

Viegas Graciela Melisa
gachiviegas@yahoo.com.ar
San Juan Gustavo Alberto
gustavosanjuan60@hotmail.com.ar
Díscoli Carlos Alberto
discoli@rocketmail.com
Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente
Construido - Facultad de Arquitectura y Urbanismo
de la Universidad Nacional de La Plata.
La Plata, Buenos Aires, Argentina.

RELACIÓN ENTRE FORMA URBANA Y APTITUD ENERGÉTICO-AMBIENTAL DE LA CIUDAD. EL CASO DE LOS MOSAICOS URBANOS DE LA CIUDAD DE LA PLATA.

RESUMEN

Los mosaicos urbanos (MU) son sectores representativos de áreas mayores de la ciudad. Sus componentes principales son unidades de edificios asociadas a tipologías arquitectónicas conocidas, localizadas en parcelas, formando manzanas que se relacionan a partir de los espacios públicos de las calles, veredas y vacíos. La disposición, caracterización, forma y ocupación de sus componentes sobre el territorio conforma un tipo de mosaico definido como patrón característico, que determinará la compacidad urbana del sector. Este trabajo tiene como objetivo determinar y analizar las variables de la forma urbana para

conocer la potencialidad de aprovechamiento de la energía solar y la eficiencia energética de MU pertenecientes a la ciudad de La Plata. Se comparan sectores con diferente uso de suelo, trazado, tejido y acceso solar. La metodología incluye relevamientos urbanos, modelización en tres dimensiones de mosaicos, uso del programa de simulación solar, planillas de cálculo diseñados ad-hoc. Los resultados demuestran que el tipo y orientación del trazado urbano de La Plata, las características del tejido planificadas en su fundación y estipuladas por el código de ordenamiento territorial del 2001, son adecuados para un mejor

y más equitativo aprovechamiento del recurso solar de las manzanas de esta ciudad durante el invierno y protección en verano

**PALABRAS CLAVE: ÁREAS URBANAS
CARACTERÍSTICAS - TRAZADO - TEJIDO -
APROVECHAMIENTO SOLAR.**

ABSTRACT

Urban mosaics (UM) are representative sectors of major areas of the city. Its main components are buildings units wich are associated with known architectural typologies, located on parcels, forming blocks that relate to public spaces from streets, sidewalks and urban voids. The disposition, characterization, form and occupation of its components on the territory forms a type defined as a characteristic mosaic pattern, which determines the compactness of urban sector. This paper aims to identify and analyze the variables of urban form to know the potential use of solar energy and energy efficiency of UM belonging to La

Plata City. Sectors with different land use, urban design, urban fabric and solar access are compared. The methodology includes urban surveys, three-dimensional mosaics modeling, solar simulation and spreadsheets designed ad-hoc. The results shows that the type and orientation of the urban design of La Plata, and the urban network characteristics wich were planned on its founding and laid by the zoning code of 2001, are suitable for better and more equitable use of solar resources for the city blocks during winter and summer protection.

KEYWORDS: REPRESENTATIVE URBAN SECTORS - URBAN DESIGN AND FABRIC - SOLAR ACHIEVEMENT.

INTRODUCCIÓN

Introducción al concepto de “Mosaico”

A modo introductorio, se puede definir el término mosaico como cualquier obra realizada con fracciones diversas. Desde la biología se considera un mosaico a un organismo que está conformado por varias clases de tejidos que son genéticamente distintos. Desde el arte –quien le ha dado su origen- se considera al mosaico como aquel diseño figurativo o geométrico que está formado por incrustamiento de elementos de materiales diversos (vidrio, piedra, terracota u otros materiales), que componen una imagen a partir de la “yuxtaposición” de los mismos. En síntesis, el concepto involucra las partes o elementos constitutivos, la diversidad de los mismos ya sea material o formal, y la yuxtaposición como forma de relacionarlos. Con relación a la ciudad, el término se vio utilizado

en la década del 70, desde la sociología urbana. El sociólogo Timms D. (1976) planteó que la ciudad, desde el análisis de su población, se asemejaba más a un mosaico por la diversidad de sus áreas, que a un fenómeno unitario. Cada área se asocia a una combinación particular de características de la población, y conforma una diferenciación residencial de la comunidad urbana. El efecto de la diferenciación residencial es dividir la estructura urbana en una serie de sub-comunidades más o menos distintas, denominadas unidades vecinales, que son los componentes del mosaico. Las diferencias se basan en su estructura física –densidad, nivel de desarrollo, posición geográfica, y tipos de vivienda- y en el comportamiento de la población –edad, sexo, niveles de ocupación, de renta, en los estilos de vida, ideología política y religiosa, procedencia étnica, actitudes y conductas-. Finalmente para diferenciar y comparar cada

área, se utiliza el término “tipología”, que se basa en tres dimensiones sociales básicas: el rango social, la urbanización y la segregación. El autor concluye que la diferenciación residencial es paralela a la diferenciación social.

Desde la perspectiva de la ecología del paisaje, el término se ve asociado al desarrollo de reflexiones sobre la planificación urbana actual, buscando dar respuestas ante el crecimiento urbano sin solución de continuidad (Forman 2004; Di Bernardo 1998; Diputación de Barcelona, 2000; Sbarra, 2007). Forman (2004) reconoce la inexistencia de un modelo de planificación urbana que considere a los sistemas naturales y su utilización por parte de la población, entonces plantea un modelo de mosaico territorial para los sistemas naturales y la población. Entiende al mosaico como representación de paisaje, donde un grupo de ecosistemas locales se repite en forma similar e interactúa,

generando una matriz reconocible en regiones extensas, donde el área es espacialmente heterogénea (Forman, 2004). La Diputación de Barcelona (2000), considera el mosaico territorial como forma de ordenar el territorio y las actividades que se desarrollan en él y describe que un mosaico territorial diverso, involucra distintos tipos de paisajes como sus unidades componentes. Di Bernardo (1996; 1998) utiliza el concepto de mosaico de naturaleza interconectada como una forma de recuperar el soporte natural en las áreas urbanas, ya que reconoce un delicado equilibrio entre el soporte natural y la configuración construida sobre él. Considera que la repetición del mosaico interconectado permitiría la discontinuidad ante la homogeneidad urbana, y se complementaría con los mosaicos de parques y los de jardines, obteniendo distintas escalas de verde urbano. El autor considera que este aporte, contribuiría a la construcción de un paisaje ambiental de alta diversidad en el camino del mejoramiento de la calidad de vida humana en un planeta alta e irreversiblemente antropizados. Sbarra et al (2007), se asocia a esta última interpretación del concepto, ya que lo relaciona principalmente al espacio verde, tendiente a buscar modelos teóricos de desarrollo sustentable de áreas urbanas, centrando como foco de estudio a la región de La Plata. Aplicaciones prácticas desde la ecología del paisaje, consideran al mosaico como una configuración espacial compuesta por unidades de tierra de diferente contenido. Cuando este análisis se topa con las áreas urbanas, los autores interpretan a la mancha urbana como internamente homogénea, y sólo detectan una diferencia en el grado de ocupación de los lotes, lo que da como resultado diferenciación entre áreas urbanas (U) y áreas periurbanas (PU) (Matteucci et al, 2004). Como podemos observar, en estos últimos enfoques del término mosaico, el centro de la re-

flexión está en el espacio natural y su relación con la urbanización.

Definición de mosaicos urbanos

A diferencia de los diferentes enfoques y en correlación con las aplicaciones propuestas por Matteucci et al (2004) esta investigación considera al mosaico como un espacio netamente urbano, lo que requiere profundizar en los aspectos morfológicos para su clasificación. Con relación a los componentes, los distintos enfoques conceptuales descritos presentan similitudes utilizando diferentes nombres: tesela o fragmento –enfoque artístico-, ecosistema –enfoque biológico-, parche o unidad de paisaje –enfoque de la ecología del paisaje-, unidad vecinal –enfoque sociológico-. La interrelación de componentes diferentes y variados de distinta manera conforma un mosaico de realidades y situaciones mixtas. En el enfoque del concepto planteado en este trabajo, también se detectan elementos componentes que son las unidades edilicias, el espacio verde y la calle urbana. Para estudiar los componentes se utilizan diferentes variables e indicadores, encontrando semejanza con aquel que sintetiza en tipología social, ya que en nuestro enfoque, la tipología se definirá en relación al edificio, tipo de calle, tipo de espacios públicos, tipo de arbolado, etc. La disposición, caracterización, forma, ocupación de los componentes sobre el territorio conforman un tipo de mosaico urbano. Los componentes principales, en nuestro caso de estudio, serán las unidades edilicias asociadas a tipologías conocidas. Las unidades edilicias se ordenan en parcelas, y varias parcelas conformarán una manzana urbana. Las distintas manzanas se asocian entre sí a partir de los espacios públicos de las calles, veredas y vacíos con una distancia determinada por el tipo de mosaico. En la Figura 1 se observa cómo se desagrega un mosaico urbano en sus componentes.

El análisis de cada mosaico representativo, como unidad autónoma y arquetípica de ciertas realidades, que integran áreas homogéneas de mayor extensión, nos permite evaluar el impacto energético-ambiental del área urbana y su población, en el medio ambiente que ocupa. De esta manera a partir del mosaico como unidad de análisis, podemos evaluar la relación entre forma urbana y consumo de energía.

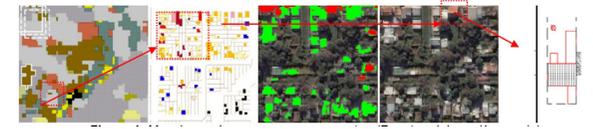


Figura 1. Mosaicos urbanos y sus componentes
Fuente: elaboración propia.

FORMA URBANA Y ENERGÍA

La Guía de la Edificación sostenible, divide las estrategias orientadas a la eficiencia energética en dos grandes grupos: el primero centrado en la fase de proyecto y el segundo centrado en las preferencias medioambientales de los materiales. Dentro de la fase de proyecto se encuentra como primer factor, trabajar para conseguir planeamientos urbanísticos con criterios de urbanismo o ciudad sostenible, energética y ambientalmente consciente. Uno de sus criterios principales es el desarrollo de una ciudad compacta y densa (Instituto Cerdá, 1999). La densidad urbana implica rechazar la expansión de las zonas urbanas, hacer más eficiente la utilización de los recursos materiales, reducir la movilidad y tener un consumo de suelo menos intensivo. Es clara la relación entre densidad urbana y consumo de energía, ya que a mayor compacidad de los edificios, mayor será su eficiencia energética (Diputación de Barcelona, 2000). De acuerdo a Kosak d. (2012), parte del mundo occidental ha intentado frenar esta dispersión suburbana y aumentar las densidades a partir de sus políticas de planeamiento urbano, introduciendo

densidades mínimas en las nuevas edificaciones, de manera de tender hacia urbanizaciones sostenibles en el tiempo. Aunque comenta que a pesar de que las mayores densidades edilicias pugnan por una mayor eficiencia energética, no resuelven linealmente el problema, debido a que se deben incorporar mejoras en la envolvente edilicia.

Uno de los instrumentos que debe propiciar criterios de sustentabilidad en el medio urbano es el código de ordenamiento territorial de cada ciudad, ya que en él se establecen los parámetros mínimos y máximos de densidad por ejemplo, así como incentivos a la incorporación de tecnología solar en los edificios. En Argentina, se observan escasas ciudades que tengan estos criterios. Por ejemplo, San Isidro plantea excepciones a las alturas permitidas si se incorporan criterios de sustentabilidad, como techos verdes, colectores solares, recolección de agua de lluvias, fachadas solares. Pero se plantea el interrogante de qué densidades edilicias se esperan para la ciudad, así como en qué tipo de forma resultará la manzana urbana.

En este sentido, este trabajo se pregunta cuáles son las densidades y formas de manzanas que permitan alcanzar criterios de eficiencia energética sin perder accesibilidad solar para tener una potencialidad energética renovable.

CASO DE ESTUDIOS

El caso de estudios es la ciudad de La Plata, Buenos Aires Argentina, la cual fue planificada y trazada en 1882 con criterios higienistas.

En la ciudad las condiciones de la forma urbana vienen desde la concepción fundacional de la misma. Los preceptos higienistas que definieron su trazado, se mantuvieron e intentaron reforzar con el Código de Ordenamiento Urbano (COU) del año 2001. Luego, en 2010 se modificó dicha ordenanza y aquellos preceptos quedaron desdibujados en ciertos sectores de la misma.

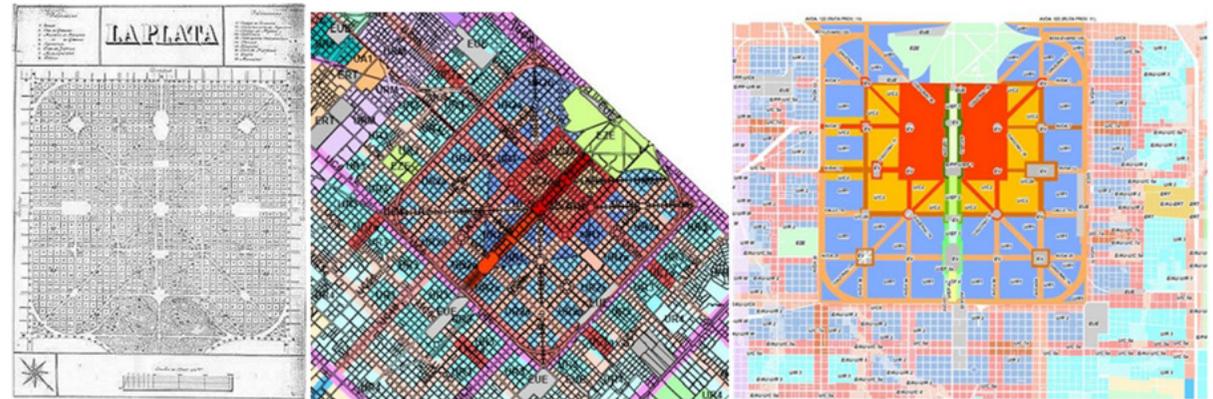


Figura 2. (a) Plano de la fundación de La Plata. (b) Plano del Código de Ordenamiento Territorial (COU) del año 2000. (c) Plano del COU del año 2010.

En principio se determinaron ciertos anchos de calles y alturas de edificación, evitando retiros de frente para conformar un bloque edificado de tipo compacto (Figura 2a). El COU del año 2001 propuso densificar respetando mayores alturas (hasta 30 m) en los corredores de circulación vehicular principales de mayor ancho, y limitar un la altura en corredores secundarios más angostos (entre 12 y 18 m). En la figura 2b se puede observar coloreados los corredores, las gamas de rosa, naranja y rojo representan mayores alturas, los celestes y verdes menores alturas. La modificación del COU del año 2010 propuso aumentar la densidad urbana en el área central como se puede observar en la Figura 2c y bajar la densidad en áreas no centrales o periféricas. El área central coloreada en rojo acepta alturas de hasta 12 niveles (34m) sin discriminar entre corredores vehiculares de mayor o menor ancho y el área coloreada en celestes limita las alturas a 3 niveles (9m).

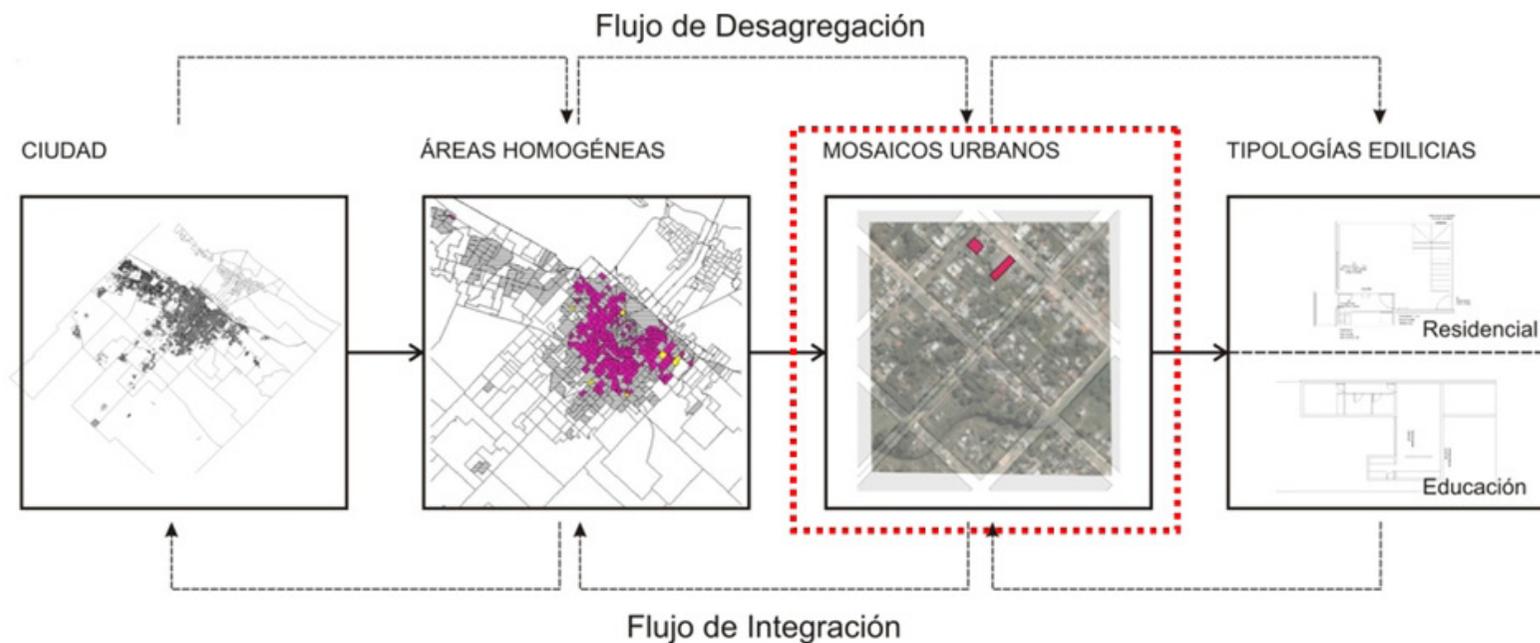


Figura 3. Nivel de análisis de Mosaicos Urbanos, insertos en la escala mayor **Fuente:** elaboración propia.

Entendemos que este análisis detallado, surgido de seleccionar áreas homogéneas críticas nos permite profundizar en el estudio del comportamiento energético-ambiental de la ciudad y su aptitud para el mejoramiento de estas condiciones.

En este caso, la extensión depende de la morfología característica del área urbana. Las variables que definen la morfología y que son consideradas para su selección son las siguientes: uso del suelo; trazado y tejido urbano; y acceso al recurso solar. Entonces, para estudiar este nivel de análisis enunciaremos las siguientes variables (Tabla 1), las cuales se describen a partir de diferentes indicadores.

Unidad de análisis	Variable	Indicador
(Na) Mosaico urbano (MU)	Uso del suelo	Porcentaje de suelo utilizado para cada tipo de uso.
	Trazado	Ancho de parcelas Largo de parcelas Largo del fondo libre de parcela (corazón de manzana) Relación ancho/largo de parcela Orientación- Desviación de las manzanas respecto del norte.
	Tejido	Área horizontal y características constructivas del volumen edificado Altura y perímetro exterior e interior del volumen edificado Relación entre área construida total y área de espacio en nivel +/- 0,0 m.
	Acceso al recurso solar en el macizo construido	Relación entre número de pisos y ancho de la calle de línea municipal a línea municipal. Altura y ancho y densidad de elementos que obstruyen. Energía anual y de invierno, recibida por fachadas. Horas de asoleamiento diario recibido en fachadas.

Tabla 1. Variables involucradas **Fuente:** elaboración propia.

Uso de suelo: caracteriza la actividad principal que se desarrolla. Los usos pueden ser el habitacional, el comercial, el equipamiento, los servicios y el uso productivo. Un mosaico urbano puede tener la predominancia de cualquiera de ellos. Su análisis se realiza a partir de clasificación tipológica.

Trazado: muestra la intención de ordenar los vacíos y llenos (espacios libres y edificados, calles y avenidas, plazas y parques, edificios singulares, etc.) en la extensión de la ciudad. Puede diferenciarse según su regularidad o su planificación y una posible clasificación sería regular, irregular, mixto, orgánico, y por otro lado planificado o no. Los elementos componentes del trazado son los bordes, las avenidas, las calles y manzanas, los edificios singulares, los espacios verdes y el elemento vegetal. En el interior de la manzana la traza queda definida por el parcelamiento, el cuál condiciona a la conformación del tejido urbano, pues en función de sus tamaños, orientaciones, etc., delimita ciertas tipologías arquitectónicas posibles. Por fuera de las manzanas, el trazado define las características del espacio urbano de uso público. El mismo está limitado por el ancho de la vía de circulación y el “plano límite”¹.

Otros elementos que lo definen son: el límite entre la vereda y el sector destinado a tránsito vehicular, el tipo de solado de la calle y la vereda, la presencia de verde en su extensión, el arbolado. Su análisis se realiza por detección de tramas en observación de planos.

Tejido: Considera la relación entre los volúmenes edificados (volúmenes totales construidos en una parcela) y el espacio urbano (espacio aéreo que incluye el espacio público y el comprendido entre los volúmenes edificados

¹ un plano virtual que limita la altura permitida de cualquier punto del edificio, estipulado en los códigos de planeamiento de las ciudades.

de las parcelas). Los condicionantes del tejido urbano son los elementos externos que influyen en el proceso de ocupación de las manzanas, y en consecuencia en la apariencia adquirida por los espacios construidos y libres. Dichos elementos son la tipología formal de las manzanas, el parcelamiento y la tipología edificatoria. Las modalidades de ocupación del suelo por parte de los espacios construidos, tiene amplia relación con las tipologías arquitectónicas y sus maneras de agregación. El resultado final es la apariencia de los macizos construidos de la manzana como sumatoria de las distintas tipologías arquitectónicas agrupadas. Puede clasificarse en función del grado de compacidad según el predominio de los volúmenes construidos sobre los libres, lo que permite detectar manzanas testigos de los diferentes comportamientos del tejido urbano. El mismo puede ser compacto, semi-compacto o abierto, y esta variación permitirá menor o mayor acceso al sol en cada uno de los volúmenes edificados y de las viviendas que lo conforman. Su análisis se realiza a partir de clasificar planos de llenos y vacíos, en forma manual o en forma semi-automática a partir del procesamiento de imágenes satelitales.

Acceso solar: Las tres variables anteriores caracterizan la morfología del mosaico que se inserta en el espacio urbano. El espacio urbano involucra a todo aquel espacio aéreo abierto, capaz de garantizar buenas condiciones de habitabilidad en función de los requerimientos ambientales de iluminación, ventilación, asoleamiento, acústica, privacidad, ángulo de visión del cielo, visuales exteriores, vegetación y otros elementos coadyuvantes del saneamiento ambiental (Decreto 1669/2000, 2002). Incluye tanto el espacio de la vía pública comprendido entre las líneas municipales de dicha cuadra y los retiros de las edificaciones en cada manzana, el

espacio libre de manzana, el espacio libre entre paramentos verticales laterales de los edificios y los patios apendiculares (patios delanteros abiertos al espacio urbano).

A partir de la morfología inserta en el espacio urbano es posible evaluar el grado de acceso solar, estudiando las características, la relación y las distancias entre los volúmenes construidos de las diferentes manzanas –ancho del espacio urbano de uso público de línea municipal a línea municipal, arbolado y superficie de veredas y calles-.

Para evaluar la incidencia solar y la proyección de sombras en el espacio urbano en forma digital, se construyen maquetas electrónicas procesadas en programas de simulación de las trayectorias horarias estacionales del sol en las fachadas.

RESULTADOS

Uso del Suelo

De estos tipos de uso del suelo, el de mayor extensión y representación de la vida urbana es el uso habitacional o residencial. Por otro lado, es el que involucra a toda la población. Es por eso que se entiende para este análisis, que los mosaicos urbanos de mayor representatividad son predominantemente de uso residencial, o sea cuyo índice de dominancia esté marcado por este tipo de uso del suelo a pesar de la existencia de otros usos aislados en su composición.

Trazado

La traza urbana de la ciudad de La Plata parte originalmente de la concepción de damero, que es un trazado regular, y en este caso ha sido planificado. El mismo se ve interrumpido por avenidas cada seis calles, plazas y bulevares de 30 metros de ancho del tipo diagonal y ortogonal. El perímetro de la ciudad es un cuadrado perfecto, limitado por un bulevar de circunvalación de 100 metros de ancho. La forma general de las

manzanas está representada por cuadrados de 120 metros por costado. Las manzanas de 120 metros de lado empiezan con 60 metros de ancho desde el eje central de la ciudad (eje fundacional) (ver Figura 4) y van aumentando progresivamente de a 10 metros hasta tener la forma general de 120 metros de lado. Esta división se hizo teniendo en cuenta la aglomeración de la población y el mayor movimiento que existiría en esa parte central (Morosi, 1983).

Con respecto a la orientación de dicha traza, los diseñadores de la ciudad incorporaron preceptos diferentes a los que se venían trabajando hasta el momento. Esto se ve reflejado en el siguiente extracto: “La orientación de la traza es a medio rumbo verdadero. Dicha orientación, además de estar ordenada por decreto para la fundación de nuevos pueblos en la provincia, se ha adoptado para esta capital... Se ha observado que esta traza ofrece más ventajas para nuestro clima. La orientación que se ha dado al cuadrado respondió a las normas legales vigentes según el “medio rumbo” (NE-SO y NO-SE), diferente de la que se venía adoptando en otros países y en otras ciudades del nuestro, en la primera mitad del siglo XIX” (Morosi, 1983).

El crecimiento posterior de la ciudad de La Plata, más allá del anillo perimetral, adoptó casi mayoritariamente las características y la orientación del trazado original, a excepción de la zona noroeste que se vio modificada por una vía de circulación vehicular que conecta con la Ciudad de Buenos Aires denominada camino Belgrano (ver Figura 4).

Las calles se consideraron como “pulmones” de la ciudad según sus diseñadores, subordinando las dimensiones y características al clima del lugar. También consideraron la incorporación de arboledas en avenidas, plazas y parques. Por otro lado, el ancho de las vías de circulación

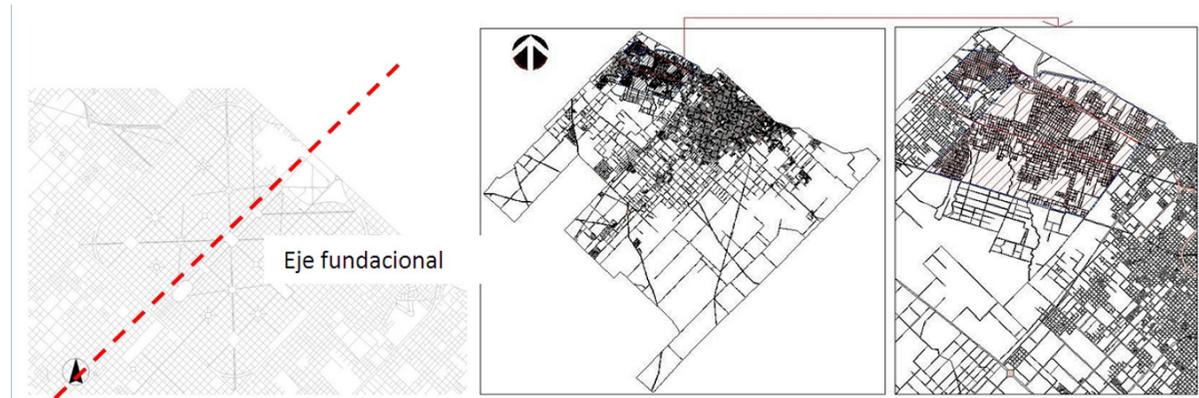


Figura 4. Izquierda: Eje fundacional de la ciudad de La Plata. Sobre él las manzanas son más pequeñas y se van agrandando hasta tomar el tamaño estándar de 120 m x 120 m. Derecha: Sector del trazado platense desviado de la orientación general del mismo
Fuente: elaboración propia.

debía estar en correspondencia con el tipo de transporte y el movimiento comercial, con un trazado sencillo y regular. Las terminaciones de las calzadas también fueron ampliamente estudiadas en función del clima prestando atención a las lluvias y a los colores y matices. El sistema viario de La Plata consta de calles y avenidas ortogonales y diagonales, bulevares y otros canales. En Morosi (1983), se establecen los cortes característicos de las calles, avenidas y avenidas diagonales, con los anchos de las vías de línea municipal a línea municipal. El ancho de la calle de acceso domiciliario es de 18 metros entre líneas municipales. El ancho de las veredas varía entre los 3 y los 6 metros, de acuerdo a las necesidades de la vía de tránsito, las cuáles varían entre los 6 y los 11 metros. Las avenidas tienen un ancho de 30 metros y hay de tres tipos: con rambla, sin rambla y con separador central (ver Figura 6). El tratamiento de las mismas varía ya que algunas están cubiertas sólo de verde y otras tienen baldosas calcáreas.

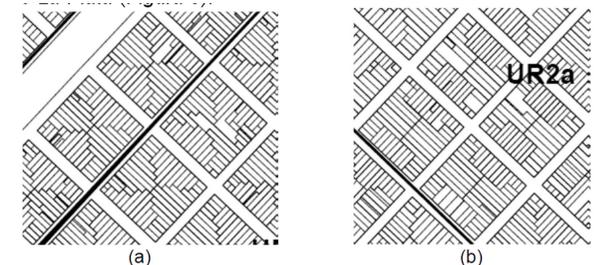


Figura 5. Imágenes de las parcelas y sus deformaciones. Parcelas en X (a) y parcelas en H (b). Parcelamientos mínimos de 10 mt de frente
Fuente: ordenanza de usos de suelo de La Plata

Se observa entonces que el trazado presenta condiciones óptimas para la accesibilidad de asoleamiento de las fachadas en el invierno así como sombreado y ventilación en el verano, respetando sus condiciones fundacionales. Se analizará más adelante los aspectos relacionados a la potencialidad de asoleamiento de la orientación del trazado platense.

Tejido

Para el caso de La Plata, Morosi (1983) realizó un análisis de distintas tipologías de manzanas según su tejido, definiendo seis manzanas “testigo” pertenecientes al casco fundacional. Se determinan características del tejido que varían desde la zona noroeste del casco donde la tipología edificatoria define un tejido abierto –con viviendas apareadas sólo por uno de sus lados y retiros de frente-, hacia la zona oeste y suroeste del casco con grados de compacidad intermedios –con viviendas compactas-, la zona este, sur-este y sur de tejido compacto -con viviendas compactas de menores recursos de uso mixto que respetan el perímetro cerrado-, y las zonas centrales con alta ocupación del suelo –con viviendas de mayor densidad, que respetan el perímetro cerrado y la línea municipal- (ver Figura 7 y 8).



Figura 6. A la izquierda, avenida con rambla (30 m de ancho) y a la derecha calle de acceso domiciliario (18 m) **Fuente:** elaboración propia.

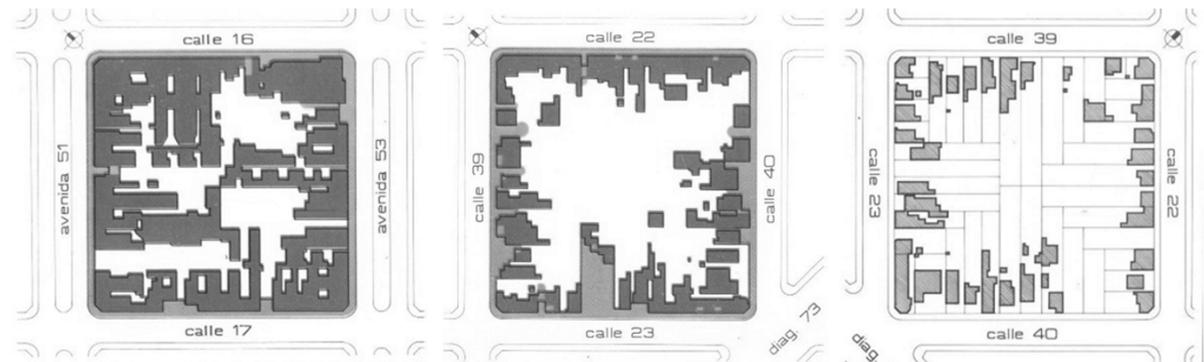


Figura 7. Manzanas platenses tipo del Casco Fundacional hasta el año 1985. Tejido compacto, semi-compacto y abierto **Fuente:** libro La Plata, ciudad nueva ciudad antigua



Figura 8. Manzanas de tejido compacto del Casco Fundacional y semi-compacto de la periferia (foto aérea 1998) **Fuente:** Municipalidad de La Plata.

En los años que sucedieron al análisis desarrollado por Morosi, las áreas más afectadas por las modificaciones de los códigos de ordenamiento urbano y las especulaciones inmobiliarias fueron las zonas centrales, donde el tejido empezó a interrumpirse con edificios en altura aislados, perdiendo el concepto de perímetro cerrado original de la idea fundacional (Fundación CEPA, 2000). La ordenanza de uso de suelo de la ciudad del año 2001 propuso respetar los ideales fundacionales con relación al tejido, restringiendo las alturas máximas en función del tipo de calle y el ancho de las mismas.

Como conclusión podemos observar que el mayor porcentaje en extensión del tejido del casco fundacional se desarrolla como viviendas de tipo compacto, con o sin retiros de la línea municipal, respetándose un tejido compacto. Esta situación continuó hasta nuestros días, con excepción de la zona del centro comercial de la ciudad y alrededores, donde la densificación es mayor –áreas homogéneas de alta consolidación- y han surgido edificios en propiedad horizontal de gran altura. Por otro lado, la extensión del tejido más allá de los límites del casco se desarrolló en forma semi-compacta a dispersa, observándose esta diferenciación. En la Figura 9 se observa el plano de La Plata con una clasificación de acuerdo a la densidad del tejido los rangos de un área de tejido compacto y con las características morfológicas de la periferia urbana, de tejido semi-compacto que actualmente no existe en el área del casco (Figura 9).

Como se puede observar, el mayor porcentaje del área urbana presenta consolidación baja con un tejido semi-compacto a disperso. Debemos tener en cuenta que el factor de exposición de una vivienda varía entre 1 (totalmente expuesto) y 0,11 (muy poco expuesto) para las tipologías del área de estudio. Para áreas de baja consolidación se

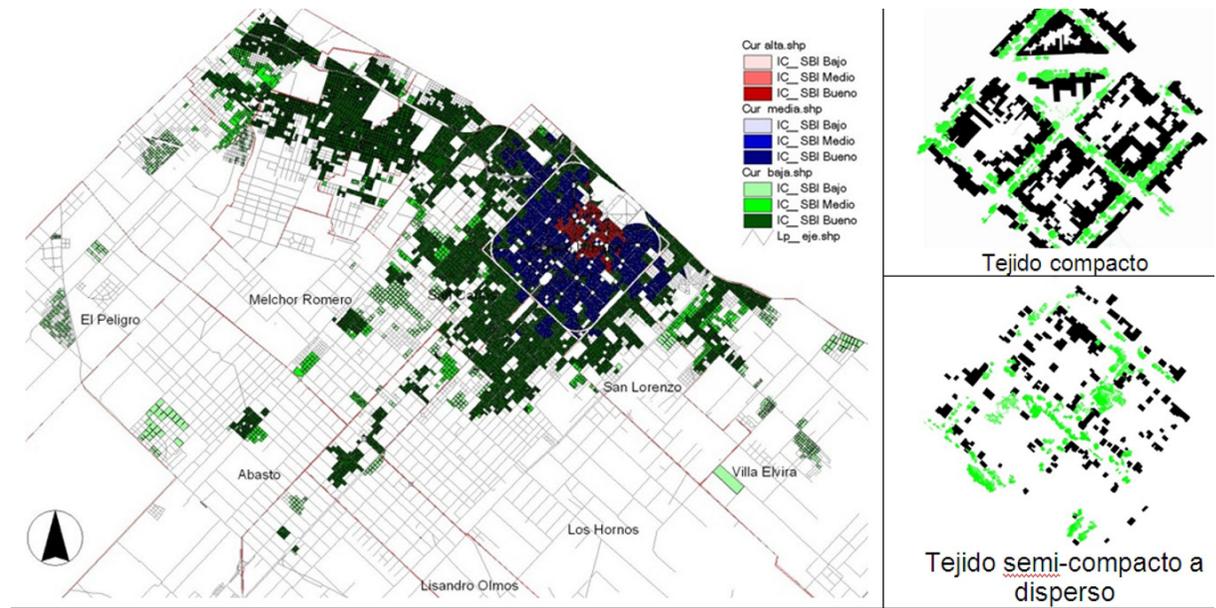


Figura 9. A la izquierda mapa de la Ciudad de La Plata al año 2010 con tres niveles de densidad de uso de suelo: alto (rojos, densidad > 40 viviendas/ha), medio (azules, densidad 20 < DE ≤ 40 viviendas/ha) y bajo (verdes, densidad ≤ 20 viviendas/ha). A la derecha gráficos de mosaico compacto en consolidación media y semi-compacto en consolidación baja, elaborados en base a procesamiento de fotografías satelitales
Fuente: elaboración propia.

consideran los valores máximos (entre 0,8 y 1), para áreas de consolidación media valores de exposición media (0,5) y para áreas de consolidación alta valores de exposición bajos (0,3). Asimismo, podemos referenciar que los mosaicos compactos pueden asociarse a coeficientes volumétricos de pérdidas de aproximadamente GMu:1,5, mientras que los mosaicos de semi-compactos aumentan considerablemente este coeficiente, superando el valor de GMu: 2,5. Como conclusión, podemos decir que las áreas de mayor compacidad que responden a los preceptos fundacionales, presentarían mayor eficiencia energética urbana. Sin embargo, áreas de menor eficiencia como las de semi-compacidad, son menos eficientes pero representan mayor

extensión territorial en la ciudad de La Plata. Acceso al recurso solar del volumen edificado Las calles y veredas más anchas disminuyen el peligro de las sombras sobre los edificios. La Fundación CEPA (2000) realizó un análisis de las calles y veredas de La Plata, con el objetivo de revalorizarlas. Los autores propusieron conservar aquellos preceptos higienistas inscriptos en el plano fundacional y que se conservaron hasta 1950, momento en el cual la situación cambió por la especulación inmobiliaria y llevó a la aparición de exageradas alturas edilicias, retiros de frente y patrones morfológicos disonantes con la armonía del plan inicial. En consecuencia revalorizan dos tipos de calles: las más angostas (18 metros de ancho en total) y las diagonales principales que

son zonas de mayor flujo vehicular (30 metros de ancho de línea municipal a línea municipal) y proponen respetar una altura de los macizos construidos que las delimitan no superior a la medida de su ancho.

Con relación a esta propuesta, la ordenanza de usos de suelo de la ciudad del año 2001 exige que “las nuevas vías que sean abiertas dentro del territorio del partido de La Plata deberán ser continuación o prolongación de otra ya existente y mantener su ancho entre líneas municipales de las parcelas frentistas. Todas las avenidas y calles que sean conectoras principales y secundarias, deberán respetar un ancho mínimo de treinta metros –avenidas- y dieciocho metros –calles-. Las vías pertenecientes a la red de calles de acceso domiciliario o internas de enclave dentro del territorio del partido de La Plata deberán mantener el ancho existente, que no podrá ser inferior a un ancho mínimo de 15 metros”. Y luego establece la relación entre estos anchos de calles, y la edificación permitida en la parcela, regulando la altura permitida y los retiros de frente y laterales. Todas estas características deben permitir condiciones mínimas de habitabilidad (dimensiones mínimas de las viviendas, asoleamiento en los edificios de perímetro libre y en los edificios entre medianeras). Las regulaciones respecto del asoleamiento de los edificios son mínimas: la disposición de varias viviendas aislados en una parcela deben asegurar tres horas en el solsticio de invierno de por lo menos el 50% de locales de primera clase (art. 4.8.2); los edificios entre medianeras deben asegurar tres horas de asoleamiento sólo en un 50% de las viviendas construidas en dicha parcela y lograr que los muros exteriores y el sistema de calefacción aseguren un ambiente interior a 18 °C (en condiciones exteriores a 0°C) y ausencia de condensación en muros y aberturas (Municipalidad de La Plata, 2001).

COU	ZONA	Altura Permitida (m)	Número de niveles Permitidos	Retiro		Ancho calle (m)
				frente	lateral	
(año 2001)	AU- Zona eje fundacional: U/C 1a	30	10	no	no	30 c/rambla
	AU-Zona eje fundacional: U/C 1b.	18	6	no	no	30 c/rambla
	AU -Zona centro: U/C 2 a.	24	8	no	no	18 y 1 de 30
	AU- Zona centro: U/C 2 b.	24	8	no	no	18 c/sep vía
	AU- zona corredor central: U/C 3.	30	10	no	no	30 c/rambla
	AU- Zona de acceso principal: U/C 4 a.	18	6	no	no	30 c/sep vía
	AU- Zona de acceso principal: U/C 4 b.	9	3	no	3	30 c/rambla
	AU - Zona corredores complementarios del Casco: U/C 5a.	18	6	no	no	30 c/rambla verde
	AU- Zona corredores complementarios del Casco: U/C 5b.	12	4	no	no	30 c/rambla y c/sep.vía
	AU- Zona corredores complementarios de la periferia del casco: U/C 5c.	9	3	no	si	30 s/rambla
	Zona residencial central: U/R 1.	12	4	no	no	18
	Zona residencial del casco: U/R 2a.	12	4	no	no	18
	Zona residencial del casco fundacional: U/R 2 b.	12	4	no	no	18
Zona residencial U/R 3 a 7- TEJIDO ABIERTO	9	3	3	si	18	
(año 2010)	Área Eje Fundacional: U7EF 1 (ex UC1a)	36	12	no	no	30 c/rambla
	Área Eje Fundacional: U7EF 2 (ex UC1b)	30	10	no	no	30 c/rambla
	Área Eje Fundacional: U7EF 3 (ex UC1b)	24	8	no	no	30 c/rambla
	Área Eje Fundacional: U7EF 4 (ex UC1b)	12	4	no	no	30 c/rambla
	Área central, res. central: U/C1 (ex UC2 a y b)	30	10	no	no	18 y 30
	Área peri-central: U/C2 (ex UR1)	24	8	no	no	18 y 30
	Área corredores de acceso: U/C3	18	6	no	no	30 c/rambla
	Área Residencial Casco: U/R1 (ex UR 2)	9	3			18
	Sub-centros y corredores: UC4 a UC8	9	3	no	si	18
	Residencial de Periferia: U/R2 y U/R3	9	3	no	si	18
Residencial de Periferia: U/R4 a UR8	9	3	3m	si	18	

Tabla 2. Resumen de la zonificación del Partido de La Plata, alturas permitidas, retiros y ancho de calles por zonas **Fuente:** ordenanza 9231/00, ordenanza 10702/10 elaboración propia.

En la Tabla 2 se puede observar el resumen de los indicadores y restricciones urbanas para la ciudad de La Plata en el código del año 2001 y en el 2010. Se destacan las mayores alturas permitidas en color amarillo. A partir de realizar los cortes característicos se puede verificar la incidencia solar y proyección de sombras. Se realiza entonces un análisis del número de horas

de asoleamiento total de fachadas en sectores urbanos con las alturas más desfavorables para el código de ordenamiento del año 2001 que se propuso respetar los trazados fundacionales (definidas en la Tabla 2). Los resultados se observan en la Tabla 3. Se analizan dichos sectores con dos orientaciones de trazado: a medio rumbo y con rumbo norte-sur.

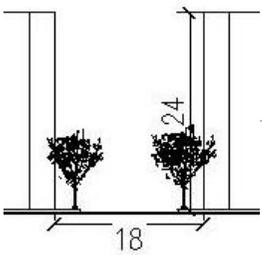
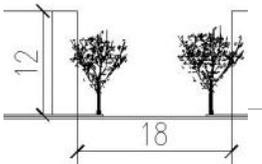
Horas de asoleamiento recibido sobre fachadas- 21 de Junio			Orientación de la fachada							
			E	SE	N	NE	O	NO	S	SO
	trazado N-S	horario	11 a 13		13 a 15		13 a 15		-	
		cantidad horas	2		2		2		0	
	trazado NE-SO	horario		9 a 10		12 a 16		10 a 14		16 a 17
		cantidad horas		1		4		4		1
	trazado N-S	horario	11 a 12:45		9:45 a 16:30		13 a 16:45		-	
		cantidad horas	2:45		6:45		3:45		0	
	trazado NE-SO	horario		8:45 a 9:45		10 a 16		10 a 16		15:15 a 17:15-
		cantidad horas		1		6		6		2:45

Tabla 3. Tabla comparativa del asoleamiento recibido sobre la fachada obtenida por trazados con diferente orientación, calles de 18 m de ancho y 24 m de altura (mosaicos compactos) y calles de 18 m de ancho y 12 m de altura (mosaicos semi-compactos) de acuerdo a la ordenanza del 2001
Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que la manzana orientada a medio rumbo (NE-SO) obtiene mayor cantidad de horas de asoleamiento totales con las diferentes alturas del perfil edilicio propuesto, y ninguna de sus fachadas queda sin asoleamiento. Esto permite además de ganancia solar, mejor iluminación en los recintos interiores de cada manzana. Asimismo, el nuevo código del año 2010 propone aumentar más las alturas en las zonas centrales sin considerar los anchos de calles, perjudicando el asoleamiento, así como reduce las alturas permitidas en las áreas de tejido semi-compacto, desaprovechando la posibilidad de mejorar la eficiencia energética por densificación debido a que se había observado que tenían buen asoleamiento. Entonces podemos enunciar que las modificaciones no han tenido en cuenta estas variables y que las perjudica. Para complementar esta información, se analiza la energía total anual y de invierno, por unidad de superficie de fachada (IAS-FABA, 1979). Es importante aclarar que este análisis sólo pretende conocer la potencialidad de ganancia de energía en invierno de acuerdo a la orientación de la traza. En Tabla 4 se puede observar la energía recibida anualmente. En la Tabla 5 se puede observar la energía recibida en los meses de invierno. Los resultados demuestran que la orientación del trazado N-S, recibe sólo un 3,12% más de energía solar anual sobre sus fachadas (1.127,04 MJ/m²), en relación a los orientados sobre el eje NE-SO (1.092,5 MJ/m²). Al observar el resultado obtenido de acuerdo a la orientación de fachada, la N-S tiene tres fachadas con 28,9% de energía solar obtenida, mientras que la cuarta sólo recibe 13,4%, dándose un comportamiento muy desigual. En la orientación NE-SO dos de las fachadas reciben 30,6% y las otras dos 19,4%. Si consideramos un lote tipo de 10 metros de frente por 30 metros de largo, en la orientación de traza N-S, cuyo frente da al Norte, la suma de

Orientación de manzana Norte-Sur		N	E	O	S	TOTAL
Energía Total recibida por las fachadas MJ/m ² año		323,80	326,17	326,17	150,88	1127,04
% E. sobre el total		28,7	28,9	28,9	13,4	100
Orientación de manzana Noreste-Sureste		NE	NO	SE	SO	TOTAL
Energía Total recibida por las fachadas MJ/m ² año		334,28	334,28	212,00	212,00	1092,56
% E. sobre el total		30,60	30,60	19,40	19,40	100

Tabla 4. Energía solar recibida anualmente por m² de superficie expuesta en una traza orientada N-S y NE-SO **Fuente:** elaboración propia.

Orientación de manzana Norte-Sur		N	E	O	S	TOTAL
Energía Total recibida por las fachadas MJ/m ² invierno		83,06	44,24	44,24	16,37	187,92
% E. sobre el total		44,20	23,54	23,54	8,71	100
Orientación de manzana Noreste-Sureste		NE	NO	SE	SO	TOTAL
Energía Total recibida por las fachadas MJ/m ² invierno		64,04	64,04	16,88	16,88	161,84
% E. sobre el total		39,57	39,57	10,43	10,43	100

Tabla 5. Energía solar recibida en los meses de invierno (junio, julio, agosto) por m² de superficie expuesta en una traza orientada N-S y otra NE-SO **Fuente:** elaboración propia.

la radiación sobre el frente y contrafrente es de 474,68 MJ/m² año (40% del total de la manzana). Si el frente del lote mira al este u oeste, la disponibilidad energética es de 652,34 MJ/m² año (60% del total de la manzana). Este mismo lote con una orientación de traza sobre el eje NE-SO dispone de 546,28 MJ/m² en cualquiera de sus direcciones. El mismo análisis para los meses de invierno da como resultado que este mismo lote orientado N-S en una traza N-S recibe 99,43 MJ/m² en estos meses, mientras que orientado E-O recibe 88,48 MJ/m². Si consideramos la orientación de traza a medio rumbo, todos los lotes reciben 80,02 MJ/m² año. En este último caso se reduce la posibilidad de ganancia solar, pero tiene una distribución más pareja en los diferentes lotes. Por otro lado, no se debe perder de vista que, si bien el aumento de la ganancia directa en invierno es beneficioso para la reducción del consumo, en verano debe tenerse en cuenta por el sobrecalentamiento que puede producir y el consiguiente uso de aire acondicionado, en caso de disponer de estos equipos.

CONCLUSIONES

Como conclusión, se ha verificado que el tipo y orientación del trazado urbano de La Plata, las características del tejido planificadas en su fundación y estipuladas por la ordenanza de usos de suelo del 2001, son adecuados para un mejor y más equitativo aprovechamiento del recurso solar de las manzanas de esta ciudad durante el invierno. Permiten mayor eficiencia energética sin perder accesibilidad solar.

Las modificaciones a dichos preceptos para aumentar la densidad edilicia sólo desde una necesidad del mercado inmobiliario sin considerar estos aspectos, podrían perjudicar las posibilidades futuras de tender hacia una ciudad sustentable desde el aspecto del ahorro de recursos energéticos.

Se ha observado que la traza NE-SO obtiene resultados más equitativos en toda la manzana. Por otro lado, si consideramos que la orientación oeste es la más desfavorable para nuestro clima en el verano (IAS-FIPE, 1979), la traza a medio rumbo no tiene ninguna de sus fachadas francamente orientadas en ese sentido. Podríamos decir entonces que caso planteado puede ser un buen ejemplo para incorporar criterios de eficiencia energética y energías renovables en el medio urbano.

BIBLIOGRAFÍA

- Di Bernardo e (1996). "Mosaico Interconectado de Naturaleza: una manera de restituir la dimensión natural en las áreas metropolitanas", Revista A&P, n. 11, p. 4-7.
- Di Bernardo, e (1998). Paisaje Ambiental De Alta Diversidad. Mosaico De Naturaleza Interconectado, Una Manera De Recuperar El Soporte Natural En Las Áreas Urbanas (Argentina). Del libro electrónico de Salinas Chávez, E.; Middleton J. La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina - <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>.
- Diputación De Barcelona (1996). Sistema Municipal de Indicadores de Sostenibilidad. Edita: Diputación de Barcelona, España.
- Forman r (2004). Mosaico Territorial para la Región Metropolitana de Barcelona, Editorial Gustavo Gili, España.
- Fundación CEPA (2000). Artículo "La Plata: la arquitectura del urbanismo: De lo abstracto y lo concreto; La vigencia del paradigma fundacional; Seguridad de su conservación". Revista Ambiente N ° 84. Pág. 36 a 53.
- IAS-FIPE (1987). Audibaires, plan piloto de evaluación energética en Capital Federal y Gran Buenos Aires. Informa final parte 2.
- Instituto CERDA, Dirección General de la Vivienda, la arquitectura y el urbanismo, IDEA, Ministerio de Fomento. Centro de Publicaciones (1999). Guía de la edificación Sostenible: calidad energética y medioambiental en la edificación. Madrid y Barcelona.
- Kosak d. y Romanello l (2012). Sustentabilidad en Arquitectura 2. Criterios y normativas para la promoción de sustentabilidad urbana en la CABA. Ediciones CPAU, CABA, Argentina.
- Matteucci s., Morello j, Rodriguez a, Mendoza n (2004). El Alto Paraná Encajonado Argentino-Paraguay: mosaicos de paisaje y conservación regional. Ediciones FADU, Argentina.
- Morosi J. A. Director del equipo de investigación. (1983). La Plata, Ciudad Nueva ciudad antigua. Historia, forma y estructura de un espacio singular. Asesor y autor del proyecto: de Terán, Fernando. Colaboradores: Barba, f; Scarone, m.; Gazaneo, j; Mele, j; Orsi, m. Editado por la Universidad nacional de La Plata, Argentina y el Instituto de Estudios de Administración local (España). Imprenta FARESO, S.A. (España).
- Municipalidad de La Plata (2001). Ordenanza 9231/00 de ordenamiento territorial y uso del suelo.
- Municipalidad de La Plata (2010). Ordenanza 10702/10 de ordenamiento territorial y uso del suelo.
- Sbarra a, Cueto Rúa v Moroni l, Waslet c y Murace p (2007). "El pensamiento proyectual en la escala regional. El verde como infraestructura territorial". Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales. Año 3 - N° 3 – 2007. Edita: Universidad del Litoral (Argentina) y Universidad de la República (Uruguay). Santa Fe. (pp. 91-101).
- Timms d (1976). El mosaico Urbano: hacia una teoría de la diferenciación residencial. Editorial IEAL, Madrid.
- Viegas g (2011). "Desarrollo metodológico a partir de mosaicos urbanos para evaluar la eficiencia energética y el aprovechamiento de la energía solar en el marco de la sustentabilidad urbana", Revista Ambiente Construido, Brasil, v. 11, n. 2, p. 139-155.