



4.2.4 CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN.

El primer código de construcción ecuatoriano que describe un proceso de estimación de fuerzas laterales y requisitos de diseño sísmico, se estableció en 1977, después de la publicación del Código Americano UBC 1974.

Años más tarde, después de colapsos y daños en las edificaciones, sufridos a causa del terremoto de magnitud 7.1 ocurrido en Bahía de Caráquez, en la costa norte de Ecuador, se introdujo en el año 2001, el primer mapa de zonificación sísmica de Ecuador en el Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC-2001), después de aplicar los principios sismológicos adecuados y conocimientos de ingeniería sísmica disponibles en ese momento en todo el mundo.

La versión del código del año 2001 incluye una serie de requisitos de diseño y modelado, similares al código americano UBC 1997. Por lo tanto, 2001 podría ser considerado como año de referencia del diseño sísmico en Ecuador.

Hoy en día, se encuentra aprobado la nueva Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015, a la cual se considera como un código mejorado, con respecto al diseño sismo-resistente de estructuras.

Por lo tanto, es razonable considerar que los edificios construidos antes de 1977 tendrán una resistencia sísmica inaceptable. Por el contrario, todos los edificios construidos después de 2001, se podrían considerar que tienen un diseño sismo-resistente adecuado.

Para realizar la calificación de este parámetro se pudo constatar que el edificio Aranjuez fue construido en el año 1991. De lo mencionado anteriormente se determinó que para el formulario FEMA 154 la estructura correspondería a "Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)", lo cual corresponde a una puntuación de 0.

4.2.5 TIPO DE SUELO.

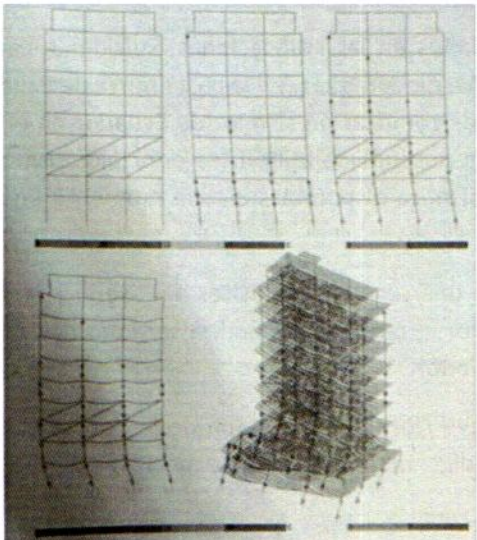


Según el estudio de suelos para el análisis y evaluación de una estructura de diez plantas y tres subsuelos realizado por la Escuela Politécnica el tipo de suelo está clasificado como "D". otorgándole una puntuación de -0,6.

4.2.6 RESULTADO

Al llenar el formato FEMA 154, con cada una de las puntuaciones antes dispuestas se observa que la calificación total es de 1,5 indicando que su valor se encuentra por debajo del 2, indicando una "Alta Vulnerabilidad".



FORMATO FEMA 154

EVALUACIÓN VISUAL DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES													
ESQUEMA ESTRUCTURAL EN PLANTA Y ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN 					DATOS DE LA EDIFICACIÓN: Dirección: Intersección de las calles Reina Victoria y Jorge Washington, cantón Quito, provincia de Pichincha. Coordenadas geográficas 9977110 N; 778852 E (UTM WGS 84) Nombre de la edificación: Edificio Aranjuez Sitio de referencia: Se encuentra a 2 cuadras del parque de la Alameda Tipo de uso: Histórico Año de construcción: A partir de 1991 Área construida (m ²): 9 000,00 Fecha de evaluación: 20 de noviembre de 2019 Año de remodelación: Número pisos: 10 pisos altos								
					DATOS DEL PROFESIONAL: Nombre del evaluador: Ing. Iván Gabriel Albarracín Espinoza C.I.: 0915576557 Registro SENESCYT: 1006-11-1061234 FOTOGRAFÍA: 								
TIPOLOGÍA DEL SISTEMA ESTRUCTURAL													
Madera	W1	Pórtico Hormigón Armado	C1	Pórtico Acero Laminado								S1	
Mampostería sin refuerzo	URM	Pórtico Hormigón Armado con marcos estructurales	C2	Pórtico Acero Laminado con diagonales								S2	
Mampostería reforzada	RM	Pórtico H. Armado con mampostería confinada sin refuerzo	C3	Pórtico Acero doblado en frío								S3	
Mixta acera-hormigón o mixta madera-hormigón	MX	H. Armado prefabricado	PC	Pórtico Acero Laminado con muros estructurales de hormigón armado								S4	
				Pórtico Acero con paredes mampostería								S5	
PUNTAJES BÁSICOS, MODIFICADORES Y PUNTAJE FINAL S													
Tipología del sistema estructural	W1	URM	RM	MX	C1	C2	C3	PC	S1	S2	S3	S4	S5
Puntaje Básico	4,4	1,8	2,8	1,8	2,5	2,8	1,6	2,4	2,6	3	2	2,8	2
ALTURA DE LA EDIFICACIÓN													
Baja altura (menor a 4 pisos)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mediana altura (4 a 7 pisos)	N/A	N/A	0,4	0,2	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,4	N/A	0,4	0,4
Gran altura (mayor a 7 pisos)	N/A	N/A	N/A	0,3	0,6	0,8	0,3	0,4	0,6	0,8	N/A	0,8	0,8
IRREGULARIDAD DE LA EDIFICACIÓN													
Irregularidad vertical	-2,5	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1	-1	-1	-1,5	-1,5	-1	-1
Irregularidad en planta	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN													
Pre-código (construido antes de 1977) o auto construcción	0	-0,2	-1	-1,2	-1,2	-1	-0,2	-0,8	-1	-0,8	-0,8	-0,8	-0,2
Construido en etapa de transición (entre 1977 y 2001)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Post código moderno (construido a partir de 2001)	1	N/A	2,8	1	1,4	2,4	1,4	1	1,4	1,4	1	1,6	1
TIPO DE SUELO													
Tipo de suelo C	0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
Tipo de suelo D	0	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4
Tipo de suelo E	0	-0,8	-0,4	-1,2	-1,2	-0,8	-0,8	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-0,8
PUNTAJE FINAL, S													
GRADO DE VULNERABILIDAD SÍSMICA													
S < 2,0	Alta vulnerabilidad, requiere evaluación especial											1,5	
2,0 > S > 2,5	Media vulnerabilidad												
S > 2,5	Baja vulnerabilidad												
											 FIRMA RESPONSABLE EVALUACIÓN		
OBSERVACIONES:													
* Se pudo determinar que la estructura del edificio Aranjuez, está compuesta de elementos estructurales vigas, columnas y muros estructurales de hormigón armado a todo lo alto de la edificación, por tal motivo en el formato se lo determina como la tipología del sistema estructural "C2" Pórticos de Hormigón Armado con muros estructurales. * En la visita preliminar como en las fotografías se puede observar que la edificación está compuesta por tres subsuelos, una planta baja, un mezzanine y 10 pisos altos. * El edificio Aranjuez presenta irregularidad geométrica, por tal motivo se determina que la estructura presenta irregularidad vertical dándole la puntuación de -1. * El edificio Aranjuez presenta irregularidad debido a que sus ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura, por tal motivo se determina que la estructura presenta irregularidad dándole la puntuación de -0,5. * Según el estudio de suelos para el análisis y evaluación de una estructura de diez plantas y tres subsuelos realizado por la Escuela Politécnica el tipo de suelo está clasificado como "D", otorgándole una puntuación de -0,6													



5. CONCLUSIONES

Según los “ESTUDIOS PARA LA EVALUACIÓN Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO ARANJUEZ”, realizado por la Empresa Pública EPN TECH, se concluye lo siguiente:

- Las condiciones actuales del edificio Aranjuez **no ofrecen ninguna garantía de un comportamiento adecuado ante un evento sísmico importante.**
- **Existe la probabilidad cierta de que ante la ocurrencia de un evento sísmico severo el edificio colapse**, lo cual constituye un peligro inminente para la seguridad de los ocupantes del edificio, así como a las piezas de alto valor patrimonial.
- De acuerdo a la toma de muestras y ensayos realizados en la edificación se encontraron elementos estructurales donde el hormigón tiene una resistencia de 180 kg/cm²; siendo que, **para elementos estructurales de edificaciones, el mínimo recomendado es de 210kg/cm².**
- Podemos concluir que **el diseño y construcción del edificio Aranjuez no tomó en cuenta** las mínimas consideraciones y **criterios de diseño para edificaciones sismo resistentes.**
- Desde el punto de vista de la ingeniería estructural, nuestro país está catalogado con una Caracterización de Peligro Sísmico, es decir las probabilidades de ocurrencia de eventos sísmicos, desde Intermedia a Muy Alta, siendo en la ciudad de Quito la clasificación Alta.
- El cambio de uso del edificio es imperativo, puesto que el peso generado por los repositorios (en términos simplificados “bodegas”), ubicados en distintos pisos del edificio, inciden en gran medida en el inadecuado comportamiento del edificio.
- **Mantener el uso del edificio Aranjuez en las condiciones actuales, es mantener una amenaza constante** tanto a la seguridad de sus ocupantes, así como la integridad de los elementos patrimoniales que se resguardan en su interior.
- La propuesta de reforzamiento atenuará en gran medida el riesgo actual, pero requiere del desalojo completo o progresivo del edificio, puesto que los trabajos necesarios son altamente invasivos a los elementos estructurales (columnas, losas, muros y vigas).

Según la evaluación visual rápida de peligro sísmico para edificaciones mediante el formato FEMA 154 (Federal Emergency Management Agency)”, realizado por el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencia, se concluye lo siguiente:

- Al finalizar la evaluación del formato FEMA 154 se obtuvo una calificación total de 1,5 por debajo del límite de calificación 2, indicando una **ALTA VULNERABILIDAD**, por tal motivo se concluye que, **el edificio Aranjuez sí posee riesgo de daños estructurales que puedan atentar con la vida de sus ocupantes ante un evento sísmico.**



6. RECOMENDACIÓN

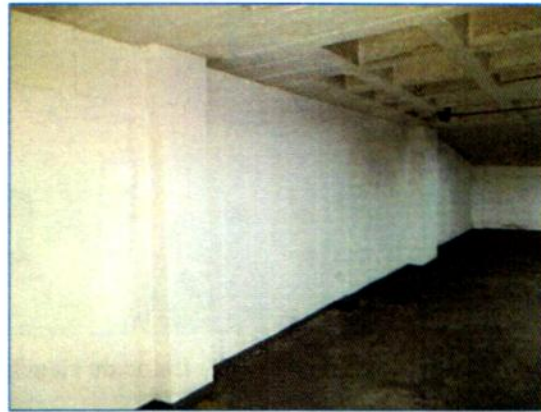
Realizar el reforzamiento estructural integral del edificio Aranjuez y considerar el cambio de uso de ciertos sectores de la edificación, o solicitar a la autoridad competente una edificación que reúna las condiciones óptimas estructurales, las mismas que deberán soportar el peso de los repositorios (en términos simplificados "bodegas") que contienen los bienes culturales y patrimoniales del país.

Elaborado por:

Ing. Iván Albarracín
Analista de Riesgos



ANEXO FOTOGRÁFICO



Subsuelo 3 "parqueadero y bodegas"



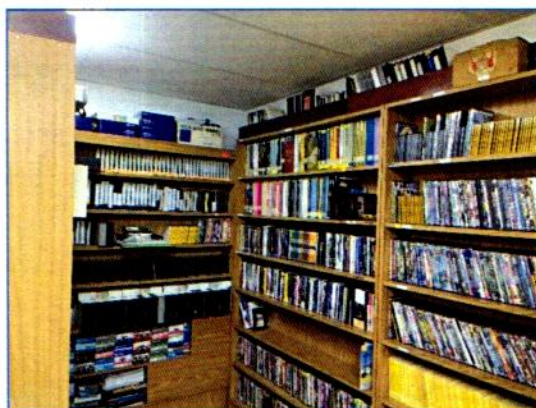
Subsuelo 2 "parqueadero y bodegas"



Subsuelo 3 "parqueadero, bodegas, cuarto de máquinas y hemeroteca"



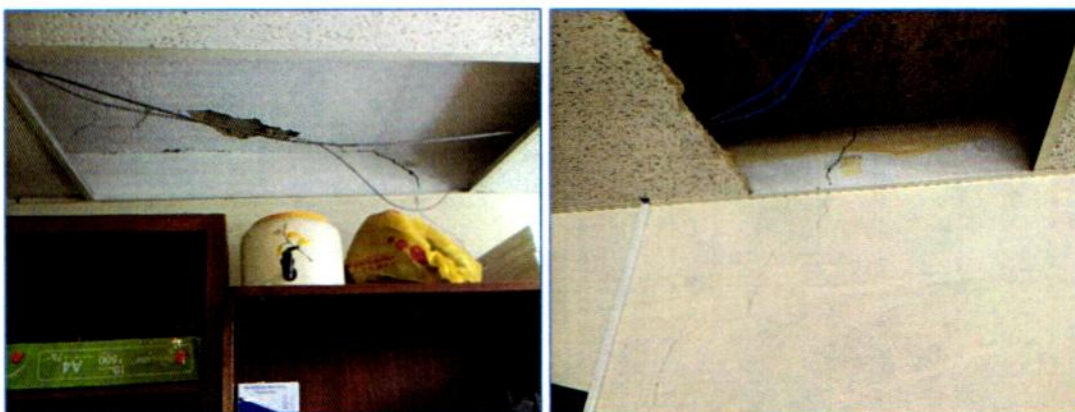
Planta baja “Laboratorio de conservación y fondo de ciencias humanas”



Mezzanine “Biblioteca general, musicoteca y sala de investigadores”



Primer piso “Archivo histórico”



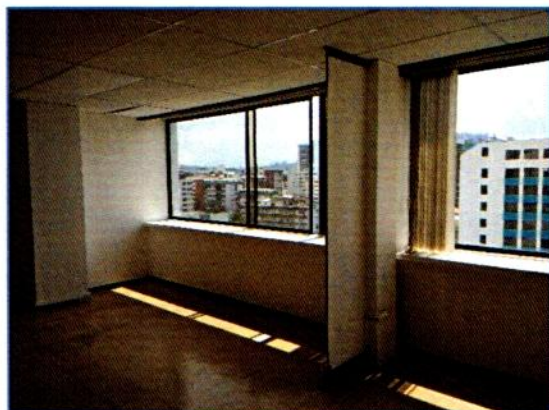
Segundo y tercer piso "Reserva arqueológica"



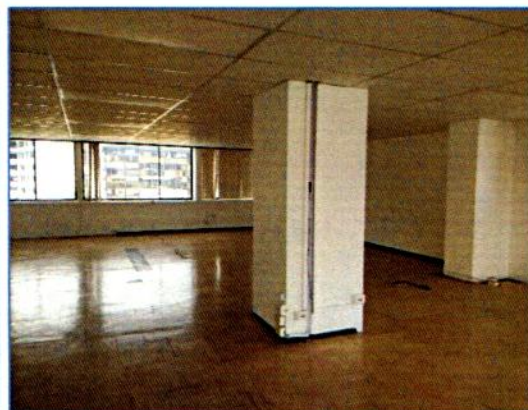
Cuarto piso "Reserva de bienes prehispánicos"



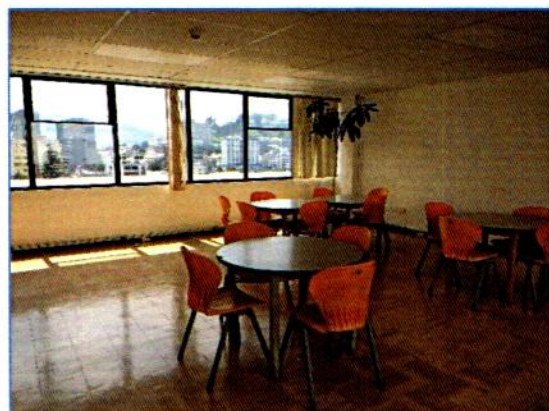
Quinto piso "Reserva de arte moderno y contemporáneo"



Sexto piso "Subsecretaría de Memoria social"



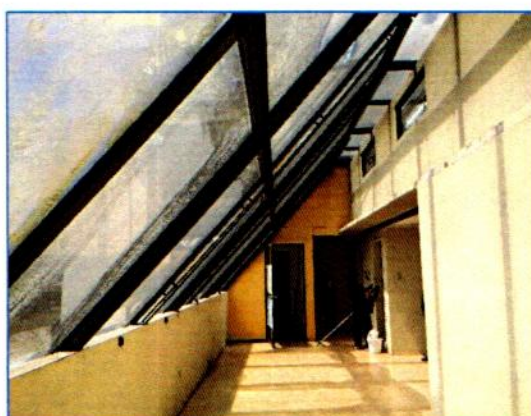
Séptimo piso "Oficinas – bodega de bienes"



Octavo piso "actual comedor"



Noveno piso "Terraza Universidad de las artes"



Décimo piso "Ex comedor"



Terraza