

# **VULNERABILIDAD SISMICA EN HOSPITALES PUBLICOS SAN JUAN – ARGENTINA**

**Virginia I. Rodríguez<sup>1</sup>, María I. Yacante<sup>2</sup>, Gloria Ariza<sup>3</sup>, Sergio Reiloba<sup>4</sup>, Sergio Heredia<sup>5</sup>, Emilio Manrique<sup>6</sup>, Jorge López<sup>7</sup>**

**Palabras Claves.** Evaluación, Hospitales, Vulnerabilidad Sísmica, Planificación, Mitigación.

## **Resumen**

El objetivo de este trabajo, es presentar los resultados de avance de una evaluación preliminar de Vulnerabilidad Sísmica, realizada en la infraestructura de hospitales públicos, construidos en la Provincia de San Juan, zona de alta peligrosidad sísmica de la República Argentina.

Las experiencias dejadas por los terremotos destructivos, en las últimas décadas, demuestran que las instalaciones hospitalarias pueden ser muy afectados por sismos (EEUU 1971; Managua 1972; México 1985; Argentina 1985; San Salvador 1986, 2001; Kobe 1995).

Asegurar la operatividad de las instalaciones hospitalarias requiere lograr una reducción de la vulnerabilidad sísmica física (estructural, no estructural y funcional) y organizacional, antes que ocurra un terremoto destructivo.

Es imprescindible evaluar la Vulnerabilidad Sísmica de los Hospitales existentes, con el fin de conocer los aspectos vulnerables, y proponer acciones de reducción de Vulnerabilidad de corto, mediano y largo plazo, que sirvan de base para orientar inversiones económicas en la formulación de planes, programas y proyectos de Mitigación Hospitalaria en las áreas sísmicas.

La investigación del tema "Arquitectura Sismorresistente", se inició en 1985 en el Instituto de Investigaciones Antisísmicas "Aldo Bruschi" de la Facultad de Ingeniería, continuándose en la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan. La "Arquitectura Sismorresistente", se desarrollo a partir de una concepción integral de Diseño Sísmico, que considera el edificio como un Sistema Complejo. Su objetivo es lograr un Sistema Integral Sismorresistente, donde todos sus componentes contribuyen positivamente en su comportamiento sismorresistente. La Arquitectura Sismorresistente permite controlar, compatibilizar y optimizar las interrelaciones de todos los elementos constitutivos de la totalidad edilicia y urbana, asegurando una mejor capacidad y calidad de respuesta a los terremotos.

Se establecieron los fundamentos, objetivos, principios básicos, y la metodología de compatibilización del diseño arquitectónico con el diseño estructural sismo resistente, publicados entre otros en 9<sup>th</sup>, 10<sup>th</sup>, 11<sup>th</sup>, 12<sup>th</sup>, Conference on Earthquake Engineering.

Desde este corpus teórico – metodológico se considera el edificio hospitalario como un Sistema Total, integrado por componentes estructurales, no estructurales y funcionales, inserto en un tejido urbano. Para garantizar el funcionamiento ininterrumpido en las instalaciones hospitalarias existentes y futuras, se debe lograr en el proceso de proyectación, un bajo nivel de vulnerabilidad en todos sus componentes.

1. Arquitecto - Profesor Investigador – Especialista en Planificación, Prevención y Manejo integrado en Areas Propensas a Desastre – Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat- Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan, SAN JUAN, Argentina. Dirección. Barrio UDAP III – Manzana "E" – Monoblock 1 - 1º Piso – 5423 Rivadavia – San Juan – Argentina, E-mail: deskjet@uolsinetis.com.ar – Teléfono fax: 54264 4342556.

2. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, – Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat Universidad Nacional de San Juan, SAN JUAN, Argentina

3. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. – Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat- Universidad Nacional de San Juan, SAN JUAN, Argentina

4. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, – Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat- Universidad Nacional de San Juan, SAN JUAN, Argentina

5. Becario CONICET- Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, – Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat Universidad Nacional de San Juan. SAN JUAN, Argentina

6. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, – Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat- Universidad Nacional de San Juan, SAN JUAN, Argentina

7. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, – Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat- Universidad Nacional de San Juan, SAN JUAN, Argentina

## VULNERABILIDAD SISMICA EN HOSPITALES PUBLICOS SAN JUAN – ARGENTINA

Virginia I. Rodríguez<sup>1</sup> – María I. Yacante<sup>2</sup> – Gloria Ariza<sup>3</sup> – Sergio Reiloba<sup>4</sup> – Sergio Heredia<sup>5</sup> – Emilio Manrique<sup>6</sup> – Jorge López<sup>7</sup>

### I – INTRODUCCIÓN

Prevenir los desastres, es una estrategia fundamental para el Desarrollo Sostenible, ya que los recursos invertidos en medidas destinadas a la Reducción de la Vulnerabilidad frente a amenazas naturales y/o antrópicas, evita la necesidad de utilizar recursos destinados al desarrollo social, para atender Emergencias.

Desde nuestro enfoque, "Es mejor Prevenir o Mitigar que Curar".

Hoy se reconoce que la Gestión de Riesgos para reducir la probabilidad de desastres, es una responsabilidad que compete al Estado y a la Sociedad Civil.

Las experiencias dejadas por los terremotos destructivos en las últimas décadas, demuestran que las instalaciones hospitalarias pueden ser seriamente afectadas por los sismos (Estados Unidos 1971, Managua 1972, Mendoza 1985, México 1985, San Salvador 1986, Kobe 1995, El Salvador 2001) También indican la necesidad de revisar los criterios de selección del sitio, diseño, construcción y mantenimiento de estos edificios.

La Provincia de San Juan, situada en la región centro – oeste de la República Argentina, en el borde oriental de la Cordillera de los Andes, ha sido afectada por numerosos terremotos moderados e intensos.

El Valle de Tulum, con una superficie de 7.800 Km<sup>2</sup>, concentra casi el 90 % de la población y las actividades económicas provinciales. Comprende los departamentos de Ullum, Zonda, Rivadavia, Sarmiento, 25 de Mayo, Caucete, 9 de Julio, Pocito, Rawson, Chimbas, Santa Lucía, Angaco, Albardón, San Martín y Capital.

El Sistema de Salud de la Provincia de San Juan, está integrado por tres subsectores. Público, Privado y de Seguridad Social

Este trabajo se focaliza en los Hospitales del subsector Público, que son trece: dos de complejidad VIII, dos de complejidad VI, cuatro de complejidad IV y cinco de complejidad III

En el Valle de Tulum, están ubicados siete de los trece hospitales Públicos de la Provincia de San Juan, dos en el Departamento Calingasta, dos en el Departamento de Jáchal, uno en Departamento de Valle Fértil y uno en el Departamento Iglesia.

Desde una Concepción Social de Desastre, el Riesgo de Desastre es una combinación de dos dimensiones: Amenaza y Vulnerabilidad. La Vulnerabilidad es la componente esencial de la ecuación de Desastre.

El concepto de Vulnerabilidad con el que trabajamos, se refiere a las condiciones de la Sociedad que la hacen propensas a sufrir los impactos de un evento físico determinado, de pequeña, mediana o gran intensidad

El concepto de Vulnerabilidad es complejo, y tiene dimensiones físicas, culturales, socio – económicas, institucionales, educativas.

El Hospital es una de las instalaciones esenciales e imprescindibles cotidianamente para la población, y la importancia de su rol se incrementa en forma sustantiva, durante e inmediatamente después de la manifestación de un fenómeno físico o antrópico.

Esa es la razón fundamental, para garantizar su funcionamiento ininterrumpido y protegerlo, en relación a las amenazas a que está expuesto.

Los edificios hospitalarios requieren consideraciones especiales de Mitigación, (FEMA 1990), por sus características específicas:

- alta complejidad: combina varias funciones.
- alto nivel de ocupación durante las 24 horas.
- depósito de suministros críticos esenciales para la supervivencia y tratamiento.
- dependencia de líneas vitales para su funcionamiento.
- depósito de materiales peligrosos al derramarse o liberarse.
- existencia de equipamiento pesado y valioso.

Frente a la ocurrencia de un terremoto el hospital, no sólo debe permanecer en pie, sino continuar funcionando, es decir garantizar

- la atención masiva de heridos.
- la protección de todos sus ocupantes

1.- Arquitecta – Especialista en Planificación, Prevención y Manejo Integrado en Areas Propensas a Desastre – Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad Nacional de San Juan – E mail: [deskret@uolsnechts.com.ar](mailto:deskret@uolsnechts.com.ar)

2 - Arquitecta – Investigador - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad Nacional de San Juan

3.- Arquitecta – Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad Nacional de San Juan

4 - Arquitecto – Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad Nacional de San Juan

5- Arquitecto - Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad Nacional de San Juan

- la operatividad de líneas vitales y equipamiento
- la evacuación, si es necesaria.

Es decir debe estar en condiciones y preparado, para atender un Desastre externo, o interno, dentro del propio hospital, que puede producirse como consecuencia de un terremoto.

El Riesgo Hospitalario se entiende como la relación que existe entre la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno físico natural o antrópico y la vulnerabilidad del hospital con relación a ese fenómeno.

Es necesario ubicar y construir los nuevos hospitales, considerando los requisitos de mitigación sísmica

En el caso de los hospitales existentes es imprescindible realizar una evaluación de vulnerabilidad para identificar sus debilidades con relación al fenómeno sísmico y poder abordar una planificación de la mitigación en la provincia.

Se considera el Hospital como un Sistema Complejo y para garantizar su funcionamiento se debe lograr una baja vulnerabilidad física, funcional y organizacional

de un hospital se clasifica en estructurales y no estructurales.

**El aspecto funcional – organizativo** se considera en dos niveles: a) entorno del hospital, b) hospital (áreas, ambientes, circulaciones, suministros, equipamiento, recursos humanos, capacidad operativa, organización para desastre).

**La vulnerabilidad estructural** se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta de sufrir daños durante la ocurrencia de un terremoto. La estructura se entiende como un subsistema compuesto por elementos que permite que el edificio permanezca en pie: cimentaciones, muros, vigas, columnas, losas

El colapso total o parcial de la estructura impide el funcionamiento del hospital y suele provocar víctimas.

En los Hospitales el costo de la estructura, asciende al 15 ó 20 % del costo total del edificio.

Las estrategias para implementar medidas de mitigación dependen si se trata de edificios existentes o futuros y deben diseñarlos los profesionales expertos.

En el caso de hospitales existentes, según estudios, los trabajos de reforzamiento estructural implican un costo que oscila entre el 8 y el 15 % del costo de la estructura.

**La vulnerabilidad no estructural** se define como la susceptibilidad a daños que estos elementos presentan durante la ocurrencia de un terremoto. Los elementos no estructurales se dividen en: elementos arquitectónicos, líneas vitales, equipamiento y mobiliario.

Los daños no estructurales inhabilitan el funcionamiento del hospital y suelen provocar víctimas, y pérdida material de elementos, aunque la estructura no colapse. Estos elementos no estructurales, suelen dañarse, en caso de sismos moderados, que son los que ocurren con más frecuencia.

El costo de los elementos no estructurales en los hospitales, constituye el 80% u 85% del costo total

La intervención de la vulnerabilidad no estructural, es más sencilla, de bajo costo y en gran parte el personal de mantenimiento del hospital lo puede realizar, el resto requiere la participación de profesionales.

**La vulnerabilidad funcional – organizativa**, se refiere a la susceptibilidad del hospital, a verse afectado en su integridad, capacidad o desempeño, durante la ocurrencia de un terremoto.

La intervención de ésta vulnerabilidad puede requerir redistribución de áreas y circulaciones, señalización del hospital, capacitación del personal, elaboración de un plan de seguridad.

#### **Tipos de Riesgos:**

Los elementos no estructurales se clasifican según tres tipos de riesgo:

- Riesgo de vida: elementos cuya falla caída desplazamiento presentar riesgo de vida o el deterioro de la salud de los ocupantes del hospital.
- Riesgo de pérdida funcional: elementos cuya falla, pérdida, interrupción ponen en peligro el funcionamiento del hospital
- Riesgo de pérdida del bien: elementos cuyo daño significa una pérdida patrimonial importante para el hospital.

#### **Niveles de Riesgos:**

Se clasifican en Alto, Mediano y Bajo, de acuerdo al impacto probable.

#### **Prioridad de Intervención:**

Los tipos y niveles de riesgo permiten definir una escala de prioridades para su intervención en el plan de mitigación.

Se define una matriz de prioridades considerando dos parámetros: los niveles de vulnerabilidad y de riesgo para los elementos vulnerables que forman parte de los distintos componentes del Sistema Hospital y los niveles de riesgo.

El número 1 expresa la mayor prioridad de intervención y el 9 la última prioridad

**Factibilidad de Intervención:**

Se clasifica en factibilidad técnica y factibilidad económica en el corto, mediano y largo plazo.

Se definió una matriz de factibilidad considerando dos parámetros la factibilidad técnica, expresada en la necesidad de participación del personal de mantenimiento o personal experto y la factibilidad económica en relación con el monto de la inversión necesaria para intervenir la vulnerabilidad, medido cualitativamente en alto, medio y bajo.

Se presenta la matriz siendo 1 la acción más factible de ejecutar en el corto plazo y 6 la acción factible de ejecutar en el largo plazo.

**Sismicidad**

La provincia de San Juan, se localiza en la zona de mayor actividad sísmica del País. De acuerdo con la teoría de Tectónicas de Placas, la ciudad de San Juan, se encuentra ubicado a 350 Km al este de la línea de convergencia entre la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana que se manifiesta a lo largo de la fosa Peruano – Chilena.

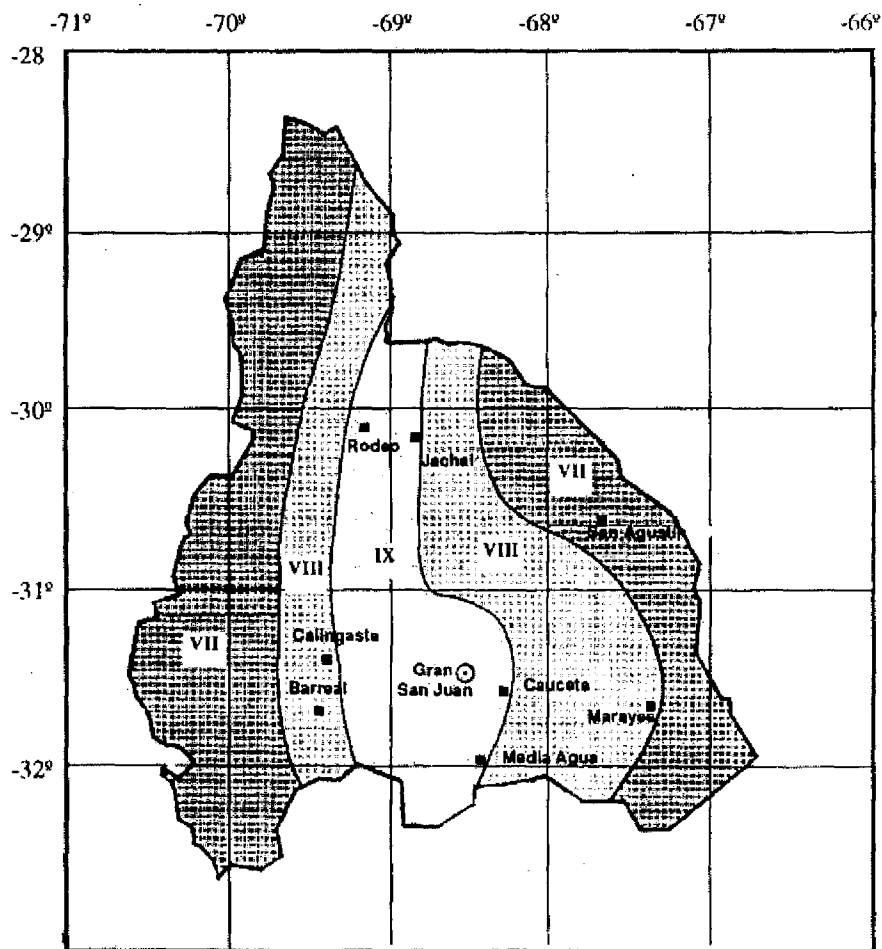
La sismicidad de la Provincia, cuando se la analiza a partir de registros instrumentales, se concentra en dos zonas perfectamente diferenciadas en función de la profundidad de los epicentros: una de poca profundidad ( $H < 50$  Km.) y otra de profundidad intermedia ( $H > 80$  Km.).

Toda la Provincia de san Juan, presenta una actividad sísmica importante, y si bien hay zonas con mayor concentración de sismos que otras, todo el territorio provincial está expuesto a un elevado nivel de peligro sísmico, y muy especialmente el valle de Tulum que concentra aproximadamente el 90 % de la población y de la actividad económica provincial, en una superficie de 4000 Km<sup>2</sup>.

San Juan experimentó cinco terremotos destructivos en los últimos 100 años: 27 de octubre de 1894; 3 de julio de 1941, 15 de enero de 1944; 10 de junio de 1952 y 23 de noviembre de 1977.

Se presenta un mapa de la Provincia con los resultados del análisis probabilístico del peligro sísmico, efectuado por el Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), que corresponde a las amplitudes máximas del movimiento del terreno con elevada probabilidad de producirse en los próximos 50 años. A efectos de facilitar la interpretación de esos resultados, las amplitudes se expresan como intensidades máximas en la escala Mercalli Modificada.

**Mapa de Intensidades Máximas, en la Escala Mercalli Modificada, con muy alta probabilidad de ocurrir en los próximos 50 años.(Fuente INPRES)**



Intensidades máximas, en la escala Mercali Modificada, con muy alta probabilidad de ocurrir en los próximos 50 años.

#### Localización de establecimientos de salud

El Valle de Tulum concentra la mayor parte de los Centros de Salud de la Provincia. Además el núcleo urbano principal del Gran San Juan, se encuentran núcleos urbanos de menor tamaño.

Alrededor de los núcleos urbanos menores, se encuentra dispersa la población rural, existiendo puestos sanitarios dispersos que atienden poca población y que corresponden al subsector público. Un esquema similar de distribución de población y de puestos sanitarios ocurre en los departamentos alejados de la ciudad de San Juan.

El subsector público cuenta con la mayoría de los Establecimientos de Salud en los Departamentos periféricos. De esos centros, 11 cuentan con capacidad de interacción:

Calingasta: Hospital de Barreal y Hospital Dr. Aldo Cantoni.

Jáchal: Hospital San Roque y Hospital de Huaco.

Caucete: Hospital Dr. Cesar Aguilar.

Pocito: Hospital Dr. Federico Cantoni.

Sarmiento: Hospital Dr. Ventura Lloveras

Valle Fértil: Hospital Dr. Alejandro Albarracín.

Angaco: Hospital Dr. A. Rizzo Sparza.

Rivadavia: Hospital Mental.

Este subsector cuenta con establecimientos de salud de menor complejidad y puestos sanitarios de complejidad mínima, para la atención ambulatoria elemental

Provincia de San Juan  
Localización Red de Hospitales Públicos  
sobre Imagen Satelital

