

XXXIV Encuentro Arquisur.  
XIX Congreso: "CIUDADES VULNERABLES. Proyecto o incertidumbre"

La Plata 16, 17 y 18 de septiembre.  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de La Plata

EJE: Investigación  
Área 4 – Ciudad, territorio y paisaje. Gestión

## **CIUDADES VULNERABLES: ESTUDIO DE INDICADORES PARA UN DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE EN SAN JUAN, ARGENTINA**

**Nora Nacif** <sup>(1)</sup>,

**María del Pilar Espinosa**

Institución: Gabinete de Investigaciones Urbanas. Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat.  
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan.  
Tel. 0264 42322395- int.323

<sup>(1)</sup> [noranacif@yahoo.com.ar](mailto:noranacif@yahoo.com.ar), [noranacif@faud.unsj.edu.ar](mailto:noranacif@faud.unsj.edu.ar)

### **RESUMEN**

Esta ponencia surge de un proyecto de investigación en desarrollo, cuyo objetivo fundamental es contribuir a identificar conflictos ambientales de la ciudad de San Juan, Argentina, en forma concreta y espacializada, a través del estudio de un sistema de indicadores urbanos como herramientas para establecer y controlar acciones que favorezcan una mejor calidad de vida de la comunidad.

La ciudad de San Juan por su localización geográfica posee dos condicionantes del medio natural, la aridez y la sismicidad. Ambos han marcado las lógicas de su evolución y desarrollo desde su fundación hasta la actualidad. El problema de crecimiento en extensión del Gran San Juan, luego del terremoto de 1944, se tradujo en el avance sobre tierras productivas, olvidando la preservación del oasis como recurso vital de la región y sin una visión sustentable del territorio. Ante este escenario se considera que todas las intervenciones de gestión y ordenamiento urbano territorial deben contemplar estos dos condicionantes mencionados para reducir la vulnerabilidad ambiental.

En ése marco, los indicadores estudiados conforman un sistema que se articula y estructura involucrando conceptos de ambiente, paisaje y territorio en una visión integral y a largo plazo de la ciudad. Su aplicación posibilita que aspectos como, la compacidad física del territorio, la eficiencia de los servicios de infraestructura, la dotación de equipamientos y de espacios verdes, la cohesión social, los riesgos ambientales, entre otros factores, puedan ser evaluados en forma permanente, detectando áreas críticas para la toma de decisiones en los distintos niveles de gestión urbana como contribución a un desarrollo urbano armónico, ambientalmente sustentable y que preserve y consolide la identidad de su paisaje.

Si bien se trata de un trabajo de aplicación local, puede adaptarse a los requerimientos de otros centros de características similares, puesto que apunta a desarrollar conocimientos de orden conceptual y metodológico. La línea investigativa integra en el enfoque sustentable del desarrollo urbano la consideración del sismo, cuyo riesgo de ocurrencia constituye un real conflicto a que está sometida la población, su patrimonio cultural, económico y social, es

decir, todo el subsistema antropizado del área considerada. Sus resultados apuntan a que la población de la ciudad alcance niveles aceptables de calidad de vida, satisfaciendo necesidades y deseabilidades de la generación actual, sin comprometer la de las futuras, tratando de corregir actuales falencias y así legarles además, un paisaje urbano más agradable, sano y seguro.

**PALABRAS CLAVE: VULNERABILIDAD AMBIENTAL- INDICADORES-  
DESARROLLO SUSTENTABLE**

## INTRODUCCIÓN

### La problemática de Estudio

Desde la perspectiva del ambiente natural y de sus implicancias en la conformación del paisaje urbano territorial, hay al menos dos cuestiones determinantes a considerar en cualquier estudio que se realice en la Ciudad de San Juan y que tienen que ver con dos condicionantes ineludibles de su medio natural, la aridez y el sismo: (Figura 1)

a) San Juan está enclavada en un oasis, al pie de los valles precordilleranos andinos, en un territorio provincial del cual solo el 3% es habitable. La ciudad se construyó en un oasis preexistente que fue creciendo en su extensión acompañando el crecimiento poblacional, mejorando paulatinamente los modos de acceso al agua, lo cual a lo largo de los años fue antropizando el paisaje y extendiendo las zonas verdes cultivables/habitables (Nacif N. y otros, 2012).

b) San Juan pertenece a la zona de mayor actividad sísmica del país, registra al menos dos terremotos cada siglo y una frecuencia de entre 1 y 3 sismos de baja intensidad por mes (INPRES).

Por ello podemos caracterizarla como una “ciudad oasis de zona sísmica”. El área urbana denominada Gran San Juan, constituye una conurbación con bajas densidades y una planta urbana muy extendida. Conformada por el Dpto. Capital y las áreas urbanas de cinco departamentos aledaños: Chimbabue, Rivadavia, Rawson, Santa Lucía y sector norte del Dpto. Pocito. (Figura 2)

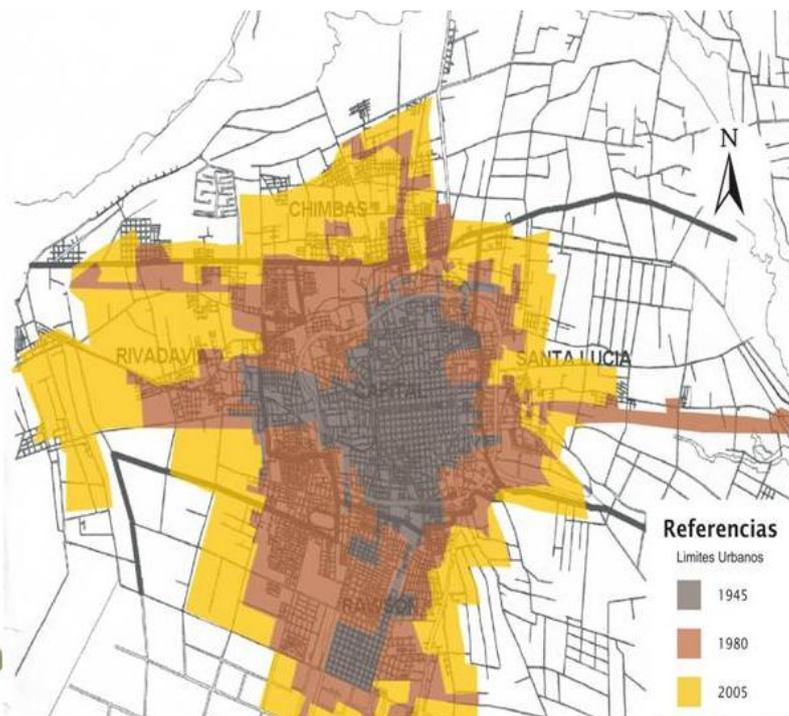
Los dos condicionantes naturales, la aridez y el sismo, se traducen en tendencias contrarias de ocupación del suelo: Entre otras causas, el temor al sismo promueve una ocupación extendida del área urbana, puesto que la población prefiere las construcciones en planta baja a las construcciones en altura. A su vez, una adecuada respuesta a la aridez debiera sugerir la concentración de la planta urbana en una superficie condensada, debido a la limitación de recurso agua (Roitman D., 1995).

Múltiples y variadas son las causas y factores que provocan bajas densidades y coadyuvan a la extensión de la planta urbana. Si debemos mencionar algunos, sin duda la especulación inmobiliaria y la construcción masiva de viviendas, destinadas a sectores de medios y bajos recursos económicos, constituyen los más significativos. Esto sucedió como práctica corriente en el proceso de reconstrucción de la ciudad luego del terremoto de 1944, como sistema de los organismos oficiales para atender la demanda habitacional de esos sectores sociales, provocando la ocupación cada vez más notable e indiscriminada de la interfase urbano – rural, poniendo en crisis el sistema urbano en su conjunto y modificando el paisaje urbano territorial.

Dicho terremoto, provocó la pérdida de aproximadamente 10.000 habitantes (10% de la población), la destrucción de la ciudad y el colapso del aparato productivo. La ciudad actual, tiene un alto porcentaje de construcciones sismorresistentes (75%) aunque aún subsisten edificios que deben erradicarse o consolidarse para rehabilitarlos y soportar los efectos de terremotos destructivos. Además de tener que atender a otros elementos del sistema urbano, que deben ser pensados en forma integral como medidas de prevención y de preservación de su ambiente, atendiendo a sus condicionantes naturales en forma armónica para un desarrollo urbano territorial sostenible (Nacif N, Espinosa M., 2003).



**Fig. 1 Provincia de San Juan: Sus oasis y sismos históricos**  
Elaboración propia: foto satelital (2005) y datos INPRES



**Fig. 2. Ciudad de San Juan: Crecimiento Planta Urbana**  
Fuente: Elaboración propia (GIUR-FAUD-UNSJ)

## DESARROLLO:

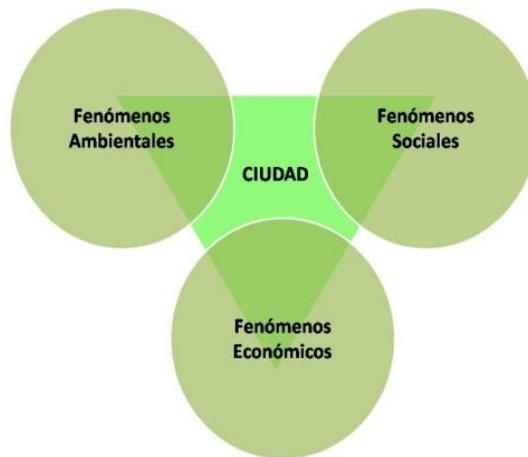
### Estudio de Indicadores

La transformación urbana es un proceso habitual en el devenir de las ciudades, por ello permanentemente se plantean exigencias de renovación de sus estructuras funcionales, con el objetivo de construir un modelo de ciudad más sostenible y de atender y acomodar nuevas necesidades sociales, económicas y ambientales. La obtención de indicadores responden a propósitos que tienen una doble visión temporal: mejorar la situación actual y el desarrollo de la capacidad de respuesta para que la situación futura sea también mejor.

Uno de los principales obstáculos hacia un desarrollo urbano sustentable está relacionado con la poca disponibilidad de información actualizada y validada sobre las problemáticas urbanas con una visión integral, como una carencia detectada no sólo a nivel provincial y nacional, sino en diversas regiones y países no centrales. Desde organismos internacionales preocupados al respecto como la CEPAL, se ha advertido que para superar esta carencia, sería necesario invertir más esfuerzos en el monitoreo de las ciudades y en el estudio de su comportamiento como modo de contribución al derecho a una mejor calidad de vida (CEPAL, 2014).

El desarrollo de este proyecto de investigación, apunta a contribuir con el manejo de información a través de indicadores sistematizados en un eficiente proceso de control y seguimiento de la ciudad de San Juan para su desarrollo sustentable.

En este trabajo entendemos por Desarrollo Urbano Sustentable a aquél que considera como ejes del desarrollo a la equidad social, la eficiencia económica y la preservación del ambiente urbano territorial. (Figura 3)



**Figura 3. Enfoque Conceptual del Desarrollo Urbano Sustentable**

Fuente: Elaboración propia. GIUR- FAUD- UNSJ (2011)

Estas tres dimensiones y sus interrelaciones se atienden en el caso de estudio de la ciudad de San Juan a través del Sistema de Indicadores de Sustentabilidad: el medio natural con sus condicionantes de “aridez” y “sismo”; el medio socio cultural con la población y las actividades que ella desarrolla y el medio construido como expresión físico- espacial de la ciudad.

Enmarcados contextualmente en las consideraciones anteriores, los indicadores se constituyen en herramienta apropiada para la detección de situaciones conflictivas y la formulación de estrategias superadoras: *“Un indicador es una señal. Un número, una percepción que mide una situación específica en el transcurso de un periodo dado. Nos ayuda a identificar los aspectos que contribuyen al mejoramiento o degradación de condiciones económicas, sociales y ambientales, permitiendo establecer metas precisas para que los gobiernos y la sociedad civil evalúen los avances de sus acciones”* (Bär Sardá A. 2009).

*“En la gestión ambiental se utilizan para tres propósitos: a) suministrar información sintética para poder evaluar los problemas; b) establecer objetivos; y c) controlar el cumplimiento de los objetivos. Pueden utilizarse además para incrementar el grado de conciencia ciudadana”* (Bermejo, R. 2001).

En este trabajo, los indicadores conforman un sistema que se articula y estructura para evaluar problemas urbano-ambientales. De manera tal, que puedan ser herramientas válidas de identificación, evaluación, control e instrumento para la toma de decisiones en los distintos niveles de gestión urbana.

En función de ello, se plantea una estructura del sistema de indicadores urbanos con los subsistemas correspondientes. (Figura 4) Estos subsistemas, a su vez se desagregan en ámbitos y sub-ámbitos, que contienen a los diversos indicadores, de acuerdo a los principios del Desarrollo Urbano Sustentable:

- Físico Espaciales y Funcionales (eficiencia urbana)
- Socio- Económicos- Culturales
- Ambientales



**Figura 4. Estructura del Sistema de Indicadores Urbanos**  
Fuente: Elaboración propia. GIUR- FAUD- UNSJ (2011)

A continuación se exponen algunos resultados que se desprenden del Subsistema Ambiental.

○ **Subsistema Ambiental**

Este subsistema incluye tres ámbitos o grupos, referidos a la eficiencia y seguridad en el manejo de los recursos naturales, riesgos ambientales, recursos energéticos, entre otros.

**Riesgos Ambientales:** El objetivo es evaluar integralmente la capacidad de respuesta de la ciudad a los fenómenos ambientales en general y a los sismos en particular, como riesgo ambiental principal de la región.

**Sub-ámbito:** Vulnerabilidad Urbana a los Fenómenos Ambientales

**Indicadores:** Vulnerabilidad Sísmica Urbana a través de: Vulnerabilidad Física, Vulnerabilidad Funcional, Vulnerabilidad Social.

El caso de los indicadores de vulnerabilidad sísmica, por las connotaciones particulares de las variables intervinientes, implica un análisis que atraviesa transversalmente los tres grupos, puesto que, los elementos bajo riesgo son el contexto social y material representado por las personas y por los recursos y servicios que pueden ser afectados por la ocurrencia de un evento. Esto implica que quienes están sujetas a riesgo son las personas, sus actividades, las edificaciones, infraestructuras, centros de producción, utilidades y servicios.

**Indicadores de Vulnerabilidad Sísmica Urbana**

Si bien es cierto que es imposible impedir que un fenómeno natural como un terremoto suceda, no es menos cierto que las malas prácticas coadyuvan a acrecentar sus efectos y que por el contrario, la prevención y mitigación son herramientas fundamentales cuando se está expuesto a estos eventos peligrosos. Por tanto, la importancia fundamental de los estudios de vulnerabilidad es que su conocimiento permite dirigir, de algún modo las acciones a seguir, dado que es sólo sobre la vulnerabilidad que puede actuarse en forma preventiva, ya que no se pueden modificar los peligros o amenazas del ambiente, lo que implica a su vez la imposibilidad de actuar sobre el riesgo.

*“Ante la imposibilidad de la predicción temporal del evento sísmico, la prevención representa la mejor herramienta para la mitigación de sus efectos destructivos. Las acciones sostenidas producto de una firme política de prevención resultan económicamente de menores costos que los que ocasionan las pérdidas producidas por los terremotos. Ello significa ejercer la prevención en cualquier escala de la proyectación urbana como medio eficaz para enfrentar las situaciones que plantee un futuro posible terremoto destructivo”* (Roitman D., Nacif N., Espinosa M. 1998)

Se entiende por **Vulnerabilidad** a la propensión de personas y de bienes, y también de las actividades que se realizan, a sufrir daños o modificaciones, en caso de ocurrencia de sismos (u otros eventos naturales) de intensidad considerable. (Nacif N., Espinosa M. 2003) Dentro de este concepto se discrimina:

**Vulnerabilidad Física (o Directa):**

La Vulnerabilidad Física expresa el posible comportamiento de los elementos de la estructura urbana en cuanto a su condición física, en relación a la ocurrencia de un evento natural peligroso. Este indicador vincula a la población afectada (Cantidad de Población) con elementos físicos de la zona de estudio, en relación al número y estado constructivo de esos elementos materiales (Cantidad de construcciones y % de construcciones No sismorresistentes), ante la ocurrencia de un sismo de intensidad considerable:

$$\text{I.V. Física} = \text{N}^\circ \text{ Pobl.} \times \text{N}^\circ \text{ Constr.} \times [(\text{factor ponderación})(\% \text{ No S.R.})]$$

El estado constructivo de las edificaciones además de implicar la capacidad “física” de enfrentar los peligros naturales (terremotos), demuestran el déficit habitacional y remite a componentes socioculturales como el grado de cumplimiento y adhesión a las reglas. Por ello el porcentaje de construcciones No Sismo Resistentes se pondera respecto a los demás elementos del coeficiente, dada su importancia relativa en cuanto a la problemática analizada y en función de la peligrosidad del área.

**Vulnerabilidad Funcional:** La vulnerabilidad funcional refleja conceptualmente la relación entre la población con la estructura de actividades de la misma, en función de la ocurrencia de un sismo peligroso. Su indicador, en este caso relaciona la cantidad de población con sus respectivas actividades, y con la cantidad de horas de uso de los espacios donde estas actividades se llevan a cabo. Pero además, para el estudio sobre la vulnerabilidad funcional, necesariamente debe incluirse un análisis sobre la red vial y el tránsito del área de estudio, porque el indicador de vulnerabilidad de esta red está muy ligado a las funciones o usos del suelo del sector analizado y al tránsito. (Nacif, N.; Espinosa, M. y otros, 2002)

$$\text{I.V. Funcional} = \text{Dens. Pobl.} \times \text{Equip.} \times 1/\text{long. red vial} \times \% \text{vias prim.}$$

Ello significa que su estudio da una visión de la posibilidad de operatividad del sector en cuanto a sus actividades y la accesibilidad y evacuabilidad del mismo, en caso de emergencia. *“La accesibilidad / evacuabilidad del área representa un muy importante indicador de vulnerabilidad: Esto se refiere al grado al que una área podría ser alcanzada, reparada o ayudada en el caso de una emergencia”* (Fera, G. 1991).

**Vulnerabilidad Social:** Este indicador interpreta conceptualmente la capacidad de una población o grupo social, de enfrentar la ocurrencia de un fenómeno natural peligroso y recuperarse de él. La capacidad de respuesta y recuperación ante un sismo, se relaciona con la cantidad y calidad de los recursos sociales de que se dispone. El nivel de exposición de la población y la prevención, involucran los “medios de vida”, como el tipo de vivienda entre otros aspectos. Por otra parte, la creatividad para responder y la velocidad de respuesta, están íntimamente relacionadas con atributos asociados al nivel de educación y la organización social del grupo humano en cuestión:

$$\text{I.V.S.} = \% \text{ Pobl. Viv. Precarias} \times \% \text{ Pobl. Instruc.} \times \text{N}^\circ \text{ O.N.G.}$$

En base a todas estas consideraciones, se está estudiando el indicador de vulnerabilidad social, relacionando la población que habita en viviendas precarias (ranchos, casillas), con su nivel de instrucción y la cantidad de uniones vecinales u otro tipo de organizaciones activas de la comunidad afectada, en función de la ocurrencia de un terremoto. La participación en grupos comunales, evidencian posibilidades de trabajo conjunto y predisposición para la implementación de planes de prevención y capacitación en la comunidad.

Cada uno de estos indicadores de Vulnerabilidad, Física, Funcional y Social, están siendo aplicados en sectores urbanos seleccionados al efecto. Ello permite la construcción de mapas y la posterior confección de fichas que dan una mirada completa y sistematizada de las condiciones de vulnerabilidad ambiental de cada sector urbano. (Figura 5):



**Figura 5. Ficha del Subsistema Ambiental: Ámbito: Riesgos- Sub-Ámbito: Vulnerabilidad Sísmica Urbana**  
 Fuente: Elaboración propia. GIUR- FAUD- UNSJ (2014)

## COMENTARIOS FINALES

La complejidad de la cuestión urbana desde la mirada del desarrollo sustentable, requiere de respuestas donde confluyan no sólo resultados de investigación del ámbito académico sino del esfuerzo conjunto de todos los actores sociales involucrados en el proceso de construcción de la ciudad, sumando acciones para el logro de objetivos comunes. Por esta causa, la realización de este estudio se desarrolla en el marco de un convenio de colaboración y trabajo conjunto, con la Subsecretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Gobierno de la Provincia de San Juan, con el propósito de fortalecer lazos extra-académicos.

El trabajo del cual se desprende la presente ponencia, tiene como finalidad contribuir a la mejora continua en la calidad de vida de la población a través de la búsqueda de pautas de compatibilidad entre los sistemas naturales y los sistemas humanos o antrópicos. Esta búsqueda requiere de diversas herramientas tales como los indicadores de sustentabilidad, que representan una forma de medir e identificar los conflictos y vulnerabilidades ambientales de la ciudad, en forma concreta, sistemática y espacializada.

Es conveniente explicitar que el sistema de indicadores propuesto en este trabajo, debe interpretarse como un sistema dinámico por la multiplicidad de las variables intervinientes y en función de ello, toda vez que se encuentran indicadores que mejoran la comprensión y aplicación del mismo, debe evaluarse la pertinencia de su inclusión, hasta alcanzar la madurez de todo el sistema.

Por otra parte, debe tenerse en cuenta que en este sistema hay indicadores que expresan situaciones o fenómenos que atraviesan distintos subsistemas (con sus ámbitos y sub-ámbitos). Esto manifiesta claramente la interrelación permanente entre los diversos indicadores, lo que denota una gran complejidad cuyo análisis no puede quedar limitado a la simple "suma" de los indicadores parciales, sino que la riqueza de los resultados se advierte en la interpretación sistémica e integrada. Puesto que hablamos de una estructura de un sistema de indicadores que funciona como una totalidad.

A modo de cierre es importante reafirmar que si bien los resultados obtenidos con esta investigación se presentan para un caso de estudio particular, su aporte principal consiste en su validez conceptual y metodológica, para ser empleados en diversos lugares con las adaptaciones que requiera cada caso de estudio.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bär Sarda, Ana (2009): "Indicadores de Calidad Ambiental Urbana". Tesis de Máster en Desarrollo Urbano y Territorial. UPC. Barcelona.

Bermejo, Roberto (2001). Economía sostenible, principios conceptos e instrumentos. Bakeaz, País Vasco

CEPAL (2014) Manual para la evaluación de desastres. Editorial de Naciones Unidas, Santiago de Chile.

Fera, Giuseppe (1991): "La Città Antisísmica", Gangemi Editore, Roma.

INPRES (1993). [www.inpres.gov.ar](http://www.inpres.gov.ar): La verdadera dimensión del problema sísmico en la Provincia de San Juan. Publicación técnica N° 18, San Juan, Argentina.

Nacif, N.; Espinosa, M. y otros: "Vulnerabilidad Sísmica Urbana. Estudio del Aspecto Funcional". Proyecto investigación GIUR-FAUD-UNSJ, 2002

NACIF, N., ESPINOSA, M.P. "Ciudades Vulnerables al Riesgo Sísmico:¿ Una problemática urbana sin solución? Revista PROAMBIENTE. Año 3 - N°3 - 2003. UNSJ. San Juan, Argentina. ISSN 1515-5943.

Nacif N. Espinosa, M. y otros (2011/2012) "Sostenibilidad ambiental en ciudades intermedias. Construcción de indicadores para la ciudad de San Juan". Proyecto investigación GIUR- FAUD- UNSJ

Roitman Dora y Otros (1995) "Ciudad y Sismo". Proyecto investigación GIUR- FAUD- UNSJ.

Roitman Dora, Nacif N., Espinosa M. (1998). Formulación de estrategias concretas para la prevención de sismos de envergadura. Proyecto investigación GIUR- FAUD- UNSJ