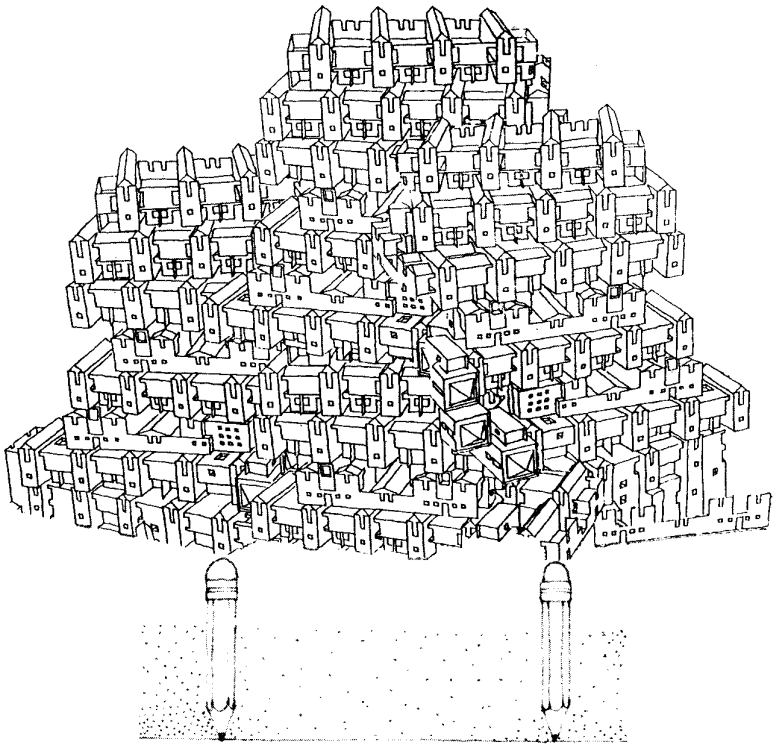
Los edificios escolares: elementos de la estructura urbana considerados claves en la red de emergencia sísmica*

M. Romero, A. Zaragoza, O. Albarracín, M. Martinet
Colaborador: G. Martín

sección especial



* *Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - UNSJ. Ignacio de la Roza y Meglioli, Rivadavia*

Resumen

La provincia de San Juan, Argentina, ubicada en la zona de mayor actividad sísmica de este país, ha sufrido cinco grandes terremotos en los últimos 100 años. Durante el último (1977), si bien las estructuras construidas de acuerdo con los códigos de edificación existentes tuvieron un buen comportamiento, varios edificios escolares sufrieron serios daños, incluyendo el colapso de alguno de ellos.

En el trabajo se exponen los resultados de un proyecto de investigación de la Universidad Nacional de San Juan, sobre la aplicación de un método de evaluación sísmica al parque edilicio del sistema público de educación primaria de la ciudad de San Juan, que aloja al 60% de la población escolar de la provincia.

Brief description of the project

San Juan province, Argentine Republic, it is located in the zone of major seismic activity of this country. This area was shacked with five mayor earthquakes in the past 100 years. The most recent event was in 1977. Structures that had been built according to the existing seismic code provisions, performed well, but many scholar buildings had several damages including the collapse of some of them. A hundred of people died and 250 were injured.

This project shows the results of an investigation from San Juan National University, about the application of a seismic evaluation method on public primary school buildings in San Juan city, which contains the 60% of the province scholar population.

1. Introducción

El trabajo que aquí se presenta es parte de un programa que estudia, desde la óptica ambiental del desarrollo urbano, las interrelaciones entre los principales condicionantes del subsistema natural y los elementos de la ciudad, como subsistema construido.

Entre los condicionantes del medio natural para la ciudad de San Juan, Argentina, la consideración del sismo es ineludible, ya que el riesgo de ocurrencia de un evento sísmico de magnitud compromete a la población de la ciudad, su patrimonio cultural, económico y social; es decir, a todo el subsistema antropizado del área considerada.

Dentro de las ciudades existen algunos elementos cuyo funcionamiento es esencial y que, al decir de Lagorio[1], constituyen las "redes críticas esenciales para la emergencia". Entre ellos se encuentran hospitales y escuelas, estaciones de bomberos, estaciones de policía, aeropuertos, acueductos, bancos de sangre, plantas potabilizadoras de agua, centrales eléctricas, etc., y corresponden a los categorizados como A0 y A en las Normas INPRES-CIRSOC[2], que son las Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes.

En estas categorías se consideran aquellos elementos que cumplen funciones esenciales en caso de que ocurra un sismo destructivo, o cuando su falla produzca efectos catastróficos sobre vastos sectores de la población, que tendría graves consecuencias, y ocasionaría pérdidas directas o indirectas, excepcionalmente elevadas, con relación al costo que implica el incremento de su seguridad.

En este artículo se desarrolla una metodología de evaluación de la vulnerabilidad sísmica, aplicada a uno de los elementos de la red crítica esencial, el parque edilicio del Sistema de Educación Pública General Básica (EGB) de la ciudad argentina de San Juan, capital de la provincia del mismo nombre.

Lo novedoso del enfoque consiste en abordar la problemática con una visión totalizadora, permitiendo abarcarla en toda su complejidad. Se analizaron fundamentalmente las interrelaciones entre los distintos factores y aspectos, evitando visiones sesgadas por evaluaciones que consideran, de manera aislada los aspectos del subsistema natural (amenaza) y los del subsistema antropizado y, dentro de éste, también en forma separada, los aspectos urbanos, de los edilicios, los económicos o los organizacionales.

Así, a nivel urbano, la evaluación de cada uno de los edificios escolares en función del riesgo sísmico del área de implantación, de la infraestructura de servicios y de la accesibilidad, así como de su nivel de complejidad, permitió definir cuáles eran claves en la red esencial de emergencia. Asimismo, llevó a determinar los elementos mínimos de equipamiento especial, infraestructura y organización necesarios para garantizar la continuidad de su funcionamiento post terremoto y a la formulación de planes integrados de acción, con los otros actores intervinientes.

A nivel edilicio, la evaluación se hizo ampliando el estudio de la seguridad sísmica, que generalmente abarca sólo los aspectos estructurales, a la seguridad de los aspectos

no estructurales y funcionales de los edificios, en la búsqueda de la integridad operacional del sistema.
Es importante considerar estos otros aspectos, ya que si bien el desarrollo de la ingeniería ha permitido disminuir el riesgo de colapso parcial o total de una estructura, las pérdidas económicas producidas por los fenómenos sísmicos siguen siendo graves. Esto se debe a que el costo de la estructura sólo representa entre un 10 y un 15% del costo total de la obra. Las pérdidas económicas radican en el daño no estructural y en la pérdida y recuperación de servicios.
El método utilizado en la valoración de la vulnerabilidad estructural de los edificios es una adaptación a las condiciones geológicas, morfológicas, al tipo constructivo y al nivel de agitación, del método japonés desarrollado por la Building Disaster Prevention. El mismo fue utilizado con éxito en Japón y en Méjico, luego del terremoto de 1985[3].

El parque edilicio del Sistema de Educación Pública de la ciudad de San Juan

El parque edilicio provincial comprende 364 edificios escolares que albergan 97.519 alumnos, según matrícula de 1997. (Estadística Educativa del Ministerio de Educación de la Provincia). De este total, setenta y cinco (75) están localizados en la ciudad de San Juan (aproximadamente el 30%), con una población escolar del 60% del total de la provincia.
El terremoto de 1977 mostró deficiencias graves en algunas tipologías estructurales de edificios escolares. Algunos de los edificios en funcionamiento tienen estas tipologías. Por otro lado, la mayoría de las construcciones fueron realizadas según normas anteriores a las INPRES-CIRSOC (1987), cuyas exigencias eran inferiores a las establecidas por esta nueva norma. A lo antes expuesto hay que agregar las consecuencias que el deficiente estado de conservación de los edificios ha ocasionado y los problemas derivados de los suelos de fundación. Asimismo, la utilización de algunos sistemas constructivos (p. ej., losas de viguetas armadas a pie de obra con ladrillo cerámico hueco) ha demostrado resultados deficientes.
Es deseable que de producirse un terremoto destructivo, que es bastante probable en la provincia, ya que se han registrado cinco de ellos en 100 años (1894, 1941, 1944, 1952, 1977), las instalaciones educativas sigan prestando servicio, porque pueden ser utilizadas como salas de recepción y tratamiento de heridos (hospital de campaña), o como albergue para damnificados.
Por lo tanto, se consideró necesario hacer no sólo un correcto diagnóstico de la infraestructura edilicia educacional pública, proponiendo las refacciones, consolidaciones y remodelaciones pertinentes, sino también definir cuáles edificios escolares formarían parte de la red crítica esencial para la emergencia.

2. Metodología

El estudio se realiza en dos escalas: urbana y edilicia. En cada una de ellas se trabaja evaluando la vulnerabilidad del sistema ante un evento sísmico.

A nivel urbano, la metodología consiste en una categorización y posterior selección de los edificios que se van evaluar, en función de la vulnerabilidad de su zona de emplazamiento (que ya ha sido determinada en estudios anteriores del equipo de investigación)[4], y de dos coeficientes de uso definidos para ese propósito: coeficiente de uso primario y coeficiente de uso total.

Del mismo modo, se definen, en función de la accesibilidad vial, del riesgo sísmico y la red de infraestructura de la zona de emplazamiento, cuáles edificios formarán parte de la red esencial para la emergencia, a efectos de determinar para ellos programas integrados de acción con los otros elementos de la red.

A nivel edilicio, la metodología consiste en someter a los edificios escolares a un proceso de evaluación, con diferentes niveles de precisión, por los cuales va pasando hasta tener la certeza de que el nivel de seguridad sísmica es el adecuado, o bien, hasta demostrar la necesidad de proceder a la remodelación o refuncionalización y/o al refuerzo del edificio.

2.1 Variables

A nivel urbano, se abordó el estudio a partir de las siguientes variables complejas:

• *Vulnerabilidad de la zona de emplazamiento (VZE)*

Se mide a través de un índice que vincula el coeficiente de vulnerabilidad urbana funcional (CVUF) y el coeficiente de vulnerabilidad urbana directa (CVUD)

$$VZE = CVUF + CVUD$$

• *Coeficiente de vulnerabilidad urbana funcional.* Vincula la cantidad de personas de cada unidad de análisis (radio censal), la cantidad de actividades que en ella se realizan y la cantidad de horas de uso de los edificios donde se llevan a cabo las diferentes actividades.

• *Coeficiente de vulnerabilidad urbana directa.* Vincula la cantidad de población personas de cada unidad de análisis (radio censal), la cantidad de construcciones y la sismorresistencia de las mismas.

• *Coeficiente de uso primario.* Es la relación entre la matrícula del o los establecimientos primarios que funcionan en el edificio y el número de aulas del mismo.

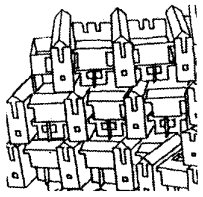
$$CUP = \frac{\text{Mat. primaria total}}{\text{N° de aulas}}$$

• *Coeficiente de uso total.* Es la relación entre la suma de las matrículas de todos los establecimientos educacionales de cualquier nivel que funcionan en el edificio en diferentes turnos, y el número de aulas del mismo.

$$CUT = \frac{\text{Matrícula total}}{\text{N° de aulas}}$$

• *Accesibilidad vial del área de emplazamiento.* Son las condiciones de las áreas de emplazamiento de los distintos edificios escolares, de interconectarse entre sí y con el resto de los equipamientos de la red crítica esencial, a través del sistema vial urbano.

• *Riesgo sísmico del área de emplazamiento.* Las diferentes áreas de riesgo sísmico significan los valores de daños a las construcciones que se producirían en cada una de esas áreas en caso de que ocurra un sismo.



Esta información proviene de estudios realizados por el equipo de investigadores del Gabinete de Investigaciones Urbanas del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa), de la UNSJ[5]. En ellos se valoró cuantitativa y cualitativamente el conjunto de efectos que produciría un evento sísmico de las intensidades IX; VIII y VII escala Mercalli modificada, para medir el riesgo a que está sometida la población que habita los diferentes sectores del área urbana considerada. Esos efectos se expresaron, siguiendo la categorización propuesta por el profesor José Grasés[6], como estados de daños: muy alto, alto, medio y bajo.

• *Redes de infraestructura del área de emplazamiento.* Mide la existencia y cobertura de las redes de agua potable, energía eléctrica, cloacas y gas, en las zonas de emplazamiento de cada uno de los edificios escolares.

A nivel edilicio, las variables consideradas fueron:

• *Vulnerabilidad sísmica funcional del edificio.* Se refiere a las características comportamentales del edificio, descritas a través de las disfuncionalidades arquitectónicas que impiden la rápida y segura evacuación en caso de sismo.

• *Vulnerabilidad de los elementos no estructurales.* Evalúa la propensión de los elementos no estructurales de sufrir daños o modificaciones en caso de sismo. Por aspectos no estructurales se conocen aquellos elementos arquitectónicos que se apoyan en la estructura portante de un edificio (tabiques, aberturas, cielos rasos, etc.), líneas vitales de funcionamiento (agua, energía, cloacas, gas, etc.) y mobiliario.

• *Vulnerabilidad sísmica estructural.* Es la variable que estima la propensión de la estructura a ser dañada por los sismos. Se cuantifica por medio de diferentes indicadores en distintos niveles de estudio.

Permite la categorización de los edificios escolares con base en un coeficiente que se obtiene mediante un método simplificado de evaluación sísmica de edificios de Hº Aº, de mediana altura: el índice de seguridad sísmica. Ese método es una adaptación del utilizado en el Japón por la Japan Building Disaster Prevention.

2.2 Estudio de casos

En esta publicación se describe, en forma general, la aplicación de los aspectos metodológicos vinculados a la escala urbana, profundizándose en la aplicación de la metodología de evaluación sísmica al parque edilicio educacional de la ciudad de San Juan.

Determinación de los edificios que forman parte de la red esencial para la emergencia

En función de los estudios previos realizados por el Gabinete de Investigaciones Urbanas[4, 5], en los que se han determinado:

– La vulnerabilidad de los distintos sectores que componen el Gran San Juan.
– Para distintos escenarios: sismos de intensidad VII, VIII y IX escala Mercalli modificada, los daños a la edificación (mapas de efectos del riesgo sísmico), y el número de heridos y muertos posibles.

– La accesibilidad de los distintos sectores.
– La vulnerabilidad de las redes de infraestructura.
– El nivel de organización gubernamental de la ciudad de San Juan ante la emergencia, la complejidad del mismo y los recursos humanos con que cuenta.

• Para cada edificio que compone la red, se evaluó su relación con el entorno inmediato y las redes de infraestructura, de servicios y vial.

• Se propusieron los roles de cada uno de los establecimientos educacionales que formarían parte de la red, sobre la base de criterios que tuvieron en cuenta: nivel de complejidad, equipamiento, accesibilidad, características del área de localización, número de población, etc.

A nivel edilicio: determinación de la vulnerabilidad funcional y de los elementos no estructurales

Una vez seleccionados los edificios para estudiar, se procedió, en primer lugar, al análisis de la documentación gráfica existente (planos generales, planos de carpintería y detalles constructivos, planos de instalaciones, etc.), efectuándose el relevamiento de todos, a efectos de completar la información. Sirvió además para determinar:

– Uso actual del edificio.
– Remodelaciones o ampliaciones.
– Reparaciones efectuadas.

Para el relevamiento se utilizaron *planillas de captura de información,* a efectos de normalizar el criterio del evaluador, evitando de esta manera cualquier sesgo en la interpretación de los datos.

Se elaboraron *fichas síntesis de la información,* donde se expresaron los resultados de la evaluación al sismo en cada uno de los aspectos: aspecto funcional y de los elementos no estructurales.

Se evaluó el grado de vulnerabilidad de cada edificio en los aspectos antes señalados, tomando como base una escala.

Determinación de la vulnerabilidad estructural

Se procedió al análisis de la documentación existente (planos generales, planos y planillas de estructuras, memoria de cálculo, estudio de suelos, normas utilizadas en su cálculo y construcción, documentos de inspección de obra, documentos sobre el control de calidad de los materiales empleados, etc.).

Dado que, en gran parte de los casos no se contó con la documentación antes citada o ésta era parcial, el relevamiento de los edificios sirvió para completarla.

Se verificó la existencia de: columnas cortas, entrepiso flexible, muros de mampostería, muros de hormigón armado (tabiques) y columnas que no se hubiesen identificado en los planos.

Se evaluaron los daños causados por sismos anteriores.

Se construyó para cada edificio el *Índice de Seguridad Sísmica,* de la siguiente manera:

Se determinó un coeficiente K de resistencia del edificio y se comparó éste mismo con el nivel de intensidad "KS" cualificado sobre la base de lo dispuesto por nuestra reglamentación, en función de los parámetros que definen las características sísmicas, que

son: ubicación, zonificación (microzonificación), tipo estructural, destino del edificio, características de los materiales usados y período de vibración del edificio. Esta evaluación se realizó teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Fuerzas cortantes totales y en entrepisos
- Factor de corrección por deterioro
- Distribución de la fuerza estática con la altura (método estático)
- Peso de la estructura
- Zonificación sísmica
- Destino del edificio
- Existencia de: columnas cortas, entrepiso flexible, muros de mampostería, muros de hormigón armado (tabiques o muros de corte) y columnas
- Corrección por ductilidad
- Participación de la sobrecarga
- Clasificación de daños causados por sismos anteriores
- Excentricidades torsionales.

En función de los valores de K, obtenidos a partir de los parámetros anteriormente expuestos, se clasificó la estructura de cada edificio, con base en la siguiente tabla:

Valor de K	Resultado
$K \geq KS$	Adecuado
$K < KS$	a nivel 2

El nivel de evaluación anterior (nivel 1) permitió distinguir entre aquellos casos que necesitaban proceder a una evaluación de su capacidad sísmica detallada (nivel 2).
Por evaluación detallada se entiende aquella que determina la *capacidad sísmica* del edificio, siguiendo los lineamientos y procedimientos de análisis que indica el reglamento INPRES-CIRSOC 103 y las normas técnicas complementarias del Código de Edificación de la Provincia de San Juan.
Se utiliza el análisis elástico, empleando herramientas de cálculo que permiten modelar la estructura tridimensionalmente, con el objeto de hallar la ubicación de los elementos más críticos que son, en definitiva, los que definen la capacidad resistente de la estructura.
Para el cálculo de las fuerzas sísmicas se utiliza el ***análisis sísmico modal***, con base en el espectro de seudoaceleraciones de diseño estipulado en el reglamento INPRES-CIRSOC 103.
Se enfatiza la importancia de identificar los problemas conceptuales que pueda tener la estructura, alguno de los cuales no son de fácil detección con los modelos matemáticos convencionales.
Los problemas más comunes suelen ser excentricidad excesiva por una distribución inadecuada de la rigidez en planta; cambios abruptos de rigidez, resistencia y estructuración en elevación; separación en las juntas escasa o nula; columnas cortas debido a muros de altura incompleta; deficiente calidad de materiales, fruto de un escaso o nulo mantenimiento; deficiente estribado en columnas con grandes tensiones de corte y esfuerzo normal.

5. Resultados

• El proyecto ha generado herramientas concretas que podrán contribuir efectivamente

a reducir los efectos del riesgo sísmico en la ciudad de San Juan.

• Se efectuó la evaluación sísmica de los veinte edificios escolares que se habían preseleccionado.

• Para cada uno de ellos se determinaron sus vulnerabilidades: funcional, de los elementos no estructurales y estructural, elaborándose fichas síntesis de esa evaluación.

• Se digitalizaron los planos de los establecimientos y se volcaron los resultados obtenidos a soporte magnético, a efectos de ir construyendo un banco de datos que se irá completando y actualizando.

• Asimismo, para cada edificio se efectuaron las recomendaciones para un *programa de remodelación o refuncionalización* que permitiera disminuir sus vulnerabilidades funcional y no estructural a un nivel aceptable, y en los casos en que el estudio detectó que la estructura no cumplía con las condiciones requeridas, se propusieron diferentes alternativas de refuerzo o consolidación.

Se confeccionó además un *plan de evacuación para la emergencia.*

Se definieron aquellos *edificios considerados claves en la red esencial de emergencia.* Se determinaron los elementos mínimos de equipamiento especial, infraestructura y organización, necesarios para garantizar la continuidad de su funcionamiento post terremoto y a la formulación de planes integrados de acción, con los otros actores intervinientes. Se adjuntan:

– El plano de localización de los edificios escolares que forman parte de la red de emergencia propuesta, según las áreas de riesgo sísmico.

– Un modelo de fichas síntesis de evaluación edilicia en los aspectos funcionales, no estructurales y estructurales, realizados para la escuela Bernardino Rivadavia.

– Los resultados de la aplicación del "Método para la calificación sísmica de los edificios de concreto", el diagnóstico y las recomendaciones de refacción y refuncionalización edilicio y el plan de evacuación realizados para ese establecimiento.

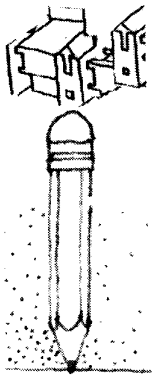
6. Conclusiones

Efectuar la evaluación sísmica del parque edilicio del Sistema Oficial de Educación General Básica de la ciudad de San Juan. Planteó, entre otros aspectos, la utilización de una metodología que tuviera las siguientes condiciones:

– Abarcara los distintos aspectos que hacen a la seguridad sísmica y sus interrelaciones, ampliando el concepto generalmente reservado a la seguridad estructural.

– Permitiera, a la vez que un rápido diagnóstico del parque edilicio, una evaluación precisa para determinar fehacientemente la capacidad sísmica del edificio.

Con relación al primer aspecto, los resultados obtenidos permiten visualizar que existen deficiencias en los aspectos funcionales (distancias máximas a salidas, dimensiones mínimas de circulaciones, anchos de puertas, etc.) en la mayoría de los edificios relevados, producidas por la reasignación de funciones o las remodelaciones al proyecto original para dar respuesta a la excesiva matrícula. Un aspecto no tenido en cuenta, desde el diseño de los edificios, es el sentido correcto de apertura de las puertas. En nin-



guno de los edificios escolares la carpintería ha sido diseñada previendo su apertura hacia afuera. De la evaluación, también se desprende que la mayor parte de los daños e incluso el mayor peligro estarán dados por la rotura o comportamiento inadecuado de los elementos no estructurales. En la mayor parte de los edificios, las aulas aparecen como un lugar relativamente seguro desde el punto de vista estructural, pero presentando el riesgo de rotura de vidrios, desprendimiento de revoques o caída de cielos rasos o de muebles.

En cuanto al segundo aspecto, la aplicación del "Método para la calificación sísmica de los edificios de concreto", que permite trabajar en niveles de profundidad creciente para determinar la vulnerabilidad sísmica estructural, hizo posible la evaluación de un número importante de edificios, que cumplimentaron satisfactoriamente el nivel I, debiendo verificarse solamente dos edificios en el segundo nivel.

Lo antes expresado verifica la viabilidad de la aplicación de este método a otros contextos, en los que se requiera una rápida respuesta para prevenir los efectos del riesgo sísmico. Su aplicación a nivel municipal requiere la participación de profesionales arquitectos e ingenieros en el nivel de evaluación último. No obstante, dado el desarrollo de los instrumentos de captura de información y de relevamiento, especialmente diseñados para evitar el sesgo de la información, se podría entrenar personal de baja capacitación técnica, a efectos de la realización de estas actividades que son las que requieren mayor número de personas e insumen mayor cantidad de tiempo.

Bibliografía

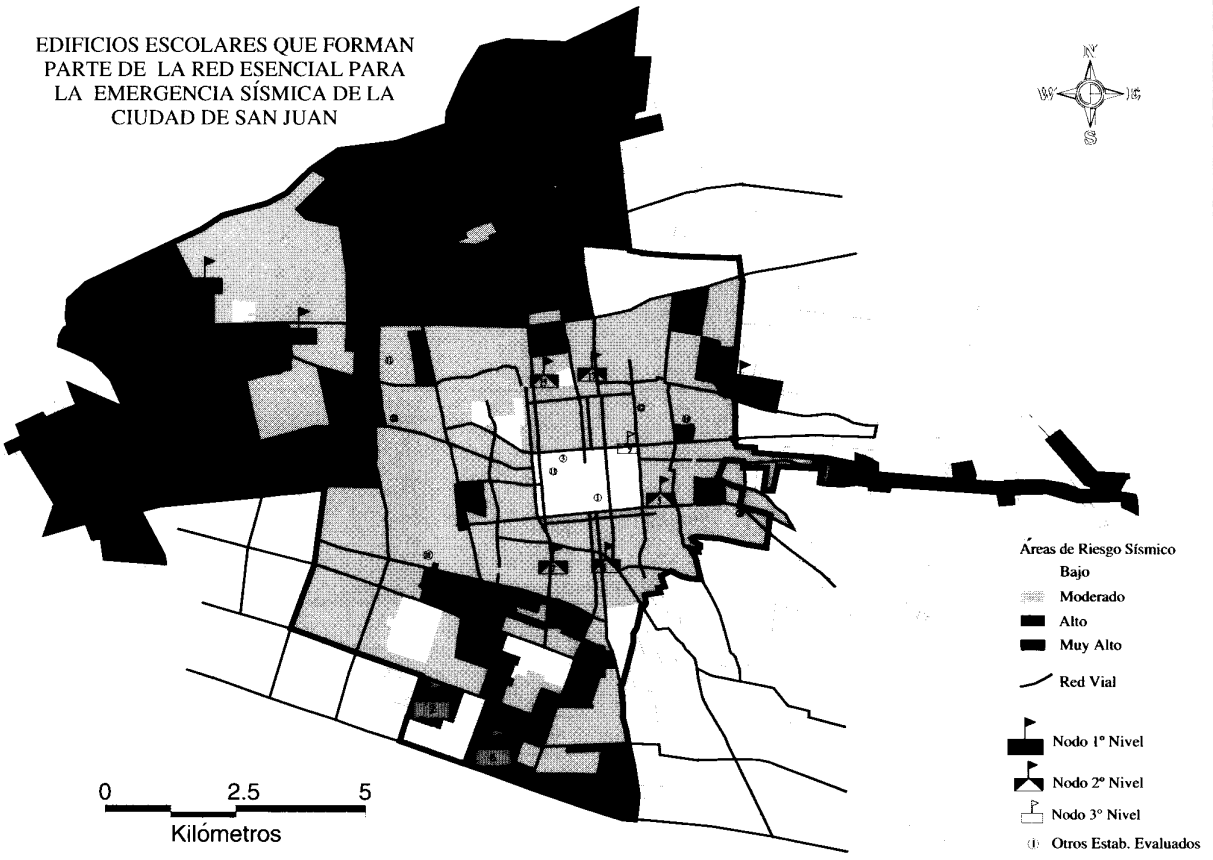
1. Lagorio, Henry (1996), *Planeamiento Urbano y Diseño.*
2. INPRES-CIRSOC (1983), *Normas argentinas para construcciones sismorresistentes,* parte I, págs. 19 a 21, INTI. Bs. As., Argentina.
3. JABDP, 1977, *Standard for Seismic Capacity Evaluation of Existing Reinforced Concrete Buildings.* Japan Building Disaster Prevention. Tokio, Japón.
4. Roitman, D. y otros (1999), *Ciudad y sismo.* Fundación Universidad de San Juan. San Juan, Argentina.
5. Roitman, D. y otros (1997), *Riesgo sísmico en la ciudad de San Juan, Argentina.* Publicación especial del Gabinete de Investigaciones Urbanas, FAUD, UNSJ, San Juan, Argentina.

——; Romero, M.; Nacif, N.; Deiana, M. E. y otros (1998), *Estrategias concretas de prevención sísmica en el área urbana del Gran San Juan.* Secretaría de Ciencia y Técnica, UNSJ San Juan, Argentina.

—— y otros, 1996, *Riesgo sísmico en el área del Gran San Juan para movimientos de intensidad VII, VIII y IX escala Mercalli modificada.* Informe final. Secretaría de Ciencia y Técnica, UNSJ. San Juan, Argentina.

6. Grasés, José (1990), *Notas para la estimación de requerimientos hospitalarios en áreas urbanas que pueden ser afectadas por sismos intensos.* Seminario: Desastres sísmicos en grandes ciudades. Bogotá, Colombia.

Anexo 1


EDIFICIOS ESCOLARES QUE FORMAN PARTE DE LA RED ESENCIAL PARA LA EMERGENCIA SÍSMICA DE LA CIUDAD DE SAN JUAN
N
W
E
S
0
2.5
5
Kilómetros
Áreas de Riesgo Sísmico
Bajo
Moderado
Alto
Muy Alto
Red Vial
Nodo 1° Nivel
Nodo 2° Nivel
Nodo 3° Nivel
Otros Estab. Evaluados

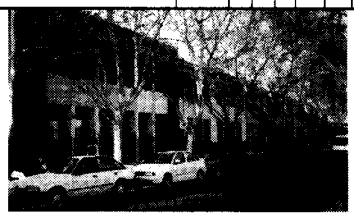
Anexo 2

CAPITAL

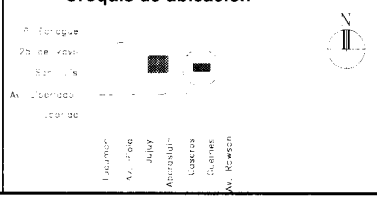
DATOS GENERALES

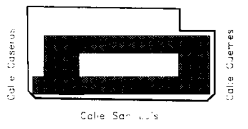
Proyecto: Formulación de estrategias concretas para la prevención del riesgo sísmico en áreas del Gran San Juan. UNSJ
Área temática: Estrategias de prevención sísmica en edificios escolares. **FAUD**
Escuela Bernardino Rivadavia

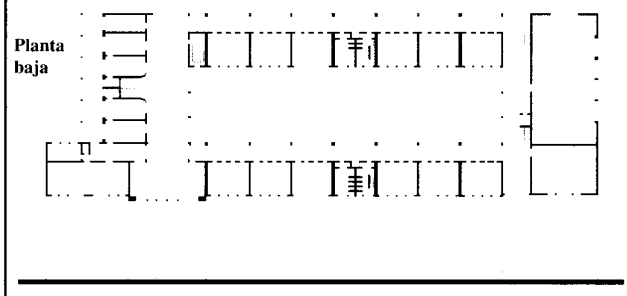
Código	Escuela	Nivel	Turno					Matrícula	Datos generales				Índice de Vulnerabilidad Urbana		Coeficientes de uso	
			M	T	I	V	N		Domicilio: San Luis 526 - este -							
P/1/064	Bernardino Rivadavia	P	x					1037	Año de construcción	1954	Sup. Terreno	5445.17			Nº de aulas	34
B/1/004	Francisco N. Laprida	P		x				517	Nomen. catastral	01-40-500100	Sup. cubierta	4858 m²	Funcional	Directa	Exclusivo	30,5
C/1/005	Domingo Cayetano Valve	L					x	22	F y R censal	F1-R3	Sup. impronta	3386 m²	MA - 70	B - 6.60	Primario	45,70
S/1/002	Prof. Mons. Dr. S. Martínez	T				x		365	FOT	0.89	FOS	62%	Total	M - 76.60	Complementario	57,09



Croquis de ubicación







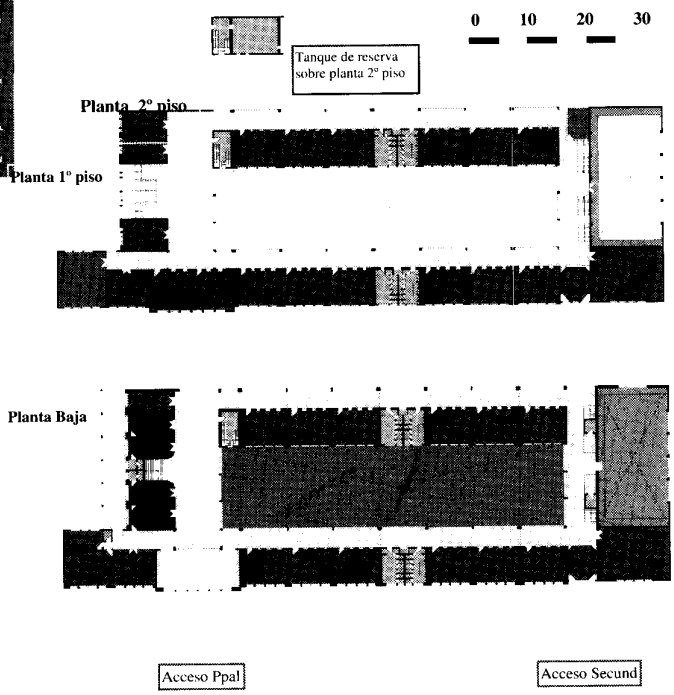
Fachada principal

Corte

CAPITAL

Proyecto: Formulación de estrategias concretas para la prevención del riesgo sísmico en áreas del Gran San Juan.
Área temática: Estrategias de prevención sísmica en edificios escolares.
Escuela Bernardino Rivadavia

UNSJ
FAUD



ASPECTOS FUNCIONALES		
		VALORACIÓN
Circulación horizontal	Galería 3.50 m	1
Circulación vertical	3.8m - 2x2.00 m	1
Punto más alejado a la salida	Desde aula 45 m. Desde SUM 85 m	1
Punto más alejado de circulación vertical	40.00 m	1
Puertas de aulas	1.00 m	1
Sentido apertura	Hacia dentro	0
Nº de hojas	1	-
Puerta de acceso	3 de 2,00 m c/u	1
Sentido de apertura	Hacia dentro	0
Nº de hojas	2 por puerta	-
OBSERVACIONES	Se ocupó como espacio educativo un acceso secundario en PB y hall en PA	

ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES		
		VALORACIÓN
Instalación eléctrica	Estado: Bueno No existen disyuntores	0.5
Instalación sanitaria Ubicación tanque reserva	Estado: Bueno Indicado en plano	1
Instalación de gas	Conectado a red. Sin válvula de seguridad Instalación a la vista.	0
Paños vidriados	Vano 2,8 x 1,5- Repart. en 4 de 0,70 x 150 m	0
Equipamiento en Biblioteca y Sala de video	No posee	1

territorios

CAPITAL

Proyecto: Formulación de estrategias concretas para la prevención del riesgo sísmico en áreas del Gran San Juan.
Área temática: Estrategias de prevención sísmica en edificios escolares.
Escuela Bernardino Rivadavia

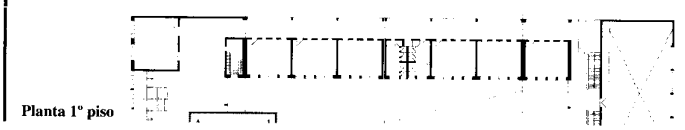
UNSJ
FAUD

Esp. Educativo/aula especial		Área de servicio		Tipología	Rectangular c/patio central
Área Complementaria		Circulación		Relación contextual	Aislada en la manzana
Área Administrativa		Expansión		Modificaciones	Subdivisión aula en planta alta

Cielo raso	**A la cal- susp. Madera**	1
Equipamiento de aulas	**Empotrados**	1
Elementos colgantes	**No posee**	1

Planta 2° piso

0 10 20 30

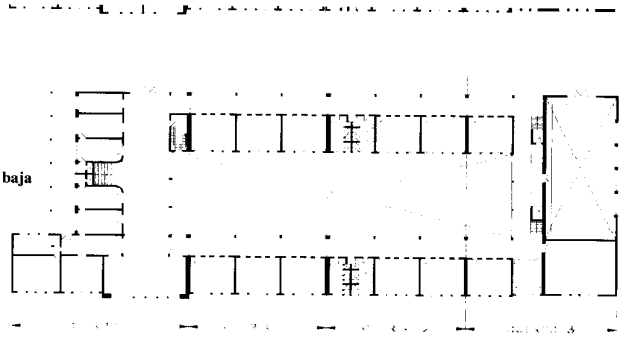


Planta 1° piso

ASPECTOS ESTRUCTURALES

Cuerpo	Direcc.	Planta	File IN	File OUT	Coefic. K	Calificación
1	X	BAJA	RIV-C1X. DAT	RIV-C1X.RES	0,156	OK
		ALTA			0,299	OK
1	Y	BAJA	RIV-C1Y. DAT	RIV-C1Y.RES	0,159	OK
		ALTA			0,284	OK

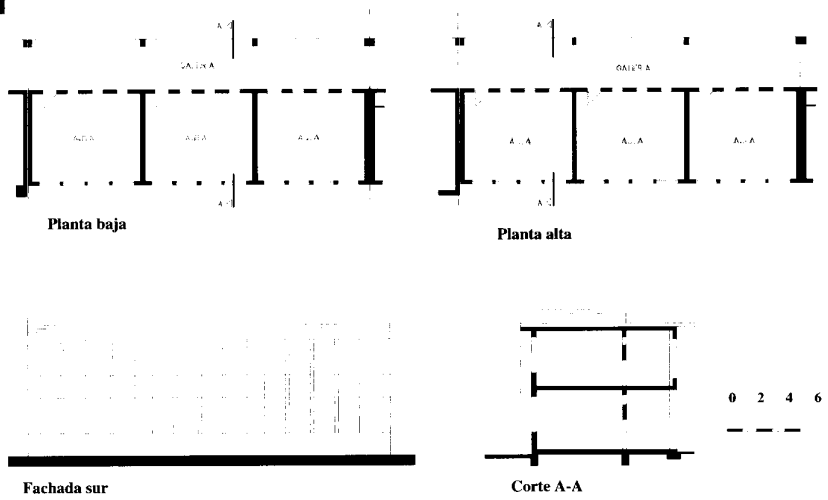
Planta baja



		ALTA			0,426	OK
3	X	BAJA	RIV-C3X. DAT	RIV-C3X.RES	0,216	OK
		ALTA			0,311	OK
3	Y	BAJA	RIV-C3X. DAT	RIV-C3Y.RES		OK
		ALTA				OK

EVALUACIÓN según el Método para la evaluación de la capacidad sísmica de edificios de hormigón armado de mediana altura:

SATISFACTORIA



DIAGNÓSTICO Y RECOMENDACIONES

AULAS

Seguridad Estructural: ADECUADA
Seguridad elementos no estructurales:

- Cielo raso: liviano. No presenta riesgos.
- Elementos de iluminación: No presentan riesgos.
- Colocar película adhesiva en vidrios de muro opuesto a puerta de acceso a aulas o reemplazar por vidrios armados.

SALÓN DE ACTOS

- Colocar película adhesiva en vidrios o reemplazar por vidrios armados.
- Cambiar mano de apertura en puertas.
- Eliminar objetos del balcón interior del gimnasio.

ACCESO Y SECTOR ADMINISTRATIVO

- Cambiar mano de apertura en puertas particularmente en el acceso al establecimiento, que tiene puertas vidriadas y rejas.
- Anclar muebles altos en dirección

INSTALACIONES

- Colocar disyuntores diferenciales en la instalación eléctrica.
- Colocar válvula de corte automático en red de gas.

PLAN DE EMERGENCIA SÍSMICA

1. Durante un sismo
   a. En las aulas
      De acuerdo con la observación superficial y del análisis estructural las aulas pueden considerarse como estructuralmente seguras. Los peligros mayores a que se encuentran sometidos alumnos y docentes, ante la ocurrencia de un sismo de mediana intensidad, provienen de la posibilidad de desprendimientos de revoques y cielos rasos y, en mayor medida, de la rotura de vidrios de los grandes ventanales localizados sobre el costado sur de las mismas.
      El comportamiento recomendado durante un sismo consiste en el alejamiento inmediato de los alumnos de los ventanales mencionados, adoptando la posición de seguridad en el costado norte del aula.

   b. En los patios
      El patio principal ofrece relativa seguridad ante la ocurrencia de un sismo. Quienes sean sorprendidos ocupando el patio central deberán alejarse de muros y galerías migrando hacia el centro del patio alejándose de ventanales (desprendimiento de vidrios) y zonas de alta densidad de instalaciones cloacales frente a los sanitarios (hundimientos de pisos). Es particularmente riesgo al ángulo noroeste, ya que sobre este sector se localiza el tanque de reserva de agua.

   c. En el gimnasio
      Los ocupantes del gimnasio están sometidos al peligro de desprendimiento de vidrios de las grandes superficies aventanadas, ubicadas en el muro este del local. Otro peligro, aunque de menor envergadura, está dado por la posible caída de los objetos depositados sobre el balcón perimetral interior del gimnasio. Ante la ocurrencia de un sismo, los ocupantes deberán adoptar la posición de seguridad, agrupándose en el centro del local.

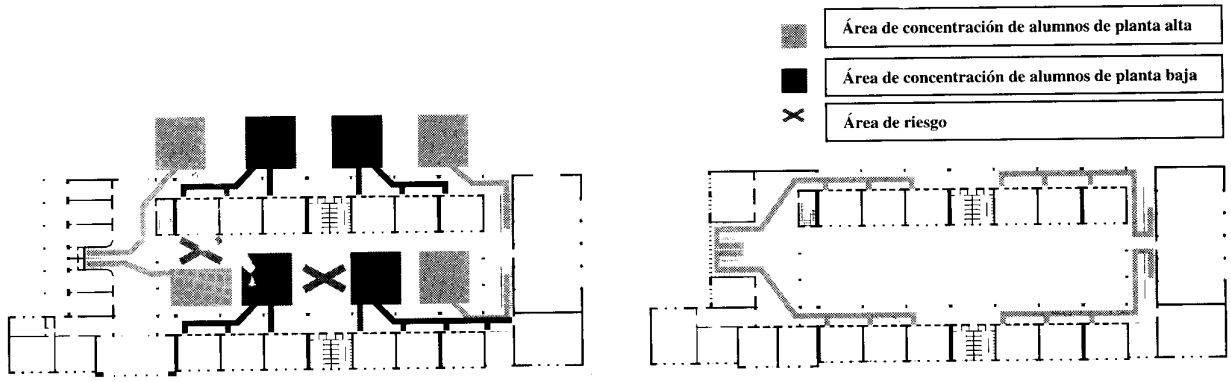
2. Después de un terremoto
   a. Revisión del edificio
      Luego de ocurrido un sismo de envergadura, las autoridades del establecimiento procederán a evaluar los daños producidos en el edificio, observando particularmente los siguientes aspectos:
      - Rotura de vidrios
      - Caída de revoques, cielos rasos, fisuras en techos y muros, etc.
      - Estado de las galerías
      - Asentamientos de terreno
      - Caída de cables
      - Rotura de cañerías de agua y gas
      - Estado de la estructura del tanque de agua.

      De esta revisión puede que no se observen daños que comprometan la seguridad de sus ocupantes; en ese caso, se autorizará la permanencia de los alumnos en el establecimiento. Ante la evidencia de daños, se dispondrá la evacuación del edificio.

   b. Evacuación
      La evacuación será dispuesta por dirección del establecimiento cuando, por alguna razón éste considere que el alumnado se encuentra sometido a algún riesgo provocado por los efectos del terremoto en el edificio. Asimismo, dispondrá:
      - La apertura de todas las puertas de acceso al edificio

- Cerrar las llaves de paso de gas
- Cerrar las llaves de paso de agua
- Cortar el suministro eléctrico
- Traslado del botiquín de primeros auxilios.

Las características del edificio y su entorno determinan que el lugar más adecuado de concentración del alumnado, una vez dispuesta su evacuación, son los patios del establecimiento. La evacuación consiste en el traslado ordenado de los alumnos a los espacios de concentración, conducidos por los maestros de cada grado y siguiendo las trayectorias del gráfico. Los alumnos deberán desplazarse en posición de seguridad hasta los espacios de concentración. El pasaje de los alumnos por las escaleras de las aulas de planta alta requiere la mayor atención. Una vez en la zona de concentración, los docentes deberán realizar las tareas siguientes:

- Inspeccionar al grupo en forma general
- Detectar heridos y clasificarlos de acuerdo con la gravedad de las lesiones
- Prestar primeros auxilios
- Procurar la asistencia médica adecuada en caso de ser necesario
- Tomar asistencia utilizando las listas de alumnos que a estos efectos se encuentran en el botiquín móvil
- Permanecer en la zona de concentración hasta que se complete el retiro de los niños.

c. Habilitación del edificio escolar
Una vez superada la situación de emergencia y antes de reanudar las actividades escolares, el personal directivo deberá elevar a la superioridad un informe de los daños observados en el establecimiento, a fin de que una comisión técnica, designada especialmente, evalúe la seguridad del edificio y determine las condiciones necesarias para su habilitación.