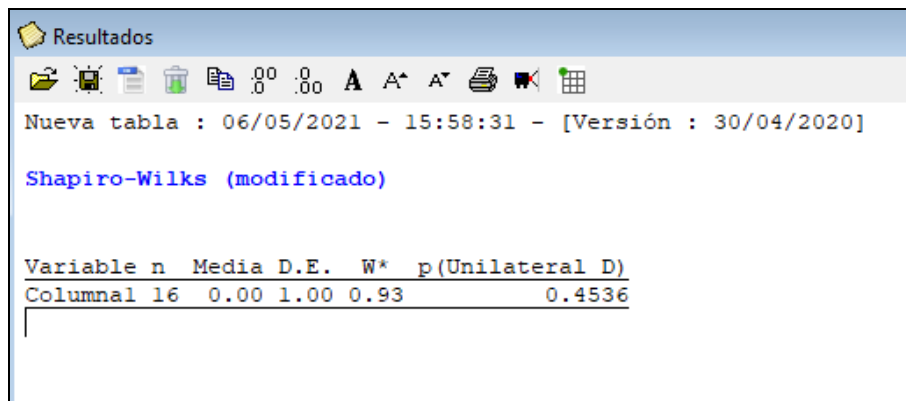
En la ecuación precedente se observa que la variable que tiene mayor peso es la permeabilidad a nivel peatonal y ambas variables presentan signo positivo, ya que existe una relación directa entre patios ventilados y permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento.

A partir de los resultados anteriores se continuó con la validación de los supuestos establecidos para los residuos obtenidos del cálculo de regresión.

#### 4.3.4.16 Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 3

A partir de los valores de “residuos” y “residuos estandarizados”, surgidos del cálculo de Regresión Lineal Múltiple, se validó el supuesto de normalidad, solamente a través de la pruebas de Shapiro-Wilks (modificado) debido a que las mediciones utilizadas en el cálculo no superan el valor de 50. Para la obtención de los resultados se utilizó el software InfoStat.

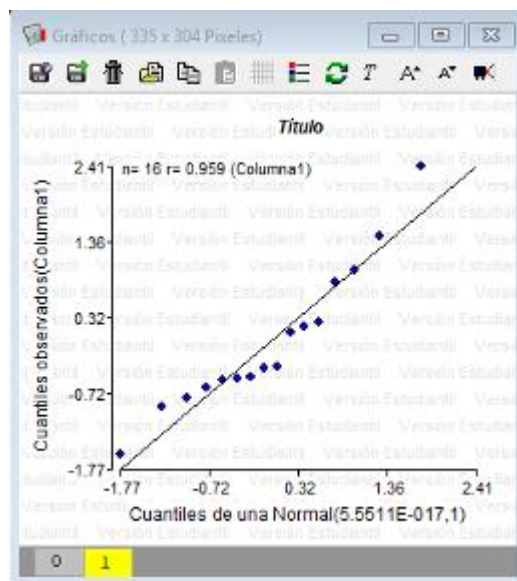
También se obtuvieron los gráficos Q-Q Plot e Histograma. En la **Figura 169**, se muestran los resultados de la prueba de verificación de normalidad mencionada.



**Figura 169: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 3)**

Como se puede observar en la figura precedente, la prueba realizada verificó con un p-valor muy superior a 0,10.

De la observación del gráfico Q-Q Plot (**Figura 170**), surge que los datos se ajustan bastante bien a la recta normal en la parte central, observándose algunos valores que se alejan de la recta en los extremos inferior y superior de la misma.



**Figura 170: Gráfico Q-QPlot – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 3)**

Además, y en la **Figura 171**, se presenta el histograma de los valores con una curva normal superpuesta. En esta alternativa también se observa que la curva se ajusta a los datos y tampoco presenta simetría, como en el caso de las otras alternativas.

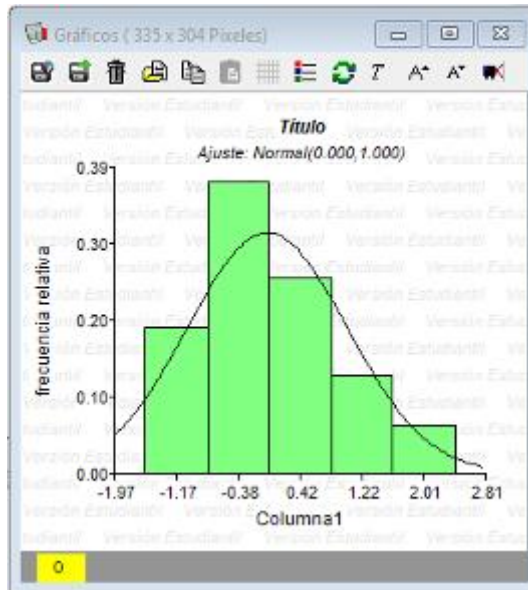


Figura 171: Histograma – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 3)

#### 4.3.4.17 Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 3

El supuesto de homocedasticidad de los residuos, se verificó utilizando la prueba de Breusch-Pagan. Esto se realizó con la misma metodología explicada en los modelos anteriores. En la **Figura 172**, se acompañan las tablas obtenida de la regresión realizada con la nueva variable dependiente ( $P_i$ ) y las variables independientes de la primera regresión.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0.468515546					
Coefficiente de determinación $R^2$	0.219506817					
$R^2$ ajustado	0.099430943					
Error típico	1.498329773					
Observaciones	16					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Media de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	2	8.207994729	4.10399736	1.82806761	0.19970974	
Residuos	13	29.1848974	2.24499211			
Total	15	37.39289213				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	0.769049833	0.618274893	1.24386392	0.2355121	-0.56665186	2.10475153
Permeab. peatonal	0.006853145	0.003753349	1.82587484	0.09091811	-0.00125547	0.01496176
Permeab. Nivel Basam.	-0.000419455	0.000902136	-0.46495713	0.64965411	-0.0023684	0.00152949

Figura 172: Nueva RLM para verificación de homocedasticidad – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 3)

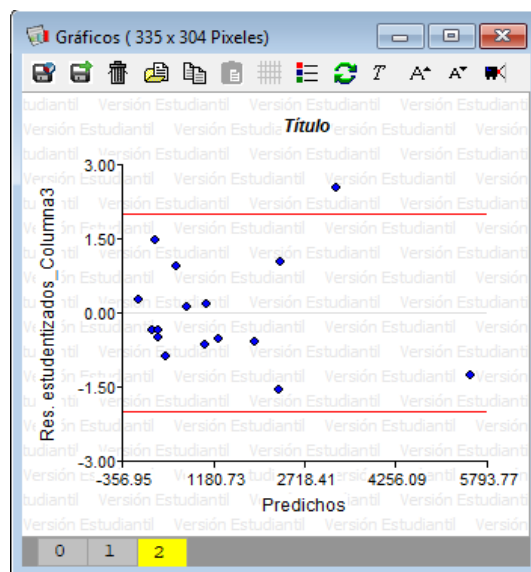
En virtud de los datos obtenidos, se calculó el *Chi cuadrado crítico*, que se comparó con el valor de la Tabla de Distribución del Chi Cuadrado, obteniéndose los valores que se muestran en la **Figura 173**, y donde puede observarse que el valor obtenido de Chi cuadrado (4,10) es inferior al requerido por tabla (5,99), lo cual indica la homocedasticidad de los residuos del modelo.

Chi cuad crítico=	4.103997365
k-1	2
Valor de tabla	5.99

El modelo es homocedástico porque  $4.10 < 5.99$

**Figura 173: Cálculo Chi Cuadrado – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 3)**

Estos cálculos se acompañaron de la *gráfica de residuos versus predichos* de la regresión inicial, obtenidas con el software InfoStat (**Figura 174**). En este gráfico se pudo observar que la mayoría de los datos se ubicaron dentro de las líneas rojas superior e inferior, con sólo un valor por encima de la línea superior, bastante cercano a la misma. Esto convalida los cálculos precedentes.



**Figura 174: Gráfico residuos vs. predichos – Modelo patios ventilados (Alternativa 3)**

#### 4.3.4.18 Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 3

La verificación del supuesto de independencia de los residuos, se realizó utilizando la prueba de Durbin-Watson. El valor obtenido fue  $DW = 2,06$ , el cual se ubica dentro del intervalo (1,50; 2,50), lo cual está indicando la independencia de los residuos en análisis.

#### 4.3.4.19 Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 3

Al igual que en las alternativas precedentes, a los efectos de la selección de la mejor alternativa, se calculó el promedio de aquellos valores de residuos superiores a 1.

En el caso de la tercera alternativa, el valor promedio de estos residuos fue de 0,339.

#### 4.3.4.20 Raíz del error cuadrático medio (RSME) – Alternativa 3

En esta tercera alternativa, el valor obtenido para la raíz del error cuadrático medio (RSME) fue de 733,08.

#### 4.3.4.21 Comparación de valores ordenados – Alternativa 3

De la comparación entre los *valores ordenados de las mediciones* y los *valores ordenados de los pronósticos*, surgieron los resultados que se muestran en la **Figura 175**, donde se puede observar, que los valores pronosticados, en general, siguen la curva de los valores calculados con algunos puntos en distintas partes de la curva que se alejan de los valores calculados, pero sin implicar un cambio de tendencia.





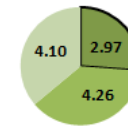

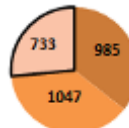
Figura 175: Valores calculados vs. Valores pronosticados – Modelo patios ventilados por fachada (Alternativa 3)

#### 4.3.4.22 Selección de la mejor alternativa

La selección entre las distintas alternativas para este modelo se realizó comparando los siguientes indicadores: *coeficiente de determinación ajustado*, *normalidad de los residuos (NR)*, *homocedasticidad de los residuos (HR)*, *independencia de los residuos (IR)*, *promedio de los residuos estandarizados (PR)* y *raíz del error cuadrático medio (RSME)*.

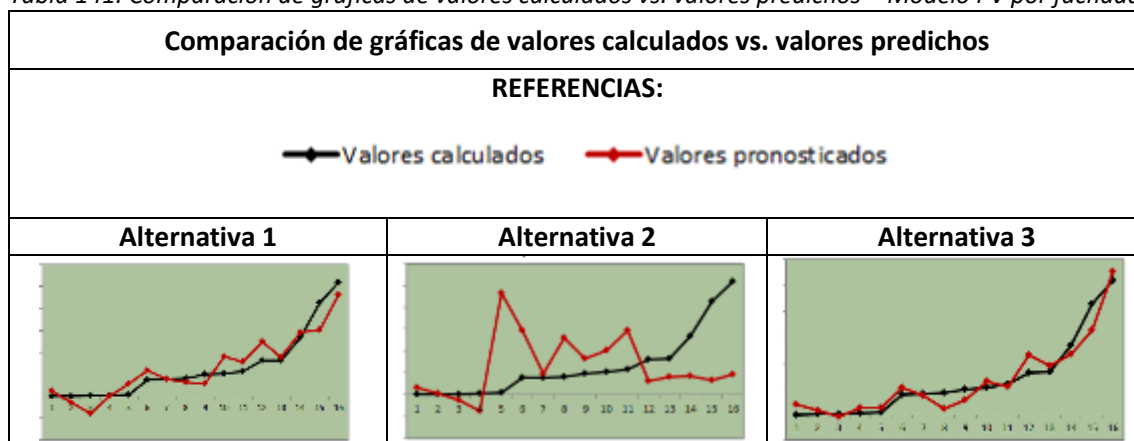
En la **Tabla 140**, se observa la comparación de los valores mencionados, donde también se resalta la alternativa que presenta los mejores valores. La **Tabla 141**, muestra la comparación gráfica de *valores calculados* versus *valores pronosticados*, a modo de resumen de lo desarrollado en cada una de las alternativas evaluadas.

Tabla 140: Comparación de indicadores para las distintas alternativas-Modelo PV por fachada

ALT	R2	Norm. (NR)	Homoced. (HR)	Independ. (IR)	Prom. Res. (PR)	RSME
		SW*	BP*	DW*		
Alternativa 1	0,84	0,77	2,97<5,99	1,45 (NV)	0,402	984,65
Alternativa 2	0,81	0,84	4,26<5,99	1,48 (NV)	0,491	1047,38
<b>Alternativa 3</b>	<b>0,91</b>	0,45	4,10<5,99	<b>2,06</b>	<b>0,339</b>	<b>733,07</b>
RESULTADOS				ALT 3 verifica		

\*SW= Prueba de Shapiro-Wilks, \*BP= Prueba de Breusch-Pagan, \*DW= Prueba de Durbin-Watson, (NV) = no verifica

Tabla 141: Comparación de gráficas de valores calculados vs. valores predichos – Modelo PV por fachada



De la observación de los datos volcados en la **Tabla 140** y las gráficas de la **Tabla 141**, surge que el modelo con mejor comportamiento es el que corresponde a la **Alternativa 3**. La selección de este modelo como la mejor opción para el cálculo de los patios ventilados por fachada, se resume en los siguientes puntos:

- Presenta el mayor valor de R<sup>2</sup>.
- En cuanto a la normalidad, presenta el menor valor (0,45), pero cumple con la condición de normalidad, al ser un valor mayor a 0,10.
- En la verificación de homocedasticidad, presenta un valor intermedio.
- Es la única alternativa que verifica la independencia de los residuos.
- Presenta el menor valor promedio de los residuos estandarizados superiores a 1, es decir, la menor dispersión de valores al tener el menor promedio de residuos grandes.
- Presenta el menor valor de residuos cuadráticos medios.

#### 4.3.4.23 Conclusión del modelo de patios ventilados por fachada

En la alternativa seleccionada, se observa que el modelo está conformado por dos variables independientes, ambas referidas a la permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento. Esto está indicando la importancia de generar vacíos en las fachadas que permitan canales de circulación de aire

$$\text{Pacios Ventilados (SV)} = -123,21 + 8,42 \times PPeat + 1,30 \times PBasam$$

El modelo en análisis, fue desarrollado para predecir los patios ventilados totales de las fachadas enfrentadas al viento de las manzanas urbanas, y arrojó un valor del coeficiente de correlación del 91%, por lo cual se entiende que puede constituir una herramienta de mucha utilidad en el planeamiento urbano, para favorecer la ventilación en entornos construidos muy densificados.

#### 4.3.5 Modelo de Sombra de Viento por fachada

En el modelo de “sombra de viento” realizado con valores totales de fachadas enfrentadas al viento, también se desarrollaron tres alternativas, obtenidas de la combinación de distintas variables, para luego seleccionar la alternativa con el mejor comportamiento, surgido de la comparación de los valores obtenidos en las distintas verificaciones realizadas.

Por otra parte, en este modelo se diferenciaron las variables “profundidad máxima” y “ancho máximo” según la orientación sureste o suroeste de las fachadas enfrentadas al viento, ya que se observó que el comportamiento de las mismas con relación a la variable dependiente se invierte según la orientación de la fachada. La expresión visual de este comportamiento se puede observar en los planos de Sombra de Viento confeccionados para los distintos sectores en análisis, los cuales se agregan en **Anexo Planos**.

##### Alternativa 1

En este modelo se adoptó la variable dependiente *sombra de viento (SV)* y las variables independientes: *profundidad máxima/ancho máximo para las fachadas enfrentadas al sureste (Pmax/Amax (SE))* y *ancho máximo/profundidad máxima para las fachadas enfrentadas al suroeste (Pmax/Amax (SO))*. Estas variables se encuentran descriptas en la **Tabla 142**.

Tabla 142: Variables independientes – Modelo de sombra de viento por fachadas (Alternativa 1)

Variables Independientes	Definición	Unidad de Medida
<i>Rel. Prof Max.-Ancho Max al SE (Pmax/Amax-SE)</i>	Cociente entre la máxima profundidad de todo el bloque constructivo de la cuadra y el máximo ancho registrado, de las fachadas enfrentadas al Sureste.	adimensional
<i>Rel Ancho Max-Prof. Máx al SO (Amax/Pmax-SO)</i>	Cociente entre la máxima profundidad de todo el bloque constructivo de la cuadra y el máximo ancho registrado, de las fachadas enfrentadas al Suroeste.	adimensional

El cálculo se realizó para 16 evaluaciones, correspondientes a los valores totales de las fachadas enfrentadas al viento de las ocho manzanas en estudio (fachadas con orientación Suroeste y Sureste).

##### 4.3.5.1 Cálculo de Regresión Lineal Múltiple – Alternativa 1

En la **Figura 176**, se observan las tablas con los resultados del cálculo de Regresión Lineal Múltiple realizado sobre las 16 evaluaciones mencionadas.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coeficiente de correlación múltiple	0.92484774					
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.85534334					
R <sup>2</sup> ajustado	0.81917918	82%				
Error típico	296.55317					
Observaciones	16					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
		<i>Grados de libertad</i>	<i>de cuadrado de los cua</i>	<i>F</i>	<i>valor crítico de F</i>	
Regresión		3	6240055.36	2080018.45	23.6516828	2.5149E-05
Residuos		12	1055325.39	87943.7828		
Total		15	7295380.76			
	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	-12.9444836	206.130816	-0.06279742	0.95096171	-462.06495	436.175983
Prof. Máxima (ProfMax)	13.2269451	5.4957571	2.40675577	0.03310816	1.25271903	25.2011712
Pmax/Amax (SE)	781.89071	141.121508	5.54054958	0.00012769	474.413359	1089.36806
Amax/Pmax (SO)	305.514021	48.8938403	6.24851759	4.2639E-05	198.983495	412.044548

**Figura 176: Resultados del Cálculo de la RLM – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 1)**

De los resultados obtenidos surge que el *coeficiente de determinación ajustado* (R<sup>2</sup>) es de 82%, el *valor crítico de F* resultó inferior a 0,01 y el *p-valor* de cada una de las variables consideradas (Probabilidad) es inferior al 1% (0,01), cumpliéndose de este modo las pautas establecidas para la aceptación del modelo. La Ecuación de Regresión surgida de este cálculo es la siguiente:

$$\text{Sombra de Viento (SV)} = -12,94 + 13,23 \times \text{ProfMax} + 781,89 \times \text{Pmax/Amax(SE)} + 305,51 \times \text{Amax/Pmax(SO)}$$

En la ecuación precedente se observa que la variable que tiene mayor peso en la misma es el cociente entre la profundidad máxima y el ancho máximo de las fachadas con orientación sureste. Además, todas las variables tienen signo positivo, lo que está indicando que hay una relación directa entre estas dimensiones de la construcción y la sombra de viento que generarán.

A partir de los resultados anteriores se continuó con la validación de los supuestos establecidos para los residuos obtenidos del cálculo de regresión.

#### 4.3.5.2 Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 1

A partir de los valores de “residuos” y “residuos estandarizados”, surgidos del cálculo de Regresión Lineal Múltiple, se validó el supuesto de normalidad, utilizando sólo la prueba de Shapiro-Wilks (modificado) debido a que la cantidad de mediciones utilizadas en el cálculo no superan el valor de 50. Para la obtención de los resultados se utilizó el software InfoStat. También se obtuvieron los gráficos Q-Q Plot e Histograma. En la **Figura 177**, se muestran los resultados de la prueba de Shapiro-Wilks.



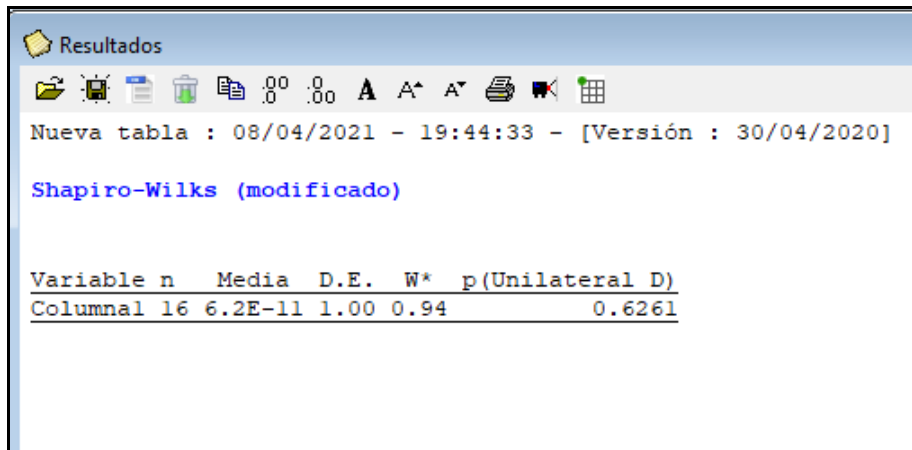


Figura 177: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 1)

Como puede observarse en los resultados que muestra la figura precedente, la prueba realizada verificó con un p-valor muy superior a 0,10.

De la observación del gráfico Q-Q Plot (**Figura 178**), surge que los datos se ajustan bastante bien a la recta normal, observándose algunos valores más dispersos en el extremo inferior de la misma.

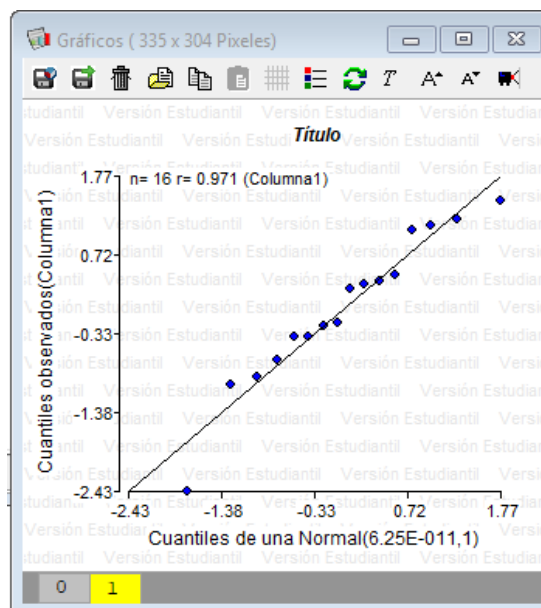


Figura 178: Gráfico Q-QPlot – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 1)

En tanto, en la **Figura 179**, se presenta el histograma de los valores con una curva normal superpuesta, la cual si bien se ajusta a los datos, no presenta simetría y se observa que en la parte central de la gráfica, los valores se alejan más de la curva.

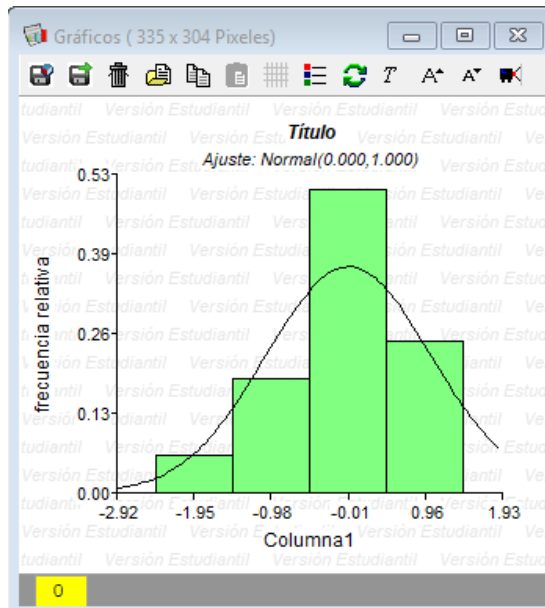


Figura 179: Histograma – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 1)

#### 4.3.5.3 Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 1

El supuesto de homocedasticidad de los residuos, se verificó utilizando la prueba de Breusch-Pagan. Esto se realizó con la misma metodología explicada en los modelos anteriores. En la **Figura 180**, se acompaña la tabla obtenida en la regresión realizada con la nueva variable dependiente ( $P_i$ ) y las variables independientes de la primera regresión.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0.25443609					
Coefficiente de determinación $R^2$	0.06473772					
$R^2$ ajustado	-0.16907784					
Error típico	1.69270954					
Observaciones	16					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	3	2.379962647	0.793320882	0.276875164	0.84100576	
Residuos	12	34.38318714	2.865265595			
Total	15	36.76314978				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	1.6247264	1.196261494	1.358169942	0.199396873	-0.98170349	4.2311563
Prof. Máxima	-0.0231668	0.029397299	-0.788058756	0.445950829	-0.08721801	0.04088441
Pmax/A (SE)	0.11140078	0.713427681	0.156148672	0.878511958	-1.4430246	1.66582617
A/P max (SO)	0.09626743	0.274892267	0.350200565	0.732258215	-0.50267137	0.69520622

Figura 180: Nueva RLM para verificación de homocedasticidad – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 1)

En virtud de los datos obtenidos, se calculó el *Chi cuadrado crítico*, que se comparó con el valor de la Tabla de Distribución del Chi Cuadrado, obteniéndose los valores que se muestran en la **Figura 181**, y donde se puede observar que el valor obtenido de Chi cuadrado (1,19) es muy inferior al requerido por tabla (7,81), lo cual indica la homocedasticidad de los residuos del modelo.

Chi cuadr. Crítico =	1.18998132
gl	4
K-1	3
Chi de tabla	7.81

El modelo es homocedástico porque  $1.189 < 7.81$

Figura 181: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 1)

Estos cálculos se acompañaron de la *gráfica de residuos versus predichos* de la regresión inicial obtenida con el software InfoStat. En este gráfico (**Figura 182**) se pudo observar que la mayoría de los datos se ubicaron dentro de las líneas rojas superior e inferior, con sólo un valor coincidente con la línea superior. Esto convalida los cálculos precedentes.

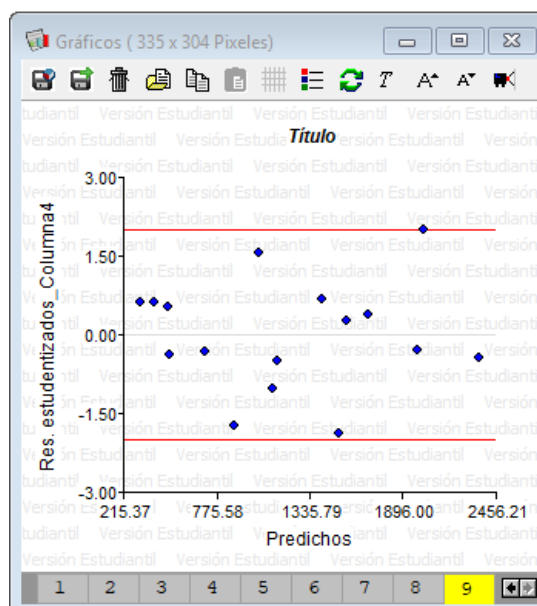


Figura 182: Gráfico residuos vs. predichos – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 1)

#### 4.3.5.4 Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 1

La verificación del supuesto de independencia de los residuos, se realizó utilizando la prueba de Durbin-Watson. El valor obtenido fue  $DW = 2,34$ . Como este valor se ubica dentro del intervalo establecido (1,5; 2,5), podemos decir que los residuos del modelo en análisis son independientes.

#### 4.3.5.5 Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 1

Para la mejor evaluación de las alternativas planteadas, a partir de los datos de residuos estandarizados obtenidos de la regresión, se calculó el promedio de aquellos valores de residuos superiores a 1. Es decir, el conjunto de los valores más altos de residuos obtenidos.

En el caso de esta primera alternativa, el valor promedio de estos residuos fue de 0,515.

#### 4.3.5.6 Raíz del error cuadrático medio – Alternativa 1

Como en el caso del modelo anterior de patios ventilados por fachada, en este modelo también se calculó la raíz del error cuadrático medio (RSME), como otra herramienta de comparación entre alternativas.

En el caso de esta primera alternativa, el RSME fue de 455,20.

#### 4.3.5.7 Comparación de valores ordenados – Alternativa 1

Luego se compararon los *valores ordenados de las mediciones* y los *valores ordenados de los pronósticos*. Los resultados obtenidos se muestran en la **Figura 183**, donde se puede observar, que en general los valores pronosticados siguen la tendencia de la curva de valores calculados, con algunos valores más alejados en el inicio de la curva.

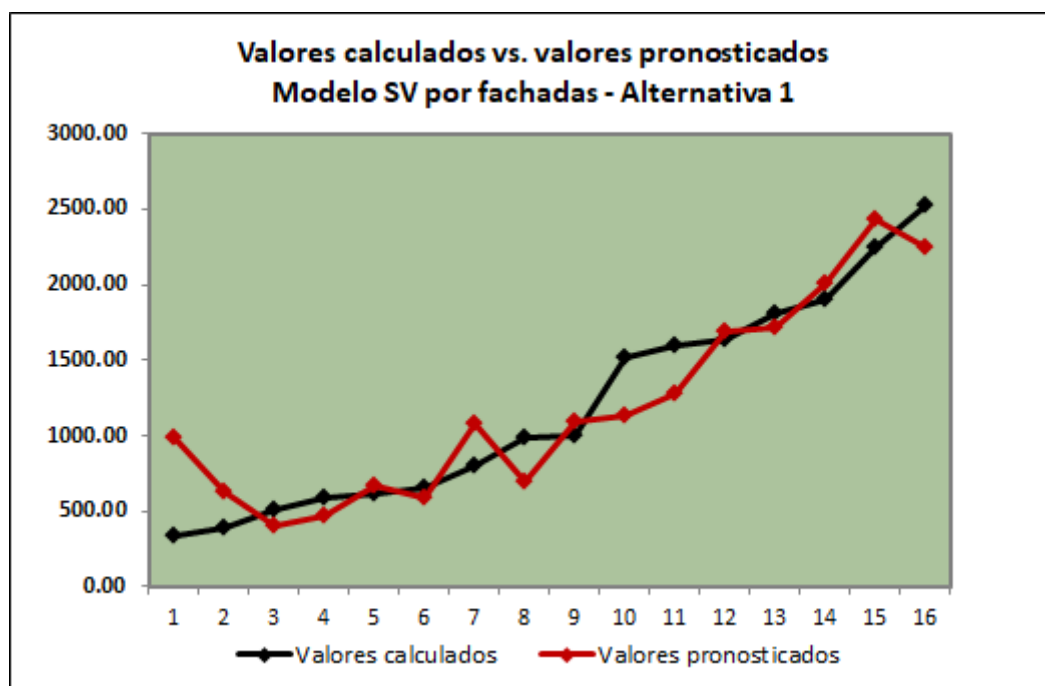


Figura 183: Valores calculados vs. Valores pronosticados – Modelo sombra de viento por fachadas (Alternativa 1)

#### Alternativa 2

En este modelo la variable dependiente adoptada fue: *sombra de viento (SV)* y las variables independientes fueron las siguientes: *profundidad máxima/ancho máximo continuo cuando el ángulo de orientación de la fachada sea mayor a 45° (Profmax/AMCB(> 45°))* y *ancho máximo/profundidad máxima cuando el ángulo de orientación de la fachada sea menor a 45° (Profmax/AMCB (< 45°))*. Estas variables se encuentran descritas en la **Tabla 143**.

Tabla 143: Variables independientes – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 2)

Variables Independientes	Definición	Unidad de Medida
Rel. Prof Max.-AMCB cuando ANG > 45° (ProfMax/AMCB (>45°))	Cociente entre la máxima profundidad de todo el bloque constructivo de la cuadra y el máximo ancho registrado, cuando el ángulo de orientación de la fachada (ANG) sea mayor a 45°.	Adimensional

Variables Independientes	Definición	Unidad de Medida
Rel AMCB-Prof. Máx cuando ANG < 45º (AMCB/ProfMax (<45º))	Cociente entre el máximo ancho de todo el bloque constructivo de la cuadra y la máxima profundidad registrada, cuando el ángulo de orientación de la fachada (ANG) sea menor a 45º	Adimensional

El cálculo se realizó para 16 evaluaciones, correspondientes a los valores totales de las fachadas enfrentadas al viento de las ocho manzanas en estudio (fachadas con orientación suroeste y sureste).

#### 4.3.5.8 Cálculo Regresión Lineal Múltiple – Alternativa 2

En la **Figura 184**, se observan las tablas con los resultados del cálculo de Regresión Lineal Múltiple realizado sobre las 16 evaluaciones mencionadas.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0.92628					
Coefficiente de determinación R^2	0.85799464					
R^2 ajustado	0.82249331		82%			
Error típico	293.822954					
Observaciones	16					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Grados de libertad de cuadrado de los cua</i>						
				<i>F</i>	<i>valor crítico de F</i>	
Regresión	3	6259397.62	2086465.87	24.1679517	2.2536E-05	
Residuos	12	1035983.14	86331.9281			
Total	15	7295380.76				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	-147.546994	202.564822	-0.72839397	0.48034595	-588.897826	293.803838
Prof. Máxima (ProfMax)	16.294098	5.11254497	3.18708159	0.00781775	5.15481938	27.4333765
Pmax/Amx (>45º)	742.584911	129.331021	5.74173855	9.283E-05	460.796822	1024.373
Amx/Pmax (<45º)	309.587523	48.5886315	6.37160409	3.5486E-05	203.72199	415.453057

**Figura 184: Resultados del Cálculo de la RLM – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 2)**

De los resultados obtenidos surge que el *coeficiente de determinación ajustado* (R<sup>2</sup>) es de 82%, el *valor crítico de F* resultó inferior a 0,01 y el *p-valor* de cada una de las variables consideradas (Probabilidad) es inferior al 1% (0,01), cumpliéndose de este modo las pautas establecidas para la aceptación del modelo. La Ecuación de Regresión surgida de este cálculo es la siguiente:

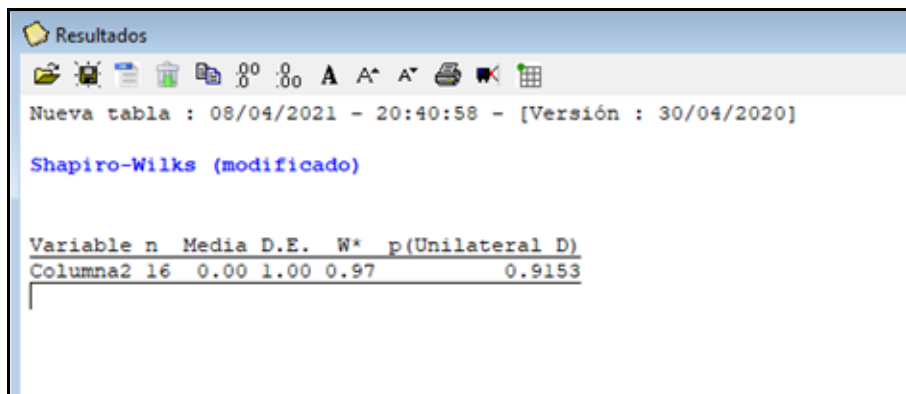
$$\text{Sombra de Viento (SV)} = -147,55 + 16,29 \times \text{ProfMax} + 742,58 \times \text{ProfMax/AMCB}(>45^\circ) + 309,59 \times \text{AMCB/ProfMax}(<45^\circ)$$

En la ecuación precedente se observa que la variable que tiene mayor peso es el cociente entre la profundidad máxima y el ancho máximo para fachadas con ángulo de orientación mayor a 45º. Además, todas las variables tienen signo positivo, lo que está indicando que hay una relación directa entre estas dimensiones de la construcción y la sombra de viento que generarán. Esto también se observó en la Alternativa 1.

A partir de los resultados anteriores se continuó con la validación de los supuestos establecidos para los residuos obtenidos del cálculo de regresión.

#### 4.3.5.9 Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 2

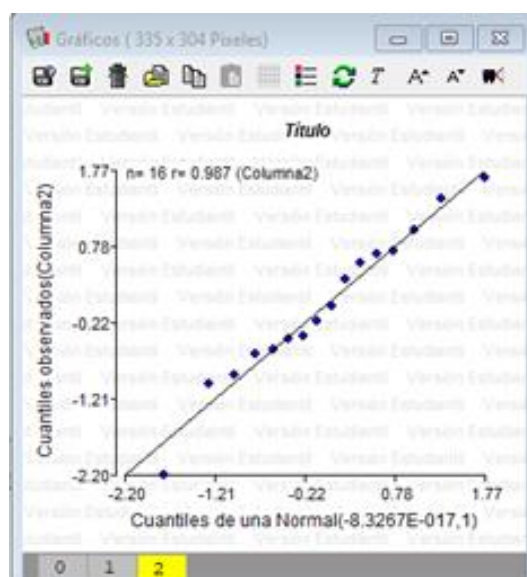
A partir de los valores de “residuos” y “residuos estandarizados”, surgidos del cálculo de Regresión Lineal Múltiple, se validó el supuesto de normalidad, utilizando sólo la prueba de Shapiro-Wilks (modificado) debido a que la cantidad de mediciones utilizadas en el cálculo no superan el valor de 50. Para la obtención de los resultados se utilizó el software InfoStat. También se obtuvieron los gráficos Q-Q Plot e Histograma. En la **Figura 185**, se muestran los resultados de la prueba de normalidad mencionada.



**Figura 185:** Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 2)

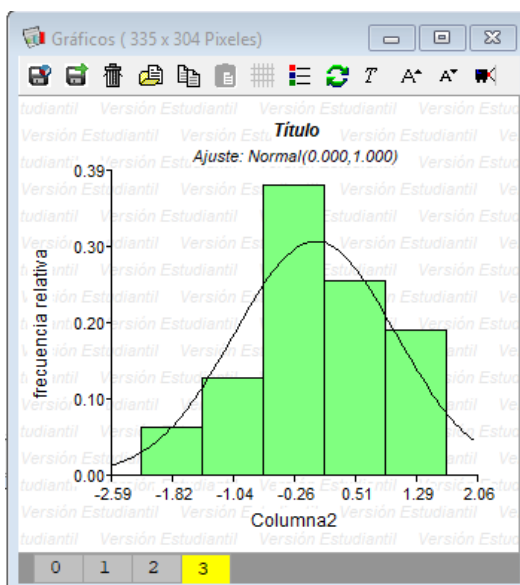
Como puede observarse en los resultados que muestra la figura precedente, la prueba realizada verificó con un p-valor muy superior a 0,10.

De la observación del gráfico Q-Q Plot (**Figura 186**), surge que los datos se ajustan bastante bien a la recta normal, presentándose algunos valores más dispersos en el extremo inferior de la misma.



**Figura 186:** Gráfico Q-QPlot – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 2)

Además, en la **Figura 187**, se presenta el histograma de los valores con una curva normal superpuesta, la cual si bien se ajusta a los datos, no presenta simetría y se observa que en la parte central de la gráfica, los valores se alejan más de la curva.



**Figura 187: Histograma – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 2)**

#### 4.3.5.10 Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 2

El supuesto de homocedasticidad de los residuos, se verificó utilizando la prueba de Breusch-Pagan. Esto se realizó con la misma metodología explicada en los modelos anteriores. En la **Figura 188**, se acompañan las tablas obtenidas de la regresión realizada con la nueva variable dependiente ( $P_i$ ) y las variables independientes de la primera regresión.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0.29298018					
Coefficiente de determinación $R^2$	0.08583739					
$R^2$ ajustado	-0.14270327					
Error típico	1.44445607					
Observaciones	16					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	3	2.350947669	0.783649223	0.375589143	0.77224691	
Residuos	12	25.03744015	2.086453346			
Total	15	27.38838782				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	1.56599368	0.995824128	1.572560491	0.141802306	-0.60372071	3.73570807
Prof. Máxima	-0.0249328	0.025133661	-0.992008421	0.34077567	-0.07969435	0.02982874
Pmax/A (SE)	0.31240691	0.635801175	0.491359439	0.632036207	-1.07288485	1.69769867
A/P max (SO)	0.10507055	0.238865422	0.439873426	0.667846621	-0.41537249	0.6255136

**Figura 188: Nueva RLM para verificación de homocedasticidad – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 2)**

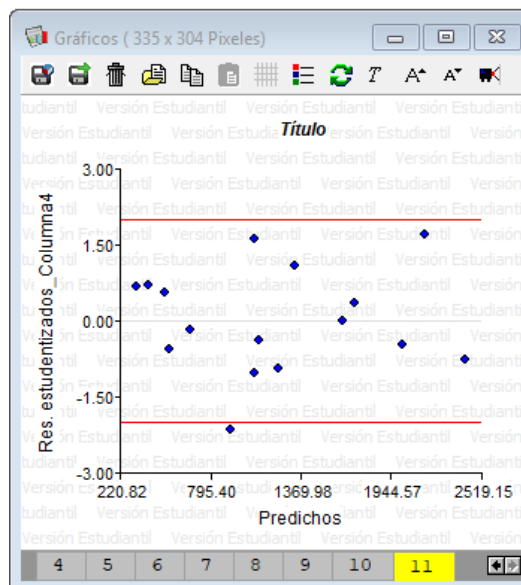
En virtud de los datos obtenidos, se calculó el *Chi cuadrado crítico*, que se comparó con el valor de la Tabla de Distribución del Chi Cuadrado, obteniéndose los valores que se muestran en la **Figura 189**. En esta figura se puede observar que el valor obtenido de Chi cuadrado (1,17) es muy inferior al requerido por tabla (7,81), lo cual indica la homocedasticidad de los residuos del modelo.

Chi cuadr. Crítico =	<b>1.17547383</b>
gl	4
k-1	3
Chi de tabla	<b>7.81</b>

**El modelo es homocedástico porque  $1.175 < 7.81$**

**Figura 189: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 2)**

Estos cálculos se acompañaron de la *gráfica de residuos versus predichos* de la regresión inicial obtenida a través del software InfoStat. En este gráfico (**Figura 190**) se pudo observar que la mayoría de los datos se ubicaron dentro de las líneas rojas superior e inferior, con sólo un valor por ubicado por debajo, pero muy cerca de la línea inferior. Esto convalida los cálculos precedentes.



**Figura 190: Gráfico residuos vs. predichos – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 2)**

#### 4.3.5.11 Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 2

La verificación del supuesto de independencia de los residuos, se realizó utilizando la prueba de Durbin-Watson. El valor obtenido fue  $DW = 2,21$ . Como este valor se ubica dentro del intervalo establecido (1,5; 2,5), podemos decir que los residuos del modelo en análisis son independientes.



#### 4.3.5.12 Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 2

En esta alternativa también se calculó el promedio de aquellos valores de residuos superiores a 1, como medio de comparación de alternativas.

En el caso de la segunda alternativa, el valor promedio de estos residuos fue de 0,394.

#### 4.3.5.13 Raíz del error cuadrático medio – Alternativa 2

En el caso de la segunda alternativa, el valor obtenido para la raíz del error cuadrático medio el (RSME) fue de 451,01.

#### 4.3.5.14 Comparación de valores ordenados – Alternativa 2

Luego se compararon los *valores ordenados de las mediciones y los valores ordenados de los pronósticos*. Los resultados obtenidos se muestran en la **Figura 191**, donde se puede observar, que en general los valores pronosticados siguen la tendencia de la curva de valores calculados, con algunos valores más alejados en el inicio de la curva.

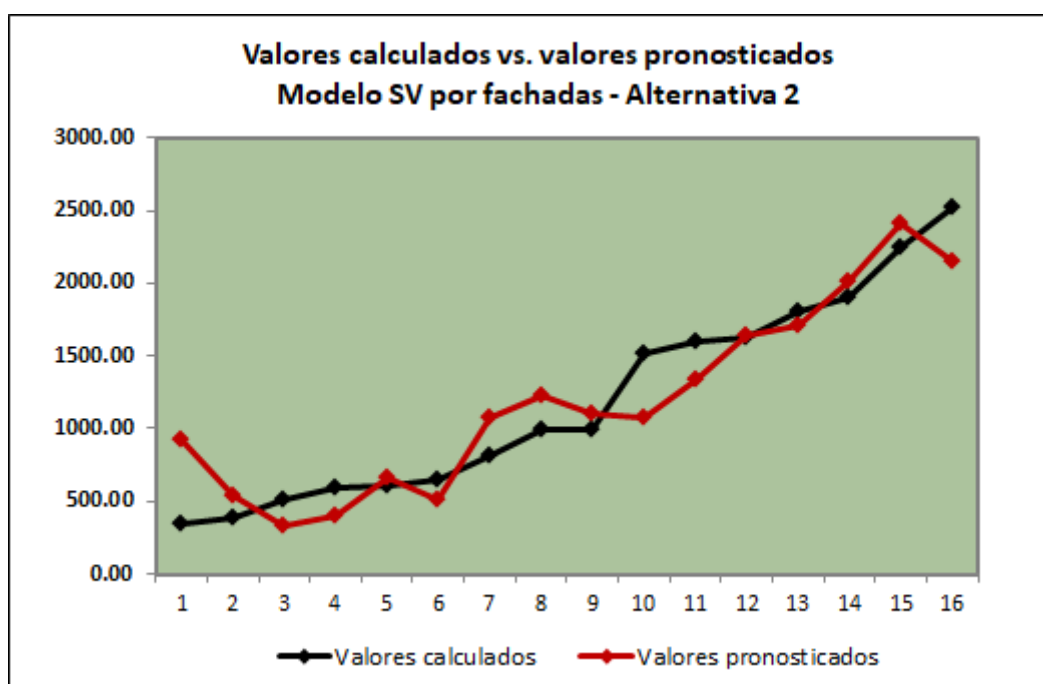


Figura 191: Valores calculados vs. Valores pronosticados – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 2)

### Alternativa 3

En este modelo se adoptó la variable dependiente *sombra de viento (SV)* y las variables independientes fueron las mismas variables que se utilizaron en la Alternativa 2, con el agregado que, cuando el ángulo de orientación de la fachada resultó ser igual a 0°, ambas variables ( $ProfMax/AMCB > 45^\circ$  y  $AMCB/ProfMax < 45^\circ$ ) tomaron valor cero para el cálculo.

Así las variables independientes utilizadas en esta alternativa fueron: *profundidad máxima/ancho máximo continuo cuando el ángulo de orientación de la fachada sea mayor a 45° ( $ProfMax/AMCB (> 45^\circ)$ )* y *ancho máximo/profundidad máxima cuando el ángulo de orientación de la fachada sea menor a 45° ( $ProfMax/AMCB(< 45^\circ)$ )*. Estas variables se encuentran descriptas en la **Tabla 144**.

**Tabla 144: Variables independientes – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 3)**

Variables Independientes	Definición	Unidad de Medida
<i>Rel. Prof Max.-Ancho Max cuando ANG &gt; 45° (ProfMax/AMCB(&gt;45°))</i>	Cociente entre la máxima profundidad de todo el bloque constructivo de la cuadra y el máximo ancho registrado, cuando el ángulo de orientación de la fachada (ANG) sea mayor que 45°.	Adimensional
<i>Rel Ancho Max-Prof. Máx cuando ANG &lt; 45° (AMCB/Profmax (&lt;45°))</i>	Cociente entre el máximo ancho de todo el bloque constructivo de la cuadra y la máxima profundidad registrada, cuando el ángulo de orientación de la fachada (ANG) sea menor que 45°	Adimensional

El cálculo se realizó para 16 evaluaciones, correspondientes a los valores totales de las fachadas enfrentadas al viento de las ocho manzanas en estudio (fachadas con orientación suroeste y sureste).

#### 4.3.5.15 Cálculo de Regresión Lineal Múltiple – Alternativa 3

En la **Figura 192**, se observan las tablas con los resultados del cálculo de Regresión Lineal Múltiple realizado sobre las 16 evaluaciones mencionadas.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coeficiente de correlación múltiple	0.95441745					
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.91091268					
R <sup>2</sup> ajustado	0.88864084	89%				
Error típico	232.724077					
Observaciones	16					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	de cuadrado de los cua	F	valor crítico de F		
Regresión	3	6645454.8	2215151.6	40.8997656	1.4089E-06	
Residuos	12	649925.954	54160.4962			
Total	15	7295380.76				
	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	6.25894173	152.728248	0.0409809	0.96798507	-326.507324	339.025207
Prof. Máxima (ProfMax)	13.2940972	4.08529849	3.25413119	0.00690335	4.39299647	22.195198
Pmax/Amx (>45°)	724.629037	100.084585	7.2401663	1.0284E-05	506.563459	942.694614
Amx/Pmax (<45°)	316.55606	37.3479448	8.47586292	2.071E-06	235.181879	397.930242

**Figura 192: Resultados del Cálculo de la RLM – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 3)**

De los resultados obtenidos surge que el *coeficiente de determinación ajustado* (R<sup>2</sup>) es de 89% (mayor al obtenido en las alternativas anteriores), el *valor crítico de F* resultó inferior a 0,01 y el *p-valor* de cada una de las variables consideradas (Probabilidad) es inferior al 1% (0,01), cumpliéndose de este modo las pautas establecidas para la aceptación del modelo. La Ecuación de Regresión surgida de este cálculo es la siguiente:

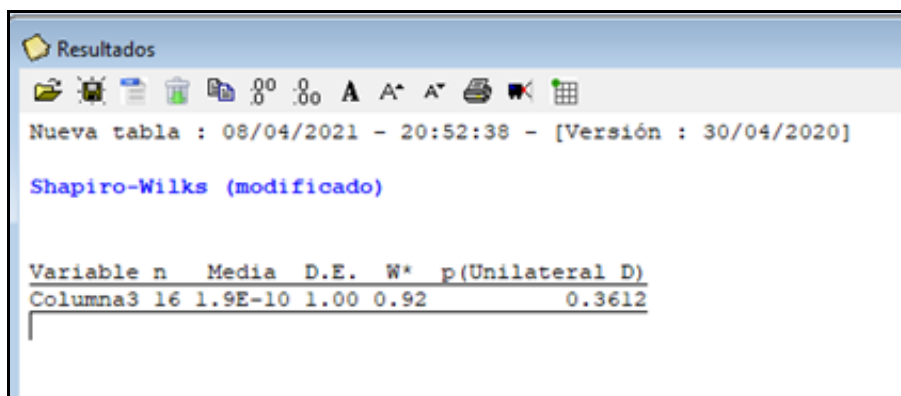
$$\text{Sombra de Viento (SV)} = 6,25 + 13,29 \times \text{ProfMax} + 724,63 \times \text{ProfMax/AMCB}(>45^\circ) + 316,56 \times \text{AMCB/ProfMax}(<45^\circ)$$

En la ecuación precedente se observa que la variable que tiene mayor peso es el cociente entre la profundidad máxima y el ancho máximo para fachadas con ángulo de orientación mayor a 45°. Además, todas las variables tienen signo positivo, lo que está indicando que hay una relación directa entre estas dimensiones de la construcción y la sombra de viento que generarán, como también se observó en las otras alternativas evaluadas para este modelo.

A partir de los resultados anteriores se continuó con la validación de los supuestos establecidos para los residuos obtenidos del cálculo de regresión.

#### 4.3.5.16 Supuesto de Normalidad de los Residuos – Alternativa 3

A partir de los valores de “residuos” y “residuos estandarizados”, surgidos del cálculo de Regresión Lineal Múltiple, se validó el supuesto de normalidad, utilizando sólo la prueba de Shapiro-Wilks (modificado) debido a que la cantidad de mediciones utilizadas en el cálculo no superan el valor de 50. Para la obtención de los resultados se utilizó el software InfoStat. También se obtuvieron los gráficos Q-Q Plot e Histograma. En la **Figura 193**, se muestran los resultados de la prueba de Shapiro-Wilks.



**Figura 193: Prueba Shapiro-Wilks (modificado) – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 3)**

Como puede observarse en los resultados que muestra la figura precedente, la prueba realizada verificó con un p-valor muy superior a 0,10.

Al observar el gráfico Q-Q Plot (**Figura 194**), surge que los datos se ajustan bastante bien a la recta normal, observándose algunos valores más dispersos en el extremo inferior de la misma, pero con menor dispersión que en las alternativas evaluadas precedentemente.

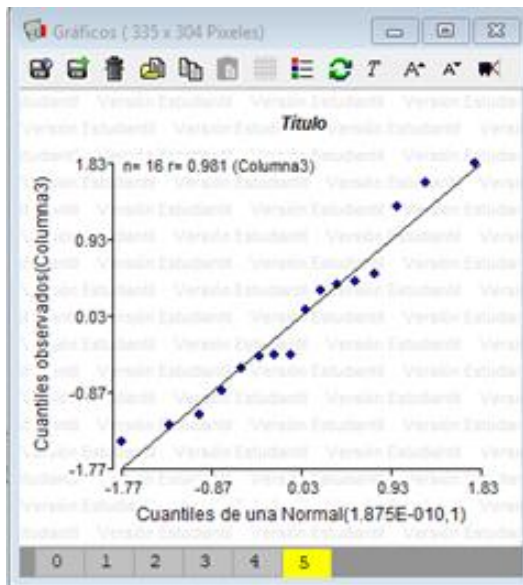


Figura 194: Gráfico Q-QPlot – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 3)

En tanto, en la **Figura 195**, se presenta el histograma de los valores con una curva normal superpuesta, la cual si bien se ajusta a los datos, no presenta simetría y se observa que en los laterales de la gráfica, los valores se alejan más de la curva.

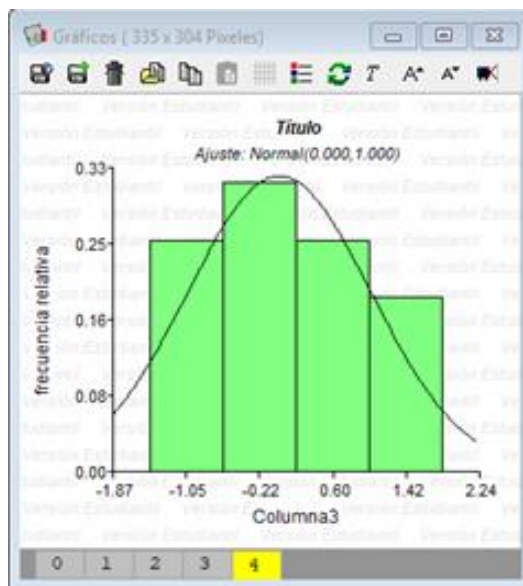


Figura 195: Histograma – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 3)

#### 4.3.5.17 Supuesto de Homocedasticidad de los Residuos – Alternativa 3

El supuesto de homocedasticidad de los residuos, se verificó utilizando la prueba de Breusch-Pagan. Esto se realizó con la misma metodología explicada en los modelos anteriores. En la **Figura 196**, se acompaña la tabla obtenida de la regresión realizada con la nueva variable dependiente ( $P_i$ ) y las variables independientes de la primera regresión.

Resumen						
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0.47371614					
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0.22440698					
R <sup>2</sup> ajustado	0.03050873					
Error típico	0.6733248					
Observaciones	16					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Medio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	3	1.574102249	0.52470075	1.157344004	0.36619639	
Residuos	12	5.440395403	0.453366284			
Total	15	7.014497652				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	0.49497187	0.441878286	1.120154315	0.284566627	-0.46779821	1.45774195
Prof. Máxima	-0.00624848	0.011819717	-0.528648632	0.606688801	-0.03200143	0.01950447
Pmax/A (SE)	0.53170828	0.289567945	1.836212501	0.091212	-0.09920607	1.16262263

**Figura 196: Nueva RLM para verificación de homocedasticidad – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 3)**

En virtud de los datos obtenidos, se calculó el *Chi cuadrado crítico*, que se comparó con el valor de la Tabla de Distribución del Chi Cuadrado, obteniéndose los valores que se muestran en la **Figura 197**. En esta figura se observa que el valor obtenido de Chi cuadrado (0,78) es muy inferior al requerido por tabla (7,81), lo cual indica la homocedasticidad de los residuos del modelo, y el mejor comportamiento en comparación con las anteriores alternativas.

<i>Chi cuadr. Crítico =</i>	<b>0.78705112</b>
<i>gl</i>	4
<i>k-1</i>	3
<i>Chi de tabla</i>	<b>7.81</b>

**El modelo es homocedástico porque 0.78 < 7.81**

**Figura 197: Cálculo de Chi Cuadrado – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 3)**

Estos cálculos se acompañaron de la *gráfica de residuos versus predichos* de la regresión inicial obtenida del software InfoStat. En este gráfico (**Figura 198**) se pudo observar que la mayoría de los datos se ubicaron dentro de las líneas rojas superior e inferior, con sólo un valor ubicado por encima, pero muy cerca de la línea superior. Esto convalida los cálculos precedentes.

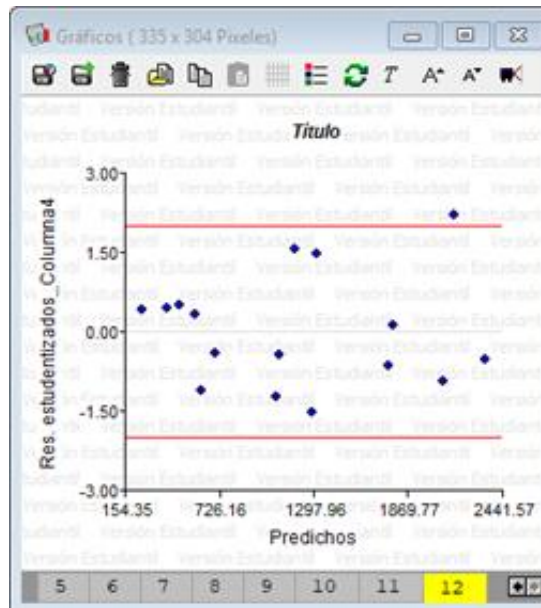


Figura 198: Gráfico residuos vs. predichos – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 3)

#### 4.3.5.18 Supuesto de Independencia de los Residuos – Alternativa 3

La verificación del supuesto de independencia de los residuos, se realizó utilizando la prueba de Durbin-Watson. El valor obtenido fue  $DW = 1,56$ . Como este valor se ubica dentro del intervalo establecido (1,5; 2,5), podemos decir que los residuos del modelo en análisis son independientes.

#### 4.3.5.19 Promedio de los residuos estandarizados – Alternativa 3

En el caso de la tercera alternativa, el valor promedio de los residuos con valores superiores a 1 fue de 0,537.

#### 4.3.5.20 Raíz del error cuadrático medio – Alternativa 3

En esta tercera alternativa el valor obtenido de la raíz del error cuadrático medio (RSME), fue de 357,23.

#### 4.3.5.21 Comparación de valores ordenados – Alternativa 3

Luego se compararon los *valores ordenados de las mediciones* y los *valores ordenados de los pronósticos*. Los resultados obtenidos se muestran en la **Figura 199**, donde se puede observar, que en general los valores pronosticados siguen la tendencia de la curva de valores calculados, con algunos valores más alejados en el centro de la curva.

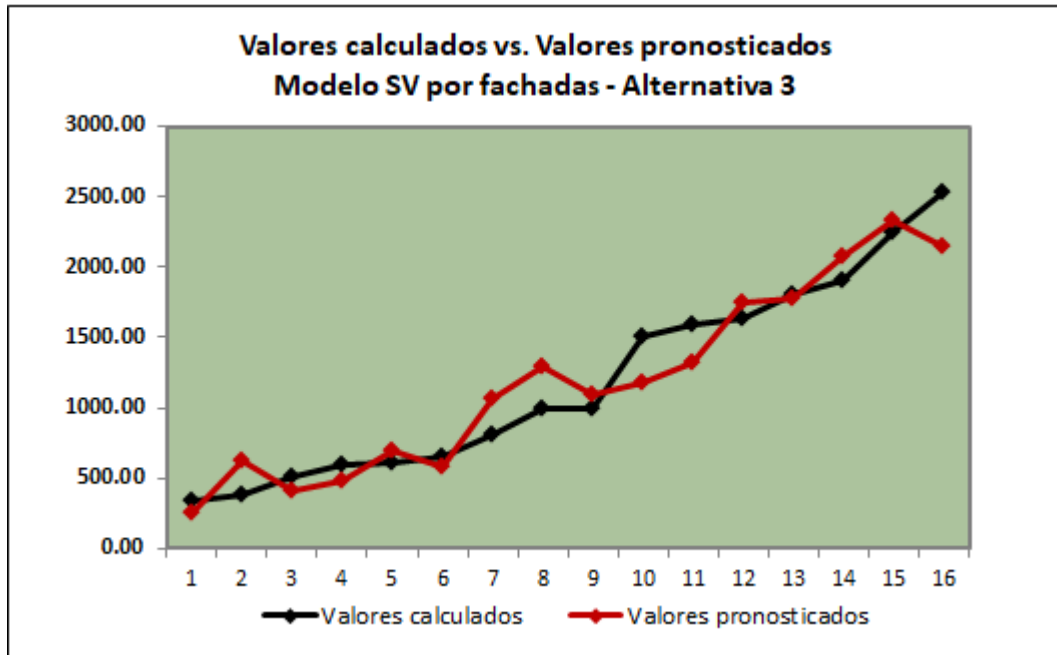


Figura 199: Valores calculados vs. Valores pronosticados – Modelo sombra de viento por fachada (Alternativa 3)

#### 4.3.5.22 Selección de la mejor alternativa

Para la selección del modelo más ajustado entre las distintas alternativas evaluadas, se realizó la comparación de los siguientes indicadores: *coeficiente de determinación ajustado*, *normalidad de los residuos (NR)*, *homocedasticidad de los residuos (HR)*, *independencia de los residuos (IR)*, *promedio de los residuos estandarizados (PR)* y *raíz del error cuadrático medio (RSME)*.

En la **Tabla 145**, se observa la comparación de los valores mencionados, donde también se resalta la alternativa que presenta el mejor ajuste.

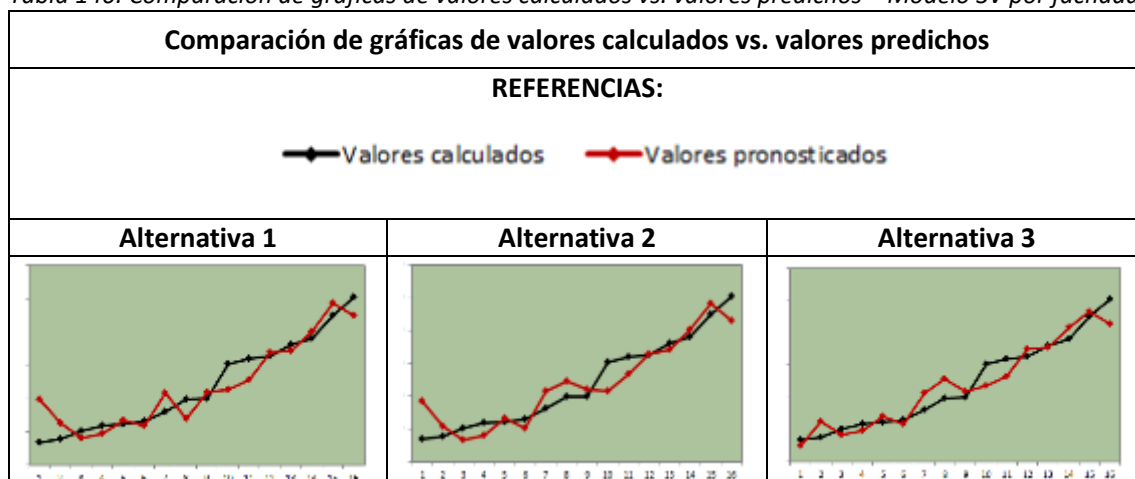
Por otra parte, en la **Tabla 146**, se muestra la comparación de las gráficas de *valores calculados* versus *valores pronosticados*, como resumen de lo desarrollado en cada una de las alternativas evaluadas.

Tabla 145: Comparación de indicadores para las distintas alternativas – Modelo SV por fachada

ALT	R2	Norm. (NR)	Homoced. (HR)	Independ. (IR)	Prom. Res. (PR)	RSME
		SW*	BP*	DW*		
Alternativa 1	0,82	0,63	1,19<7,81	2,34	0,515	455,20
Alternativa 2	0,82	0,91	1,17<7,81	2,21	0,394	451,01
Alternativa 3	0,89	0,36	0,78<7,81	1,56	0,537	357,23
RESULTADOS						

\*SW= Prueba de Shapiro-Wilk, \*BP= Prueba de Breusch-Pagan, \*DW= Prueba de Durbin-Watson

Tabla 146: Comparación de gráficas de valores calculados vs. valores predichos – Modelo SV por fachada



A partir de la información surgida de las **Tabla 145** y **Tabla 146**, se determinó que la opción que presenta el mejor comportamiento es la **Alternativa 3**.

La selección de este modelo como la mejor opción para el cálculo la sombra de viento por fachada, se resume en los siguientes puntos:

- Presenta el mayor valor de R<sup>2</sup>.
- En cuanto a la normalidad, presenta el menor valor (0,36) pero cumple con la condición de normalidad, al ser un valor mayor a 0,10.
- En la verificación de homocedasticidad, presenta el mejor valor.
- Verifica la independencia de residuos.
- Presenta el mayor valor promedio de los residuos estandarizados superiores a 1.
- Presenta el menor valor de residuos cuadráticos medios.

#### 4.3.5.23 Conclusión del modelo de patios ventilados por fachada

En la alternativa seleccionada, se observa que el modelo está conformado por tres variables, todas relacionadas con la profundidad máxima de la construcción en la fachada en análisis y el ancho máximo de la fachada. Esto indica que para encontrar los valores de sombra de viento en entornos urbanos compactos, estas dos medidas constructivas tienen mucha preponderancia en la posibilidad de disminuir las superficies de sombra de viento para evitar el estancamiento del aire.

$$\text{Sombra de Viento (SV)} = 6,25 + 13,29 \times \text{ProfMax} + 724,63 \times \text{ProfMax/AMCB}(>45^\circ) + 316,56 \times \text{AMCB/ProfMax}(<45^\circ)$$

El modelo en análisis, fue desarrollado para predecir los totales de sombra de viento de las fachadas enfrentadas al viento en las manzanas urbanas, y arrojó un valor del coeficiente de correlación del 89%, por lo cual se entiende que puede ser una herramienta muy útil a ser utilizada en el planeamiento urbano para minimizar los sectores abiertos con aire estancado, tanto en los espacios públicos como privados.



#### 4.3.6 Conclusiones sobre los modelos desarrollados

Los cuatro modelos desarrollados presentan un buen ajuste, con coeficientes de determinación cercanos o superiores al 80%. Los residuos de estos modelos verificaron los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia. Todo esto permite estimar que los mismos tendrán un buen comportamiento como herramientas de predicción.

En la **Tabla 147**, se agrega un resumen de cada uno de estos modelos, con los datos de los distintos indicadores evaluados. A los efectos de una mejor visualización de los resultados totales, se identificó a cada modelo con un color. El código de colores utilizados es el siguiente:

- **Modelo 1:** rojo
- **Modelo 2:** amarillo
- **Modelo 3:** negro
- **Modelo 4:** verde

En cada uno de los modelos, se muestra el gráfico de ajuste entre los valores calculados y los valores pronosticados, como una forma de resumen del comportamiento del modelo. Luego, se agregan gráficos de resumen de los valores obtenidos en cada modelo de:

- *Coefficiente de determinación ( $R^2$ ):* valor obtenido para cada modelo en el cálculo de Regresión Lineal Múltiple.
- *Normalidad de los residuos (SW):* valores obtenidos en la verificación de normalidad de los residuos por la aplicación de las pruebas de Shapiro-Wilks modificado y Kolmogorov-Smirnov.
- *Homocedasticidad de los residuos (BP):* se consignó la diferencia entre el valor obtenido de la prueba de Breusch-Pagan (chi cuadrado crítico) y el valor surgido de la tabla de Chi cuadrado. Se ponderó como el mejor comportamiento, aquel que tuviera la mayor diferencia entre el valor calculado y el valor de tabla.
- *Independencia de los residuos (DW):* se indicó la diferencia entre el valor obtenido por la aplicación de la prueba de Durbin-Watson y el valor central del intervalo establecido para el cumplimiento del supuesto (+2,00). Se consideró como el mejor comportamiento, aquel que presentara la menor diferencia entre el valor calculado y el valor central del intervalo.

Tabla 147: Cuadro Resumen de Modelos e Indicadores

<b>MODELO 1:</b> Patios Ventilados por lote <b>MODELO 2:</b> Sombra de Viento de lote <b>MODELO 3:</b> Patios Ventilados por fachada <b>MODELO 4:</b> Sombra de Viento por fachada			
MODELO 1	MODELO 2	MODELO 3	MODELO 4
<b>R2</b> <p><i>El mejor comportamiento es el del valor más alto</i></p>		<b>Normalidad (SW)</b> <p><i>El mejor comportamiento es el del valor más alto</i></p>	
<b>Homocedasticidad (BP)</b> <p><i>El mejor comportamiento es el del valor más alto</i></p>		<b>Independencia (DW)</b> <p><i>El mejor comportamiento es el del valor más bajo</i></p>	

A partir de los resultados expuestos surgen las siguientes conclusiones generales, acerca de los modelos predictivos desarrollados:

- El **Modelo 1** de *patios ventilados por lote*, es el que presenta el mejor ajuste de datos entre valores calculados y valores pronosticados. Además tiene el coeficiente de determinación más alto. También presenta muy buen comportamiento en cuanto a la normalidad y homocedasticidad de los residuos y un rendimiento menor con relación a la independencia de los mismos. Es decir, que presenta buenos resultados en tres de los supuestos evaluados. Esto indica que este modelo puede constituirse en una herramienta óptima de predicción, a ser utilizada en el diseño arquitectónico para la optimización de la ventilación de los espacios abiertos internos.

- El **Modelo 2** de *sombra de viento por lote*, es el que presenta el peor ajuste de datos entre valores calculados y valores pronosticados, con un comportamiento zigzagueante a lo largo de la curva, pero siempre dentro los límites de los errores aceptables. Tiene el coeficiente de determinación más bajo en comparación con los otros modelos. La normalidad de los residuos se ubica casi en el límite del valor admisible, pero resulta ser el modelo más homocedástico. En cuanto a la verificación de independencia de los residuos, presenta valores similares a los otros modelos. Todo esto muestra que este modelo no tiene la robustez del primero en cuanto a las precisiones que podrían alcanzarse en los pronósticos. Pero, teniendo en cuenta la complejidad de la variable “sombra de viento”, se considera que el mismo es un aporte importante como herramienta para utilizarse en etapas de prediseño arquitectónico, con el objetivo de minimizar los sectores de aire estancado en los espacios abiertos interiores.
- El **Modelo 3** de *patios ventilados por fachada*, presenta un buen ajuste en la comparación entre datos calculados y datos pronosticados, con algunos valores más distantes, pero dentro de la tendencia de comportamiento general de las variables. Tiene un coeficiente de determinación alto (91%) y el mejor comportamiento en cuanto a normalidad de los residuos. En el supuesto de homocedasticidad presenta el valor más bajo de los modelos en comparación, pero presenta el mejor comportamiento en cuanto a la independencia de los residuos. En conclusión, este modelo muestra valores bien ajustados en tres de los supuestos evaluados, lo cual indica que puede constituirse en una importante herramienta de predicción para ser utilizada en diseño urbano, permitiendo obtener datos bastante cercanos a los reales en cuanto a superficies de patios con ventilación en los interiores de manzana.
- El **Modelo 4** de *sombra de viento por fachada*, presenta un muy buen ajuste en la comparación entre datos calculados y datos pronosticados. Tiene un coeficiente de determinación alto (89%) y un valor intermedio para el resto de los indicadores evaluados (normalidad, homocedasticidad e independencia de los residuos), en comparación con los otros tres modelos. Todo esto indica que este modelo podrá ser utilizado para la predicción de las superficies con aire estancado en espacios públicos y privados de la ciudad, con un nivel de error aceptable, y cuyo alcance puede ser de gran utilidad en el diseño de espacios urbanos al aire libre.

A modo de resumen de todo lo expuesto, se acompaña la **Tabla 148**, que contiene las Ecuaciones de Regresión obtenidas para cada uno de los modelos desarrollados en el presente trabajo: *Modelo 1 – Patios ventilados por lote; Modelo 2 – Sombra de viento por lote; Modelo 3 – Patios ventilados por fachada y Modelo 4 – Sombra de viento por fachada.*

Tabla 148: Cuadro Resumen Ecuaciones de Regresión Modelos predictivos

Modelo	Ecuación
<b>MODELO 1</b>	<p><b>Modelo 1: Patios Ventilados por lote</b></p> <p><i>PerP</i>: permeabilidad peatonal  <i>TP</i>: total de patios  <i>Amax</i>: ancho máximo de la construcción  <i>Pmax</i>: profundidad máxima de la construcción</p> <hr/> <p><math>PV = -7,43 + 1,51 \times PerP + 0,75 \times TP - 6,11 \times (Amax/Pmax)^2</math></p>
<b>MODELO 2</b>	<p><b>Modelo 2: Sombra de Viento por lote</b></p> <p><i>HTot</i>: altura total de la construcción (basamento + torre)  <i>ANG</i>: Angulo de orientación (ángulo de la fachada con respecto a la horizontal perpendicular al viento)  <i>TP</i>: total de patios  <i>Amax</i>: ancho máximo de la construcción  <i>Pmax</i>: profundidad máxima de la construcción</p> <hr/> <p><math>SV = -4,99 + 35,60 \times (Amax/Pmax)^2 + 16,04 \times HTot - 0,68 \times ANG + 0,11 \times TP</math></p>
<b>MODELO 3</b>	<p><b>Modelo 3: Patios Ventilados de fachadas enfrentadas al viento</b></p> <p><i>PPeat</i>: permeabilidad a nivel peatonal de toda la fachada.  <i>PBasam</i>: permeabilidad a nivel de basamento de toda la fachada.</p> <hr/> <p><math>PV = -123,21 + 8,42 \times PPeat + 1,30 \times PBasam</math></p>
<b>MODELO 4</b>	<p><b>Modelo 4: Sombra de Viento de fachadas enfrentadas al viento</b></p> <p><i>ProfMax</i>: máxima profundidad del conjunto constructivo de toda la fachada.  <i>Profmax/AMCB (&gt;45°)</i>: cociente entre la profundidad y el ancho máximos de la construcción de toda la cuadra para un ángulo de orientación mayor a 45°  <i>AMCB/Profmax (&lt;45°)</i>: cociente entre el ancho y la profundidad máximos de la construcción toda la cuadra con un ángulo de orientación menor a 45°</p> <hr/> <p><math>SV = 6,25 + 13,29 \times ProfMax + 724,63 \times ProfMax/AMCB(&gt;45^\circ) - 313,56 \times AMCB/ProfMax(&lt;45^\circ)</math></p>

# **CAPÍTULO 5**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES FINALES DEL TRABAJO

Las conclusiones que surgen de la investigación realizada en el presente trabajo, están referidas en primer lugar a la hipótesis planteada: *“La identificación de pautas de diseño edilicio y urbano que favorezcan la ventilación natural del entorno de la Ciudad de Mendoza posibilitará, en el mediano y largo plazo, incorporar criterios a los códigos de ordenamiento urbano, que permitan mitigar el calentamiento de la ciudad, disminuir la demanda energética asociada, mejorar la calidad del aire y la habitabilidad de los espacios urbanos”*

A partir de aquí, y en virtud de los objetivos de trabajo, se fueron aplicando diversas herramientas de investigación, en las distintas etapas planteadas para el desarrollo del presente estudio: 1) Diagnóstico de la situación actual, 2) Análisis de Escenarios y 3) Desarrollo de un Modelo predictivo.

De la **etapa de diagnóstico**, surgió que zona del centro de la Ciudad de Mendoza, por ser un sector más consolidado, está seriamente comprometido en cuanto a sus posibilidades de ventilación natural, con pocos espacios abiertos bien ventilados; aunque en algunos casos se detectó un mejor comportamiento relacionado fundamentalmente con la presencia de espacios abiertos en el interior de las manzanas de mayores dimensiones, vinculados entre sí y con el espacio urbano (generalmente playas de estacionamiento).

En tanto, los sectores de la ciudad con una morfología edilicia de torres exentas rodeadas de amplios espacios abiertos, mostraron un rendimiento muy superior en cuanto a los porcentajes de ventilación, tanto en el interior de las manzanas como en el entorno cercano.

Por otra parte, en los sectores de baja densidad edilicia, con predominio de uso residencial los índices obtenidos, los ubicaron en una situación intermedia en cuanto al rendimiento de la ventilación.

Con relación a la ventilación del entorno urbano, se observó, que en general todos los sectores analizados presentaron un buen comportamiento, con porcentajes de ventilación que varían entre 75% a 99%, es decir, con resultados mucho mejores que los observados en la ventilación interior de las manzanas.

Finalmente, del diagnóstico realizado, surgieron algunos indicadores de importancia como fueron: *superficies de patios ventilados, superficies de sombra de viento y porcentajes permeabilidad de las fachadas*, que permitieron hallar un primer indicio del comportamiento de las distintas configuraciones de la morfología urbana (trazados y edificaciones), frente a la acción del viento.

Esto facilitó la realización de una categorización de las manzanas en función del rendimiento de la ventilación, tomando con referencia las superficies de patios ventilados, en función de la superficie total de patios. Surgieron así las siguientes categorías:

- Manzanas de bajo rendimiento (entre 20 y 60% de patios ventilados),
- Manzanas de rendimiento medio (entre 60 y 70% de patios ventilados)
- Manzanas de alto rendimiento (desde 70% hasta 90% de patios ventilados)

Además, en esta etapa de diagnóstico se pudieron identificar algunas pautas morfológicas, que permitirían optimizar la ventilación en los distintos sectores urbanos. Entre ellas se puede mencionar:

- Aumento de la permeabilidad a nivel peatonal y de basamento en las fachadas enfrentadas al viento.
- Lograr mayores superficies de patios interiores de las manzanas, que estén interconectados espacialmente entre sí.
- Minimización del ancho de las construcciones ubicadas en las fachadas enfrentadas al viento, como un factor importante en el rendimiento de la ventilación interior de la manzana.
- Lograr una buena permeabilidad en las contrafachadas de las manzanas con relación a la dirección del viento.
- Diseñar una distribución de las separaciones entre bloques de construcciones exentas que eviten bloqueos para la ventilación en las edificaciones cercanas.

Finalmente, y como conclusiones parciales de la etapa de diagnóstico, se pudo identificar la mayor incidencia de los parámetros de “forma” y “perfil urbano”, sobre las posibilidades de ventilación de las manzanas, por encima de los indicadores de ocupación, FOS Y FOT, que son los tradicionalmente utilizados para regular el desarrollo edilicio de la ciudad.

A partir de los hallazgos surgidos del diagnóstico, y a los efectos de profundizar en el análisis de las consecuencias de la morfología urbana en las posibilidades de ventilación de la ciudad, se decidió la ampliación de la base de análisis, mediante la elaboración de escenarios constructivos teóricos, iniciándose de este modo la etapa de **Análisis de Escenarios**.

Los escenarios a evaluar se diseñaron utilizando los factores de ocupación del suelo y factores de ocupación total (FOS y FOT), máximos y mínimos establecidos por el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza. Así se seleccionaron algunas manzanas de los sectores analizados en la etapa de diagnóstico, consideradas significativas, para el desarrollo de estos escenarios.

De la comparación de los escenarios teóricos con los escenarios actuales se pudo concluir lo siguiente:

- La aplicación del Código en la configuración de escenarios de valores mínimos, solo permite lograr una mayor densidad edilicia en zonas consolidadas de la ciudad.
- A su vez, estas zonas consolidadas lograron un incremento significativo de las superficies de patios interiores, en los escenarios de valores mínimos. En tanto, en el resto de las zonas analizadas, los escenarios de valores mínimos presentaron resultados de superficies de patios similares a las logradas aplicando valores máximos y también a las de la situación actual.
- Con relación al objetivo de obtener mayor superficie de patios ventilados, es decir sectores abiertos no obstaculizados por “sombra de viento”, la aplicación de los valores mínimos requeridos por el Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, mostró resultados similares a los escenarios de valores máximos y a la situación actual.

Por otra parte, al análisis de escenarios se le agregó una evaluación de los distintos sectores frente al asoleamiento, tanto en invierno como en verano, a los efectos de contrastar los resultados obtenidos con los datos de ventilación.

Así en la situación de verano, donde se analizaron las sombras proyectadas por las construcciones sobre los espacios abiertos, surgió que los sectores con mayor presencia de edificios altos, ofrecen una mejor respuesta, pero que la altura de las construcciones no es el único factor que permite mayores superficies de sombreado, sino que también influyen las geometrías constructivas utilizadas y la orientación de las construcciones dentro del predio.

En cuanto a la situación de sombras en invierno, la mayoría de los sectores con presencia de edificios altos, presentaron un comportamiento negativo. Por esto se concluyó que resulta de gran importancia la adecuada ubicación de los edificios de mayor altura, teniendo en cuenta que la proyección de su sombra en invierno no disminuya la posibilidad de captación solar de las construcciones cercanas.

Además, del análisis de la situación actual de permeabilidad de las fachadas enfrentadas al viento, surgió que la permeabilidad a nivel peatonal (entre 0,00 y 3,00 metros de altura) no es buena en la mayoría de las manzanas. Esto se debe a la exigencia o necesidad del uso del basamento continuo. En tanto la permeabilidad a nivel de basamento presenta sus mejores valores en los escenarios de valores mínimos, por la disminución de la presencia de edificios altos.

En cuanto a la morfología de las construcciones que resultaron favorables a la circulación del aire, se presenta una recopilación de las conclusiones a las que se llegó en la etapa de análisis de escenarios:

- Las fachadas de las construcciones que resulten enfrentada al viento deberán ser de la menor longitud posible, ya que esto permitirá la disminución de la sombra de viento generada a sotavento y por lo tanto posibilitará aumentar la superficie de patios ventilados.
- Inicialmente, y en virtud del alcance del presente trabajo, se pudo verificar que las morfologías constructivas que presentaron un buen comportamiento ante la ventilación, también lo hicieron frente al asoleamiento.
- Las construcciones con orientaciones más alineadas con el eje de circulación del viento, desarrollan menor superficie de sombra de viento. Este principio también es aplicable a la orientación de la trama urbana.
- En la configuración de una manzana, las fachadas enfrentadas al viento con perfiles de menor altura, favorecen la ventilación de los patios interiores de la misma, pudiendo colocarse las construcciones de mayor altura en las fachadas posteriores.

Finalmente, y en función de lo concluido en las etapas anteriores, sobre el comportamiento de las distintas formas edilicias y perfiles urbanos frente a la acción del viento, se inició la etapa de **Desarrollo de Modelos Predictivos**, donde se obtuvieron cuatro modelos tendientes a optimizar la ventilación en espacios urbanos.

Dos de estos modelos (modelos por lote urbano), se pensaron como una herramienta para aplicar en el diseño arquitectónico y los otros dos para su utilización en la planificación de espacios urbanos (modelos sobre fachadas).

Estas herramientas predictivas, permitirán pronosticar con buenos niveles de significancia estadística: 1) las superficies de *patios ventilados*, tanto en los sectores interiores de las manzanas como en los espacios urbanos, y 2) las superficies de estos mismos espacios



abiertos, ocupadas por *sombra de viento*; es decir permitirán identificar y minimizar los sectores de aire estancado.

Las variables incorporadas a los modelos predictivos, surgieron de los resultados obtenidos en las etapas precedentes, donde se pusieron de manifiesto las principales características de la morfología edilicia y urbana, que tienen mayor incidencia en el comportamiento del aire.

Entre algunas de las variables incorporadas se puede mencionar: *profundidad de la construcción, relación entre el ancho y la profundidad*, tanto a nivel de construcción individual como de fachada, *total de patios, permeabilidades a nivel peatonal y de basamento, altura total de la construcción, ángulo de orientación*, entre otras.

Sobre esto, es importante decir, que las variables que integran los modelos, son asequibles para los profesionales que decidan utilizar los mismos, ya que algunas de ellas, forman parte de su propio diseño arquitectónico, y otras, como las variables de los modelos urbanos, son de sencilla medición. Esto lleva a considerar que estos modelos son fácilmente codificables.

Así, el modelo de *patios ventilados por lote*, con muy buenos resultados de ajuste (99%), podrá constituirse en una óptima herramienta de predicción en las etapas de diseño arquitectónico, para la optimización de la ventilación en los espacios abiertos interiores de las parcelas individuales.

El modelo de *sombra de viento por lote*, presentó valores de ajuste aceptables (79,5%), sin la robustez del modelo anterior, pero con la posibilidad de ser utilizado en forma complementaria con el modelo de patios ventilados por lote, para lograr un mejor ajuste de los resultados obtenidos.

Por otro lado, y con respecto a los modelos a ser aplicados a nivel urbano, que trabajan sobre fachadas enfrentadas al viento, el de *patios ventilados por fachada*, presentó un buen ajuste de datos (91%), lo que permitirá que el mismo se constituya en un importante recurso para la predicción de los espacios abiertos ventilados en los corazones de manzana y entornos urbanos de circulación.

Y finalmente, el modelo de *sombra de viento por fachada*, también para su utilización a nivel urbano, con un ajuste de datos del 89%, podrá utilizarse para la determinación de las superficies con aire estancado en espacios públicos y privados, con un nivel de error aceptable, y cuyo alcance puede ser de gran utilidad en el diseño de espacios urbanos al aire libre.

Todo lo concluido en el presente trabajo, permite tener una aproximación al comportamiento de la ventilación en el entorno urbano de la Ciudad de Mendoza, aportando información sobre la influencia de las distintas configuraciones morfológicas en el aprovechamiento de la ventilación como estrategia de mitigación de la Isla de Calor.

A su vez, los resultados obtenidos permitieron el desarrollo de cuatro herramientas de predicción para ser utilizadas a nivel de construcciones individuales y de conjuntos urbanos, las cuales por sus características resultan de fácil utilización y factible incorporación a la normativa municipal.

De esta forma se pudo verificar el cumplimiento de la hipótesis de trabajo, encontrando relaciones fundadas entre la morfología urbana y edilicia de la ciudad de Mendoza y el comportamiento de la ventilación. A su vez se llegó a la obtención de indicadores aplicables a las construcciones individuales y a las configuraciones urbanas que podrían ser incorporados al Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza, como parte integrante del

Proyecto de Mitigación del fenómeno de la Isla de Calor Urbana, contenido en el Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Mendoza, como una de las medidas de mitigación de la ICU.

Finalmente, es importante decir que el análisis realizado en este trabajo sobre la ventilación urbana de distintos sectores de la ciudad de Mendoza, ha arrojado resultados dispares según el sector en análisis. De aquí surge que el sector más consolidado de la ciudad se encuentra seriamente comprometido en lo que se refiere a las posibilidades de reducir la isla de calor, y la consecuente optimización del consumo energético en viviendas, como así también las mejoras en el confort humano en los espacios de uso público de la ciudad, utilizando como estrategia la ventilación.

Si bien la mejora de la ventilación urbana implicará un aporte significativo al objetivo de la reducción de la isla de calor, como medida de adaptación al cambio climático, no es el único factor sobre el que hay que trabajar en pos de la mejora de las condiciones ambientales de la ciudad, ya que los factores que influyen en el microclima urbano son diversos.

Así, la optimización de la ventilación en los espacios abiertos de la ciudad, debe abordarse en forma conjunta con las posibilidades de asoleamiento, la ampliación de espacios verdes y la conservación del arbolado urbano. Esto último es de fundamental importancia, ya que la masa vegetal actúa en forma conjunta con la circulación del aire y la posibilidad de sombreado. Este aporte verde, ya sea en superficie o alineación, debe tener las características que permitan la generación de islas frías que favorezcan la circulación del aire que se quiere potenciar, y el sombreado de los espacios abiertos públicos y privados, lo que resulta indispensable para la mejora de las condiciones micro-climáticas de la ciudad de Mendoza.

Por otra parte, y en virtud de los objetivos de densificación y fomento de la ocupación de vacíos urbanos, planteados desde la normativa provincial y municipal; se sugiere que los mismos se analicen en forma conjunta con las posibilidades de mejora de la ventilación urbana. Para esto, se deberían tener en cuenta los resultados obtenidos en el presente trabajo, en lo que se refiere a los sectores de la ciudad que presentan mayor flexibilidad en cuanto a las posibilidades de densificación e incremento de la ocupación del suelo, y a las configuraciones morfológicas surgidas como las más apropiadas para favorecer la ventilación.

En este punto es importante destacar, que los sectores más consolidados de la ciudad, no serían los más apropiados para la aplicación de estas políticas, ya que actualmente presentan bajos porcentajes de ventilación, por lo cual se considera que la intervención sobre los mismos debería tender a la generación de mayores y mejores espacios abiertos, con incorporación de masa verde, que permitan potenciar la circulación del aire.

En conclusión, no debe olvidarse que el funcionamiento de la ciudad implica lograr un equilibrio entre todos sus componentes para favorecer su funcionamiento y habitabilidad, y en este sentido, la optimización de la ventilación urbana resultaría un aporte significativo para el logro de este objetivo, en forma conjunta con todos los otros factores que hacen a la mejora de las condiciones de confort térmico de los espacios urbanos.

## **5.2 RECOMENDACIONES DE ESTUDIOS A FUTURO**

Como en todo trabajo donde se investiga el cumplimiento de una hipótesis, en el transcurso de las investigaciones realizadas para su verificación, van surgiendo nuevas inquietudes que llevan a la formulación de nuevas hipótesis para el desarrollo de trabajos futuros.

En este sentido, los modelos predictivos obtenidos y verificados estadísticamente, podrían validarse mediante nuevos estudios realizados sobre otros casos que no sean los mismos que se utilizaron para la obtención de estos modelos.

También se considera conveniente, el desarrollo a futuro de trabajos de verificación de los resultados obtenidos en el presente trabajo, mediante simulaciones computacionales (CFD) y mediciones *in situ* que permitan convalidar y cuantificar con mayor precisión los resultados obtenidos, colectando datos de velocidades de viento en los distintos sectores analizados. A su vez, y una vez obtenida esta información se podrían desarrollar estudios para la determinación del *potencial de ventilación interior* de distintas configuraciones edilicias en los entornos en análisis.

Por otra parte, también resultaría de sumo interés la evaluación conjunta de los datos obtenidos de ventilación, con los resultados surgidos de otros estudios sobre asoleamiento y confort térmico, a los efectos de constatar los resultados preliminares obtenidos en el presente trabajo sobre asoleamiento.

A su vez, también se podría trabajar en el desarrollo de distintas estrategias que permitan generar microbrisas urbanas a partir de una combinación adecuada entre las características de la forestación urbana y la morfología, a fin de propiciar la ventilación en los entornos más comprometidos de la ciudad.

Y finalmente, se sugiere la confección de un mapa de ventilación para la Ciudad de Mendoza, que permita la identificación de comportamientos homólogos y criticidades, que faciliten la aplicación de medidas y pautas de diseño urbano, con la incorporación de información georreferenciada, para optimizar la intervención proyectual sobre la “forma” de la ciudad.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Alchapar, N y Correa, E. (2015). "Comparison the performance of different facade materials for reducing building cooling needs". *Eco-efficient materials for mitigating building cooling needs, Cambridge: Woodhead Publishing, 155-194.*
- Al-Sallal, Khaled A., Al-Rais, Laila. (2012) "Outdoor airflow analysis and potential for passive cooling in the modern urban context of Dubai". *Renewable Energy, 38, 40-49.*
- Akbari, H., Davis, S., Dorsano, S., Huang, J., & Winert, S. (1992) "Cooling our Communities". *Washington: US Environmental Protection Agency, Office of Policy Analysis, Climate Change Division.*
- Barton, Jonathan R. (2009) "Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. *Revista Geografía Norte Grande, 43, 5-30, Tema central: medio ambiente urbano, Chile.*
- Bórmida, Eliana (1986). "Mendoza: modelo de ciudad oasis". *Revista Summa, 226.*
- Bustamante Oleart, Carlos. (2015). "La Ciudad y el Viento". *Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.*
- Correa, Erica (2006). "Isla de Calor Urbana: el caso del Área Metropolitana de Mendoza". *Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Exactas.*
- Correa E., De Rosa C., Lesino G. (2010) "Isla de Calor Urbana. Distribución Espacio-Temporal de temperaturas dentro del Área Metropolitana de Mendoza". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 10.*
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M. & Robledo, C. (2011). "InfoStat Software Estadístico". *Infostat, Argentina: Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.*
- Fariña Tojo, José (2009). "La ciudad y el medio natural". *Akal, Madrid.*
- Fariña, José, Fernández, Victoria, Gálves, Miguel Angel, Hernández, Agustín, Urrutia, Nagore (2013) "Manual de Diseño Bioclimático Urbano". *Instituto Politécnico de Braganca, Braganca, Portugal.*
- Fuentes Freixanet, Victor Armando, Rodriguez Viqueira, Manuel (2004) "Ventilación Natural. Cálculos básicos para arquitectura". *Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México D.F.*
- Fujibe, F. (2009) "Detection of urban warming in recent temperatura trends in Japan". *International Journal of Climatology, 29, 1811-1922.*
- Gehl, Jan (2010) "Ciudades para la gente". *Buenos Aires, Argentina, 2014 (primera edición en español). Del original "Byer for Mennesker", Bogvaerket, Copenhague, Dinamarca.*
- Geosol (2003). "Software GEOSOL V.2.0". *Alejandro Hernández, Instituto de Investigación en Energía No Convencional – U.N.Sa. – CONICET, Universidad Nacional de Salta.*

- Giridharan R., Ganesan S., Lau S. Y. (2004). "Daytime urban heat island effect in high-rise and high density residential developments in Hong Kong". *Energy and Buildings*, 36, 525-534.
- Grimmond, S. (2007) "Urbanization and global environmental change: Local effects of urban warming". *Geographical Journal*, 173, 83-88.
- Gobierno de la Provincia de Mendoza. "Ley Provincial N° 8051/09 de Ordenamiento Territorial y Usos del Suelo de la Provincia de Mendoza". 2009
- Gobierno de la Provincia de Mendoza. "Ley Provincial N° 8999/17 – Plan Provincial de Ordenamiento Territorial 2045". *Agencia de Ordenamiento Territorial - Secretaría de Ambiente y Ordenamiento*, 2017.
- Hernandez, Alejandro L. (2003) "Geosol: Una herramienta computacional para el cálculo de coordenadas solares y la estimación de irradiación solar horaria". *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, Vol 7, N°2, 2003.
- Higuera, E. (1997). "Criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos, urbanismo bioclimático". *Tesis doctoral Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid*.
- Higuera, E. (2006). "Urbanismo bioclimático". *Editorial Gustavo Gili*.
- Kolokotroni, M., Ren, X., Davies, M., & Mavrogianni, A. (2012). "London's urban heat island: Impact on current and future energy consumption in office buildings". *Energy and Buildings*, 47, 302-311.
- Landsberg, H. E. (1981). "The urban climate". *Academic Press, New York*.
- Li, Yuguo (2012). "City ventilation and Urban Warming". *SinBerBest Annual Meeting*, 9-10 de enero de 2012.
- Lin, T., Matzarakis, A. y Hwang, R. (2010). "Shading effect on long-term outdoor thermal comfort". *Building and Environment*, Vol. 45, 213-221.
- Lipp, Daniel (2014). "El Cañón Urbano – Su incidencia en la contaminación del aire". *Universidad Católica de Salta, Actas Congreso Internacional de Geografía*, 123-128.
- Luxán García de Diego, Margarita (2011). "Diseño Bioclimático en Canarias, en AA.VV: Sostenibilidad energética de la edificación en Canarias. Manual de diseño". *Instituto tecnológico de Canarias*, 225-419.
- Marin, J. M. (2010). "Análisis de Regresión Lineal. El procedimiento Regresión Lineal". *Guía SPSS, Universidad Carlos III de Madrid, Departamento de Estadísticas*.
- McPherson, Gregorich (1994). "Cooling urban heat islands with sustainable landscapes". *The Ecological City: Preserving and Restoring Urban Biodiversity, University of Massachusetts Press*, 151-171, Amherst, MA.
- Municipalidad de la Ciudad de Mendoza. "Código Urbano y de Edificación de la Ciudad de Mendoza", *Ordenanza N°3978/19 B.O. 20/12/2019*.

- Municipalidad de la Ciudad de Mendoza. “Plan Municipal de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Mendoza”. 2019.
- Odum, Howard y Odum, Elisabeth (1980). “Energy basis for man on nature”. *Mc Graw Hill Higher Education, 2nd edition, Nueva York*.
- Oke, T. R. (1978). “Boundary Layer Climates”, *Methuen & Co., London*.
- Oke, T. R. (1988). “Street design and urban canopy layer climate. *Energy and Building, 11, 103-113*.”
- ONU-Hábitat (2016). “Urbanización y Desarrollo – Futuros Emergentes”. *Reporte Ciudades del Mundo*.
- ONU-Hábitat (2011). “Las ciudades y el cambio climático: orientaciones para políticas”. *Informe Mundial sobre los Asentamientos Humanos*.
- Padilla M.A., Feijó, Marcos J., Meiss A. (2015). “Eficiencia isoterma de los modelos de ventilación exterior en patios de edificios residenciales. Estudio de casos”. *Informes de la Construcción, Vol. 67, 540 e121*.
- Pérez Galaso, José Luis (2015). “Simbiosis entre clima, lugar y arquitectura. Desarrollo de estrategias bioclimáticas aplicadas en la Costa del Sol Occidental”. *Tesis Doctoral Universidad de Málaga, Escuela Politécnica Superior*.
- Ramirez Gonzalez, Alberto (2010). “Metodología de la Investigación Científica”. *Pontificia Universidad Javeriana*.
- Rizwan A., Dennis Y. (2008). “A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island”. *Journal of environmental science, 120-128*.
- Rosenzweig, C., Solecki, W.D., Pashall, L., Chopping, M. (2005) “Characterizing the urban heat island in current and future climates New Jersey”. *Environmental Hazards, 6, 51-62*.
- Ruiz, M. y Correa, E. (2014). “Suitability of different confort índices for the prediction of thermal conditions in tree-covered outdoor spaces in arid cities”. *Theoretical and Applied Climatology, Vol. 122, 1, 69-83*.
- Ruiz, M. A., Sosa M. B., Correa E., Cantón M. A. (2017). “Herramientas de diseño para mejorar el confort térmico diurno y el enfriamiento nocturno de cañones urbanos”, *Landscape and Urban Planning, 167, 249-256*.
- Sangines Coral, Daniel E. (2013). “Metodología de evaluación de la isla de calor urbana y su utilización para identificar problemáticas energéticas y de planificación urbana”, *Tesis Doctoral Universidad de Zaragoza, Ingeniería Mecánica*.
- Santamouris, M. Papanikolaou, N, Livada, I, Koronakis, I, Georgakis, C., Argiriou, A y Assimakopoulos, D. (2001). “On the impact of urban climate on the energy consumption of buildings”. *Solar Energy, 70, 201-216*.

- Sosa, María Belén (2018). "Estrategias de mitigación de la isla de calor: Sustentabilidad ambiental y eficiencia energética de perfiles urbanos de baja densidad en zonas áridas". *Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Exactas, Área Energía Renovables*.
- Voogt, J. A., Oke, T. R. (2003) "Thermal remote sensing of urban climates". *Remote Sensing of the Environment*, 86, 370-384.
- Wolman, Abel (1965). "The metabolism of cities". *Scientific American*, 213, 156-174.
- Wong, Kam-Sing, Ng, Edward, Yau, Raymond (2012). "Urban Ventilation as a Countermeasure for Heat Island toward Quality and Sustainable City Planning in Hong Kong". *Journal of Heat Island Institute International*, Vol 7, 2.
- Wong, Man Sing, Nicho, Janet E., To, Pui Hang, Wang, Jingzhi (2010). "A simple method for designation of urban ventilation corridors and its application to urban heat island analysis". *Building and Environment*, 45, 1880-1889.
- Wong, N. H., Jusuf, S. K., & Tan, C. L. (2001). "Integrated urban microclimate assessment method as a sustainable urban development and urban design tool". *Landscape and Urban Planning*, 100, 386-389.
- Yarke, Eduardo (2005). "Ventilación Natural de Edificios – Fundamentos y métodos de cálculo para aplicación de ingenieros y arquitectos". *Nobuco, Buenos Aires*.
- Yuan, Chao, Ng, Edward (2012). "Building porosity for better urban ventilation in high-density cities. A computational parametric study". *Building and Environment*, 50, 176-189.

# ANEXOS

## 7. ANEXOS

### 7.1 ANEXO PLANOS

#### 7.1.1 PLANOS DE DIAGNÓSTICO

7.1.1.1 Planos Parámetros Urbanos

7.1.1.2 Planos Sombra de Viento

#### 7.1.2 PLANOS DE ESCENARIOS

7.1.2.1 Plano Zonificación de la Ciudad de Mendoza

7.1.2.2 Planos Zona Centro (Manzanas 1 y 8)

7.1.2.3 Planos Zona Pellegrini (Manzanas 11 y 13)

7.1.2.4 Planos Zona E. Civit y B. Sur Mer (Manzanas 16 y 17)

7.1.2.5 Planos Zona Torres B. Sur Mer (Manzanas 19 y 20)

### 7.2 ANEXO PLANILLAS DE CÁLCULO

#### 7.2.1 PLANILLAS DE DIAGNÓSTICO

7.2.1.1 Planillas de Sombra de Viento

7.2.1.2 Planillas de Parámetros Urbanos

7.2.1.3 Planillas de Resultados

#### 7.2.2 PLANILLAS DE ESCENARIOS

7.2.2.1 Planillas Diseño de Escenarios

7.2.2.2 Planillas Sombra de Viento Escenarios

7.2.2.3 Planillas Parámetros Urbanos Escenarios

7.2.2.4 Planillas Asoleamiento Escenarios

7.2.2.5 Planillas Resultados Escenarios

7.2.2.6 Planillas Resumen Escenarios

#### 7.2.3 PLANILLAS MODELO PREDICTIVO

7.2.3.1 Planillas Análisis de datos

7.2.3.2 Planillas Modelos finales