



Pontificia Universidad
JAVERIANA
Cali

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ALGUNOS DE LOS
EDIFICIOS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI SIGUIENDO
LOS PARÁMETROS DE LA NORMA ASCE/SEI 31-03 Y DETERMINANDO LAS
CURVAS DE FRAGILIDAD PARA EVALUAR EL RIESGO SÍSMICO**

Presentado por:

MARÍA ALEJANDRA MONTENEGRO VALENCIA

JIMMY PIEDRAHITA SALDAÑA

Director: Dr. Orlando Cundumi

Pontificia Universidad Javeriana Cali

Facultad de Ingeniería y Ciencias

2024

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	9
2.	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	10
3.	OBJETIVOS DEL PROYECTO	10
3.1.	Objetivo General	10
3.2.	Objetivos Específicos	10
4.	JUSTIFICACIÓN	10
5.	MARCO DE REFERENCIA	12
5.1.	Marco Conceptual	12
5.2.	Estado del Arte	14
6.	TIER I	17
6.1.	Generalidades	17
6.2.	Nivel de Investigación	17
6.3.	Suelos de Sitios	21
6.4.	Nivel de Sismicidad de la Zona	22
6.5.	Visita a la Obra	24
6.6.	Requisitos para la Evaluación	27
6.7.	Tipo de Edificación y Descripción	34
6.8.	Selección y Uso de Listas de Chequeo	40
6.9.	Otros Requerimientos de Evaluación	41
6.10.	Avaluó de Cargas Verticales	43
7.	TIER II	56

7.1. Espectro de Diseño.....	56
7.2. Peso de la Losa Aligerada	58
7.3. Modelo Computacional Programa ETABS	60
8. TIER III.....	64
8.1. Tipo de Falla.....	64
8.2. R JB.....	64
8.3. R-RUP.....	66
8.4. Vs30	66
9. LIMITACIONES	71
10. RESULTADOS	72
10.1. Periodo Fundamental de las Estructuras	72
10.2. Esfuerzo Cortante en la base de algunas Columnas del piso 1	73
10.3. Derivas de piso.....	74
10.4. Torsión en La Base de las Edificaciones.....	76
10.4. Índices de sobreesfuerzo	77
10.5. Curvas de Fragilidad	85
11. CONCLUSIONES	92
12. LISTAS DE VERIFICACIÓN.....	94
12.1. Listas de Verificación.....	95
13. BIBLIOGRAFIA	117
14. ANEXOS	118

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Ruta de evaluación del proceso	13
Ilustración 2 Ubicación satelital de los edificios: Samán II, II y Educon.....	19
Ilustración 3 Planta tipo Edificio Samán I.....	20
Ilustración 4 Planta tipo Edificio Samán II	20
Ilustración 5 Planta Tipo Edificio Educación Continua Educon	21
Ilustración 6 Mapa de Zonificación Geotécnica de Santiago de Cali.....	22
Ilustración 7 Mapa Microzonificación Sísmica de Santiago de Cali.....	23
Ilustración 8 Ocupación inmediata	28
Ilustración 9 Seguridad de vida	28
Ilustración 10 Curva de Coeficiente de Ampliación Fa del Suelo.....	31
Ilustración 11 Curva de Coeficiente de Ampliación Fv del Suelo.....	31
Ilustración 12 Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g	32
Ilustración 13 Samán I Espectro elástico.....	58
Ilustración 14 Samán II Espectro elástico	58
Ilustración 15 Educon espectro elástico	58
Ilustración 16 Samán II	59
Ilustración 17 ETABS Edificio Samán I.....	60
Ilustración 18 ETABS Edificio Samán II	60
Ilustración 19 ETABS Edificio Educon.....	61
Ilustración 20 Fallas geológicas próxima a la PUJC	65

Ilustración 21	Velocidad de la onda.....	66
Ilustración 22	<i>Edit Spectra</i>	69
Ilustración 23	Curva de fragilidad Saman I – NS – estructura de tres pisos	85
Ilustración 24	Curva de fragilidad Saman I – EW – estructura de tres pisos	87
Ilustración 25	Curva de fragilidad Saman II – NS – estructura de tres pisos.....	88
Ilustración 26	Curva de fragilidad Saman II – EW – estructura de tres pisos.....	89
Ilustración 27	Curva de fragilidad Educon – NS – estructura de tres pisos	90
Ilustración 28	Curva de fragilidad Educon – EW – estructura de tres pisos	91
Ilustración 29	<i>Esfuerzo cortante</i>	97
Ilustración 30	<i>Tabla de longitudes de traspaso 1</i>	99
Ilustración 31	<i>Tabla de longitudes de traspaso 2</i>	100
Ilustración 32	<i>Empalmes de barras</i>	101
Ilustración 33	<i>Estribos 1</i>	101
Ilustración 34	<i>Estribos 2</i>	102
Ilustración 35	<i>Espaciamiento estribos</i>	102
Ilustración 36	<i>Refuerzo del nudo</i>	103
Ilustración 37	<i>Estrato C</i>	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos iniciales del proyecto.....	18
Tabla 2 Estructuras	29
Tabla 3 Coeficiente De Importancia.....	30
Tabla 4 Valor de A_a y A_v para las ciudades capitales de departamento	30
Tabla 5 Definición del Nivel de Sismicidad 6.....	33
Tabla 6 Espectro de Aceleraciones	33
Tabla 7 Clasificación de la Edificación en Relación al Sistema Estructural.....	34
Tabla 8 Listas de Chequeo para la evaluación de la Fase TIER 1	41
Tabla 9 Requisitos de Evaluaciones Adicionales	42
Tabla 10 Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales - cubierta	45
Tabla 11 Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas	46
Tabla 12 Cargas vivas mínimas en cubiertas.....	47
Tabla 13 Factor de Modificación C	49
Tabla 14 Distribución Lateral de Fuerzas Cortantes	50
Tabla 15 Chequeo de las derivas, mediante los cálculos propuestos por ASCE/SEI 31-03	52
Tabla 16 Chequeo de las derivas del Edificio Samán II, utilizando el modelo Computacional	52
Tabla 17 Chequeo del cambio en la masa efectiva.	53
Tabla 18 Chequeo del cambio en la Masa Efectiva	55
Tabla 19 Espectro elástico	57
Tabla 20 Chequeo Torsión Edificio Samán II	61

Tabla 21 Derivas de piso en modelo ETABS en análisis dinámico modal espectral	62
Tabla 22 <i>Reacciones en la Base</i>	62
Tabla 23 <i>Tipo de falla</i>	64
Tabla 24 <i>Clasificación de los perfiles de suelo</i>	67
Tabla 25 <i>Parámetros de búsqueda para PGMD</i>	68
Tabla 26 <i>Pares de registros sísmicos</i>	70
Tabla 27 <i>Derivas de piso en modelo Etabs en análisis dinámico no Lineal Tiempo Historia</i>	70
Tabla 28 <i>Periodo Fundamental de las Estructuras</i>	72
Tabla 29 <i>Esfuerzo Cortante en la base de algunas Columnas del piso 1</i>	73
Tabla 30 <i>Derivas de piso</i>	74
Tabla 31 <i>Torsión en La Base de las Edificaciones</i>	76
Tabla 32 <i>Índice de sobrefuerzo Samán I</i>	77
Tabla 33 <i>Índice de sobrefuerzo Samán II</i>	79
Tabla 34 <i>Índice de sobrefuerzo Educon</i>	82
Tabla 35 <i>Resumen de la masa por piso</i>	96
Tabla 36 <i>Referencia de medidas</i>	96

ANEXOS

Anexo 1. Derivas de piso en modelo ETABS en análisis dinámico no lineal tiempo historia.	118
Anexo 2. Columnas de 50*80.....	126
Anexo 3. Columnas de 50*70.....	127
Anexo 4. Columnas de 40*40.....	127
Anexo 5. Columnas de 30*40.....	128
Anexo 6. Columnas de 40*65.....	128
Anexo 7. Viga de 62*40.....	128
Anexo 8. Viga de 50*40.....	129
Anexo 9. Viga de 30*50.....	129
Anexo 10. Viga de 50*70.....	129
Anexo 11. Viga de 15*60.....	130
Anexo 12. Secciones.....	130
Anexo 13. Muros	130
Anexo 14. Resistencia del Concreto a la compresión y del acero a la fluencia extractado de los planos originales.....	131
Anexo 15. Plano.....	131

1. INTRODUCCIÓN

Es de vital importancia la Evaluación Sísmica de Edificaciones Existentes, debido a varios factores dentro de los cuales podemos citar los siguientes:

1. Muchas edificaciones fueron construidas sin licencia de construcción, y en consecuencia la mayoría de estas no se ajustan a ninguna normativa sismo resistente, prueba de ello son los datos estadísticos expuestos por los medios de comunicación nacionales después del sismo de Armenia en 1999 (Servicio Geológico Colombiano, 2017)

2. Algunas edificaciones que cuentan con licencia de construcción y por ende deberían cumplir con normas de diseño y construcción, no fueron supervisadas técnicamente durante el proceso constructivo, lo cual deja a criterio del constructor el cumplimiento estricto de los diseños y los parámetros normativos.

3. En otros casos hay edificaciones que, a pesar de contar con licencias de construcción y supervisión técnica, fueron construidas siguiendo los parámetros de códigos de construcción sin vigencia presente.

4. Otro factor que potencializa la importancia de las evaluaciones sismo resistentes periódicas, son los errores tanto en diseños estructurales como en procesos constructivos, tal fue el caso del edificio SPACE en la ciudad de Medellín que colapsó parcialmente, cobrando la vida de 12 personas (Redacción Colombia, (2020).

En consecuencia con el tercer punto y considerando que los edificios Samán I, Samán II y Educación Continua – Educon pertenecientes a Pontificia Universidad Javeriana Cali fueron construidos en los años 1990, 1994 y 1996 respectivamente (Pontificia Universidad Javeriana Cali [PUJC], 2024), y que además su grupo de uso es III en una escala del uno al cuatro donde el cuatro reviste el mayor grado de importancia, se toma la decisión de efectuar la evaluación sísmica de estas tres estructuras siguiendo los lineamientos de la metodología propuesta por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles Instituto de Ingeniería Estructural, ASCE/SEI 31-03 Evaluación Sísmica de Edificaciones Existentes y avalada por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 en su título A.10.4.4 Literal A, Metodologías Alternas.

La ASCE/SEI 31-03, plantea 3 Fases de evaluación denominados TIER I, TIER II y TIER III, cada una independiente que puede o no descartar la siguiente o la anterior. Lo cual permite clasificar y optimizar los recursos para el desarrollo de la evaluación a aplicar en cada caso (López Palomino, 2014).

2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el nivel de desempeño sísmico de Samán I, Samán II y Educon de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, evaluadas a la luz de la ASCE/SEI 31-03?

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1. Objetivo General

Determinar el nivel de desempeño sísmico de los edificios Samán I, Samán II y Educon de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, siguiendo la metodología de la ASCE/SEI 31-03

3.2. Objetivos Específicos

- Diligenciar las visitas de verificación propuestas por la metodología ASCE/SEI 31-03 para la evaluación sísmica de edificaciones existentes.
- Efectuar un análisis dinámico lineal de las edificaciones estudiadas.
- Efectuar un análisis dinámico no lineal incluyendo las curvas de fragilidad de las edificaciones objeto de este trabajo.

4. JUSTIFICACIÓN

Ante la ocurrencia de un sismo la vida de las personas depende de la estabilidad de la estructura que ocupe en ese momento, en consecuencia, no se puede dejar al azar la condición de vulnerabilidad de las edificaciones y por lo tanto debería ser periódica su evaluación para lograr detectar y corregir deficiencias de la estructura y así lograr un desempeño adecuado ante un sismo de diseño.

En el capítulo A.10 del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 se plantea una metodología para la evaluación de edificaciones existentes (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010, p. 54), pero no estipula algunas de las ventajas con las que cuenta la ASCE/SEI 31-03, como son:

No divide las fases de evaluación sísmica en niveles de complejidad que puedan ser excluyentes si al aplicar uno se puede evidenciar que la estructura se encuentra en una condición aceptable y no presenta deficiencias que requieran ser analizadas con mayor grado de detalle.

De acuerdo a López Palomino, Quiroga y Torres Castellanos en 2019 la ASCE/SEI 31-03 divide su metodología en tres niveles, y permite avalar la estructura en la primera fase después de efectuar la recopilación de la información y someterla a unos chequeos rápidos.

La NSR-10, no cuenta con listas de verificación que le permitan al ingeniero estructural que funja como evaluador, plantearse preguntas claves para discernir en el desempeño o estado de la edificación. En relación, la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles en ASCE/SEI 31-03 citado por López Palomino (2014), plantea unas listas de verificación que se constituyen en una hoja de ruta bien definida para analizar la estructura de esta manera se garantiza que sean tenidos en cuenta desde los aspectos estructurales más relevantes, hasta la revisión de cada uno de los elementos no estructurales de la edificación, otorgado en muchos casos parámetros cuantificables para determinar si cumple o no cumple un buen desempeño ante la presencia de un sismo de diseño.

La NSR-10, condiciona toda la evaluación a dos parámetros estrictos como son el índice de flexibilidad y el índice de sobreesfuerzo de la estructura, descalificando la posibilidad de un buen desempeño sísmico de las edificaciones cuyos índices no sean iguales a uno así su valor sea muy próximo a la unidad. La ASCE/SEI 31-03 observa la condición de flexibilidad y sobre esfuerzo, pero permite discernir su aceptación o rechazo mediante el criterio del evaluador.

Considerando algunos de los puntos expuestos anteriormente, se pueden efectuar análisis de vulnerabilidad sísmicos de baja complejidad utilizando la metodología ASCE/SEI 31-03, lo cual otorga la factibilidad económica de efectuar evaluaciones sísmicas periódicas de las edificaciones existentes y en caso de la ocurrencia de un sismo de diseño, poder efectuar un censo del estado de las edificaciones de manera más rápida y optimizando los recursos.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. Marco Conceptual

El método a emplear es el establecido por la norma ASCE/SEI 31-03 en su fase inicial denominada TIER I el cual plantea los siguientes pasos:

1. Recolección de datos pertinentes a la conformación geológica, riesgo por fallas, desastres naturales y capacidad portante del suelo del sector y donde está cimentada la estructura; planos arquitectónicos y estructurales; memoria de cálculo del diseño estructural; eventos naturales que se hayan presentado desde la construcción de la edificación y que hayan podido afectar la estabilidad de este.

2. Visita a la edificación para identificar patologías del concreto o algún indicio de deterioro o falencia en los elementos estructurales y no estructurales que puedan representar riesgo para la estabilidad de la obra y por lo tanto para la vida o integridad física de las personas que la habitan.

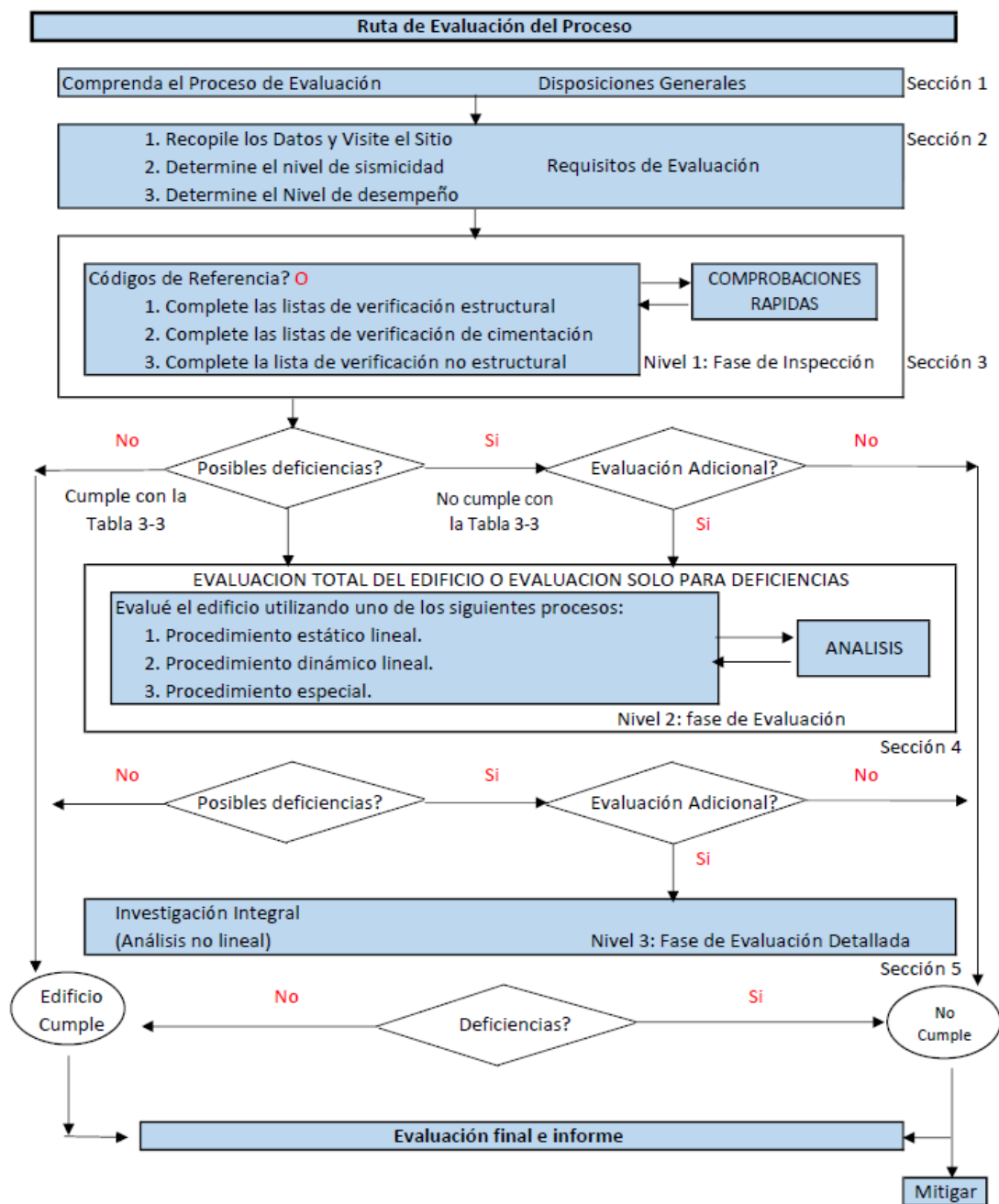
3. Registro detallado de la visita del inmueble evidenciado por fotos además de la relación del estado de la edificación actual y el cotejo con la información recaudada en el paso anterior.

4. Determinar mediante el análisis de la información el grado de sismicidad de la región.

5. Chequeo de las Listas propuestas por el manual ASCE/SEI 31-03 para la fase TIER I.

Para la elaboración de este proceso se cuenta con la ruta del siguiente diagrama:

Ilustración 1 Ruta de evaluación del proceso



Fuente. Representa el direccionamiento de la ruta de proceso (López Palomino, 2014).

La ilustración 1 establece el flujo de estudio del análisis de vulnerabilidad sísmica para estructuras existentes en sus tres fases. Este esquema da una idea rápida de toda la magnitud de la

metodología, incluyendo la referencia de las tablas de la ASCE/SEI-31-03, que se deben consultar para determinar si la estructura por su complejidad requiere un análisis TIER II o si puede ser evaluada con un análisis TIER I y que en el proceso de esta primera fase de evaluación se determine si se requiere la evaluación TIER II, y finalmente después de realizarse el análisis TIER II, determinar si la estructura es segura para el nivel de desempeño establecido o si se requiere un mayor grado de investigación como lo es el TIER III, las estructuras que requieran ser avaladas en Nivel 3, se determinará si son o no vulnerables y por lo tanto se recomienda o no ser intervenidas.

5.2. Estado del Arte

Existen algunos antecedentes históricos en los cuales se indica una línea de tiempo en el desarrollo de los pasos a seguir para la evaluación y rehabilitación sísmica en los Estados Unidos, de la cual se considera lo siguiente:

La norma ha tenido diferentes modificaciones la cual inicio en el año 1987 a partir de la norma ATC-14 llamada *Evaluando la resistencia sísmica de edificios existentes* (Gohbarah, 2000) , la cual es reemplazada o modificada en el año 1992 por la norma FEMA 178 *Manual para la evaluación sísmica de edificios existentes* y a su vez es actualizada en el año 1998 con la Norma FEMA 310 *Manual para la evaluación sísmica de edificios* el cual es retomado en el año 2003 por el comité ASCE 31-03 (López palomino, Quiroga y Torres castellanos, 2017).

De igual manera en el año 1997 nace la norma para rehabilitación de edificaciones existentes, a partir de la norma FEMA-273 y 274 llamada *Guía y comentario para la rehabilitación sísmica de edificios* y es actualizada en el año 2000 por la norma FEMA 356 llamada *Estándar previo y comentario para la rehabilitación sísmica de edificios*, el cual es retomado por el comité ASCE 41-06 en el año 2007 (López Palomino, 2014).

Existe la Norma ASCE 41-13 llamado *Evaluación y rehabilitación sísmica de edificios existentes* que es creada a partir de la combinación de las normas ASCE/SEI 31-03 y ASCE/SEI 41-06, esta combinación se inició en el año 2009 con el fin de lograr que los procesos de evaluación y rehabilitación pudieran complementarse y llevar a cabo un análisis detallado de la edificación (López Palomino, 2014).

Cabe destacar que la norma ASCE 41-17 fue actualizada en el año 2017 y es la norma principal para la evaluación y rehabilitación sísmica, sin embargo, se han venido desarrollando metodologías de análisis que pueden ser aplicadas en conjunto con las normativas base (American Soviet of Civil Engineers, 2017)

Se aplica la metodología ASCE/SEI 41-17 al edificio de música, Universidad de Nariño catalogada como uso indispensable ubicada en la ciudad de Pasto, se seleccionó entre 21 construcciones calificadas siguiendo los parámetros establecidos por el FEMA P-154, a la cual mediante un análisis no lineal estático de plastificación progresiva se evaluó su vulnerabilidad sísmica obteniendo su curva de capacidad. Lo anterior con el fin de proponer la mejor alternativa de reforzamiento y dar cumplimiento al objeto de desempeño planteado (Miyamoto International, 2021).

Con la aplicación de este método se obtienen beneficios al definir con certeza las variables de diseño que no son claras en su implementación en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Curvas de fragilidad

Para el desarrollo de las curvas de fragilidad utilizando análisis dinámico no lineal tiempo-historia, se basa en metodologías avanzadas que combinan simulaciones computacionales, modelos probabilísticos y grandes cantidades de datos.

A continuación, se describen los principales aspectos, tendencias y enfoques actuales para el desarrollo de las curvas de fragilidad:

Las curvas de fragilidad son herramientas probabilísticas que describen la vulnerabilidad de una edificación frente a distintos niveles de demanda sísmica u otras acciones externas. Estas curvas permiten evaluar la probabilidad de que una estructura alcance o supere un determinado estado límite de daño ((daño leve, moderado, severo o colapso) en función de una intensidad sísmica específica (como PGA, Sa, Sd, etc.) ante un nivel específico de intensidad de amenaza.

Para generarlas con análisis dinámico tiempo-historia, se necesita evaluar el comportamiento de la estructura frente a múltiples registros sísmicos.

1. Modelado de la estructura:

- Se utiliza software como ETABS, OpenSees, SAP2000 o Perform-3D.
- Se considera el comportamiento no lineal de materiales, conexiones, y elementos estructurales.
- Modelos detallados incluyen concentraciones de daño, disipación de energía, y degradación de rigidez.

2. Selección de registros sísmicos:

- Se seleccionan conjuntos de registros sísmicos representativos del sitio y condiciones específicas del proyecto.

- Los registros pueden escalarse en función de diferentes intensidades sísmicas para cubrir un rango amplio de severidades.

3. Realización del análisis tiempo-historia:

- Se ejecutan simulaciones para cada registro sísmico en cada nivel de intensidad.

- Las respuestas estructurales clave incluyen desplazamientos, aceleraciones, derivas inter-story y deformaciones plásticas.

4. Definición de estados límite:

- Los estados límite se definen en términos de parámetros como derivas entre piso contiguos, curvaturas plásticas, o rotaciones.

- Pueden basarse en criterios normativos (ASCE 41, Eurocódigo) o en datos experimentales.

5. Análisis estadístico:

- Se ajusta una distribución probabilística (como log-normal) a los datos obtenidos para estimar la probabilidad de daño en función de la intensidad del sismo.

6. Generación de las curvas de fragilidad:

- Las curvas se generan para cada estado límite, mostrando la probabilidad acumulativa de falla frente a la intensidad sísmica.

- Consiste en someter la estructura a los mismos registros sísmicos escalados en amplitud hasta alcanzar el colapso.

- Permite una evaluación precisa de la respuesta no lineal y el rango de desempeño.

- Se usan múltiples registros sísmicos no escalados con intensidades variables.

- La probabilidad de daño se ajusta directamente a los datos obtenidos mediante regresión estadística.

- Reduce la cantidad de análisis requerida.

- Métodos basados en simulaciones Monte Carlo: Se usan distribuciones probabilísticas para modelar incertidumbres en propiedades estructurales, registros sísmicos y estados límite.

6. TIER I

En esta etapa, se realiza una evaluación preliminar destinada a identificar aspectos clave del sistema o estructura bajo análisis.

6.1. Generalidades

La finalidad de esta fase es realizar una inspección visual y recaudar toda la información pertinente a la edificación con el fin de identificar el estado actual de la construcción y la presencia de posibles síntomas o patologías que puedan poner en riesgo la estabilidad de la estructura y por ende la vida de las personas que la ocupan no solo en condiciones de uso normal sino también bajo el riesgo de un movimiento sísmico.

Para ello, se siguen unos procedimientos rigurosos establecidos plenamente por la norma ASCE 31-03, entre los cuales se pueden resaltar la identificación del nivel de sismicidad del sector donde se encuentra ubicado el edificio, el nivel de rendimiento que se pretende obtener de la estructura después de soportar las fuerzas del sismo. Con el análisis de dicha información se debe de realizar la verificación de unas listas de chequeo suministradas por dicha norma.

6.2. Nivel de Investigación.

La oficina de planta física de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, suministró los planos estructurales, y el estudio de suelos. Adicional a lo anterior, se cuenta con los estudios de microzonificación sísmica actual de Cali que suministra parámetros de diseño. Además, se consideran los valores generales suministrados por la NSR-10 y la página del Servicio Geológico. Los datos correspondientes se presentan en la tabla 1:

Tabla 1 *Datos iniciales del proyecto*

Fecha de evaluación	24 de octubre de 2024.
Proyecto:	Proyecto de Grado Evaluación sísmica de los edificios Saman I, Saman II y Educon de la Pontificia Universidad Javeriana Cali, siguiendo los parámetros de la ASCE/SEI 31-03.
Dirección:	Cl. 18 #118-250, Barrio Pance, Cali, Valle del Cauca
Ingenieros Evaluadores:	Ing. María Alejandra Montenegro Ing. Jimmy Piedrahita Saldaña
Ingeniero Geotecnista:	Ing. Carlos Huberto Parra
Director de Proyecto:	PhD. Orlando Cundumi
Metodología:	Evaluación Sísmica de Edificaciones Existentes ASCE/SEI 31-03
Métodos de Análisis Sísmico:	Fuerza Horizontal Equivalente, Análisis Dinámico Modal Espectral, Análisis Dinámico No Lineal.

Descripción de Factores del Proyecto	Samán I	Samán II	Educon
Uso	Institucional	Institucion	Institucional
Tipo de Suelo, se extrae del estudio de Suelos, sección 8.2.	D	D	D
Nivel de cimentación, se extrae del estudio de suelos sección 8.1, (D_f)	1.5 m	1.5 m	1.5 m
Factor adimensional ASCE 31-03, 3.5.2.4 Periodo. Edificación Tipo C1, (C_t)	0.047	0.047	0.047
Altura en metros de la edificación desde la base hasta la cubierta, (h_n)	10.3 m	10.8 m	10.5 m
Factor adimensional ASCE 31-03 Pág. 3-14, (α)	0.90	0.90	0.90
Periodo de la Edificación calculado mediante ASCE 31-03, Ecu. No 3-8, (T)	0.39 s	0.40 s	0.39 s
Aceleración pico efectiva tomada de la NSR-10, (A_a)	0.25	0.25	0.25
Representa la Velocidad Horizontal Pico efectiva tomada de NSR-10 (A_v)	0.25	0.25	0.25
Coefficiente de amplificación que afecta la aceleración en zona de períodos cortos, (F_a)	1.30	1.30	1.30
Coefficiente de amplificación que afecta la aceleración en zona de períodos intermedios, (F_v)	1.90	1.90	1.90
Coefficiente de importancia definido en A.2.5.2 (I)	1.25	1.25	1.25
Resistencia especificada a la compresión del concreto (f'_c) en PSI	4000	4000	3000
Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo (f_y) en PSI	60000	60000	60000
Módulo de elasticidad del concreto (E_c) en PSI	3604997	3604997	3604997
Numero de Columnas (N_c)	77	49	20

Numero de pórticos en dirección de la carga (N_f)	8	4	4
Factor modificación de elemento, determina esfuerzo cortante en columna 2 (LS) y 1.3 (OI) (m)	1.3	1.3	1.3
Aceleración a periodo de 1s (S_a) en g	1.41	1.02	1.10
Aceleración a periodo corto (S_a) en g	2.63	1.78	0.64
Exponente del periodo del edificio, para definir la distribución vertical de fuerzas laterales (K)	0.95	0.95	0.95
Base de una Viga representativa (K_{bb})	0.5 m	0.5 m	0.5 m
Peralte de una Viga representativa (K_{bp})	0.4 m	0.5 m	0.5 m
Longitud de una Viga representativa (K_{bL})	15.8 m	14.7 m	32.0 m
Base de una Columna representativa (C_b)	0.4 m	0.5 m	0.5 m
Peralte de una Columna representativa (C_c)	0.4 m	0.5 m	0.5 m
Base del Edificio Longitud Menor (B_c)	40.0 m	41.4 m	19.5 m
Altura del Edificio Longitud Menor (A_c)	10.8 m	10.8 m	10.5 m
Capacidad de Disipación de Energía mínima requerida (A.3.1.3)	DES	DES	DES
Cimentación de las Estructuras:	Zapatas	Zapatas	Zapatas
Cargas Muertas Cielo Rasos: 0.25 KN/m ²	4.35KN/m ²	4.35KN/m ²	4.35KN/m ²
Típica (NSR-10, Pisos: 1.10 KN/m ²			
B.5) Muros: 3.00 KN/m ²			
Cargas Vivas: Carga Viva de servicio Típica:	2.00KN/m ²	2.00KN/m ²	2.00KN/m ²
Carga Viva de Servicio en Cubierta:	0.50KN/m ²	0.50KN/m ²	0.50KN/m ²

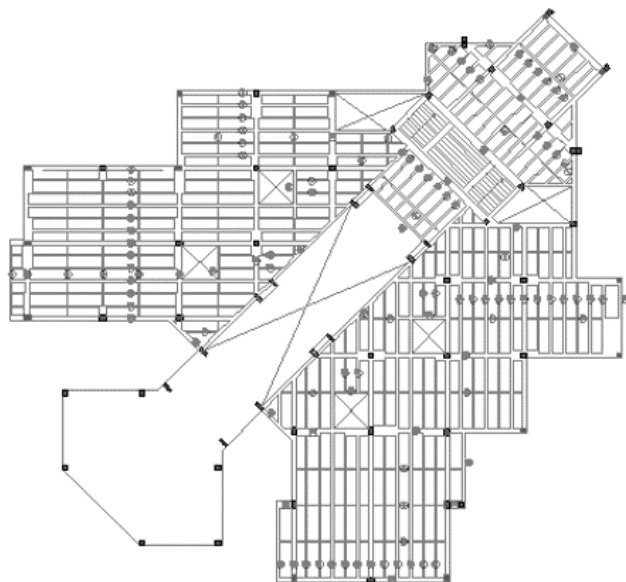
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 2 Ubicación satelital de los edificios: Samán II, II y Educon



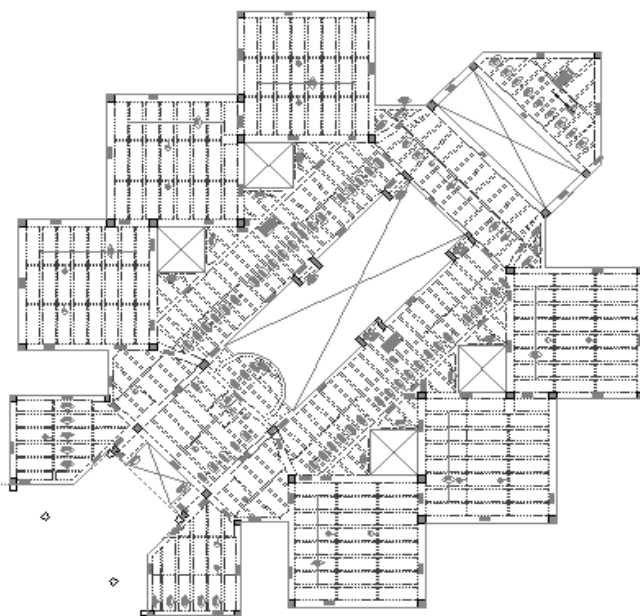
Fuente. Ubicación de edificios Adaptado de Google Maps, fecha de consulta 10 de noviembre de 2024.

Ilustración 3 *Planta tipo Edificio Samán I*



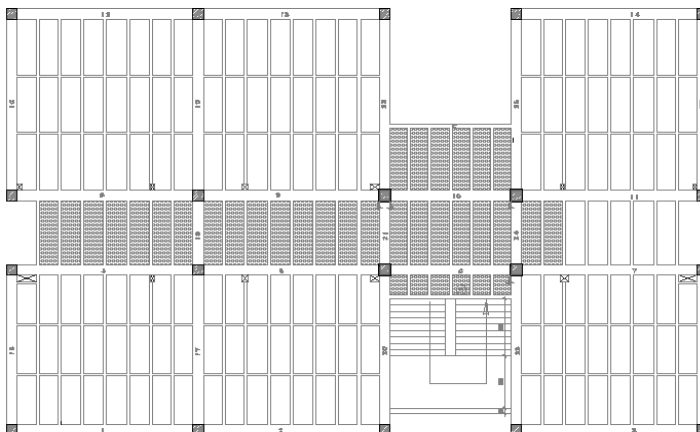
Fuente: Universidad Pontificia Javeriana (2024). Plano de la Universidad Pontificia Javeriana Cali Edificio Mapa Samán I. *Repositorio Institucional Javeriano*. Fecha de consulta 12 de octubre de 2024.

Ilustración 4 *Planta tipo Edificio Samán II*



Fuente: Universidad Pontificia Javeriana (2024). Plano de la Universidad Pontificia Javeriana Cali Edificio Mapa Samán II. *Repositorio Institucional Javeriano*. Fecha de consulta 11 de marzo de 2024.

Ilustración 5 Planta Tipo Edificio Educación Continua Educon

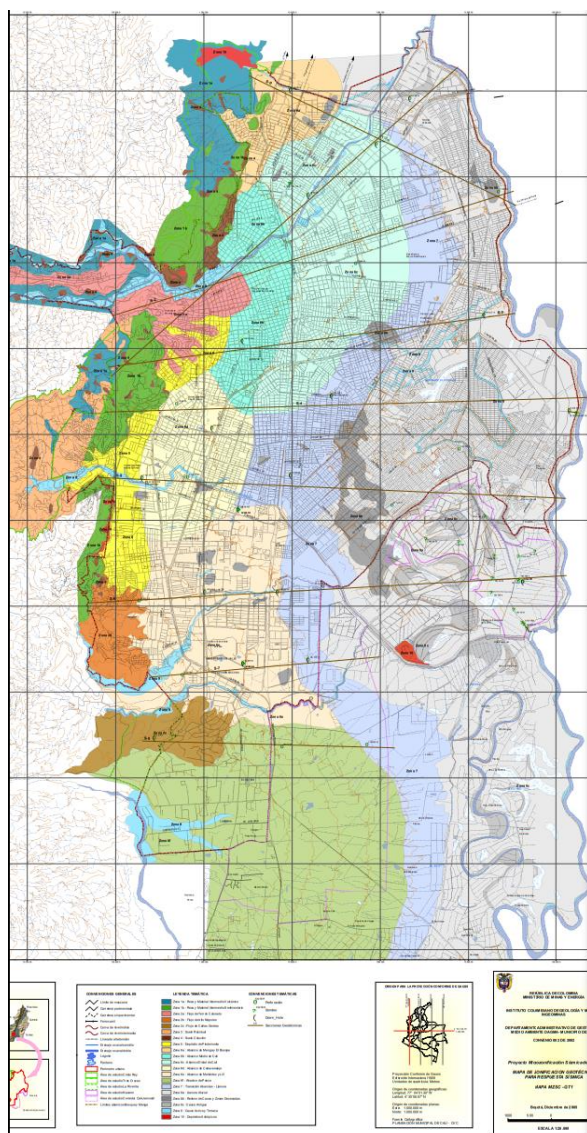


Fuente: Universidad Pontificia Javeriana (2024). Plano de la Universidad Pontificia Javeriana Cali Edificio Educación Continua Educon. *Repositorio Institucional Javeriano*. Fecha de consulta 11 de marzo de 2024.

6.3. Suelos de Sitios

La velocidad de las ondas sísmicas aumenta con la densidad del suelo si está acompañada de aumento en la rigidez. Sin embargo, si solo aumenta la densidad sin un cambio proporcional en la rigidez, las ondas podrían viajar más lentamente. La relación entre rigidez y densidad es clave para determinar cómo afectan las propiedades del suelo la propagación de ondas sísmicas.

Ilustración 6 Mapa de Zonificación Geotécnica de Santiago de Cali.



Fuente: 11 de marzo de 2024. Mapa de Zonificación Geotécnica de Santiago de Cali, fecha de consulta 11 de marzo de 2024. <https://recordcenter.sgc.gov.co/B7/21003002515005/mapa/pdf/2105150051300010.pdf>

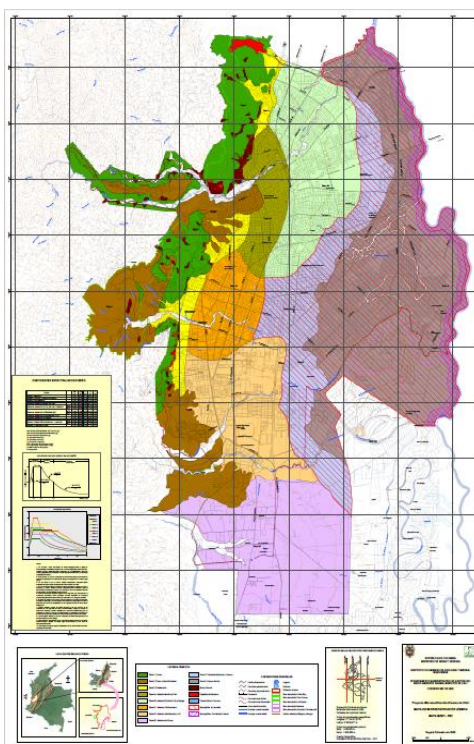
La ilustración 6. Indica la zonificación geotécnica de Santiago de Cali, como se puede observar en la zona verde se localizan las edificaciones estudiadas ubicadas en la Pontificia Universidad Javeriana Cali que se encuentra en la zona 6f: abanico de Pance.

6.4. Nivel de Sismicidad de la Zona

El manual para evaluación sísmica de edificios existentes ASCE 31-03 de origen norte americano, clasifica las regiones de su territorio, en cuanto al nivel de sismicidad en tres grandes

categorías: alta, moderada y baja. Proporcionando coeficientes de Aceleración para la modelación y diseño de las edificaciones con relación a esta clasificación. La sismicidad del sector se constituye en un dato de gran valía, debido a que las normas permiten reducir las demandas sobre los sistemas estructurales en relación al nivel de sismicidad que presente la región. El municipio de Santiago de Cali se encuentra clasificado como zona de Amenaza Sísmica Alta (ilustración 7).

Ilustración 7 Mapa Microzonificación Sísmica de Santiago de Cali






Fuente: Proyecto Microzonificación Sísmica de CALI, Asociación de ingenieros del valle (2024) fecha de consulta 11 de marzo de 2024. <https://aivalle.com/pdf/MZSC-RS2-MapaMicrozonificaci%C3%B3nS%C3%ADsmica.pdf>.

La Ilustración 8 muestra la microzonificación sísmica de Cali, destacando las edificaciones estudiadas ubicadas en la Pontificia Universidad Javeriana Cali, que se encuentra dentro de la zona señalada en color lila. Esta clasificación corresponde a la zona 4e, identificada como el abanico de Pance.

6.5. Visita a la Obra

Se realizó una inspección visual minuciosa verificando el grado de conservación de los elementos estructurales, las patologías que pudiese presentar el concreto, el nivel de deterioro de los acabados y elementos no estructurales.

Registro fotográfico Samán I y II:

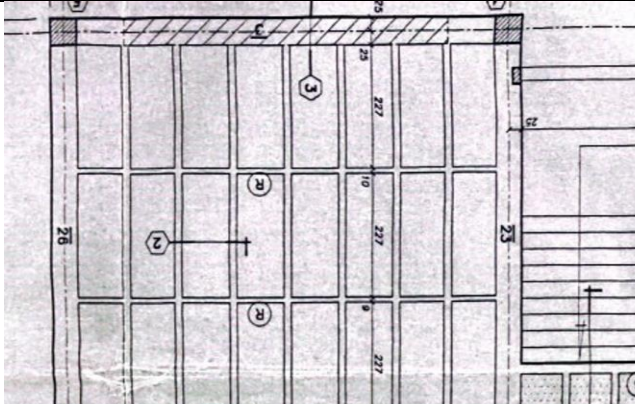
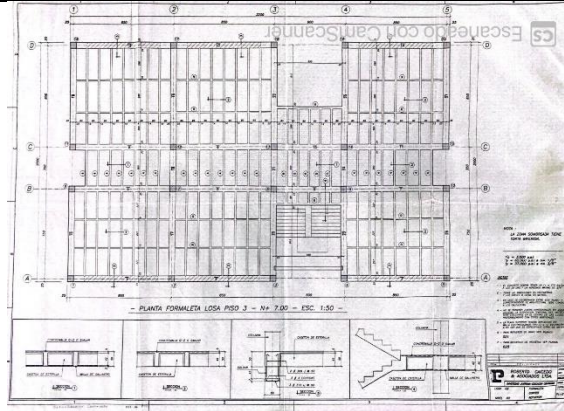
1	2
	
Ingreso a Saman I	Acceso a salones de clase
3	4
	
Elemento no estructural evaluado en etapa TIER I	Elemento estructural evaluado en etapa TIER I

<p style="text-align: center;">5</p> 	<p style="text-align: center;">6</p> 
<p>Junta sismica entre la edificacion Saman I y Saman II. Medida de 3 cm.</p>	<p>Junta sismica entre la edificacion Saman I y Saman II.</p>
<p style="text-align: center;">7</p> 	<p style="text-align: center;">8</p> 
<p>Accseo a Saman I</p>	<p>Ascensor ubicado en Saman I, evaluado en etapa TIER I</p>
<p style="text-align: center;">9</p> 	<p style="text-align: center;">10</p>  <p style="text-align: right;">Escaneado con CamScanner</p>

Medida de columna 1.41 m, se estima que la sobredimension es ocasionada por el revestimiento en fachaleta.	Columna presentada en planos con una medida de 80 cm x 50 cm
--	--

Registro fotográfico Educon:

11	12
	
Elemento estructural evaluado en etapa TIER I	Elemento no estructural evaluado en etapa TIER I
13	14
	
Elemento estructural evaluado en etapa TIER I	Se verifica la medida de la viga tiene una base de 35 cm en planos

15	16
	
Verificación de medida de la viga 50 cm x 50 cm	Plano general de Educon

6.6. Requisitos para la Evaluación

Para desarrollar la evaluación de estabilidad y vulnerabilidad de la edificación se requiere previamente establecer los siguientes aspectos:

Determinar el Nivel de desempeño que requiere la edificación.

El nivel de sismicidad de la zona.

La tipología de la edificación.

Se debe tener en cuenta toda la información disponible del inmueble y del sector donde se encuentra ubicado el predio, solicitando o sustrayendo de fuentes confiables como son: curadurías, Oficina de Planeación Municipal, Servicio de Geología Colombiano, Normas de construcción Sismo resistente, y demás entidades o documentos que se puedan verificar.

Se debe determinar si la edificación cumple con las listas de verificación de la ASCE 31-03, y si se encuentra construida de acuerdo a los documentos hallados o si ha sufrido modificaciones.

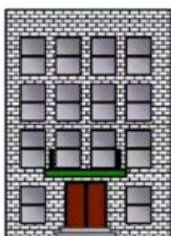
Niveles de desempeño

Teniendo en cuenta la sección 2.4 del ASCE 31-03, las edificaciones se evalúan para dos niveles de desempeño: Ocupación Inmediata (OI) y Vida Segura (LS).

Desempeño de Ocupación Inmediata (OI). En este nivel de desempeño se establece que durante el periodo de ocurrencia de un sismo, se admiten daños limitados tanto en elementos estructurales como no estructurales. El sistema que conforma la estructura de la edificación debe mantener en su totalidad la resistencia y rigidez. Se admiten la presencia de fisuras, pero no de

grietas y los elementos no estructurales deben asegurarse a la estructura, de forma tal que no representen riesgo para las personas que se encuentren alojadas en las instalaciones durante el movimiento sísmico. Se puede volver a ocupar la estructura después del sismo (López Palomino, 2014).

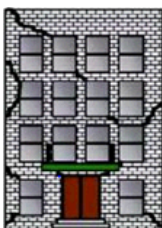
Ilustración 8 *Ocupación inmediata*



Fuente: Quality construction services BAYCITIES, [tps://www.baycitiesconstruction.com/los-angeles-soft-story-retrofits-faq](https://www.baycitiesconstruction.com/los-angeles-soft-story-retrofits-faq)

Desempeño de Seguridad de Vida (LS). En este nivel de desempeño se establece que durante el periodo de ocurrencia de un sismo, se admiten daños significativos tanto en elementos estructurales como no estructurales. No obstante, estipula que debe existir un margen holgado entre las deformaciones que puede llegar a sufrir el edificio y las que se presentan antes de colapsar parcial o totalmente la edificación. Pueden existir tensiones y rigideces residuales en todos los niveles, los componentes deben soportar las cargas gravitatorias, admite el daño de la mayoría de los componentes no estructurales como sistemas eléctricos, mecánicos y arquitectónicos. No hay pérdida de vidas humanas, pero debe ser revisada la estructura después del sismo.

Ilustración 9 *Seguridad de vida*



Fuente: Quality construction services BAYCITIES, [tps://www.baycitiesconstruction.com/los-angeles-soft-story-retrofits-faq](https://www.baycitiesconstruction.com/los-angeles-soft-story-retrofits-faq)

Para la elaboración del diagnóstico de los edificios Samán I, Samán II y Educon de la PUJC se

tendrá como marco de referencia el nivel de desempeño que concierne a Ocupación inmediata (OI).

A continuación, se presentan los chequeos rápidos propuestos por la metodología ASCE 31-03, los cuales tienen como objeto otorgar un panorama de las deficiencias o fortalezas que presenten las estructuras en estudio:

Cálculos para Chequeos Rápidos

Periodo Fundamental (T). Se determina el periodo fundamental de la edificación:

$$T = C_t * h_n^\alpha \text{ Ecuación N° 1, ASCE 31-03 Ecu. 3-8}$$

$K= 1$ para $T < 0.5$; $K= 2$ para $T > 0.5$; Para valores intermedios se interpola

$C_t = 0.047$ Factor adimensional para pórticos en concreto reforzado resistente a momentos (Construcciones Tipo C 1- ASCE 31-03)

$h_n = 10.34$ Altura en metros de la edificación desde la base hasta la cubierta.

$\alpha = 0.9$ Factor adimensional para pórticos en concreto reforzado resistente a Momentos (Construcciones Tipo C 1- ASCE 31-03)

$$\text{Entonces: } \mathbf{T} = 0,047 * 10,3^{0,90} \Rightarrow \mathbf{T} = 0,38 \text{ s}$$

Tabla 2 Estructuras

Estructuras	Periodo T segundos
Samán I	0,38 s
Samán II	0,38 s
Educon	0,39 s

Coficiente De Importancia De La Edificación. De acuerdo con la NSR-10 A.2.5.1.2. Literal (d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza. Clasifica el uso de la edificación dentro del GRUPO III (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

De acuerdo con la Tabla 3, el coeficiente de importancia I para Saman I, Saman II y Educon es 1.25.

Tabla 3 *Coeficiente De Importancia*

Grupo de uso	Coeficiente de importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010), NSR-2010, Tabla A.2.5-1.

Considerando la Tabla 4, se obtiene un valor de $A_a = 0.25$ y $A_v = 0.25$ para las tres edificaciones que se encuentran localizadas en la Ciudad de Cali catalogada como zona de amenaza sísmica Alta.

Tabla 4 *Valor de A_a y A_v para las ciudades capitales de departamento*

Ciudad	A_a	A_v	Zona de Amenaza Sísmica
Arauca	0.15	0.15	Intermedia
Armenia	0.25	0.25	Alta
Barranquilla	0.10	0.10	Baja
Bogotá D.C	0.15	0.15	Intermedia
Bucaramanga	0.25	0.25	Alta
Cali	0.25	0.25	Alta

Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010), NSR-2010, Tabla A.2.3-2, Valor de A_a y A_v para las ciudades capitales de departamento.

Para el cálculo del espectro de diseño sísmico según los lineamientos de la NSR-10, se debe considerar los efectos de sitio, que se determinan mediante los factores de amplificación F_a y F_v . Estos factores permiten ajustar la respuesta sísmica en función de las características geológicas y de suelo de la zona en estudio, como el tipo de suelo. El factor F_a (Ilustración 11) se

aplica para ajustar la respuesta en el rango de frecuencias altas, mientras que el factor F_v (Ilustración 12) corresponde al ajuste en frecuencias bajas.

Ilustración 10 *Curva de Coeficiente de Ampliación F_a del Suelo*

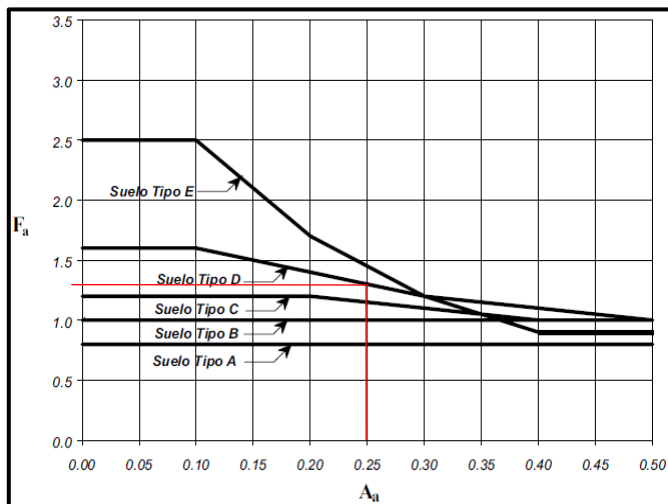
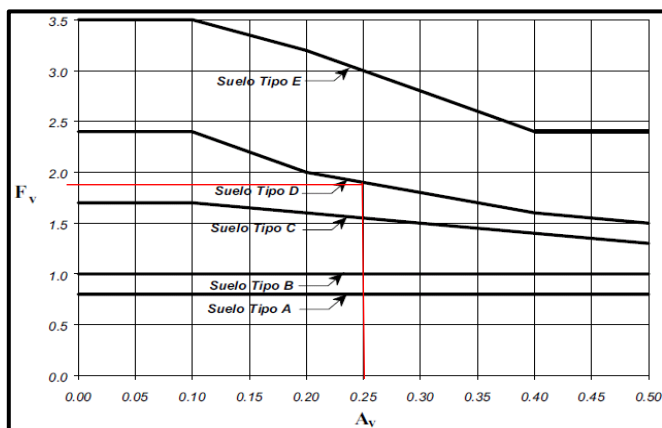
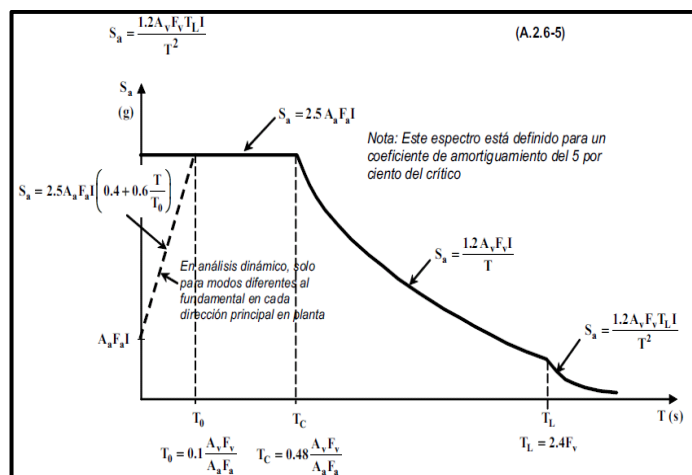


Ilustración 11 *Curva de Coeficiente de Ampliación F_v del Suelo*



En la Ilustración 12 se presenta el espectro elástico de aceleración estipulado por la NSR10.

Ilustración 12 Espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como fracción de g



Fuente: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010), NSR-2010.

Dónde:

A_a = Aceleración horizontal pico efectiva de diseño.

A_v = Aceleración que representa la velocidad horizontal pico efectiva de diseño.

A_o = Aceleración Horizontal pico efectiva del terreno en superficie (g).

F_a = Coeficiente de ampliación que afecta la aceleración en la zona de periodos.

I = Coeficiente de importancia.

S_a = Aceleración espectral (g).

T = Periodo de vibración (s).

T_c = Periodo corto (s).

T_L = Periodo largo (s).

Nota. De acuerdo al Estudio de Suelos en su sección 8, se clasifica el Perfil Tipo D según ASCE 31-03, 3.5.2.3.1.

$$T_0 = 0,1 \frac{0,25 * 1,9}{0,25 * 1,3} \Rightarrow T_0 = 0,15 \text{ s}$$

$$T_0 = 0,1 \frac{A_v * F_v}{A_a * F_a}$$

$$T_c = 0,48 \frac{0,25 * 1,9}{0,25 * 1,3} \Rightarrow T_c = 0,70 \text{ s}$$

$$T_c = 0,48 \frac{A_v * F_v}{A_a * F_a}$$

$$T_L = 2,40 * 2 = \Rightarrow T_L = 4,56 \text{ s}$$

$$T_L = 2.4 F_v$$

Debido a que el periodo fundamental de la estructura es de 0.38 segundos, para calcular la Pseudoaceleracion S_a se utiliza la ecuación que genera la rama horizontal del espectro Elástico de Aceleraciones de Diseño como se indica a continuación:

$$S_a = 2.5 A_a * F_a * I$$

$$S_a = 2,5 * 0,25 * 1,30 * 1,25 \Rightarrow S_{a1} = 1,02$$

La clasificación sísmica utilizando el ASCE 31-03, tabla 2-1 no es posible porque referencia suelos norteamericanos, por esta razón se consideró S_a para periodos cortos y S_{a1} para periodos de 1.0 segundo.

La Tabla 5, se establece un nivel de sismicidad alto para las tres edificaciones considerando SDS mayor a 0.5 y el SD1 mayor a 0.20.

Tabla 5 Definición del Nivel de Sismicidad 6

Level of Seismicity	SDS	SD1
Low	< 0.167 g	< 0.067 g
Moderate	≥ 0.167	≥ 0.067 g
	< 0.500 g	< 0.200 g
High	≥ 0.500 g	≥ 0.200 g

Fuente: Table 2-1, Seismicity Definitions, López Palomino (2014).

La Tabla 6, indica los valores de aceleraciones calculados con las fórmulas de pseudoaceleracion.

Tabla 6 Espectro de Aceleraciones

Estructuras	Espectro de Aceleraciones g
Samán I	1.41 g
Samán II	1,02 g
Educon	1.10 g

6.7. Tipo de Edificación y Descripción

La ASCE 31-03 clasifica las edificaciones de acuerdo al tipo de sistema estructural, material, tipo de diafragma y resistencia a la fuerza lateral, como se puede apreciar en la tabla 7. De acuerdo con esta clasificación se establece que las tres edificaciones en estudio pertenecen al grupo C1 (Pórticos de concreto resistentes a momento).

Tabla 7 Clasificación de la Edificación en Relación al Sistema Estructural

Tipo de Edificación 1: PÓRTICOS DE MADERA LIVIANOS	
W1	Estas edificaciones son viviendas de una o más familias y de uno o más pisos de altura. Las cargas de la edificación son livianas y las luces del pórtico son cortas. La estructura de piso y de techo está formada por viguetas de madera o vigas sobre parales de madera separados a una distancia no mayor de 60 cm. La estructura del primer piso está apoyada directamente sobre los cimientos o se ha levantado en soportes de parales y vigas. Los cimientos se componen de zapatas continuas construidas en concreto, bloques de mampostería de concreto, o mampostería de ladrillo o de madera en edificaciones más antiguas. Cuando haya chimeneas, estas consisten de mampostería de ladrillo sólido, revestimiento de mampostería o en un pórtico de madera con tubos metálicos internos. Las fuerzas laterales son resistidas por los diafragmas de pórtico de madera y los muros a cortante. Los diafragmas del piso y techo consisten en revestimiento de madera, tablas machihembradas, tablas de madera orientada o contrachapada. Los muros a cortante consisten en revestimiento rectos, tablón de revestimiento, tablas de madera orientada, contrachapado, estuco, paneles de yeso, tableros de madera o cartón corrugado. Las particiones internas están recubiertas de yeso o con paneles de yeso.
W1A (Residencial con varios pisos y varias unidades)	Estas edificaciones son de varios pisos, de edificación similar a las edificaciones W1, pero tienen áreas en planta de más de 900 m ² en cada piso. Las edificaciones más viejas a menudo tienen garajes de frente abierto en el piso inferior.
Tipo de Edificación 2: PÓRTICOS DE MADERA, COMERCIAL E INDUSTRIAL	
W2	Estas edificaciones son edificaciones comerciales o industriales con una superficie construida de 1.500 m ² o más. Hay pocos o ningún muro interior. La estructura de piso y el techo son de madera o acero, vigas de madera laminada o de acero y parales de madera o columnas de acero. Las fuerzas laterales son soportadas por los diafragmas de madera y muros de postes exteriores

	de madera revestidos o con madera contrachapada, tablas de madera orientada, estuco, yeso, revestimiento de madera recta o en diagonal o arriostrados con varillas de arriostramiento. Las aberturas en los muros para escaparates y garajes, en su caso, están conformadas por armaduras de poste y vigas.
Tipo de Edificación 3: PÓRTICOS DE ACERO A MOMENTO	
S1 (Con diafragmas rígidos)	<p>Estas edificaciones se componen de un conjunto de pórticos de vigas y columnas de acero. La estructura del piso y techo consiste en placas de concreto vaciado en sitio o una losa colaborante apoyada sobre vigas, correas o cerchas de acero. Las fuerzas laterales son soportadas por pórticos de acero que desarrollan su rigidez a través de conexiones rígidas o semirrígidas de viga-columna. Cuando todas las conexiones son resistentes al momento, todo el pórtico participa en la resistencia de fuerza lateral.</p> <p>Cuando sólo las uniones seleccionadas son resistentes a momentos, se proporciona resistencia a lo largo de las líneas del pórtico. Las columnas se orientan de modo que cada dirección principal de la edificación tiene columnas que resisten la flexión en el eje fuerte. Los diafragmas se componen de concreto o losa colaborante con relleno de concreto y son rígidos en relación con los pórticos. Cuando el exterior de la estructura está oculto, los muros consisten en muros cortina de paneles metálicos, vidrio, mampostería de ladrillo o paneles prefabricados de concreto. Cuando el interior de la estructura está acabado, los pórticos se ocultan por el cielo raso, muros divisorios y los enrasados de la columna arquitectónica. La cimentación consiste en zapatas continuas de concreto o cimentaciones profundas por pilotes.</p>
Tipo de Edificación 4: PÓRTICOS DE ACERO ARRIOSTRADOS	
S1A (Con diafragmas flexibles)	Estas edificaciones son similares a las S1, excepto que los diafragmas consisten en estructuras de madera, losa colaborante sin cubierta o una cubierta metálica con concreto ligero aislante, vertido de yeso o relleno no estructural similar, y son flexibles en relación con los pórticos.
S2 (Con diafragmas rígidos)	Estas edificaciones son pórticos de columnas, vigas y tirantes metálicos. Los pórticos arriostrados desarrollan resistencia a las fuerzas laterales por la acción de arrastramientos diagonales. Los tirantes inducen resistencias en las vigas y columnas asociadas de tal manera que todos los elementos trabajan juntos en una manera similar a una cercha en donde todos los esfuerzos del elemento son principalmente axiales. Cuando los tirantes no triangulen completamente el panel, algunos de los miembros son sometidos a cortante y flexión; los pórticos arriostrados excéntricamente son uno de esos casos (véase Sec. 4.4.3.3). Los diafragmas transfieren las cargas laterales a los pórticos arriostrados. Los diafragmas se componen de concreto o losa colaborante con relleno de concreto, y son rígidos en relación con los pórticos
S2A (Con diafragmas flexibles)	Estas edificaciones son similares a las edificaciones S2, excepto que los diafragmas consisten en estructuras de madera, losa colaborante sin cubierta o una cubierta metálica con concreto

diafragmas flexibles)	ligero aislante, vertidos de yeso o relleno no estructural similar, y son flexibles en relación con los pórticos.
Tipo de Edificación 5: PÓRTICOS DE ACERO LIVIANOS	
S3	Estas edificaciones son prediseñadas y prefabricadas con pórticos rígidos transversales metálicos. Son de un piso de altura. El techo y muros se componen de metal ligero, fibra de vidrio o paneles de fibrocemento. Los pórticos están diseñados para una máxima eficiencia y las vigas y columnas consisten en secciones transversales variables unidas con placas delgadas. Los pórticos son construidos en segmentos ensamblados y montados en terreno con uniones atornilladas o soldadas. Las fuerzas laterales en la dirección transversal son soportadas por los pórticos rígidos. Las fuerzas laterales en la dirección longitudinal son resistidas por elementos a cortante de panel de muro o varillas de arriostramiento. Las fuerzas de diafragma son resistidas por la losa colaborante sin cubierta, elementos a cortantes de panel de techo, o un sistema de varilla de arriostramiento de sólo tensión.
Tipo de Edificación 6: PÓRTICOS DE ACERO CON MUROS A CORTANTE DE CONCRETO	
S4	Estas edificaciones se componen de un conjunto de pórticos de vigas y columnas de acero. Los diafragmas de piso y techo consisten en placas de concreto vaciado en el sitio o losa colaborante con o sin relleno de concreto. La estructura consiste en vigas, correas, o cerchas de acero. Las fuerzas laterales son soportadas por muros a cortante de concreto vaciado en el sitio. Estos muros son portantes en los que la estructura de acero no proporciona un sistema de soporte vertical completo. En edificaciones más antiguas, la estructura de acero está diseñada sólo para cargas verticales. En los sistemas duales modernos, los pórticos de acero están diseñados para trabajar en conjunto con muros a cortante de concreto en proporción a su rigidez relativa. En el caso de un sistema dual, los muros serán evaluados bajo este tipo de edificación y los pórticos serán evaluados bajo S1 o S1A: Pórticos de acero. El pórtico de acero puede proporcionar un sistema de resistencia de fuerza lateral secundario dependiendo de la rigidez del pórtico y de la capacidad de momento de las uniones viga-columna.
Tipo de Edificación 7: PÓRTICOS DE ACERO CON MUROS A CORTANTE DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA	
S5 (Con diafragmas rígidos)	Este es un tipo de edificación más antigua que consta de un conjunto de pórticos de vigas y columnas de acero. Los diafragmas del piso y techo se componen de placas de concreto vaciado en el sitio o losa colaborante con relleno de concreto y son rígidos con relación a los muros. La estructura consiste en vigas, correas o cerchas de acero. Los muros se componen de paneles de relleno construidos de ladrillo macizo de arcilla, bloques de concreto o mampostería hueca de arcilla. Los muros de relleno pueden encerrar completamente los miembros del pórtico y mostrar un exterior de mampostería lisa sin ninguna señal del pórtico. El comportamiento sísmico de este tipo de edificación depende de la interacción entre el pórtico y los paneles de relleno. El comportamiento combinado es más como una estructura de muros a cortante que un

<p>S5 (Con diafragmas rígidos)</p> <p>S5A (Con diafragmas flexibles)</p>	<p>pórtico. Los paneles de relleno de mampostería sólidos forman bielas diagonales de compresión entre las intersecciones de los miembros del pórtico. Si los muros están desviados del pórtico y no se unen plenamente con los elementos del pórtico, las bielas de compresión diagonales no se desarrollarán. La resistencia del panel de relleno está limitada por la capacidad a cortante de la junta de cama horizontal de mampostería o la capacidad de compresión de la biela. Los esfuerzos post agrietamiento está determinado por un análisis de un pórtico</p> <p>Depende de la interacción entre el pórtico y los paneles de relleno. El comportamiento combinado es más como una estructura de muros a cortante que un pórtico. Los paneles de relleno de mampostería sólidos forman bielas diagonales de compresión entre las intersecciones de los miembros del pórtico. Si los muros están desviados del pórtico y no se unen plenamente con los elementos del pórtico, las bielas de compresión diagonales no se desarrollarán. La resistencia del panel de relleno está limitada por la capacidad a cortante de la junta de cama horizontal de mampostería o la capacidad de compresión de la biela. Los esfuerzos post agrietamiento está determinado por un análisis de un pórtico a momento que está parcialmente restringido por el relleno fisurado.</p> <p>Estas edificaciones son similares a las edificaciones S5, excepto que los diafragmas consisten de madera de revestida o losa colaborante sin cubierta, o tienen grandes relaciones de aspecto y son flexibles con relación a los muros.</p>
<p>Tipo de Edificación 8: PÓRTICOS DE CONCRETO RESISTENTES A MOMENTO</p>	
<p>C1</p>	<p>Estas edificaciones se componen de un conjunto de pórticos de vigas y columnas de concreto vaciado en el sitio. La estructura de piso y techo se compone de placas de concreto vaciado en el sitio, vigas de concreto, losas en una dirección, en dos direcciones o placas planas. Las fuerzas laterales son soportadas por pórticos a momento de concreto que desarrollan su rigidez a través de las uniones monolíticas de viga-columna. En la edificación más antigua o en los niveles de baja sismicidad, los pórticos a momento pueden consistir en sistemas de losa plana bidireccional con franjas de columnas. Los pórticos modernos en los niveles de sismicidad alta tienen nudos reforzados, estribos a separaciones cortas y detalles especiales para ofrecer un desempeño dúctil. Este detalle no está presente en la edificación antigua. La cimentación consiste en zapatas de concreto, placas de cimentación, o cimentaciones profundas.</p>
<p>Tipo de Edificación 9: MUROS A CORTANTE DE CONCRETO</p>	
<p>C2 (Con diafragmas rígidos)</p>	<p>Estas edificaciones tienen estructura de piso y techo que constan de placas de concreto vaciado en el sitio, vigas de concreto losas en una dirección en dos direcciones o placas planas. Los pisos están apoyados sobre columnas de concreto o muros portantes. Las fuerzas laterales son resistidas por muros a cortante de concreto vaciado en el sitio. En la edificación más antigua, los muros a cortante son ligeramente reforzados, pero a menudo son extendidos a toda lo largo de la edificación. En la edificación más moderna, los muros a cortante se encuentran en zonas</p>

<p>C2A (Con diafragmas flexibles)</p>	<p>aisladas, están fuertemente reforzados con elementos de borde y estribos cercanamente espaciados para producir desempeño dúctil. La cimentación consiste en zapatas de concreto, placas de cimentación, o cimentaciones profundas.</p> <p>Estas edificaciones son similares a las edificaciones C2, excepto que los diafragmas consisten en madera revestida, o tienen grandes relaciones de aspecto, y son flexibles con respecto a los muros.</p>
<p>Tipo de Edificación 10: PÓRTICOS DE CONCRETO CON MUROS A CORTANTE DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA</p>	
<p>C3 (Con diafragmas rígidos)</p> <p>C3A (Con diafragmas flexibles)</p>	<p>Este es un tipo de edificación más antigua que consiste en un conjunto de pórticos de vigas y columnas de concreto vaciado en el sitio. La estructura de piso y techo se componen de placas de concreto vaciado en el sitio y son rígidos respecto a los muros. Los muros se componen de paneles rellenos contruidos de ladrillo macizo de arcilla, bloques de concreto o mampostería hueca de arcilla. El comportamiento sísmico de este tipo de edificación depende de la interacción entre el pórtico y los paneles rellenos. El comportamiento combinado actúa más como una estructura de muros a cortante que una estructura de pórticos. Los paneles de relleno de mampostería sólidos forman bielas diagonales de compresión entre las intersecciones de los miembros del pórtico. Si los muros están desplazados del pórtico y no se unen plenamente con los elementos del pórtico, las bielas diagonales de compresión no se desarrollarán. La resistencia del panel relleno está limitada por la capacidad a cortante de la junta de cama horizontal de mampostería o la capacidad de compresión de la biela. Los esfuerzos post agrietamiento está determinado por un análisis de un pórtico a momento que está parcialmente restringido por el relleno agrietado. El esfuerzo cortante de las columnas de concreto, después de poner el relleno, puede limitar el comportamiento semi dúctil del sistema.</p> <p>Estas edificaciones son similares a las edificaciones C3, excepto que los diafragmas consisten revestimiento sobre de madera o losa colaborante sin cubierta, o tienen grandes relaciones de aspecto y son flexibles con respecto a los muros.</p>
<p>Tipo de Edificación 11: MUROS A CORTANTE DE CONCRETO PREFABRICADO –TILT-UP-</p>	
<p>PC1 (Con diafragmas flexibles)</p>	<p>Estas edificaciones tienen paneles de muros perimetrales de concreto prefabricado vaciado en el sitio y puesto en el lugar. La estructura de piso y techo están formados por viguetas de madera, vigas de madera laminada, vigas de acero, o correas. La estructura está soportada sobre columnas de acero interiores y muros perimetrales portantes de concreto. Los pisos y techo se componen de madera revestida de o losa colaborante sin cubierta. Las fuerzas laterales son resistidas por los paneles de muro perimetral de concreto prefabricado. Los paneles de muros pueden ser sólidos o tener grandes aberturas de puertas y ventanas que hacen que los paneles se comporten más como pórticos que muros a cortante. En la edificación más antigua, se une una</p>

<p>PC1A (Con diafragmas rígidos)</p>	<p>estructura de madera a los muros con listones de madera. La cimentación consiste en zapatas de concreto o cimentaciones profundas por pilotes.</p> <p>Estas edificaciones son similares a las edificaciones PC1, salvo que los diafragmas se componen de elementos prefabricados, concreto vaciado en el sitio o losa colaborante con relleno de concreto, y son rígidos respecto a los muros.</p>
<p>Tipo de Edificación 12: PÓRTICOS DE CONCRETO PREFABRICADO</p>	
<p>PC2 (Con muros a cortante)</p> <p>PC2A (Sin muros a cortante)</p>	<p>Estas edificaciones consisten en un conjunto de pórticos de viguetas prefabricadas de concreto y columnas con la presencia de muros a cortante. La estructura de piso y techo consiste en placas prefabricadas de concreto (prelosas), en “T o doble “T”, apoyadas en vigas y columnas de concreto prefabricado. Las fuerzas laterales son resistidas por muros a cortante prefabricados o de concreto vaciado en sitio. Los diafragmas se componen de elementos prefabricados interconectados con inserciones soldadas, puestas en franjas en el lugar o reforzadas con una losa de concreto encima de la prelosa</p> <p>Estas edificaciones son similares a las edificaciones PC2, excepto que los muros a cortante de concreto no están presentes. Las fuerzas laterales son resistidas por pórticos a momento de concretos prefabricados que desarrollan su rigidez a través de la unión viga- columna conectadas rígidamente por las inserciones soldadas o cierres de concreto vaciado en sitio. Los diafragmas se componen de elementos prefabricados interconectados con inserciones soldadas, puestas en franjas en el lugar o reforzadas con una losa de concreto encima de la prelosa.</p>
<p>Tipo de Edificación 13: MUROS PORTANTES DE MAMPOSTERÍA REFORZADA CON DIAFRAGMAS FLEXIBLES</p>	
<p>RM1</p>	<p>Estas edificaciones tienen muros portantes de mampostería en ladrillo o concreto que tienen las celdas reforzadas. La estructura del piso y techo está formada por vigas y viguetas o correas de acero o de madera, y se apoyan en columnas de acero, madera o mampostería. Las fuerzas laterales son resistidas por los muros a cortante de mampostería de bloques de concreto reforzado. Los diafragmas se componen de revestimiento de madera recto o diagonal, contrachapado o losa colaborante sin cubierta, y son flexibles con respecto a los muros. La cimentación consiste en zapatas corridas de ladrillo o concreto o cimentaciones profundas.</p>
<p>Tipo de Edificación 14: MUROS PORTANTES DE MAMPOSTERÍA REFORZADA CON DIAFRAGMAS RÍGIDOS</p>	
<p>RM2</p>	<p>Estas edificaciones son similares a las edificaciones RM1, excepto que los diafragmas consisten en una losa colaborante, placas prefabricadas de concreto (prelosas), en “T o doble “T” con o sin una losa de concreto encima de la prelosa, y son rígidos con respecto a los muros. La estructura de piso y techo está soportada sobre pórticos internos de acero o concreto o muros interiores de mampostería reforzada</p>
<p>Tipo de Edificación 15: MUROS PORTANTES DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA</p>	

<p>URM (Con diafragmas flexibles)</p> <p>URMA (Con diafragmas rígidos)</p>	<p>Estas edificaciones tienen muros portantes perimetrales que constan de ladrillo de arcilla no reforzada, piedra o mampostería de concreto. Los muros portantes interiores de soporte, cuando están presentes, también constan de ladrillo de arcilla no reforzada, piedra o mampostería de concreto.</p> <p>En la edificación más antigua, la estructura del piso y techo consiste en revestimiento de madera recto o diagonales apoyadas sobre viguetas de madera, las cuales, a su vez, se apoyan en parales y vigas. En la edificación moderna, los pisos constan de paneles estructurales o láminas de madera contrachapada en lugar de revestimiento madera. Los diafragmas son flexibles con respecto a los muros. Los cierres entre los muros y los diafragmas cuando existen se componen de anclajes o platinas de acero doblados embebidos de mortero en los nudos y conectadas a la estructura. La cimentación consta de zapatas corridas de ladrillo o concreto, o cimentaciones profundas.</p> <p>Estas edificaciones son similares a las edificaciones URM, excepto que los diafragmas son rígidos con respecto a los muros de mampostería no reforzada y la estructura interior. En la edificación más antigua o grandes edificaciones de varios pisos, los diafragmas se componen de concreto vaciado en sitio. En la edificación más moderna para niveles de sismicidad baja consiste en losa colaborante apoyada sobre estructuras de acero.</p>
--	--

Fuente: ASCE 31-03, Table 2-2 Common Building Types. López Palomino (2014).

6.8. Selección y Uso de Listas de Chequeo

Considerando el nivel de sismicidad de la región y el grado de rendimiento que se requiere para la edificación en caso de un evento sísmico se determinan las listas de chequeo a tener en cuenta en este proyecto como lo muestra la siguiente tabla:

Tabla 8 Listas de Chequeo para la evaluación de la Fase TIER 1

Region of Seismicity	Level of Performance	Region of Low Seismicity	Basic Structural	Supplementary Structural	Geologic Site Hazard and Foundation	Geologic Site Hazard and Foundation	Intermediate Nonstructural	Supplemental Nonstructural
Low	LS	(Sec. 3.6) *	(Sec. 3.7)	(Sec. 3.7)	(Sec. 3.8)	(Sec. 3.9.1)	(Sec. 3.9.2)	(Sec. 3.9.3)
Moderate	IO		*		*	*		
	LS		*		*	*		
High	IO		*	*	*	*	*	
	LS		*	*	*	*	*	*
	IO		*	*	*	*	*	*

Fuente: ASCE 31-03, Table 3-2 Checklists Required for a Tier 1. López Palomino, P. M., Quiroga, P. N. y Torres Castellanos, N. (2019).

De acuerdo a la tabla 8, los edificios se clasifican en el rango de sismicidad alto y para un nivel de desempeño de ocupación inmediata OI, por lo cual se deben diligenciar las siguientes listas de verificación:

Basic Structural (Sec. 3.7 – ASCE 31-03)

Supplementary Structural (Sec. 3.7 – ASCE 31-03)

Geologic Site Hazard and Foundation (Sec. 3.8 – ASCE 31-03)

Basic Nonstructural (Sec. 3.9.1 – ASCE 31-03)

Intermediate Nonstructural (Sec. 3.9.2 – ASCE 31-03)

Supplemental Nonstructural (Sec. 3.9.3 – ASCE 31-03)

En las anteriores tablas se debe seleccionar alguna de las posibilidades que las mismas admiten de acuerdo a las características de la edificación y el sector.

6.9. Otros Requerimientos de Evaluación

Siguiendo los parámetros establecidos en la tabla 9 y considerando que los edificios Samán I, Samán II y Educon de la Pontificia Universidad Javeriana Cali están compuestos por tres niveles,

el sistema estructural está compuesto por pórticos de concreto resistente a momentos, el nivel de sismicidad es Alto y el rendimiento deseado de la edificación en caso de sismo es Ocupación Inmediata (OI). Se determina que las tres edificaciones deben ser evaluadas en TIER II, no obstante se efectuara la Fase de inspección TIER I con el fin de detectar de manera rápida las posibles deficiencias de las estructuras y de esta forma hacer énfasis en estos aspectos en la evaluación TIER II.

Tabla 9 *Requisitos de Evaluaciones Adicionales*

TIPO DE EDIFICACIÓN	Número de pisos ² adicionales para los que se requiere una evaluación total del edificio de Nivel 2					
	Niveles de Sismicidad					
	Bajo		Moderado		Alto	
	LS	IO	LS	IO	LS	IO
Pórticos de Madera						
Liviano (W1)	NL	2	4	2	2	2
Múltiples Pisos o Múltiples Unidades Residenciales (W1A)	NL	3	4	2	2	2
Industria y comercio (W2)	NL	2	4	2	2	2
Pórtico Resistente a Momento						
Diafragma rígido (S1)	NL	3	6	T2	3	T2
Diafragma Flexible (S1A)	NL	3	6	T2	3	T2
Pórticos de Acero Arriostrados						
Diafragma Rígido (S2)	NL	3	6	2	6	2
Diafragma Flexible (S2A)	NL	3	6	2	6	2
Pórticos de Acero Livianos (S3)	NL	1	2	1	2	1
Pórticos de Acero con Muros a Cortante de Concreto (S4)	NL	4	6	4	6	3
Pórticos de Acero con Muros de Mampostería a Cortante no Reforzada						
Diafragma Rígido (S5)	NL	2	6	T2	2	T2
Diafragma Flexible (S5A)	NL	2	6	T2	2	T2
Pórticos Resistentes a Momento de Concreto (C1)	NL	2	6	T2	6	T2
Muros a Cortante de Concreto						
Diafragma Rígido (C2)	NL	4	6	4	6	3

Diafragma Flexible (C2A)	NL	4	6	4	6	3
Pórticos de Concreto Con Muros de Mampostería a Cortante no Reforzada						
Diafragma Rígido (C3)	NL	2	6	T2	2	T2
Diafragma Flexible (C3A)	NL	2	6	T2	2	T2
Prefabricado/Tilt-up Muros a Cortante de Concreto						
Diafragma Flexible (PC1)	NL	1	2	T2	2	T2
Diafragma Rígido (PC1A)	NL	1	2	T2	2	T2
Pórticos Prefabricados de Concreto						
Con Muros a Cortante (PC2)	NL	4	6	4	4	T2
Sin Muros a Cortante (PC2A)	NL	T2	6	T2	3	T2
Muros Portantes de Mampostería Reforzada						
Diafragma Flexible (RM1)	NL	3	6	T2	3	T2
Diafragma Rígido (RM2)	NL	3	6	3	3	2
Muros Portantes de Mampostería No Reforzada						
Diafragma Flexible (URM)	NL	1	NL	T3	NL	T3
Diafragma Rígido (URMA)	NL	1	6	T3	3	T3
Sistemas Combinados	NL	2	6	T2	6	T2

Fuente: Se completará la evaluación nivel 2 o nivel 3 total, para los edificios que cuenten con más del número de pisos que los que figuran en este documento.

Número de pisos. Se considera el número de pisos por encima del nivel más bajo adyacente.

NL = Ningún límite (Ningún límite en el número de pisos)

T2 = Nivel 2 (se requiere una evaluación de nivel 2, continúe con el capítulo 4)

Descripción de requisitos adicionales. ASCE 31-03 Tabla 3-3, López Palomino (2014).

6.10. Avaluó de Cargas Verticales

Las cargas que se presentan a continuación fueron obtenidas con base en el título B de la NSR-10.

Número de pisos= 3

Altura de piso (m)= 3,4

Altura libre piso (m)= 2,9

Longitud Losa Tipo (m)= 41,8

Ancho Losa Tipo (m)= 41,40

Carga sobreimpuesta 4,35 KN/m²

Cielorraso: 0,25 KN/m²

Tabla B.3.4.1-1

Pisos: 1,1 KN/m²

Tabla B.3.4.1-3

Muros divisorios: 3,00

Tabla B.3.4.3-1

Peso Propio Piso Tipo (KN): 11321,77

Columnas:	b (m)=	#	# columnas por piso=	53
	h (m)=	0,50	Altura (m)=	2,9
γ_{concreto}	(KN/m ³)=	24,0		

Peso columnas (KN)= 922,2

Vigas:	b (m)=	0,5	Longitud de vigas=	280
	h (m)=	0,5		
γ_{concreto}	(KN/m ³)=	24,0		

b (m)=	0,3	Longitud de vigas=	251
h (m)=	0,4		

Peso vigas (KN)= 2399,06

Peso carga muerta losa tipo (KN):

Ancho losa (m)= 17,88

Longitud losa (m)= 46,61

Espesor (m)= 0,4

γ_{concreto} (KN/m³)= 24

Peso losa (KN)= 8000,5

Carga de cubierta (KN): 4771,8

Columnas:	b (m)=	0,50	# columnas=	44
	h (m)=	0,50	Altura (m)=	3,00
γ_{concreto}	(KN/m ³) =	24,0		

Peso columnas (KN)= 702,0

Vigas: b (m)= 50 Longitud vigas (m)= 406

h(m)= 50

Peso vigas (KN)= 2435,04

Cargas muertas mínimas (Tabla B.3.4.1-4) = 1,08 KN/m²

Ancho Cubierta (m)= 30,76

Longitud Cubierta (m)= 46,5

Peso cubierta (KN)= 1544,77

Conversión a losa en concreto para cargas del modelo= 0,05 m

Tabla 10 Cargas muertas mínimas de elementos no estructurales horizontales - cubierta

Componente	Carga (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga (Kg/m ²) m ² de área en planta
Cubierta		
Cobre o latón	0,05	5
Cubiertas aislantes		
Fibra de vidrio	0.0020 (por mm de espesor)	2.0 (por mm de espesor)
Tableros de fibra	0.0030 (por mm de espesor)	3.0 (por mm de espesor)
Perlita	0.0015 (por mm de espesor)	1.5 (por mm de espesor)
Espuma de polietileno	0.0005 (por mm de espesor)	0.5 (por mm de espesor)
Espuma de poliuretano	0.0010 (por mm de espesor)	1.0 (por mm de espesor)
Cubiertas corrugadas de asbesto-cemento	0,2	20
Entablado de madera	0.0060 (por mm de espesor)	6.0 (por mm de espesor)
Láminas de yeso, 12 mm	0,1	10
Madera laminada (según espesor)	0.010 (por mm de espesor)	10.0 (por mm de espesor)
Membranas impermeables:		
Bituminosa, cubierta de grava	0,25	25
Bituminosa, superficie lisa	0,10	10
Líquido aplicado	0,05	5
Tela asfáltica de una capa	0,03	3
Marquesinas, marco metálico, vidrio de 10 mm	0,40	40
Tableros de fibra, 12 mm	0,05	5
Tableros de madera, 50 mm	0,25	25
Tableros de madera, 75 mm	0,40	40
Tablero metálico, calibre 18 (0.9 mm de espesor nominal)	0,08	8

Tablero metálico, calibre 18 (1.2 mm de espesor nominal)	0,08	8
Tablillas (shingles) de asbesto - cemento	0,20	20
Tablillas (shingles) de asfalto	0,10	10
Tablillas (shingles) de madera	0,15	15
Teja de arcilla, incluyendo el mortero	0,80	80

Fuente: NSR-10 Tabla B.3.4.1-4 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010).

Cargas vivas

Tabla 11 Cargas vivas mínimas uniformemente distribuidas

Ocupación o uso		Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta
Reunión	Balcones	5,0	500
	Corredores y escaleras	5,0	500
	Silletería fija (fijada al piso)	3,0	300
	Gimnasios	5,0	500
	Vestíbulos	5,0	500
	Silletería móvil	5,0	500
	Áreas recreativas	5,0	500
	Plataformas	5,0	500
	Escenarios	7,5	750
Oficinas	Corredores y escaleras	3,0	300
	Oficinas	2,0	200
	Restaurantes	5,0	500
Educativos	Salones de clase	2,0	200
	Corredores y escaleras	5,0	500
	Bibliotecas		0
	Salones de lectura	2,0	200
	Estanterías	7,0	700
Fábricas	Industrias livianas	5,0	500
	Industrias pesadas	10,0	1000
Institucional	Cuartos de cirugía, laboratorios	4,0	400

	Cuartos privados	2,0	200
	Corredores y escaleras	5,0	500
Comercio	Minorista	5,0	500
	Mayorista	6,0	600
Residencial	Balcones	5,0	500
	Cuartos privados y corredores	1,8	180
	Escaleras	3,0	300
Almacenamiento	Liviano	6,0	600
	Pesado	12,0	1200
Garajes	Garajes para automóviles de pasajeros	2,5	250
	Garajes para vehículos de carga de hasta 2.000 kg de capacidad	5,0	500
Almacenamiento	Graderías	5,0	500
	Escaleras	5,0	500

Fuente: NSR-10 Tabla B.4.2.1-1, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010).

Carga viva Piso Tipo = (KN/m²) = 2.0

Tabla 12 Cargas vivas mínimas en cubiertas

Tipo de cubierta	Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta	Carga uniforme (kN/m ²) m ² de área en planta
Cubiertas, Azoteas y Terrazas	La misma del resto de la edificación (Nota-1)	La misma del resto de la edificación (Nota-1)
Cubiertas usadas para jardines de cubierta o para reuniones.	5,0	500
Cubiertas inclinadas con más de 15° de pendiente en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0,35	35
Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos de pendiente en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada		35

Fuente: NSR-10 Tabla B.4.2.1-2, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010).

Carga viva cubierta (KN/m²) = 0.5

Cargas A Ingresar En ETABS:

Carga Sobre impuesta Piso Tipo= 4.35 KN/m²

Carga Sobre impuesta Cubierta= 1.08 KN/m²

Peso total de la superestructura Saman I = 3600 Toneladas

Peso total de la superestructura Saman II = 3455,8 Toneladas

Peso total de la superestructura Educon= 1920 Toneladas

Área de la superestructura Saman I = 1200 m²

Área de la superestructura Saman II = 1151 m²

Área de la superestructura Educon = 640 m²

Fuerza Cortante Lateral

Considerando la aceleración sísmica y el peso de la estructura entre otros factores se calcula el cortante lateral con la Ecuación (3-1):

Cálculo de la Fuerza Sísmica Cortante Lateral (V) $V = CSa W$ Ecuación N° 7, ASCE
31-03 Ec. 3-1

Donde:

V = Fuerza sísmica cortante lateral

C = Factor de modificación, que relaciona los desplazamientos inelásticos máximos esperados con los desplazamientos calculados en una respuesta lineal clásica.

S_a= Respuesta de la aceleración espectral en el periodo fundamental de la edificación en la dirección considerada.

W = Peso sísmico efectivo de la edificación.

Entonces:

Se determina el valor de C, teniendo en cuenta el tipo de edificación "C1" establecido en el cuadro N° 7 y que la edificación cuenta con 3 pisos. Con estos datos se entra a la 13 y se obtiene que C= 1.0.

Tabla 13 Factor de Modificación C

Building Type	Number of Stories			
	1	2	3	4
Wood (W1, W1A, W2) Moment Frame (S1, S3, C1, PC2A)	1,3	1,1	1,0	1,0
Shear Wall (S4, S5, C2, C3, PC1A, PC2, RM2, URMA) Braced Frame (S2)	1,4	1,2	1,1	1,0
Unreinforced Masonry (URM) Flexible Diaphragms (S1A, S2A, S5A, C2A, C3A, PC1, RM1)	1,0	1,0	1,0	1,0

Fuente: ASCE 31-03, table 3-4, López Palomino (2014). Modification Factor, p. 3-10.

$S_a = 1.78$ Establecido en cálculos anteriores.

Del avalúo de cargas anterior se estable el peso (w) de la edificación:

$W = 3455.83$ Toneladas

Entonces:

$V = 1.0 * 1.8 * 7621.8 = 13550$ Kips

Teniendo en cuenta el periodo fundamental de la estructura (T) obtenido de la Ecuación N° 8, y considerando la interpolación propuesta en la ASCE 31-03 Pág. 4-4, se determina el valor del coeficiente $K = 0.95$.

Calculo de la Fuerza Cortante de Piso:

La pseudofuerza lateral calculada en el punto anterior, se debe distribuir verticalmente utilizando las ecuaciones 4-3 y 4-2.

$$F_x = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n W_i h_i^k} \quad \text{Ecuación N° 11, ASCE 31-03 Ec. (3-3a)}$$

$$V_j = \sum_{x=j}^n F_x \quad \text{Ecuación N° 12, ASCE 31-03 Ec. (43-3b)}$$

En donde:

V_j = Fuerza de cortante de piso en el nivel j

n = Numero total de pisos sobre el suelo

j

= Numero de pisos en consideración

W = Peso sísmico total según la sección 3.5.2.1

V = Pseudo fuerza lateral a partir de la ec. (3-1)

w_i = Porción de peso total de la edificación W localizado a nivel de piso i
 porción de peso total de la edificación W localizado a nivel de piso

$w_x = x$

h_i = Altura (m) desde la base hasta el nivel de piso i

h_x = Altura (m) desde la base hasta el nivel de piso x

1,0 para $T = 0,5$,

K = segundos

2 para $T > 2,5$ segundos; se debe utilizar interpolación lineal para los valores intermedios de K

Tabla 14 *Distribución Lateral de Fuerzas Cortantes*

Niveles	h_x (m)	h_x (ft)	W_x (T)	W_x (Kips)	$W_i * h_i^k$	C_{vx}	F_x (Kips)	V_x (Kips)
Nivel 3	10.6	34.61	1151.94	2540.60	73758	0.4978	6745.7	6745.7
Nivel 2	7.0	22.80	1151.94	2540.60	49606	0.3348	4536.8	11282.6
Nivel 1	3.35	10.99	1151.94	2540.60	24792	0.1673	2267.4	13550.0

Fuente: Elab. Propia. Σ 3455.8 7621.8 148156 1.0 13550.0 31578.3

Cálculo de las Derivas

Para calcular la deriva de pórticos a momentos de varios pisos con redundancia en las columnas se utiliza la ecuación (3-10), en la cual se obtiene una deflexión debido al desplazamiento de flexión de una columna representativa teniendo en cuenta el giro y la flexión de la viga que llega a la columna calculada:

$$D_r = \left(\frac{K_b + K_c}{K_b * K_c} \right) \left(\frac{h}{12 E} \right) V_c \quad \text{Ecuación N.ª 13, ASCE 31-03 Ec. (3-10)}$$

Donde:

D_r = Relación de deriva.

K_b = I/L para una viga representativa.

K_c = I/h para una columna representativa.

h = Altura del piso (in).

I = Momento de Inercia (in⁴)

L = Longitud de la viga de centro a centro de columnas (in).

E = Módulo de elasticidad (ksi).

V_c = Cortante en la columna (kips).

Factor de conversión a Pulgadas = 39,4

$$I = \frac{b h^3}{12} \quad \text{Ecuación N° 14}$$

Entonces:

$$I = \frac{20 \text{ in} * 7616.30 \text{ in}^3}{12} \Rightarrow I = 12487.6 \text{ in}^4$$

$$L = 14.7 \text{ m}$$

$$K_b = \frac{I}{L} \quad \text{Ecuación N° 15}$$

$$K_b = \frac{12488}{578} \Rightarrow K_b = 21.6 \text{ in}^3$$

$$K_c = \frac{I}{h} \quad \text{Ecuación N° 16}$$

Entonces:

$$I = \frac{20 \text{ in} * 7616 \text{ in}^3}{12} \Rightarrow I = 12487.6 \text{ in}^4$$

$$K_c = \frac{12488}{142} \Rightarrow K_c = 88.2 \text{ in}^3$$

$$E_c = 57000 \sqrt{f'_{c'}} \quad \text{Ecuación N° 17}$$

$$E_c = 57000 * \sqrt{4000} \Rightarrow E = 3604997$$

$$D_r = \left(\frac{21.6+88.2}{21.6 * 88.2} \right) \left(\frac{h}{12. * 3604997} \right) * V_c \Rightarrow \text{Se obtiene para cada nivel}$$

Tabla 15 Chequeo de las derivas, mediante los cálculos propuestos por ASCE/SEI 31-03

Niveles	h _x (m)	h _x (in)	1 % h _x	V _x (Kips)	Dr. %	ok. o no cumple
Nivel 3	3.4	1318.9	13.2	6745.7	0.0118596	No Cumple
Nivel 2	3.4	1318.9	13.2	11282.6	0.0198358	No Cumple
Nivel 1	3.4	1318.9	13.2	13550.0	0.0238222	No Cumple

Tabla 16 Chequeo de las derivas del Edificio Samán II, utilizando el modelo Computacional

Story	Output Case	Step Type	Case Type	Dire.	Drift	Label	X m	Y m	Z m
Story3	SXY	Step By Step	LinStatic	X	0,000192	242	19,635	39,969	10,82
Story3	SXY	Step By Step	LinStatic	X	0,000208	242	19,635	39,969	10,82
Story3	SXY	Step By Step	LinStatic	X	0,000176	242	19,635	39,969	10,82
Story2	SXY	Step By Step	LinStatic	X	0,001302	242	19,635	39,969	7,17
Story2	SXY	Step By Step	LinStatic	X	0,001383	242	19,635	39,969	7,17
Story2	SXY	Step By Step	LinStatic	X	0,001221	242	19,635	39,969	7,17
Story1	SXY	Step By Step	LinStatic	X	0,004442	242	19,635	39,969	3,77
Story1	SXY	Step By Step	LinStatic	X	0,004659	242	19,635	39,969	3,77
Story1	SXY	Step By Step	LinStatic	X	0,004226	242	19,635	39,969	3,77

Fuente: Modelo Computacional Etabs.

En las tablas 15 y 16 se evalúan las derivas de piso para el edificio Samán II por el método de FHE, y aunque en la metodología propuesta por la ASCE/SEI 31-03 no se determina un parámetro restrictivo se tienen en cuenta los impuestos por la NSR-10, como fundamento para criterio de aceptación.

Esfuerzo por Cortante en Columna

Los esfuerzos cortantes promedio V_j en las columnas se calculan de acuerdo con la ecuación 3-11.

$$V_j^{avg} = \frac{1}{m} \left(\frac{n_c}{n_c - n_f} \right) \left(\frac{V_j}{A_c} \right) \quad \text{Ecuación N° 18, ASCE 31-03 Ecu. (3-11)}$$

nc = Número total de columnas.

nf = Número total de pórticos en dirección de la carga.

Ac = Sumatoria de las secciones de las columnas que trabajan en el piso.

Vj = Cortante por piso.

m = Factor de modificación de elemento; se toma a $m = 2$ para edificaciones evaluadas con un nivel de rendimiento Preservación de la vida, y $m = 1.3$ para edificaciones evaluadas con un nivel de rendimiento Ocupación Inmediata.

$$V_j^{avg} = \sum_{x=j}^n F_x \quad \text{Ecuación N° 19, ASCE 31-03 Ecu. (3-3b)}$$

Considerando que columnas aportan al cortante basal $V_j = 13550$ PSI, la edificación cuenta con 49 columnas con sección promedio de 19.7 in x 15.64 in, con cuatro (4) pórticos en concreto reforzado.

Por lo tanto:

$$Ac = (31.5 \text{ in} \times 19.7 \text{ in}) * 49 = 15174.54 \text{ m}^2$$

$$V_j^{avg} = \left(\frac{1}{1}\right) \left(\frac{49}{49-4}\right) \left(\frac{13550}{15174.54}\right) = 0.75 \text{ Kips} = 747.94 \text{ Psi} > 126 \text{ PSI} \text{ **No Cumple**}$$

$$2.0 \sqrt{f'c} = 126 \text{ PSI} \quad \text{Se toma el valor máximo entre } 2.0 \sqrt{f'c} \text{ y } 100 \text{ PSI}$$

$$100 \text{ psi} = 100 \text{ PSI}$$

Tabla 17 Chequeo del cambio en la masa efectiva.

Niveles	h _x (m)	h _x (ft)	W _x (T)	W _x (Kips)	Cambio Porcentual	Menor de 50%
Nivel 3	3,7	1,11	916,70	2021,78	0,0	ok.
Nivel 2	3,4	1,04	916,70	2021,78	0,0	ok.
Nivel 1	3,8	1,15	916,70	2021,78	0,0	ok.

Chequeo al Volcamiento

La relación de la dimensión horizontal del sistema de resistencia de fuerza lateral al nivel de cimentación de la altura de la edificación (base/altura) deberá ser mayor a 0.6 Sa. (Nivel 2: Sec. 4.7.3.2).

Base del edificio = 40.0 m

Altura del Edificio = 10.8 m

Aceleración Espectral $S_a = 2.63$

$$S_a * 0,6 = 1,578 < 4 \quad \text{Ok.}$$

Esfuerzo Axial Debido al Volcamiento

El esfuerzo axial en la base de columnas de pórticos a momento sometidas a fuerzas de volcamiento, P_{ot} , fué calculada de acuerdo con la Ecuación (3-15).

$$P_{ot} = \frac{1}{m} \left(\frac{2}{3} \right) \left(\frac{v * h_n}{L * n_f} \right) \left(\frac{1}{A_{col}} \right) \quad (3-15)$$

En donde:

n_f = Número total de pórticos en dirección de la carga

V = Pseudo fuerza lateral

h_n = Altura (mm) por encima de la base hasta el nivel del techo

L = Longitud total del pórtico (mm)

m = Factor de modificación de elemento; se tomará m igual a 2.0 para las edificaciones que se están evaluando para el nivel de desempeño de Preservación de la Vida e igual a 1.3 para las edificaciones que se están evaluando para el nivel de desempeño de Ocupación Inmediata.

A_{col} = Área del extremo de la columna del pórtico

$$P_{ot} = \frac{1}{1,3} * \frac{2}{3} \left[\frac{13550 * 35,5 \text{ ft} * 1}{135,9 \text{ ft} * 4 * 2,7 \text{ ft}} \right] = 168.72$$

Tabla 18 *Chequeo del cambio en la Masa Efectiva*

Niveles	h_x (m)	h_x (ft)	W_x (T)	W_x (Kips)	Cambio Porcentual	Menor de 50%
Nivel 3	10.6	3.22	1151.94	2540.60	0.0	ok.
Nivel 2	7.0	2.12	1151.94	2540.60	0.0	ok.
Nivel 1	3.4	1.02	1151.94	2540.60	0.0	ok.

Chequeo al Volcamiento

La relación de la dimensión horizontal del sistema de resistencia de fuerza lateral al nivel de cimentación de la altura de la edificación (base/altura) deberá ser mayor a 0.6 Sa. (Nivel 2: Sec. 4.7.3.2)

Base del edificio = 41.4 m

Altura del Edificio = 10.8 m

Aceleración Espectral $S_a = 2.63$

$$S_a * 0,6 = 1.578 < 4 \quad \text{Ok.}$$

Una vez seleccionadas y completadas las listas de verificación para cada caso, en donde se indica el cumplimiento y no cumplimiento de las condiciones (estructurales, no estructurales y de cimentación) de acuerdo a las comprobaciones rápidas evaluadas, se concluye que la estructura presenta deficiencias (Periodos, esfuerzos cortantes, derivas), que probablemente se requieren ser evaluadas en un análisis TIER II.

7. TIER II

7.1. Espectro de Diseño

Datos:

Uso = III- Institucional

$I = 1,25$ - Coeficiente de Importancia (NSR-10 Tabla A.2.5-1)

$T = 0,3$ - Periodo de Vibración del sistema elástico (NSR-10 A.4.2-3)

$A_a = 0,25$ - (NSR-10 Tabla A.10.3.2)

$A_v = 0,25$ - (NSR-10 Tabla A.10.3.2)

Tipo de suelo = D - Del Estudio de suelos

$F_a = 1,3$ - (NSR-10 Tabla A.2.4-4)

$F_v = 1,9$ - (NSR-10 Tabla A.2.4-3)

$S_a 1 = 1,01$ - (NSR-10 A.2.6-3)

$S_a 2 = 1,85$ - (NSR-10 A.2.6-1)

$S_a 3 = 21,36$ - (NSR-10 A.2.6-5)

$T_0 = 0,14$ - (NSR-10 A.2.6-6)

$T_c = 0,70$ - (NSR-10 A.2.6-2)

$T_L = 4,56$ - (NSR-10 A.2.6-4)

Irregularidades:

$\Phi_a = 1$ (NSR-10 Tabla A.3-6) Irregularidades en altura

$\Phi_p = 0.9$ (NSR-10 Tabla A.3-7) Irregularidades en planta.

$\Phi_r = 1$ (NSR-10 Tabla A.3-1) Ausencia de Redundancia

$\Delta = 0.05$

Tabla 19 Espectro elástico

SAMAN II								
No	Elástico		No	Elástico		No	Elástico	
1	0,05	1,0156	29	1,45	0,4914	57	2,85	0,2500
2	0,10	1,0156	30	1,50	0,4750	58	2,90	0,2457
3	0,15	1,0156	31	1,55	0,4597	59	2,95	0,2415
4	0,20	1,0156	32	1,60	0,4453	60	3,00	0,2375
5	0,25	1,0156	33	1,65	0,4318	61	3,05	0,2336
6	0,30	1,0156	34	1,70	0,4191	62	3,10	0,2298
7	0,35	1,0156	35	1,75	0,4071	63	3,15	0,2262
8	0,40	1,0156	36	1,80	0,3958	64	3,20	0,2227
9	0,45	1,0156	37	1,85	0,3851	65	3,25	0,2192
10	0,50	1,0156	38	1,90	0,3750	66	3,30	0,2159
11	0,55	1,0156	39	1,95	0,3654	67	3,35	0,2127
12	0,60	1,0156	40	2,00	0,3563	68	3,40	0,2096
13	0,65	1,0156	41	2,05	0,3476	69	3,45	0,2065
14	0,70	1,0156	42	2,10	0,3393	70	3,50	0,2036
15	0,75	0,9500	43	2,15	0,3314	71	3,55	0,2007
16	0,80	0,8906	44	2,20	0,3239	72	3,60	0,1979
17	0,85	0,8382	45	2,25	0,3167	73	3,65	0,1952
18	0,90	0,7917	46	2,30	0,3098	74	3,70	0,1926
19	0,95	0,7500	47	2,35	0,3032	75	3,75	0,1900
20	1,00	0,7125	48	2,40	0,2969	76	3,80	0,1875
21	1,05	0,6786	49	2,45	0,2908	77	3,85	0,1851
22	1,10	0,6477	50	2,50	0,2850	78	3,90	0,1827
23	1,15	0,6196	51	2,55	0,2794	79	3,95	0,1804
24	1,20	0,5938	52	2,60	0,2740			
25	1,25	0,5700	53	2,65	0,2689			
26	1,30	0,5481	54	2,70	0,2639			
27	1,35	0,5278	55	2,75	0,2591			
28	1,40	0,5089	56	2,80	0,2545			

Ilustración 13 *Samán I Espectro elástico*

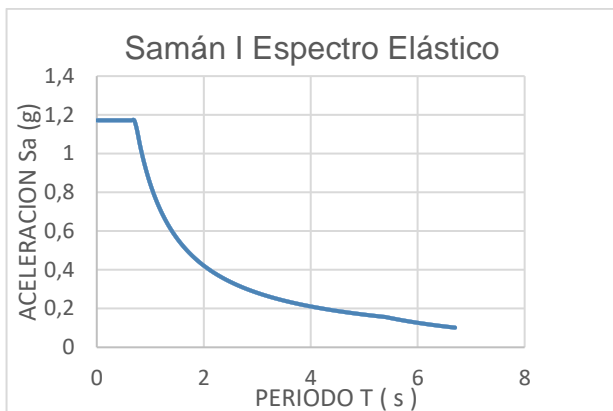


Ilustración 14 *Samán II Espectro elástico*

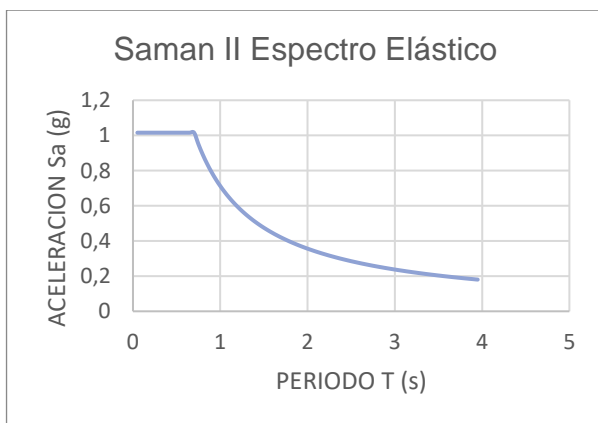
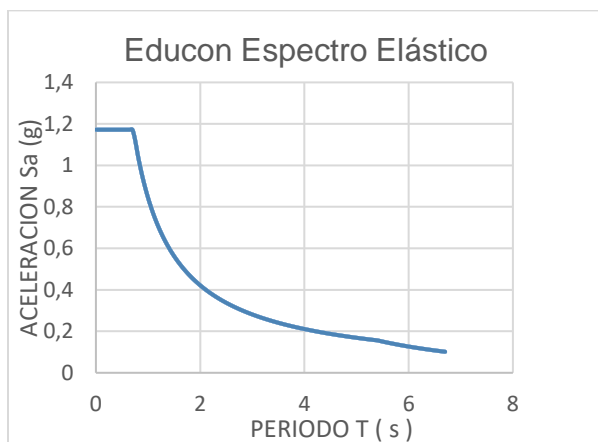
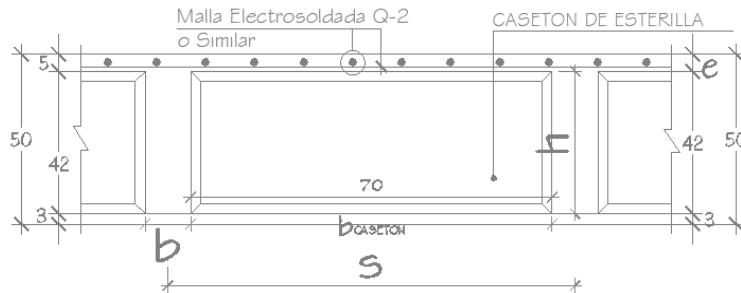


Ilustración 15 *Educon espectro elástico*



7.2. Peso de la Losa Aligerada

Se presenta un corte transversal de la losa tipo aligerada con casetón para efectuar el cálculo de equivalencia a la losa maciza que se será impuesta en el modelo computacional.

Ilustración 16 Samán II**Peso de las Viguetas**

$$W_{VSII} = (h * b * \gamma_{concreto}) / S$$

Donde:

W_{CSII} : Peso del casetón de aligeramiento de la losa tipo Samán II

h_{VTSII} : Altura de las viguetas losa de entrepiso piso tipo del Samán II

b_{CSII} : Base del casetón en esterilla que aligera la losa de entrepiso piso tipo Samán II

S_{VTSII} : Distancia entre ejes de los casetones

$$W_{VTSII} = 0,18 \text{ T/m}^2$$

Peso del Casetón En Esterilla

$$W_{CSII} = (h * b_{caseton} * \gamma_{caseton}) / S$$

Donde:

W_{CSII} : Peso del casetón de aligeramiento de la losa tipo Samán II

h_{VTSII} : Altura de las viguetas losa de entrepiso piso tipo del Samán II

b_{CSII} : Base del casetón en esterilla que aligera la losa de entrepiso piso tipo Samán II

S_{VTSII} : Distancia entre ejes de los casetones

$$h_{VTSII} = 0,42 \text{ m}$$

$$b_{CSII} = 0,70 \text{ m}$$

$$\gamma_{caseton} = 0,07 \text{ T/m}^3$$

$$S_{VTSII} = 0,85 \text{ m}$$

$$W_{CSII} = 0,02 \text{ T/m}^2$$

Peso Total de la Losa Aligerada m²

$$W_{TLasII} = 0,39 \text{ T/m}^2$$

Peso Total de la Losa Aligerada m²

$$e_{LMSII} = 0,16 \text{ m}$$

7.3. Modelo Computacional Programa ETABS

Graficas de los modelos computacionales en tres dimensiones del edificio Samán I, Samán II y Educon con el cual se evalúan todos los parámetros de evaluación de la estructura.

Ilustración 17 *ETABS Edificio Samán I*

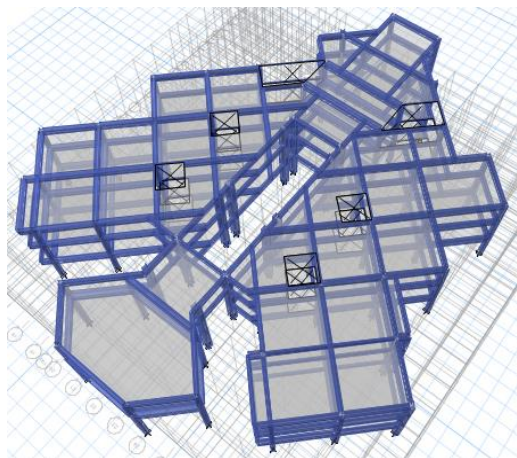


Ilustración 18 *ETABS Edificio Samán II*

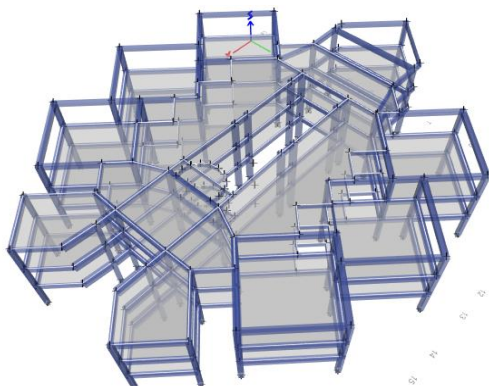
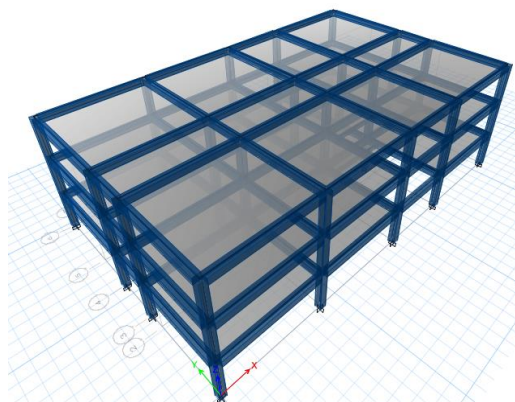


Ilustración 19 ETABS Edificio Educon**Tabla 20** Chequeo Torsión Edificio Samán II

Story	XCM cm	YCM cm	XCR cm	YCR cm	Diferenci	Diferenci	Long	Long	Porcentaj	Porcentaj
					a XCM- XCR cm	a XCM- YCM- YCR cm	Edificio Y cm	Edificio X cm	e Δ CM- XCR cm	e Δ CM- YCR cm
Story 1	2235	2151	1861	1957	373	195	4142	4784	8%	5%
Story 2	2220	2157	1947	1951	273	206	4142	4784	6%	5%
Story 3	2242	2143	1998	1946	244	197	4142	4784	5%	5%

Tabla 21 Derivas de piso en modelo ETABS en análisis dinámico modal espectral

TABLE: Story Drifts									
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
							m	m	m
Story1	SX	LinRespSpec	Max	X	0.011832	242	19.6353	39.9686	3.77
Story1	SX	LinRespSpec	Max	Y	0.004932	209	-4.866	19.611	3.77
Story1	SY	LinRespSpec	Max	X	0.008285	187	19.6353	-0.7467	3.77
Story1	SY	LinRespSpec	Max	Y	0.014268	208	42.6375	25.9608	3.77

Fuente: Modelo Samán II ETABS

En la Tabla 20 columna 7 de izquierda a derecha se pueden observar los resultados de las derivas obtenidas en el modelo computacional de Samán II en el programa ETABS y aunque la metodología ASCE/SEI 31-03, no impone un valor restrictivo de aceptación, se considera el impuesto por la NSR-10, como parámetro de criterio, pudiéndose observar que el edificio no cumple con el 1% de las derivas.

Tabla 22 Reacciones en la Base

Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	FX kN	FY kN	FZ kN	MX kN-m	MY kN-m	MZ kN-m	X m	Y m	Z m
Dead	LinStatic			0	0	17468	341776	-358184	0	0	0	0
Viva	LinStatic			0	0	3926,4	77096	-81504	0	0	0	0
Sobreimpuesta	LinStatic			0	0	8011,5	157299	-164860	0	0	0	0
SX	LinRespSpec	Max		22517	5182,4	0	37465	160714	429831	0	0	0
SY	LinRespSpec	Max		5184,2	18983	0	137385	36921	476619	0	0	0
SXY	LinStatic	Step By Step	1	-10972	0	0	0	-41366	222025	0	0	0
SXY	LinStatic	Step	2	-10972	0	0	0	-41366	229010	0	0	0

SXY	LinStatic	Step By Step	3	-10972	0	0	0	-41366	215039	0	0	0
-----	-----------	--------------------	---	--------	---	---	---	--------	--------	---	---	---

Fuente: Modelo Samán II ETABS

$$0.9 * V_e = 0.9 * 10972.3 \text{ kN} = 9875.1 \text{ kN}$$

$$SX = 22517.33 \quad \text{O.K}$$

$$SY = 18982.97 \quad \text{O.K}$$

En la tabla de reacciones en la base se chequea que la fuerza cortante en la base obtenida con el espectro sea mayor al 90% de la fuerza cortante basal para la FHE, de lo contrario se deben hacer las correcciones necesarias multiplicando la aceleración gravitacional del modelo por un factor amplificador resultado del cociente del 90% de FX y FY para el caso SXY entre SX y SY.

Cuando se analiza el sismo en Sx se obtiene un cortante $F_y = 5182 \text{ kN}$ y cuando se analiza el sismo en Sy se obtiene un cortante de $F_x = 5184 \text{ kN}$, los cuales nos indica la posibilidad amplia de que la estructura presente Torsión en la base del edificio.

Chequeo del Periodo Fundamental de la Estructura

$$C_u = 1.75 - 1.2 A_v * F_v \quad \text{NSR-10 Ecuación A.4.2-2}$$

$$A_v = 0.25 \quad \text{De cálculos anteriores}$$

$$F_v = 1.90 \quad \text{De cálculos anteriores}$$

$$C_u = 1.18 \quad \text{No puede ser } C_u < 1.20$$

$$C_u = 1.2$$

$$T_a = 0.385 \text{ s}$$

El periodo de la estructura en el Primer modo de Vibración de acuerdo al modelo computacional = 0,577

$$\text{El periodo calculado } C_u * T_a = 0,4617$$

$$0,4617 \text{ s} < 0,577 \text{ s} \quad \text{No cumple}$$

De acuerdo a lo mencionado en la parte final de TIER I, se verifica que no cumple con el periodo, por este motivo se hace un análisis más detallado ya que el nivel 3 considera que la estructura puede desarrollarse en el campo inelástico sin colapsar lo cual permite una optimización de la resistencia de la estructura que limita la posibilidad de que la estructura no cumpla y deba ser reforzada.

8. TIER III

Selección y Escalado de Movimientos Sísmicos para la Aplicación del Método de Análisis Dinámico Inelástico de Respuesta en el Tiempo.

Se consideran los parámetros propuestos por la Norma ASCE/SEI 7-16 16.2.2

8.1. Tipo de Falla

El tipo de falla es rumbo deslizante, esta conclusión se toma a partir del *Estudio de Microzonificación Sísmica de Santiago de Cali, Convenio No 02 de 2002*, así mismo desde el *Subproyecto de Sismotectónica, Informe No.1-3 Investigaciones Neotectónicas* en el Centro Occidente Colombiano, Sección 5.2 Zona de Falla Cali Patía, por lo cual se concluye desde la geometría y tipo de falla: *rumbo deslizante*.

Del *Estudio de Microzonificación Sísmica de Santiago de Cali, Informe No.5-2 Análisis y Modelación de la Respuesta Sísmica Local del Subsuelo en Santiago de Cali*, Tabla 22:

Tabla 23 Tipo de falla

Nº	Nombre fuente sísmica	Código de fuente	Mw Max	Distancia media a Cali Km
1	Zona de Benioff, segmento Centro	BENI	7.8	104.0
2	S.F. Cali-Patía, sector Cali	CAP2	6.7	14.4
3	F. Dagua- Calima	DACR	6.8	39.8
4	F. Guabas Pradera	GUPA	6.7	25.8
5	F. Buenaventura	BUEN	6.9	63.3
6	Zona Axial Cordillera Central	AXCC	6.9	68.6
7	F. Bellavista-Rio Bravo	BERB	6.9	40.7
8	F. Palmira-Buga	PABU	6.9	36.7
9	Zona de Subducción, segmento sur	SUBS	8.8	300.7
10	Zona de Subducción, segmento Centro	SUBC	7.8	224.1

Fuente: Fuentes utilizadas para el análisis semiempírico de corrimiento lateral. Estudio de microzonificación sísmica de Santiago de Cali, Informe No.5-2. https://web1.cali.gov.co/publico2/documentos/dagma/estudios_ambientales/CONTRATO022002/TOMO6CONVENIO022002.pdf

8.2. R JB

De la página del Servicio Geológico Colombiano se extrae el mapa de ubicación de fallas geológicas de Cali y se mide la distancia entre la falla más próxima a la Pontificia Universidad Javeriana Cali.

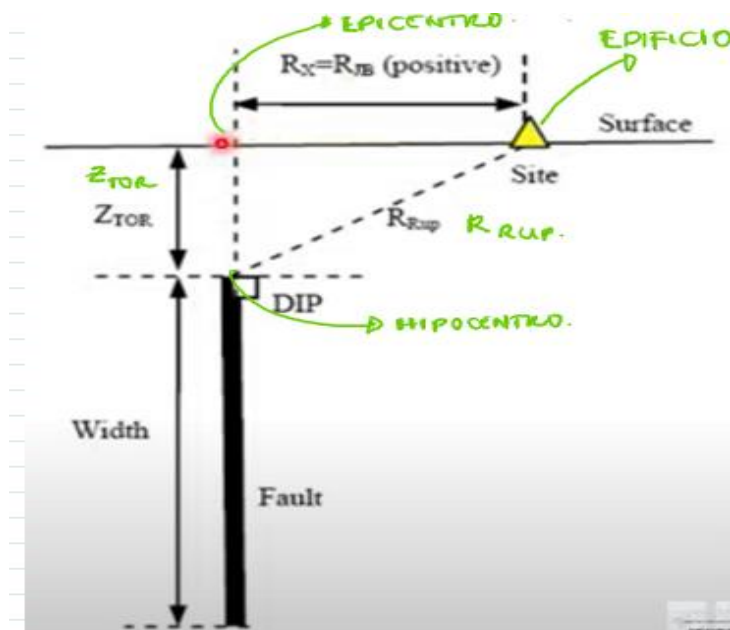
Ilustración 20 Fallas geológicas próxima a la PUJC



Fuente: Atlas Geológico de Colombia 2020: Fallas Geológicas.
<https://datos.sgc.gov.co/datasets/e03339c845d24e7baceb6d67397a23b3/explore?location=-5.087959%2C-78.718108%2C4.26>

8.3. R-RUP

Ilustración 21 Velocidad de la onda



Fuente: <https://ngawest2.berkeley.edu/spectras/758503/searches/705152/edit>

Donde:

$$R_{rup} = \sqrt{R_{jB}^2 + Z_{TOR}^2}$$

Entonces:

$$R_{rup} =$$

$$\sqrt{1.8Km^2 + 14.4km^2} = 14.5Km$$

8.4. Vs30

De la NSR-10, Ilustración 22, se extrae la velocidad de la onda en el suelo sobre el cual está cimentado el edificio que fue clasificado como tipo D, en el estudio de suelos efectuado por la compañía Carlos H. Parra y asociados- Ingenieros Civiles en 2014.

Tabla 24 Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante,	760 m/s > $V_s \geq 360$ m/s
	o perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los criterios	$N \geq 50$, o $S_u \geq 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con cualquiera de las condiciones	$50 > N \geq 15$, o 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²) > $S_u \geq 50$ kPa (≈ 0.5 kgf)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > V_s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $W \geq 40\%$ 50 kPa (≈ 0.50 kgf/cm ²) > S_u
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotécnico de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F1 - Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F2 - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F3 - Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de plasticidad IP > 75) F4 - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

Fuente: NSR-10, Tabla A.2.4-1 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010).

https://nuevalegislacion.com/files/susc/cdj/conc/nsr_10.pdf

Parámetros de selección de los sismos

Tipo de Falla: Rumbo deslizante

Magnitud (Min, Max) 5.5Mw, 6.7Mw

R JB (Km) (Min, Max) 1,8 km 5,0 km

R rup (Km) (Min, Max) 14,5 km

Vs 30 (m/s) (Min, Max) 180 m/s 360 m/s

D5-95 (sec) (Min, Max)

Pulse

Características Adicionales:

Número máximo de registros :44

Factor de escala inicial


Z_{TOR}: 14,4 km

Tabla 25 *Parámetros de búsqueda para PGMD*

Data Field	Explanations
Magnitude	Restrict range of moment magnitude, input in the format of (min, max) or leave as blank for no restriction.
Fault Type	Types of fault mechanism. Options are: (1) All types of fault; (2) Strike Slip; (3) Normal or Normal Oblique; (4) Reverse or Reverse Oblique; (5) Combination of (2,3); (6) Combination of (2,4); (7) Combination of (3,4).
D5 - 95 (sec)	Restrict range of the significant duration of records, input in the format of (min, max), or leave as blank for no restriction. The duration is defined as the time needed to build up between 5 and 95 percent of the total Arias intensity.
R-JB (km)	Restrict range of Joyner-Boore distance, input in the format of (min, max), or leave as blank for no restriction.
R-rup (km)	Restrict range of closest distance to rupture plane, input in the format of (min, max), or leave as blank for no restriction.
Vs30 (m/s)	Average shear wave velocity of top 30 meters of the site.
Pulse	Restrict the pulse characteristics of the searched record. Options are (1) Any record; (2) Only pulse - like record; (3) No pulse - like record.

Fuente: User's Manual for the PEER Ground Motion Database Web Application.
https://ngawest2.berkeley.edu/peer_ground_motion_database_users_manual.pdf

Ilustración 22 *Edit Spectra*


PEER Ground Motion Database NGA-West
Pacific Earthquake Engineering Research Center

[HOME](#) [DOCUMENTATION](#) [HELP](#) [SUBSCRIBE](#) [PEER](#)
[JIMMI@PEERA.ORG](mailto:jimmi@peera.org) [SIGN_OUT](#)

Spectra was updated successfully. You may edit the input and recreate it, or you may click Search Records.

Edit Spectra

Select Spectrum Model

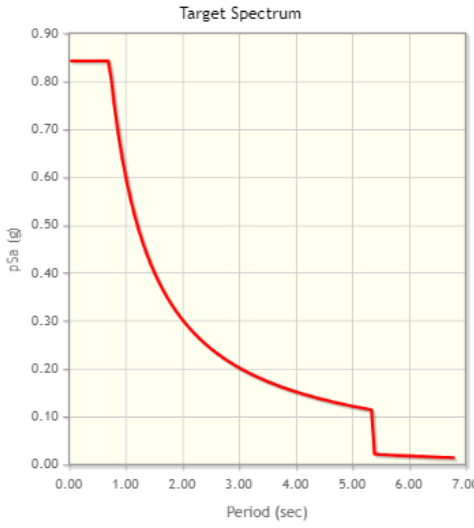
Select models to generate target spectrum: User Defined Spectrum

User-Defined Spectrum

As shown in the sample file, start spectra data at row 4 of input file. Spectra data consists of rows of T,pSa comma-separated values.

Filename: Esp.+Elastico.csv#x#bd24d91f07 [Upload File](#)

[Download Example file\(.csv\)](#)



■ Target Spectrum

Linear ▼

Fuente: Espectro Objetivo. User's Manual for the PEER Ground Motion Database Web Application.

https://ngawest2.berkeley.edu/peer_ground_motion_database_users_manual.pdf

Tabla 26 Pares de registros sísmicos

No	Nombre del Sismo	Fecha	Magnitud (Mw)	Tipo de Falla	Nombre de la Estación	Distancia a Epicentro (km)	5-95% Duración (sec)	Vs30 (m/sec)
1	"Imperial Valley-03"	1/24/1951	5,6	Rumbo Deslizante	"El Centro Array #9"	24,58	27,6	213,4
2	"Hollister-01"	4/09/1961	5,6		"Hollister City Hall"	19,55	18,7	198,8
3	"Livermore-01"	1/24/1980	5,8		"Antioch - 510 G St"	13,38	23,1	304,7
4	"Westmorland"	4/26/1982	5,9		"Niland Fire Station"	15,16	13	212
5	"Chalfant Valley-02"	7/20/1986	6,19		"Bishop - LADWP South St"	14,38	16,8	303,5
6	"Superstition Hills-02"	11/24/1987	6,54		"El Centro Imp. Co. Cent"	18,2	35,7	192,1
7	"Northwest China-01"	4/05/1997	5,9		"Jiashi"	12,62	14,4	240,1
8	"Chi-Chi_ Taiwan-04"	9/20/1999	6,2		"CHY101"	21,62	18,4	258,9
9	"Tottori_ Japan"	10/06/2000	6,61		"OKY005"	28,81	24	293,4
10	"Parkfield-02_ CA"	9/28/2004	6		"Coalinga - Fire Station 39"	22,45	27,7	333,6
11	"Sicilia-Orientale_ Italy"	12/13/1990	5,6		"Catania-Piana"	22,83	9,4	261

Las especificaciones de la norma colombiana implican definir un escenario sísmico en términos de magnitud, distancia y mecanismo de ruptura.

Tabla 27 Derivas de piso en modelo Etabs en análisis dinámico no Lineal Tiempo Historia

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
							m	m	m
Story2	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Min	Y	0.015582	202	42.6	13.3	7.17
Story2	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Max	X	0.008657	187	19.6	-0.7	7.17
Story2	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Max	Y	0.013374	209	-4.9	19.6	7.17
Story2	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Min	X	0.008835	187	19.6	-0.7	7.17
Story2	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Min	Y	0.014189	209	-4.9	19.6	7.17
Story2	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Max	X	0.008232	242	19.6	40	7.17

Story2	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Max	Y	0.015595	208	42.6	26	7.17
Story2	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Min	X	0.008226	187	19.6	-0.7	7.17
Story2	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Min	Y	0.016742	208	42.6	26	7.17

Fuente: Modelo Samán II ETABS

En la tabla 27, *Derivas de piso en modelo ETABS en análisis dinámico no lineal tiempo historia*, en la columna 6 de izquierda a derecha se pueden observar los resultados de las derivas obtenidos en el modelo computacional de Samán II en el programa ETABS, en un análisis dinámico no lineal tiempo Historia y aunque la metodología ASCE/SEI 31-03, no impone un valor restrictivo de aceptación, se considera el impuesto por la NSR-10, como parámetro de criterio, pudiéndose observar que el edificio no cumple con el 1.5% de las derivas, solo con tres aceleraciones sísmicas de los 11 analizados en las dos direcciones.

9. LIMITACIONES

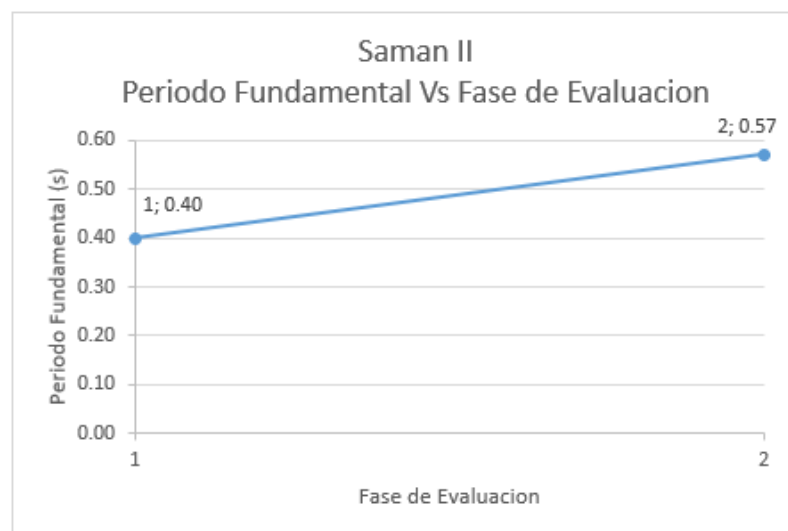
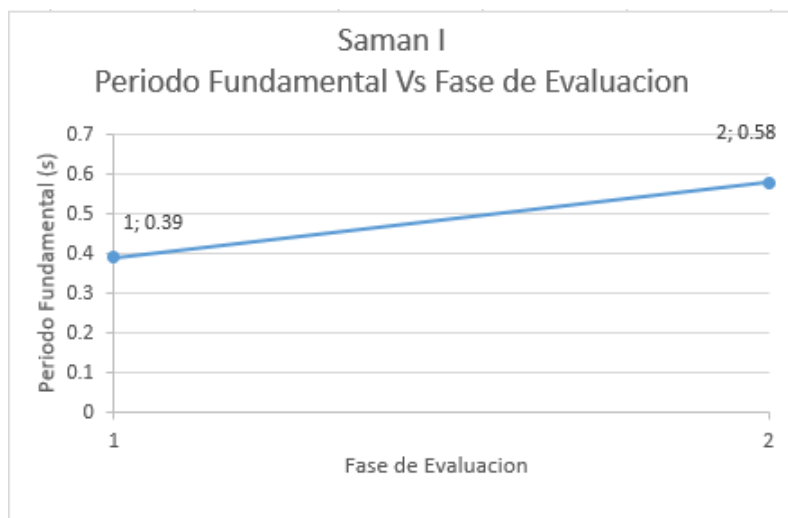
Las limitaciones de este proyecto estarán sujetas al grado de estudios concernientes a la vulnerabilidad sísmica realizados para la ciudad de Cali y específicamente el sector del Sur, barrio Pance donde se encuentra ubicada la estructura en estudio.

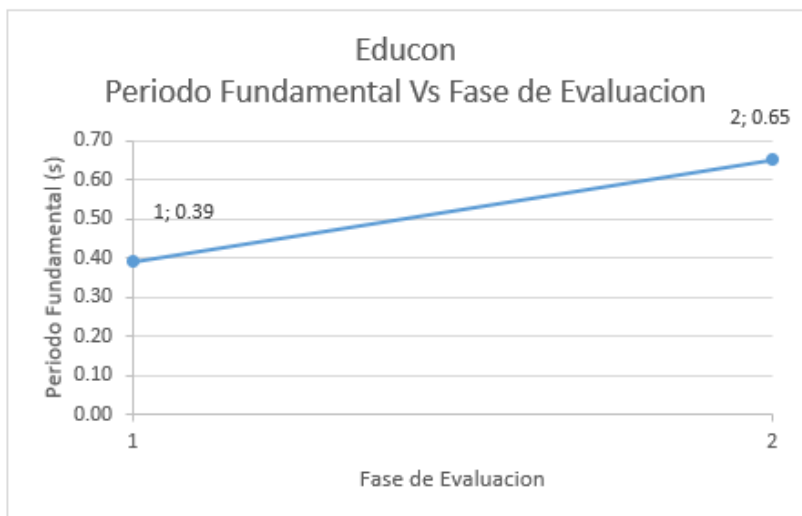
10. RESULTADOS

10.1. Periodo Fundamental de las Estructuras

Tabla 28 *Periodo Fundamental de las Estructuras*

Edificio	Tier I Periodo (s)	Tier I $T=0,1n$ $n = \#$ pisos (s)	Tier II Periodo (s)	Tier III Periodo Livermor (s)	10% del Periodo Tier II	Variación entre el Periodo Tier I y Tier II	Cumple (si o no)
Saman I	0.39	0.3	0.58	El Periodo varia cuando entra al rango inelástico	0.058	0.190	No
Saman II	0.40	0.3	0.57		0.057	0.169	No
Educon	0.39	0.3	0.65		0.065	0.260	No





Análisis de Resultados

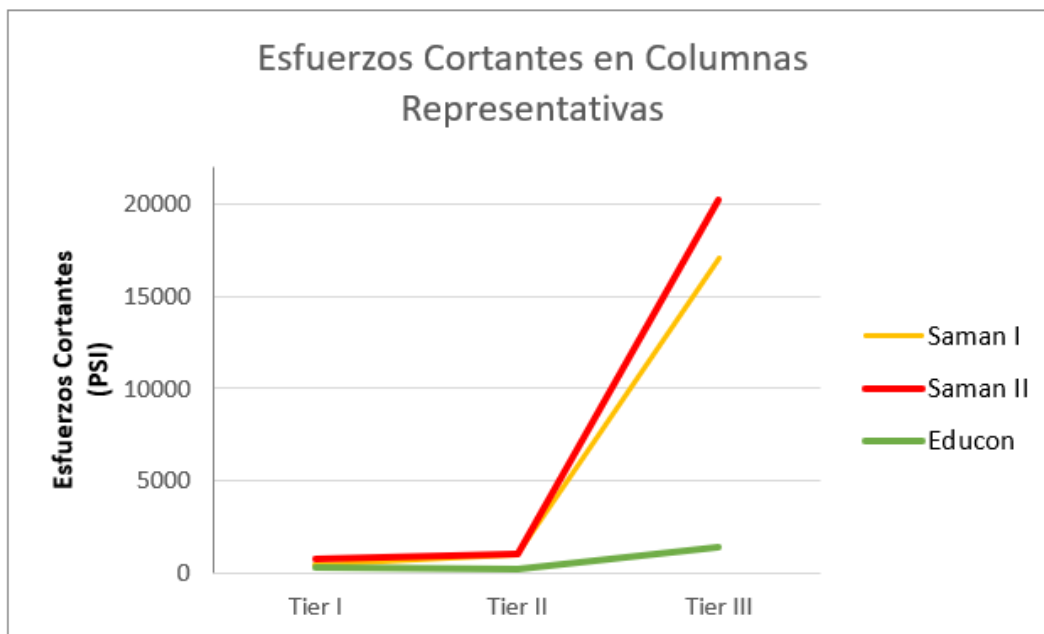
Considerando La ASCE/SEI 31-03, el periodo T hallado en Tier I, con la ecuación (3-8) de la ASCE/SEI31-03 debe ser cercano, pero no inferior al periodo obtenido en Tier II con el modelo computacional, es decir cumple con esta condición. Considerando La NSR-10, el Periodo T_a obtenido con la ecuación (A.4.2-3) de la NSR-10 no debe diferir en más del 10% del periodo obtenido con el modelo computacional en el primer modo de Vibración, es decir no cumple con esta condición.

10.2. Esfuerzo Cortante en la base de algunas Columnas del piso 1

Tabla 29 Esfuerzo Cortante en la base de algunas Columnas del piso 1

Edificio	ASCE 31-03 $2\sqrt{f'_c} = 126$ PSI o 100 PSI	Tier I		Tier II		Tier III	
		Esfuerzo Cortante en la base de las columnas (PSI)	Cumple Si o No	Esfuerzo Cortante en la base de la columna (PSI)	Cumple Si o No	Esfuerzo Cortante en la base de la columna 127 (PSI)	Cumple Si o No
Samán I	126	403.86	No	col 131 = 1022	No	17114.00	No
Samán II	126	747.94	No	col 127 = 1062	No	20295.00	No
Educon	126	252.71	No	col 6 = 540	No	7017.87	No

Fuente: Elaboración propia



Análisis de resultados

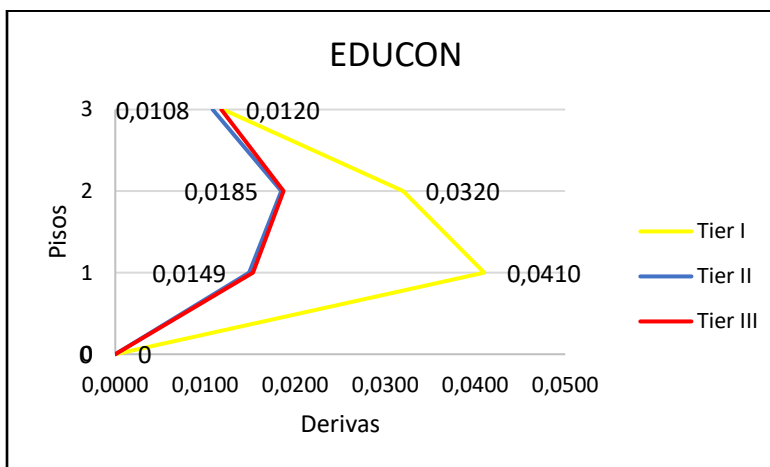
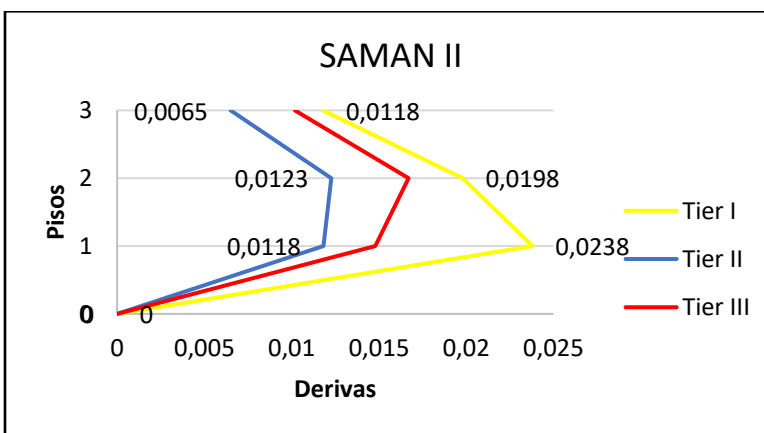
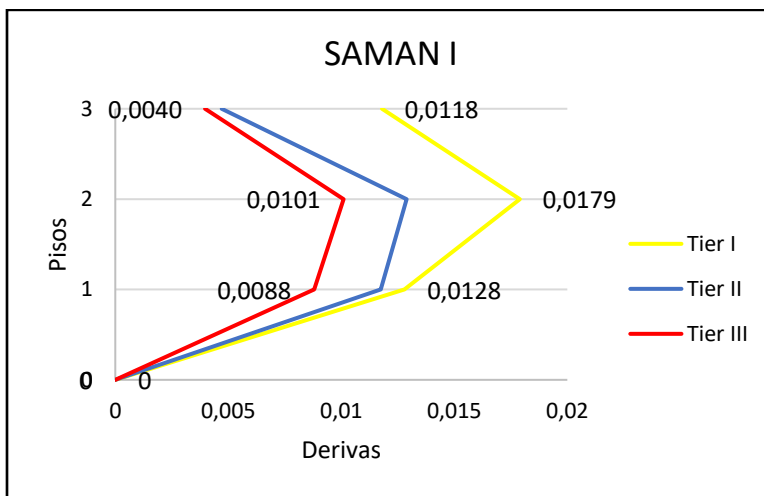
De acuerdo al chequeo rápido propuesto por la ASCE 31-03, en donde establece que el esfuerzo cortante en la base de las columnas obtenido mediante la ecuación 3-11, no debe ser superior a el mayor valor entre 100 PSI o 2 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión del concreto. Se puede observar que Ninguno de los tres edificios cumplen con esta condición y al revisarlo en la etapa Tier II con el modelo computacional se confirman la existencia de cortantes altos en la base de las columnas de sección promedio, y finalmente en el análisis detallado Tier III se revisaron las mismas columnas chequeadas en el análisis dinámico lineal, evidenciando los cortantes más altos con el sismo de livermor, en las tres edificaciones.

10.3. Derivas de piso

Tabla 30 *Derivas de piso*

Edificio	Menor del 1% del Δ entre pisos continuos			
	Piso	TIER I	TIER II	TIER III
Samán I	3	0.0118	0.0054	0.00397
	2	0.0179	0.0148	0.0101
	1	0.0128	0.0135	0.0088
Samán II	3	0.0118596	0.00852	0.010298
	2	0.0198358	0.015434	0.016742
	1	0.0238222	0.014268	0.014847
Educon	3	0.012	0.01154	0.01177

	2	0.032	0.0202	0.0187
	1	0.041	0.0169	0.0153



Análisis de Resultados:

La ASCE 31-03 observa el factor de las derivas de piso, pero no establece un parámetro restrictivo como la NSR-10, en este caso se considera el 1% para el análisis dinámico lineal y 1.5% para el análisis dinámico no lineal, como referencias para el criterio de aceptabilidad de la flexibilidad de las edificaciones. Se puede observar que en Tier I y en Tier II con este criterio ningún edificio cumple, en TIER III sucede lo mismo excepto para Samán I.

10.4. Torsión en La Base de las Edificaciones

Tabla 31 *Torsión en La Base de las Edificaciones*

Edificio	Dirección	TIER I		TIER II	
		%	Cumple	Cumple	
Samán I	X	55 > 20	No	0,769 >	No
	Y	47 > 20	No	0,1	
Samán II	X	46 > 20	No	0,359 >	No
	Y	51 > 20	No	0,1	
Educon	X	3 < 20	No	0,002 <	Si
	Y	2 < 20	No	0,1	

Análisis de Resultados

Los chequeos rápidos propuestos en Tier I en donde se establece que la diferencia entre el centro de masas y el centro de rigidez debe ser menor al 20% del ancho del edificio, da indicios de la probabilidad de torsión en las edificaciones de Samán I y Samán II y descarta la posibilidad en Educon, estas probabilidades se ratifican posteriormente con el Modelo Computacional en TIER II al encontrar que la rotación en Z, R_z es de 0,769 para Samán I, 0,359 para Samán II y de 0,002 para Educon, teniendo como criterio en esta ocasión 0,1 que estos valores deben ser menores de 0,1 para descartar la posibilidad de torsión, se ratifican las hipótesis iniciales.

10.4. Índices de sobreesfuerzo

Samán I

Tabla 32 Índice de sobreesfuerzo Samán I

TABLE: Concrete Column Design Summary - ACI 318-19			
Story	Label	DesignSect	PMMRatio
Story3	C131	Col 40x40 (8#6)	3.402
Story3	C131	Col 40x40 (8#6)	0.502
Story3	C131	Col 40x40 (8#6)	2.822
Story3	C133	Col 40x40 (8#6)	3.377
Story3	C133	Col 40x40 (8#6)	0.513
Story3	C133	Col 40x40 (8#6)	2.812
Story3	C135	Col 40x40 (8#6)	1.554
Story3	C135	Col 40x40 (8#6)	0.777
Story3	C135	Col 40x40 (8#6)	0
Story3	C136	Col 40x40 (8#6)	3.019
Story3	C136	Col 40x40 (8#6)	0.706
Story3	C136	Col 40x40 (8#6)	2.231
Story3	C137	Col 40x40 (8#6)	5.276
Story3	C137	Col 40x40 (8#6)	1.026
Story3	C137	Col 40x40 (8#6)	3.67
Story3	C138	Col 40x40 (8#6)	5.291
Story3	C195	Col 40x40 (4#8)	2.551
Story3	C195	Col 40x40 (4#8)	0.614
Story3	C195	Col 40x40 (4#8)	2.372
Story2	C131	Col 40x40 (8#6)	7.568
Story2	C131	Col 40x40 (8#6)	7.437
Story2	C131	Col 40x40 (8#6)	7.437
Story2	C131	Col 40x40 (8#6)	1.389
Story2	C131	Col 40x40 (8#6)	5.414
Story2	C133	Col 40x40 (8#6)	7.596
Story2	C133	Col 40x40 (8#6)	7.465
Story2	C133	Col 40x40 (8#6)	7.465
Story2	C133	Col 40x40 (8#6)	1.394
Story2	C133	Col 40x40 (8#6)	5.445
Story2	C135	Col 40x40 (8#6)	0.745
Story2	C135	Col 40x40 (8#6)	1.068
Story2	C135	Col 40x40 (8#6)	1.554
Story2	C136	Col 40x40 (8#6)	6.831
Story2	C136	Col 40x40 (8#6)	6.728

Story2	C136	Col 40x40 (8#6)	6.728
Story2	C136	Col 40x40 (8#6)	1.736
Story2	C136	Col 40x40 (8#6)	4.737
Story2	C137	Col 40x40 (8#6)	10.466
Story2	C137	Col 40x40 (8#6)	10.289
Story2	C137	Col 40x40 (8#6)	10.289
Story2	C137	Col 40x40 (8#6)	1.925
Story2	C137	Col 40x40 (8#6)	7.194
Story2	C138	Col 40x40 (8#6)	10.53
Story2	C138	Col 40x40 (8#6)	10.351
Story2	C138	Col 40x40 (8#6)	10.351
Story2	C138	Col 40x40 (8#6)	1.931
Story1	C131	Col 40x40 (8#6)	10.15
Story1	C131	Col 40x40 (8#6)	3.107
Story1	C131	Col 40x40 (8#6)	4.9
Story1	C133	Col 40x40 (8#6)	10.241
Story1	C133	Col 40x40 (8#6)	3.143
Story1	C133	Col 40x40 (8#6)	4.924
Story1	C135	Col 40x40 (8#6)	5.281
Story1	C135	Col 40x40 (8#6)	2.346
Story1	C135	Col 40x40 (8#6)	0.745
Story1	C136	Col 40x40 (8#6)	9.469
Story1	C136	Col 40x40 (8#6)	3.434
Story1	C136	Col 40x40 (8#6)	4.989
Story1	C137	Col 40x40 (8#6)	12.316
Story1	C137	Col 40x40 (8#6)	2.961
Story1	C137	Col 40x40 (8#6)	6.918
Story1	C138	Col 40x40 (8#6)	12.369
Story1	C138	Col 40x40 (8#6)	2.989
Story1	C138	Col 40x40 (8#6)	6.952
Story1	C139	Col 40x40 (8#6)	11.055
Story1	C139	Col 40x40 (8#6)	3.059
Story1	C139	Col 40x40 (8#6)	5.991
Story1	C140	Col 50x80 (14#6)	9.807
Story1	C140	Col 50x80 (14#6)	4.416
Story1	C140	Col 50x80 (14#6)	2.462
Story1	C141	Col 40x40 (8#5)	12.18
Story1	C141	Col 40x40 (8#5)	3.745
Story1	C141	Col 40x40 (8#5)	7.123
Story1	C142	Col 40x40 (4#8)	8.433
Story1	C142	Col 40x40 (4#8)	3.206

Story1	C142	Col 40x40 (4#8)	4.127
Story1	C143	Col 40x40 (4#8)	8.562
Story1	C143	Col 40x40 (4#8)	2.963
Story1	C143	Col 40x40 (4#8)	4.331
Story1	C144	Col 40x40 (4#8)	9.785
Story1	C144	Col 40x40 (4#8)	2.848
Story1	C144	Col 40x40 (4#8)	5.728
Story1	C145	Col 60x40 (18#10)	4.019
Story1	C145	Col 60x40 (18#10)	1.404
Story1	C145	Col 60x40 (18#10)	1.626
Story1	C146	Col 50x80 (14#6)	10.328
Story1	C146	Col 50x80 (14#6)	4.045

Samán II

Tabla 33 Índice de sobreesfuerzo Samán II

TABLE: Concrete Column Design Summary - ACI 318-19			
Story	Label	DesignSect	PMMRatio
Story3	C99	Col. No 2 50*50	1.132
Story3	C99	Col. No 2 50*50	0.68
Story3	C99	Col. No 2 50*50	1.489
Story3	C100	Col. No 1 50*50	1.18
Story3	C100	Col. No 1 50*50	0.729
Story3	C100	Col. No 1 50*50	1.418
Story3	C101	Col. No 9 50*50	1.143
Story3	C101	Col. No 9 50*50	0.709
Story3	C101	Col. No 9 50*50	1.493
Story3	C102	Col. No 8 50*50	1.739
Story3	C102	Col. No 8 50*50	0.349
Story3	C102	Col. No 8 50*50	1.867
Story3	C103	Col. No 6 50*50	1.982
Story3	C103	Col. No 6 50*50	0.542
Story3	C103	Col. No 6 50*50	2.018
Story3	C104	Col. No 7 50*50	2.003
Story3	C104	Col. No 7 50*50	0.398
Story3	C104	Col. No 7 50*50	2.059
Story3	C105	Col. No 13 50*50	1.113
Story3	C105	Col. No 13 50*50	0.747
Story3	C105	Col. No 13 50*50	1.553
Story3	C106	Col. No 12 50*50	1.544
Story3	C106	Col. No 12 50*50	0.441

Story3	C106	Col. No 12 50*50	1.752
Story3	C107	Col. No 10 50*50	1.11
Story3	C107	Col. No 10 50*50	0.514
Story3	C107	Col. No 10 50*50	1.639
Story3	C108	Col. No 34 50*50	1.207
Story3	C108	Col. No 34 50*50	0.729
Story3	C108	Col. No 34 50*50	1.504
Story3	C109	Col. No 33 50*50	2.235
Story3	C109	Col. No 33 50*50	0.568
Story3	C109	Col. No 33 50*50	2.305
Story3	C110	Col. No 14 50*50	2.115
Story3	C110	Col. No 14 50*50	0.674
Story2	C99	Col. No 2 50*50	3.245
Story2	C99	Col. No 2 50*50	0.658
Story2	C99	Col. No 2 50*50	3.208
Story2	C100	Col. No 1 50*50	3.302
Story2	C100	Col. No 1 50*50	0.662
Story2	C100	Col. No 1 50*50	3.294
Story2	C101	Col. No 9 50*50	3.262
Story2	C101	Col. No 9 50*50	0.647
Story2	C101	Col. No 9 50*50	3.295
Story2	C102	Col. No 8 50*50	4.668
Story2	C102	Col. No 8 50*50	0.869
Story2	C102	Col. No 8 50*50	3.816
Story2	C103	Col. No 6 50*50	4.929
Story2	C103	Col. No 6 50*50	0.797
Story2	C103	Col. No 6 50*50	4.117
Story2	C104	Col. No 7 50*50	4.956
Story2	C104	Col. No 7 50*50	0.921
Story2	C104	Col. No 7 50*50	3.991
Story2	C105	Col. No 13 50*50	3.289
Story2	C105	Col. No 13 50*50	0.708
Story2	C105	Col. No 13 50*50	3.445
Story2	C106	Col. No 12 50*50	4.145
Story2	C106	Col. No 12 50*50	0.758
Story2	C106	Col. No 12 50*50	3.573
Story2	C107	Col. No 10 50*50	3.21
Story2	C107	Col. No 10 50*50	0.587
Story2	C107	Col. No 10 50*50	3.044
Story2	C108	Col. No 34 50*50	3.432
Story2	C108	Col. No 34 50*50	0.682

Story2	C108	Col. No 34 50*50	3.379
Story2	C109	Col. No 33 50*50	5.38
Story2	C109	Col. No 33 50*50	0.925
Story2	C109	Col. No 33 50*50	4.439
Story2	C110	Col. No 14 50*50	4.937
Story2	C110	Col. No 14 50*50	0.778
Story2	C110	Col. No 14 50*50	4.19
Story2	C111	Col. No 35 50*50	3.269
Story2	C111	Col. No 35 50*50	0.639
Story2	C111	Col. No 35 50*50	3.34
Story2	C112	Col. No 36 50*50	4.674
Story2	C112	Col. No 36 50*50	0.844
Story1	C99	Col. No 2 50*50	6.892
Story1	C99	Col. No 2 50*50	2.65
Story1	C99	Col. No 2 50*50	2.69
Story1	C100	Col. No 1 50*50	6.9
Story1	C100	Col. No 1 50*50	2.683
Story1	C100	Col. No 1 50*50	2.73
Story1	C101	Col. No 9 50*50	7.17
Story1	C101	Col. No 9 50*50	2.704
Story1	C101	Col. No 9 50*50	2.759
Story1	C102	Col. No 8 50*50	7.358
Story1	C102	Col. No 8 50*50	2.484
Story1	C102	Col. No 8 50*50	3.898
Story1	C103	Col. No 6 50*50	7.388
Story1	C103	Col. No 6 50*50	2.475
Story1	C103	Col. No 6 50*50	4.027
Story1	C104	Col. No 7 50*50	7.421
Story1	C104	Col. No 7 50*50	2.495
Story1	C104	Col. No 7 50*50	4.028
Story1	C105	Col. No 13 50*50	7.906
Story1	C105	Col. No 13 50*50	3.029
Story1	C105	Col. No 13 50*50	3.028
Story1	C106	Col. No 12 50*50	7.608
Story1	C106	Col. No 12 50*50	2.713
Story1	C106	Col. No 12 50*50	3.554
Story1	C107	Col. No 10 50*50	6.703
Story1	C107	Col. No 10 50*50	2.397
Story1	C107	Col. No 10 50*50	2.898
Story1	C108	Col. No 34 50*50	7.274
Story1	C108	Col. No 34 50*50	2.792

Story1	C108	Col. No 34 50*50	2.901
Story1	C109	Col. No 33 50*50	7.861
Story1	C109	Col. No 33 50*50	2.639
Story1	C109	Col. No 33 50*50	4.324
Story1	C110	Col. No 14 50*50	7.779
Story1	C110	Col. No 14 50*50	2.65
Story1	C110	Col. No 14 50*50	3.866
Story1	C111	Col. No 35 50*50	7.375
Story1	C111	Col. No 35 50*50	2.837
Story1	C111	Col. No 35 50*50	2.799
Story1	C112	Col. No 36 50*50	7.734
Story1	C112	Col. No 36 50*50	2.723

Educon

Tabla 34 Índice de sobrefuerzo Educon

TABLE: Concrete Column Design Summary - ACI 318-08			
Story	Label	DesignSect	PMMRatio
Cubierta	C1	Columna 50x50	1.036
Cubierta	C1	Columna 50x50	0.898
Cubierta	C1	Columna 50x50	2.069
Cubierta	C2	Columna 50x50	1.565
Cubierta	C2	Columna 50x50	0.825
Cubierta	C2	Columna 50x50	2.281
Cubierta	C3	Columna 50x50	1.867
Cubierta	C3	Columna 50x50	0.634
Cubierta	C3	Columna 50x50	2.517
Cubierta	C4	Columna 50x50	1.922
Cubierta	C4	Columna 50x50	0.633
Cubierta	C4	Columna 50x50	2.58
Cubierta	C5	Columna 50x50	0.908
Cubierta	C5	Columna 50x50	0.717
Cubierta	C5	Columna 50x50	1.728
Cubierta	C6	Columna 50x50	3.133
Cubierta	C6	Columna 50x50	0.694
Cubierta	C6	Columna 50x50	3.422
Cubierta	C7	Columna 50x50	2.929
Cubierta	C7	Columna 50x50	0.365
Cubierta	C7	Columna 50x50	3.036
Cubierta	C8	Columna 50x50	2.48
Cubierta	C8	Columna 50x50	0.296

Cubierta	C8	Columna 50x50	2.703
Cubierta	C9	Columna 50x50	2.516
Cubierta	C9	Columna 50x50	0.298
Cubierta	C9	Columna 50x50	2.743
Cubierta	C10	Columna 50x50	2.636
Cubierta	C10	Columna 50x50	0.699
Cubierta	C10	Columna 50x50	2.83
Cubierta	C11	Columna 50x50	3.121
Cubierta	C11	Columna 50x50	0.681
Cubierta	C11	Columna 50x50	3.421
Cubierta	C12	Columna 50x50	2.994
Cubierta	C12	Columna 50x50	0.391
Cubierta	C12	Columna 50x50	3.067
Cubierta	C13	Columna 50x50	2.575
Story2	C1	Columna 50x50	3.539
Story2	C1	Columna 50x50	0.521
Story2	C1	Columna 50x50	3.745
Story2	C2	Columna 50x50	4.272
Story2	C2	Columna 50x50	0.401
Story2	C2	Columna 50x50	3.624
Story2	C3	Columna 50x50	5.059
Story2	C3	Columna 50x50	0.417
Story2	C3	Columna 50x50	4.205
Story2	C4	Columna 50x50	5.181
Story2	C4	Columna 50x50	0.436
Story2	C4	Columna 50x50	4.25
Story2	C5	Columna 50x50	2.895
Story2	C5	Columna 50x50	0.408
Story2	C5	Columna 50x50	3.008
Story2	C6	Columna 50x50	7.909
Story2	C6	Columna 50x50	1.207
Story2	C6	Columna 50x50	6.31
Story2	C7	Columna 50x50	6.972
Story2	C7	Columna 50x50	0.876
Story2	C7	Columna 50x50	5.477
Story2	C8	Columna 50x50	6.053
Story2	C8	Columna 50x50	0.805
Story2	C8	Columna 50x50	4.788
Story2	C9	Columna 50x50	6.117
Story2	C9	Columna 50x50	0.82
Story2	C9	Columna 50x50	4.835

Story2	C10	Columna 50x50	6.368
Story2	C10	Columna 50x50	0.95
Story2	C10	Columna 50x50	5.047
Story2	C11	Columna 50x50	7.857
Story2	C11	Columna 50x50	1.224
Story2	C11	Columna 50x50	6.282
Story2	C12	Columna 50x50	6.988
Story2	C12	Columna 50x50	0.871
Story2	C12	Columna 50x50	5.465
Story2	C13	Columna 50x50	6.053
Story2	C13	Columna 50x50	0.791
Story2	C13	Columna 50x50	4.782
Story2	C14	Columna 50x50	6.105
Story2	C14	Columna 50x50	0.801
Story1	C1	Columna 50x50	8.771
Story1	C1	Columna 50x50	3.615
Story1	C1	Columna 50x50	2.158
Story1	C2	Columna 50x50	7.586
Story1	C2	Columna 50x50	2.998
Story1	C2	Columna 50x50	2.127
Story1	C3	Columna 50x50	7.807
Story1	C3	Columna 50x50	2.752
Story1	C3	Columna 50x50	2.841
Story1	C4	Columna 50x50	7.863
Story1	C4	Columna 50x50	2.774
Story1	C4	Columna 50x50	2.902
Story1	C5	Columna 50x50	7.068
Story1	C5	Columna 50x50	3.003
Story1	C5	Columna 50x50	1.724
Story1	C6	Columna 50x50	10.924
Story1	C6	Columna 50x50	3.685
Story1	C6	Columna 50x50	5.39
Story1	C7	Columna 50x50	9.31
Story1	C7	Columna 50x50	2.9
Story1	C7	Columna 50x50	4.488
Story1	C8	Columna 50x50	8.269
Story1	C8	Columna 50x50	2.633
Story1	C8	Columna 50x50	3.98
Story1	C9	Columna 50x50	8.35
Story1	C9	Columna 50x50	2.667
Story1	C9	Columna 50x50	4.02

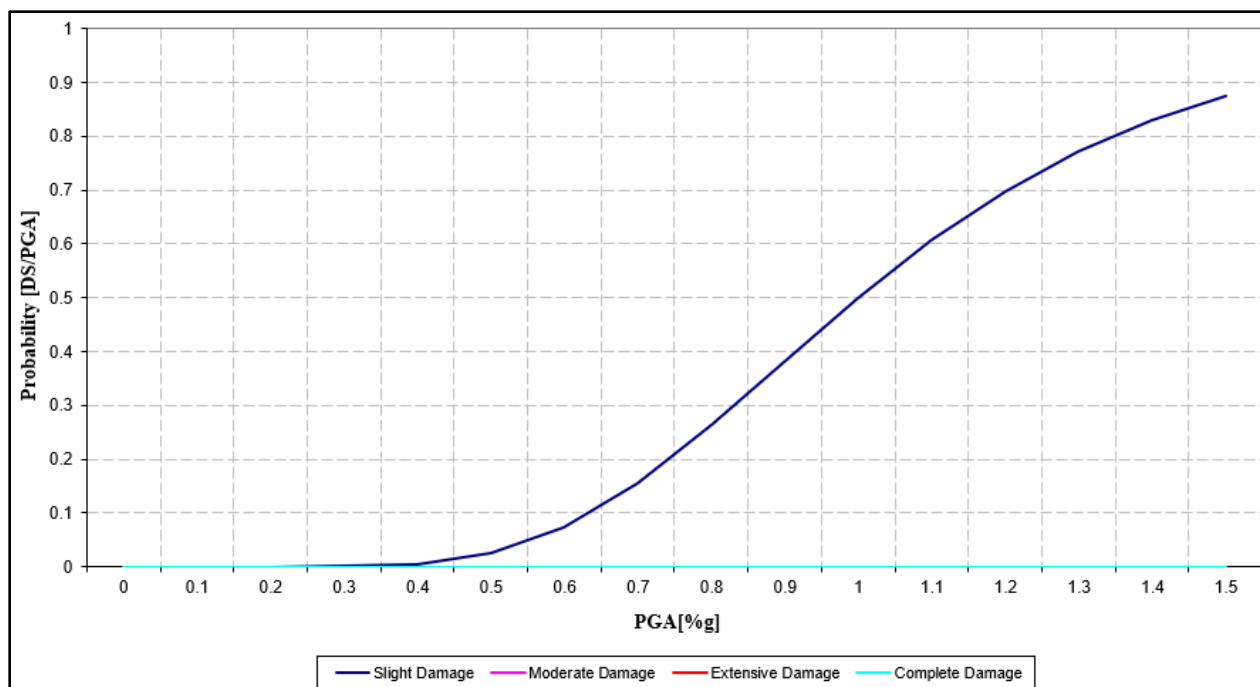
Story1	C10	Columna 50x50	8.684
Story1	C10	Columna 50x50	2.968
Story1	C10	Columna 50x50	4.256
Story1	C11	Columna 50x50	10.942
Story1	C11	Columna 50x50	3.799
Story1	C11	Columna 50x50	5.392
Story1	C12	Columna 50x50	9.294
Story1	C12	Columna 50x50	2.948
Story1	C12	Columna 50x50	4.462
Story1	C13	Columna 50x50	8.234
Story1	C13	Columna 50x50	2.651
Story1	C13	Columna 50x50	3.944
Story1	C14	Columna 50x50	8.305
Story1	C14	Columna 50x50	2.676

Análisis de resultados

Los índices de sobreesfuerzo son los que determinan el comportamiento de la estructura basado en la demanda / capacidad. En este caso se presentan los resultados para la edificación Saman I, Saman II y Educon los cuales no cumplen con el parámetro que debe ser menor que la unidad (1.0), indicando que se deben proponer alternativas de reforzamiento las cuales deben indicar que cumple con el índice requerido.

10.5. Curvas de Fragilidad

Ilustración 23 Curva de fragilidad Saman I – NS – estructura de tres pisos

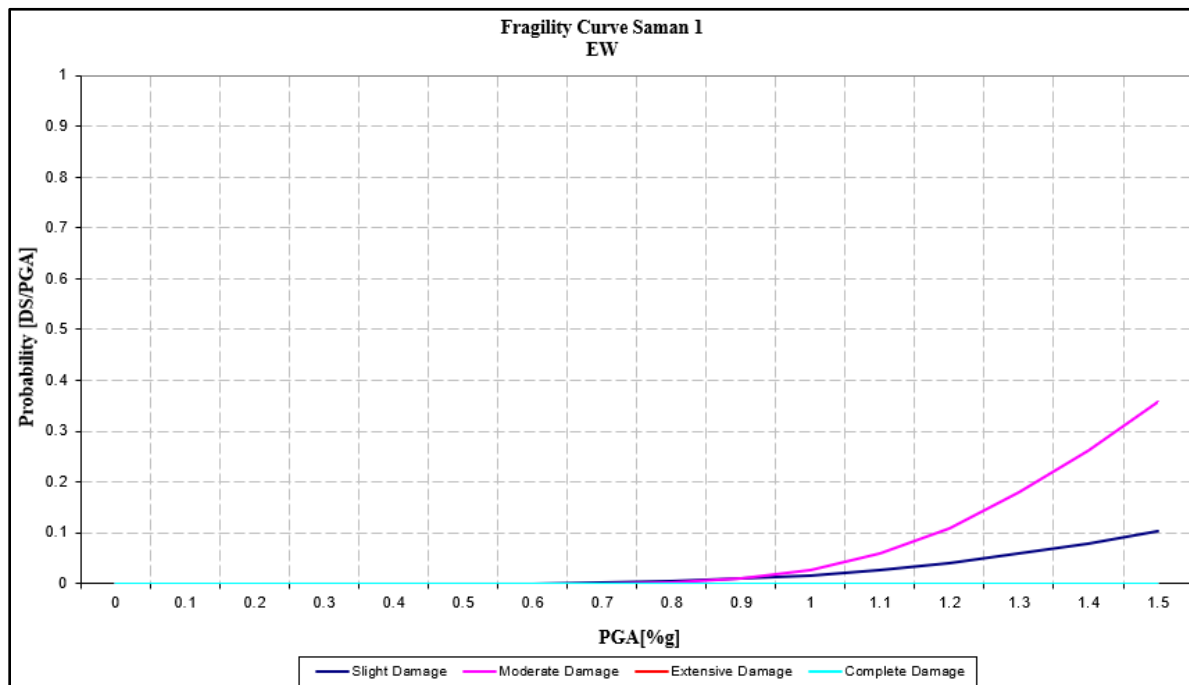


Fuente: Elaboración propia – tablas Excel.

Análisis de resultados:

Para una aceleración máxima de $S_a = 1.41$ g, se tiene un 80% de probabilidad de que la estructura al presentar un sismo, va a tener un daño leve.

Ilustración 24 Curva de fragilidad Saman I – EW – estructura de tres pisos

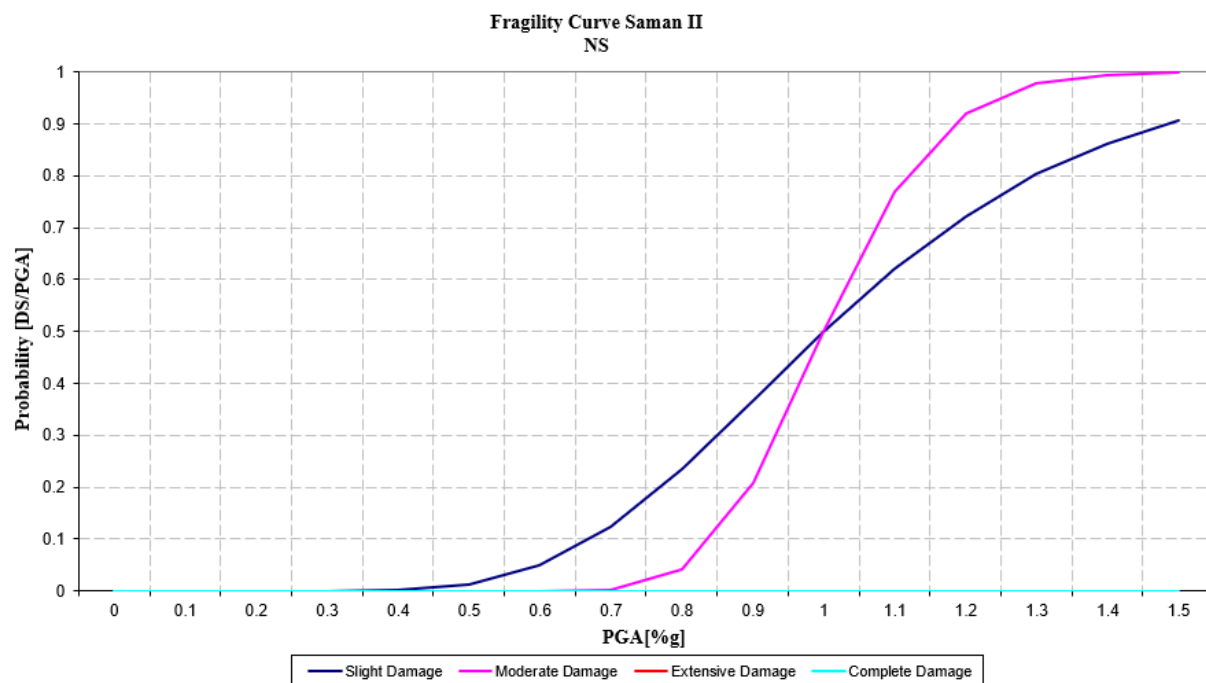


Fuente: Elaboración propia – tablas Excel.

Análisis de resultados:

Para una aceleración máxima de $S_a = 1.41$ g, se tiene un 8% de probabilidad de que la estructura al presentar un sismo va a tener un daño leve, y un 14% de probabilidad de que la estructura tenga un daño moderado.

Ilustración 25 Curva de fragilidad Saman II – NS – estructura de tres pisos

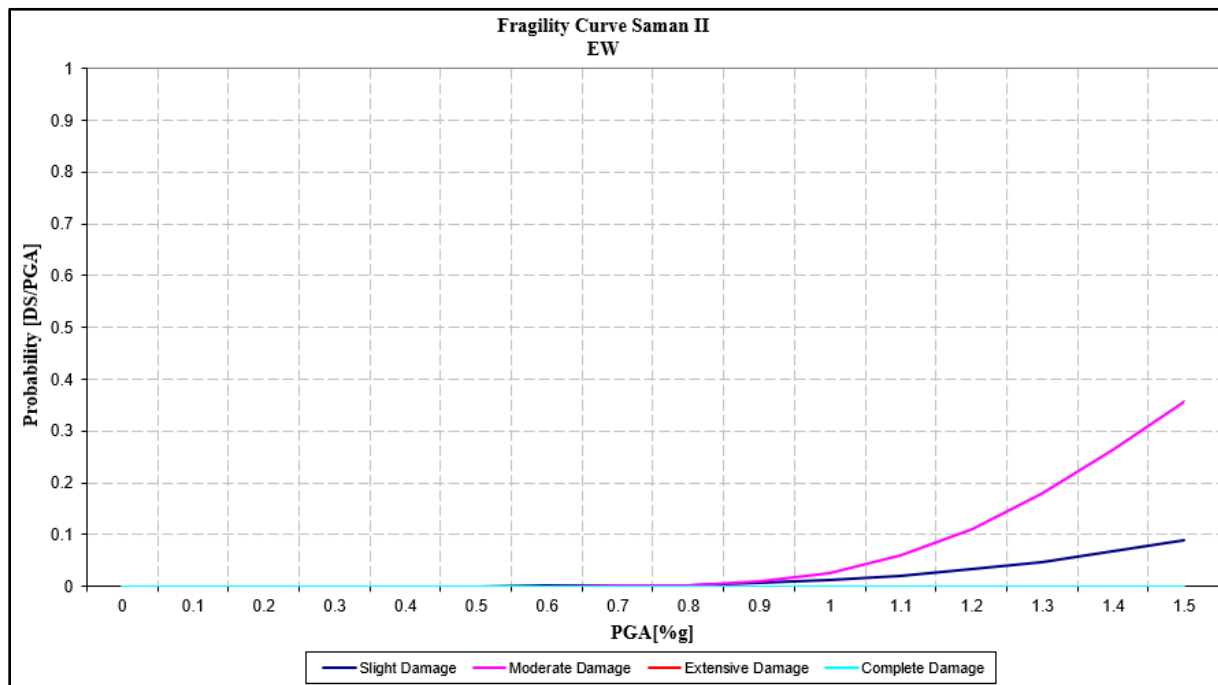


Fuente: Elaboración propia – tablas Excel.

Análisis de resultados:

Para una aceleración máxima de $S_a = 1.02$ g, se tiene un 35% de probabilidad de que la estructura al presentar un sismo va a tener un daño moderado y un 7% de probabilidad de que la estructura tenga un daño leve.

Ilustración 26 Curva de fragilidad Saman II – EW – estructura de tres pisos

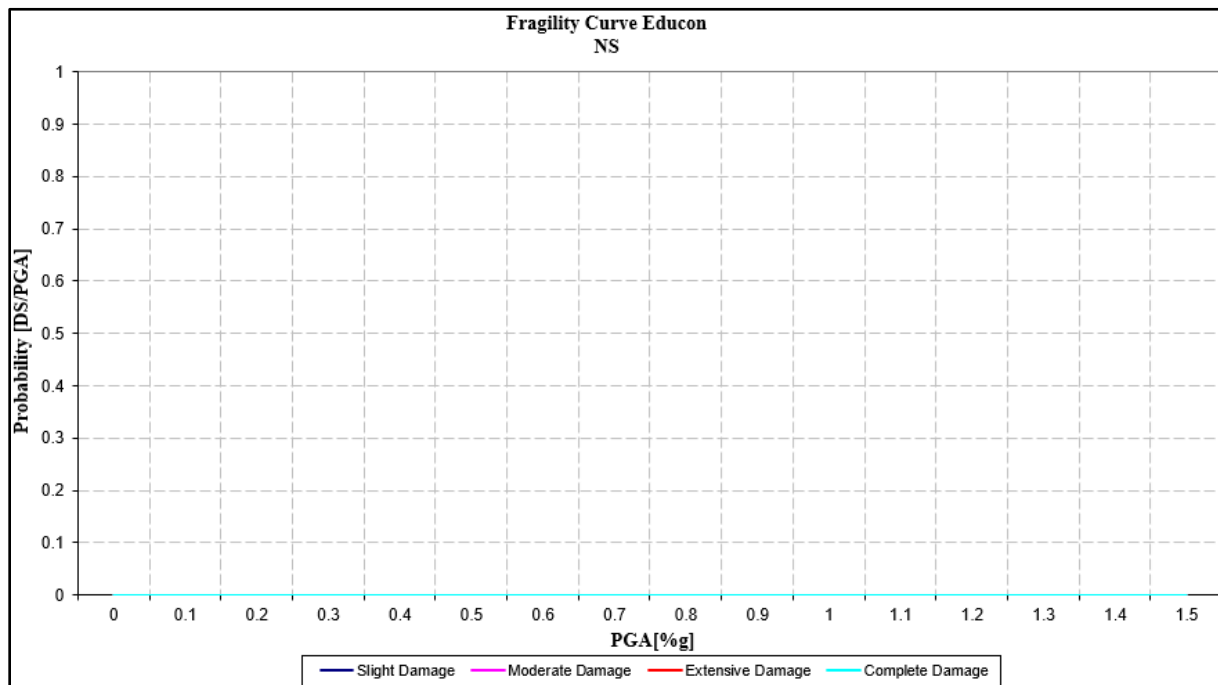


Fuente: Elaboración propia – tablas Excel.

Análisis de resultados:

Para una aceleración máxima de $S_a = 1.02$ g, se tiene un 1% de probabilidad de que la estructura al presentar un sismo va a tener un daño leve y un 1% de probabilidad de que la estructura tenga un daño moderado.

Ilustración 27 Curva de fragilidad Educon – NS – estructura de tres pisos

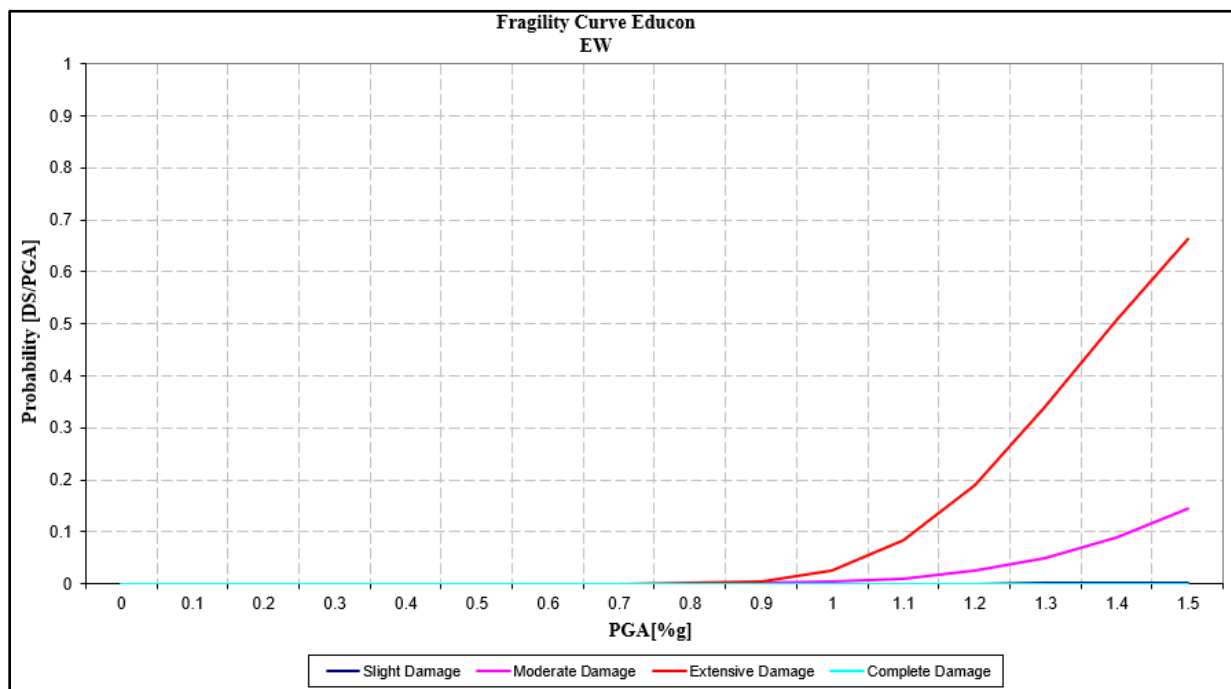


Fuente: Elaboración propia – tablas Excel.

Análisis de resultados:

Para una aceleración máxima de $S_a = 1.10$ g, se tiene un 0% de probabilidad de que la estructura al presentar un sismo presente daño completo.

Ilustración 28 Curva de fragilidad Educon – EW – estructura de tres pisos



Fuente: Elaboración propia – tablas Excel.

Análisis de resultados:

Para una aceleración máxima de $S_a = 1.10$ g, se tiene un 1% de probabilidad de que la estructura al presentar un sismo obtenga un daño moderado y un 2% de probabilidad de que la estructura presente daño extensivo.

11. CONCLUSIONES

1. Considerando el número de Niveles de la edificación, el nivel de sismicidad de la región y el nivel de desempeño determinado de acuerdo al tipo de uso de la estructura, se establece en la tabla 3-3 de la ASCE/SEI 31-03 que Nivel de evaluación a desarrollar, en el caso de los tres edificios evaluados en este documento es TIER II, la NSR-10 tampoco permite la evaluación sísmica con Seguridad Limitada para estructuras con grupo de uso III o IV, pero no tiene en cuenta el parámetro de número de pisos de la edificación, ni el nivel de sismicidad de la región, por lo cual se puede establecer que es más severa en este aspecto que la norma Americana. No obstante, se desarrolló el nivel TIER I en este proyecto con el fin de identificar las deficiencias más notorias de cada edificación y así tener un panorama más amplio en la ejecución del TIER II.

2. La metodología propuesta por la ASCE/SEI 31-03, permite para los tres edificios evaluados en el presente informe, trabajar con un periodo fundamental más alto. Esto reduce la posibilidad de obtener derivas elevadas o índices de sobreesfuerzo que puedan llevar a proponer un reforzamiento considerando que al entrar con un periodo más alto al espectro de diseño se obtendrá una aceleración espectral S_a menor.

3. Los esfuerzos cortantes en la base obtenidos mediante las ecuaciones de chequeo rápido del TIER I, alertó sobre la posibilidad de tener índices de sobreesfuerzos en las columnas, lo cual fue confirmado ampliamente en TIER II, y en TIER III con el sismo de LIVERMOR que de los 11 sismos es el que produce los resultados más críticos en los edificios.

4. Las derivas de piso obtenidas con las ecuaciones rápidas para TIER I, permiten concluir que son más conservadoras que las obtenidas con un análisis dinámico lineal, de esta forma se puede establecer que las estructuras que obtengan valores aceptables en esta primera fase de evaluación, probablemente no presentaran índices de flexibilidad altos.

5. Para los edificios Samán I y Samán II es evidente la torsión en la base, siendo este un factor crítico ante la presencia de un sismo de diseño pues puede ocasionar el colapso de la estructura, en cuanto a Educon los resultados muestran que su forma regular prima siendo una edificación con un comportamiento traslacional en los dos primeros modos de vibración.

6. Se concluye que la evaluación realizada con los parámetros de la norma ASCE/SEI 31-03 aplicados a las edificaciones localizadas en la Pontificia Universidad Javeriana Cali, identifican falencias de tipo estructural, se determinó que dichos criterios de revisión son suficientes para indicar que se requiere un reforzamiento de las tres estructuras en estudio. Se recomienda esta

metodología porque permite descartar la necesidad de evaluaciones detalladas en edificaciones que no lo requieran, optimizando los recursos necesarios para tener un criterio claro del grado de riesgo ante un sismo de diseño.

7. Con respecto a los índices de sobreesfuerzo se puede decir que las columnas están sometidas a una demanda mayor que su capacidad diseñada. Esto implica que el diseño estructural no es seguro según los estándares establecidos debido a que las edificaciones fueron diseñadas y construidas antes de la norma sismo resistente colombiana NSR-10, y al realizar la revisión con la Norma ASCE 31-03 se determina que las estructuras necesitan reforzamiento.

8. El uso de análisis dinámicos tiempo-historia en el desarrollo de curvas de fragilidad permite capturar con precisión el comportamiento no lineal de las estructuras. Sin embargo, el proceso es intensivo en términos de datos, tiempo y recursos computacionales. Las tendencias actuales buscan optimizar estos procesos mediante técnicas probabilísticas avanzadas, IA, y metodologías simplificadas, manteniendo la precisión en la evaluación del desempeño sísmico.

12. LISTAS DE VERIFICACIÓN

Atendiendo las recomendaciones de la tabla 25 y teniendo en cuenta los valores obtenidos en los cálculos anteriores, se procede al chequeo de las siguientes listas:

1. Basic Structural (Sec. 3.7)
2. Suplementar Estructural (Sec. 3.7)
3. Geologic Site Hazard and Foundation (Sec. 3.8)
4. Basic Nonstructural (Sec. 3.9.1)
5. Intermediate Nonstructural (Sec. 3.9.2)
6. Supplemental Nonstructural (Sec. 3.9.3)

C3.7.8 Lista de Verificación Estructural Básica para Edificaciones Tipo C1: Pórticos de Momento de Concreto. Esta lista de Verificación Estructural Básica se completará cuando sea requerido según la Tabla 3-2.

Cada uno de los puntos de evaluación en esta lista de verificación se marcará con una (C) cumple, (NC) no cumple o (N/A) no aplica, para una evaluación de Nivel 1. Los puntos que se cumplen identifican situaciones que son aceptables según los criterios de esta norma, mientras que los puntos que no cumplen identifican situaciones que requieren mayor investigación. Algunos puntos pueden no ser aplicables a las edificaciones que se están evaluando. Para los puntos que no se cumplen, el diseñador podrá escoger llevar a cabo una investigación adicional utilizando el procedimiento correspondiente de Evaluación de Nivel 2; los respectivos números de sección se encuentran en paréntesis después de cada punto de evaluación.

C3.7.8 Lista de Verificación Estructural Básica para Edificaciones Tipo C1. Estas edificaciones se componen de un conjunto de pórticos de vigas y columnas de concreto vaciado en el sitio.

La estructura de piso y techo se compone de placas de concreto vaciado en el sitio, vigas de concreto, losas en una dirección, en dos direcciones o placas planas. Las fuerzas laterales son soportadas por pórticos a momento de concreto que desarrollan su rigidez a través de las uniones monolíticas de viga-columna. En la edificación más antigua o en los niveles de baja sismicidad, los pórticos a momento pueden consistir en sistemas de losa plana bidireccional con franjas de columnas. Los pórticos modernos en los niveles de sismicidad alta tienen nudos reforzados, estribos a separaciones cortas y detalles especiales para ofrecer un desempeño dúctil. Este detalle

no está presente en la edificación antigua. La cimentación consiste en zapatas de concreto, placas de cimentación, o cimentaciones profundas.

12.1. Listas de Verificación

Sistema de Construcción

C	NC	NA	<p>TRAYECTORIA DE CARGA: La estructura deberá contener como mínimo una trayectoria de carga completa, para Preservación de la Vida y Ocupación Inmediata, para los efectos de fuerzas sísmicas de cualquier dirección horizontal que sirva para transferir las fuerzas inerciales de la masa a la cimentación. (Nivel 2: Sec. 4.3.1.1)</p> <p><i>La estructura contiene una trayectoria de carga completa.</i></p>
C	NC	NA	<p>EDIFICACIONES ADYACENTES: La distancia libre entre la edificación que se está evaluando y cualquier edificación adyacente deberá ser superior al 4% de la altura de la edificación más baja, para la preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.3.1.2)</p> <p><i>La estructura no presenta edificaciones adyacentes.</i></p>
C	NC	NA	<p>MEZANINES: Los mezanines interiores deberán estar arriostrados de forma independiente de la estructura principal o estarán anclados a los elementos de resistencia de fuerza lateral de la estructura principal. (Nivel 2: Sec. 4.3.1.3)</p> <p><i>No hay mezanines.</i></p>
C	NC	NA	<p>PISO DÉBIL: La resistencia del sistema de fuerza lateral en cualquier piso no podrá ser inferior al 80 % de la resistencia de un piso adyacente por encima o por debajo, para la Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.3.2.1)</p> <p><i>No hay ninguna discontinuidad en la resistencia en cualquiera de los elementos verticales del sistema resistente a fuerzas laterales.</i></p>
C	NC	NA	<p>PISO FLEXIBLE: La rigidez del sistema de resistencia de fuerza lateral en cualquier piso no podrá ser inferior al 70% de la rigidez en un piso adyacente por encima o por debajo, o menos del 80% de la rigidez promedio de los tres pisos por encima o por debajo, para la Preservación de la Vida y Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.3.2.2)</p> <p><i>No hay ninguna discontinuidad en la rigidez en cualquiera de los elementos verticales del sistema de resistencia de fuerza lateral, todos los pisos son idénticos en tamaño y altura de los miembros.</i></p>
C	NC	NA	<p>GEOMETRÍA: No habrá cambios en la dimensión horizontal relativa de más del 30% con respecto a los pisos contiguos para la Preservación de la Vida y Ocupación Inmediata en un sistema de resistencia de fuerza lateral, excluyendo los pent-houses de un solo piso y los mezanines. (Nivel 2: Sec. 4.3.2.3)</p> <p><i>La dimensión horizontal de los pórticos resistentes a momento es constante.</i></p>

- C** NC NA DISCONTINUIDADES VERTICALES: Todos los elementos verticales del sistema de resistencia de fuerza lateral serán continuos hasta la cimentación. (Nivel 2: Sec. 4.3.2.4)
Todas las columnas son continuas hasta la cimentación
- C** NC NA MASA: No habrá ningún cambio en la masa efectiva de más del 50% de un piso al siguiente, para la Preservación de la Vida y Ocupación Inmediata. No se deben tener en cuenta los techos livianos, pent-houses y mezanines. (Nivel 2: Sec. 4.3.2.5)

Tabla 35 Resumen de la masa por piso

TABLE: Mass Summary by Story			
Story	UX kip-s ² /ft	UY kip-s ² /ft	Cambio Porcentual
Story3	62,96	62,96	0,39
Story2	102,86	102,86	0,13
Story1	91,02	91,02	0

- C** **NC** NA TORSIÓN: La distancia estimada entre el centro de masa y el centro de rigidez del piso deberá ser inferior al 20% del ancho de la edificación en cualquier dimensión en planta, para la Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.3.2.6)

Tabla 36 Referencia de medidas

Story	XCM cm	YCM cm	XCR cm	YCR cm	Diferencia	Diferencia	Long	Long	Porcentaje	Porcentaje
					XCM- XCR cm	XCM- YCM- YCR cm	Edificio Y cm	Edificio X cm	Δ CM- XCR cm	Δ CM- YCR cm
Story1	2814	2720	233	251	2581	2469	5278	4731	55%	47%

- C** NC NA DETERIORO DEL CONCRETO: No habrá ningún deterioro visible del concreto o acero de refuerzo en ninguno de los elementos de resistencia de fuerza lateral o vertical. (Nivel 2: Sec. 4.3.3.4)
No hay ningún deterioro visible de concreto y acero de refuerzo en cualquiera de los elementos de resistencia de fuerza vertical o lateral.

- C** NC **NA**

ANCLAJES POST-TENSADOS: No habrá indicios de corrosión o desprendimientos en las proximidades de los accesorios terminales o de post-tensado. No se han utilizado los anclajes helicoidales. (Nivel 2: Sec. 4.3.3.5)

No presenta anclajes post-tensados.

Sistema de Resistencia a Fuerza Lateral

- C** NC NA REDUNDANCIA: El número de líneas de pórticos arriostrados en cada dirección principal deberá ser mayor o igual a 2 para la Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata. El número de vanos arriostrados en cada línea deberá ser superior a 2 para la Preservación de la Vida y 3 para la Ocupación Inmediata (Nivel 2: Sec. 4.4.1.1.1)
Hay varias líneas de muros en ambas direcciones.
- C** **NC** NA MUROS DE INTERFERENCIA: Todos los muros de mampostería rellenos y concreto colocados en pórticos de momento deberán estar aislados de los elementos estructurales. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.2.1)
Mampostería de muros de cortante sin refuerzo.
- C** NC NA COMPROBACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE: El esfuerzo cortante en las columnas de concreto, calculado utilizando en el procedimiento de comprobación rápida de la Sección 3.5.3.2, deberá ser inferior al mayor de 0.7 MPa o 0.17 f'c para la Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.1)
El esfuerzo cortante en los muros de mampostería no reforzada supera el valor permitido de 0.21 MPa. El esfuerzo cortante se calcula de acuerdo con el procedimiento de comprobación rápida como se muestra a continuación:

Ilustración 29 Esfuerzo cortante

$$A_c = [19.7 * 19.7] * 77 \Rightarrow A_c = 29807.13$$

$$V_j^{avg} = \left(\frac{1}{2} \right) \left(\frac{77}{77 - 8} \right) * \left(\frac{4814.0}{29807.1} \right) \Rightarrow V_i^{avg} = 0.09 \text{ kips} \Rightarrow V_j^{avg} = 90.12 \text{ psi} \quad \text{Ok}$$

- C** NC NA COMPROBACIÓN DEL ESFUERZO AXIAL: Los esfuerzos axiales debido a las cargas gravitacionales en las columnas sometidas a fuerzas de volcamiento deberán ser inferiores a 0,10f'c para la Preservación de la Vida y Ocupación Inmediata. De modo alternativo, los esfuerzos axiales que se debe solo a fuerzas de volcamiento, calculada utilizando el procedimiento de comprobación rápida de la Sección 3.5.3.6, deberá ser inferior a 0,30f'c para la Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.2)

$$P_{ot} = \frac{1}{m} \left(\frac{2}{3} \right) \left(\frac{v h_n}{L_{nf}} \right) \left(\frac{1}{A_{col}} \right) \quad (3-15)$$

$$Pot = \frac{1}{1,3} * \frac{2}{3} * 14023,3 * 1 = 219,2511$$

$$\left(131,2 * 0,25 \right)$$

$$0.3 * f_c = 900 > Pot = 219,2511 \quad \text{Cumple}$$

Uniones.

- C** NC NA COLUMNAS DE CONCRETO: Todas las columnas de concreto deberán estar unidas por pasadores a los cimientos para la Preservación de la Vida y el pasador deberá ser capaz de desarrollar la capacidad de tracción de refuerzo en las columnas del sistema de resistencia de fuerza lateral, para la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.6.3.2)
El acero longitudinal está anclado a la cimentación

Lista de Verificación Estructural Complementaria para Edificaciones Tipo C1: Pórticos de Momento de Concreto. Se deberá completar esta Lista de Verificación Estructural Complementaria cuando se requiera según la Tabla 3-2. Se deberá completar la lista de Verificación Estructural Básica antes de completar esta Lista de Verificación Estructural Complementaria.

Sistema de Resistencia de Fuerza Lateral.

- C** NC NA PÓRTICOS CON LOSA PLANA: El sistema de resistencia de fuerza lateral no deberá ser un pórtico que consta de columnas y losa/placa plana sin vigas. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.3)
Las losas son en concreto aligerado en una dirección con vigas y nervaduras.
- C** NC NA ELEMENTOS DE PÓRTICOS PRESFORZADOS: Los pórticos de resistencia de fuerza lateral no incluirán ningún elemento presforzado o postensado en los que el promedio de pretensionamiento supere el menor de 5 MPa o $f_c/6$ en ubicaciones de posibles de rótulas. El pretensionamiento promedio será calculado de acuerdo con el procedimiento de comprobación rápida de la Sección 3.5.3.8. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.4)
No hay elementos presforzados.

- C** NC NA

COLUMNAS CONFINADAS: No habrá columnas en un nivel con relaciones de altura/profundidad de menos de 50% de la relación altura/profundidad nominal de las columnas típicas en ese nivel para la Preservación de la Vida y de 75% para la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.5)

No hay columnas Cortas.

C NC NA SIN FALLAS A CORTANTE: La capacidad a cortante de los elementos del pórtico deberá ser capaz de desarrollar la capacidad de momento en los extremos de los miembros. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.6)

C NC NA COLUMNA FUERTE/VIGA DÉBIL: La suma de la capacidad de momento de las columnas será de 20% mayor que la de las vigas en los nudos de pórtico. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.7)

No cumple con los índices de sobreesfuerzo.

C NC NA BARRAS LONGITUDINALES DE VIGAS: Al menos dos barras longitudinales superiores y dos barras longitudinales inferiores se deberán extender de forma continua a lo largo de cada viga del pórtico. Al menos el 25% de las barras longitudinales previstas en los nudos, ya sea de momento positivo o negativo, deben ser continuas a lo largo de la longitud de los miembros para la Preservación de la Vida y Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.8)

En la revisión de planos existentes se verificó que cumple con esta condición

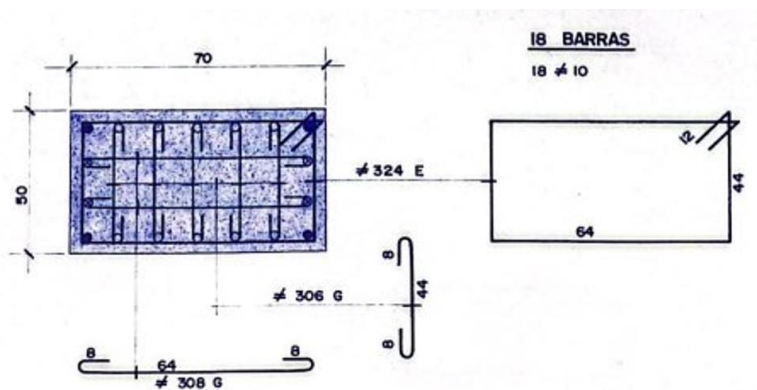
C NC NA EMPALMES DE BARRAS - COLUMNA- Todas las longitudes de empalme de traslape de barras de columnas deberán ser superiores a 35db para la Preservación de la Vida y 50db para la Ocupación Inmediata, y deberán estar unidos por estribos espaciados a igual o menor de 8db para la Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata. De modo alternativo, las barras de las columnas deberán estar empalmadas con acoplamientos mecánicos con una capacidad de al menos 1.25 veces la resistencia límite de fluencia nominal de la barra empalmada. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.9).

Ilustración 30 *Tabla de longitudes de traslapo 1*

#	1	2	3	4 = 200
5	50	65	135	35
6	60	75	155	40
7	65	90	185	45
8	75	100	205	50
10	95	130	265	60

TABLA LONGITUDES DE TRASLAPO

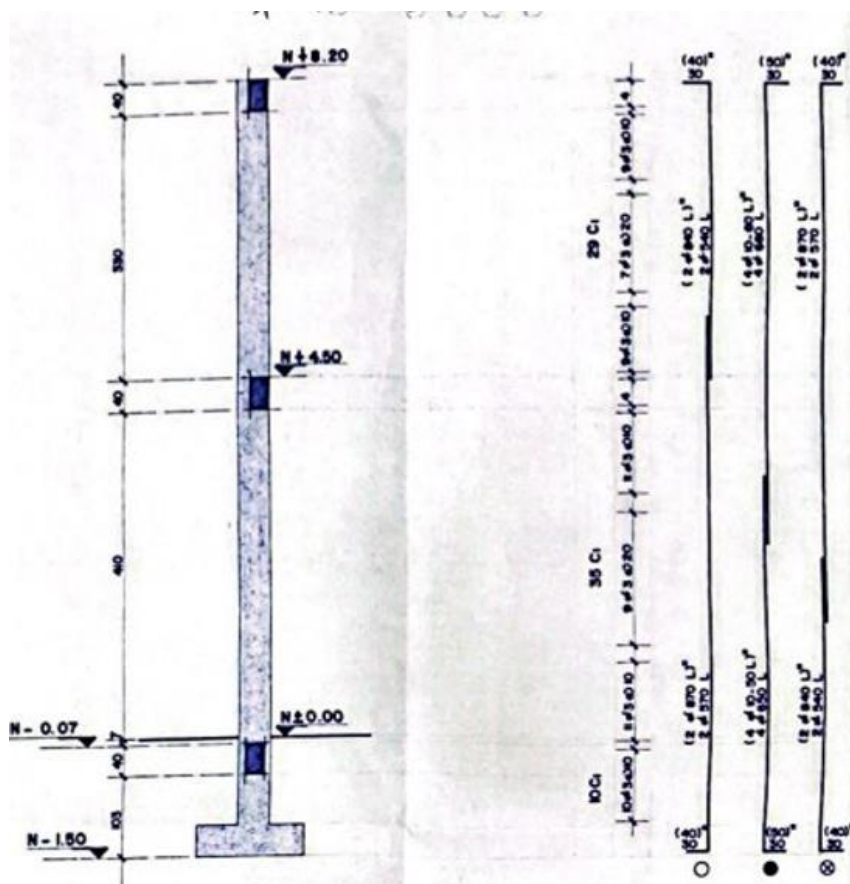
Ilustración 31 *Tabla de longitudes de traspaso 2*



$$\begin{aligned}
 & 3,18 \\
 db = & \quad \text{cm} \\
 & 111,3 \quad 60,0 \quad \text{No} \\
 35db = & \text{cm} > \text{cm} \quad \text{cumple}
 \end{aligned}$$

- C **NC** NA EMPALMES DE BARRAS - VIGAS: Los empalmes por traslapo o acopladores mecánicos para el refuerzo de viga longitudinal no deberán estar ubicados dentro de $l_b/4$ de los nudos y no deberán estar ubicados en las proximidades de las posibles ubicaciones de las articulaciones plásticas. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.10)

Ilustración 32 Empalmes de barras



Nota. $lb/4 = 08,83$ m

- C **NC** NA ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS EN COLUMNA: Las columnas del pórtico deberán tener estribos espaciados a o menor de $d/4$ para la Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata en toda su longitud y a o menor de $8db$ para la Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata en todas las posibles ubicaciones de las articulaciones plásticas. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.11)

$b = 50,0$ cm

$d = 67,0$ cm

$h = 70,0$ cm

Rec = 3,00 cm

$d/4 = 16,8$ cm

Ocupación inmediata

$8db = 25,4$ cm

Ilustración 33 Estribos 1

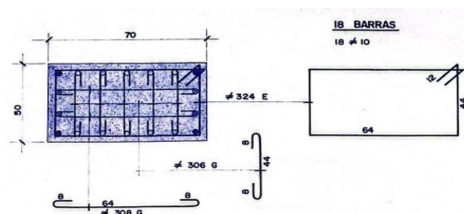
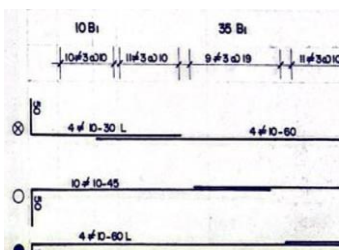


Ilustración 34 Estribos 2

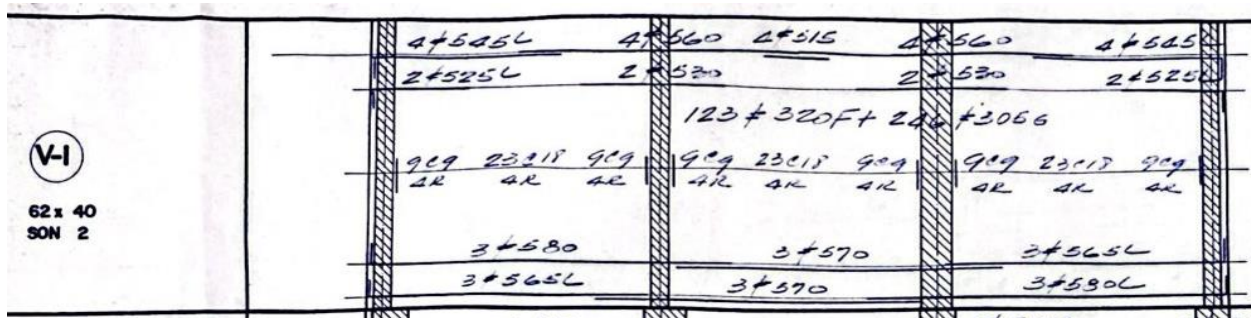


Zona cercana a las posibles ubicaciones de las articulaciones plásticas: 10 cm – **No cumple**

Longitud de la columna: 19,0 - **cumple**

- C **NC** NA ESPACIAMIENTO DE ESTRIBOS: Todas las vigas deberán tener estribos espaciados a no menor de $d/2$ en toda su longitud, para la Preservación de la Vida y Ocupación Inmediata. En las posibles ubicaciones de las rótulas plásticas, deberá haber estribos espaciados a no menor que el mínimo de $8db$ o $d/4$ para la Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata. (Nivel2: Sec. 4.4.1.4.12)

Ilustración 35 Espaciamiento estribos



Para zona interna de la viga:

$$b = 40,0 \text{ cm}$$

$$h = 62,0 \text{ cm}$$

$$\text{recub.} = 3,0 \text{ cm}$$

$$d = 59,0 \text{ cm}$$

$$d/2 = 29,5 \text{ cm} > 18,0 \text{ cm} \quad \text{No cumple}$$

Para los extremos:

$$db = 0,950$$

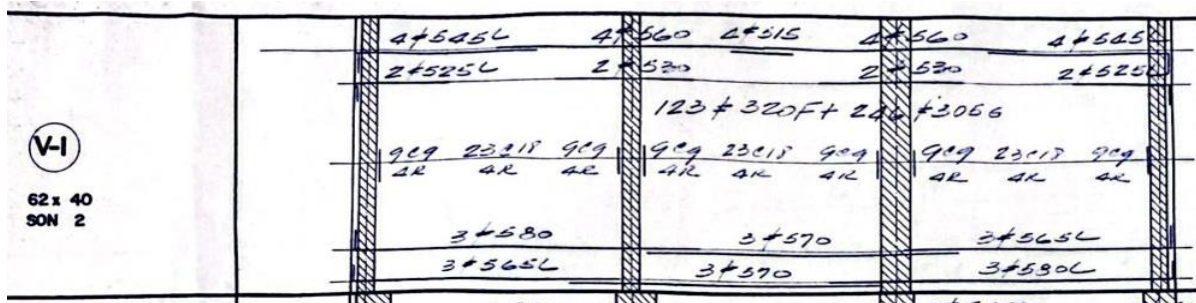
$$9,0$$

$$8db = 8 > \text{cm} \quad \text{Cumple}$$

$$d/4 = 14,75$$

- C **NC** NA REFUERZO DEL NUDO: La unión viga-columna tendrá estribos espaciados a o menos de $8db$ para la Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.13)

Ilustración 36 Refuerzo del nudo



Nota. db (#5)=1,59 cm, 8db= 12,7 cm. En el extremo del nudo: 9 cm – **cumple**

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | <p>EXCENTRICIDAD DEL NUDO: No habrá excentricidades mayores al 20% de la dimensión de columna en planta más pequeña entre los ejes centrales de la viga y columna. Este punto se deberá aplicar sólo para el nivel de desempeño de ocupación inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.14)</p> <p><i>Solo aplica para ocupación inmediata, la estructura analizada está en seguridad de vida.</i></p> |
| C | NC | NA | <p>ESTRIBOS Y GANCHOS ESTANDAR: Los estribos de vigas y columnas deberán estar anclados a los núcleos de los miembros con ganchos de 135° o mayores. Este punto deberá aplicar sólo para el nivel de desempeño de Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.4.15)</p> <p><i>Solo aplica para ocupación inmediata, la estructura analizada está en seguridad de vida.</i></p> |
| C | NC | NA | <p>COMPATIBILIDAD DE DEFLEXIÓN: Los elementos secundarios deberán tener la capacidad a cortante para desarrollar la resistencia a la flexión de los elementos para la Preservación de la Vida, y deberán cumplir los requisitos de las secciones 4.4.1.4.9, 4.4.1.4.10, 4.4.1.4.11, 4.4.1.4.12 y 4.4.1.4.15 para la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.6.2)</p> <p><i>Se debe revisar el modelo.</i></p> |
| C | NC | NA | <p>LOSAS PLANAS: Las losas/placas planas que no son parte del sistema de resistencia de fuerza lateral deberán tener acero inferior continuo a través de los nudos de columna para la Preservación de la Vida y Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.4.1.6.3)</p> <p><i>No hay losas planas</i></p> |
| C | NC | NA | <p>CONTINUIDAD DE DIAFRAGMA: Los diafragmas no deberán estar compuestos de pisos de dos niveles y no tendrán juntas de dilatación. (Nivel 2: Sec. 4.5.1.1)</p> <p><i>Se verifica que no hay junta de dilatación y las losas conforman el diafragma.</i></p> |
| C | NC | NA | <p>IRREGULARIDADES EN PLANTA: Deberá haber capacidad de tracción para desarrollar los esfuerzos del diafragma por retrocesos en las esquinas o en otros lugares de las</p> |

irregularidades en planta. Este punto solo aplica para el nivel de desempeño de Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.5.1.7)

La estructura es preservación de vida.

- | | | | |
|---|----|----|--|
| C | NC | NA | REFUERZO DEL DIAFRAGMA EN ABERTURAS: Deberá haber un refuerzo alrededor de todas las aberturas de diafragma superior al 50% del ancho de la edificación en cualquier dimensión importante en planta. Este punto solo aplica para el nivel de desempeño de Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.5.1.8) |
|---|----|----|--|

La estructura es preservación de vida.

Conexiones

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | LEVANTAMIENTO DEL CABEZAL DEL PILOTE: Los cabezales de los pilotes deberán tener refuerzo superior y los pilotes deberán estar anclados a los cabezales del pilote, para la Preservación de la Vida, y el refuerzo del cabezal de pilote y anclaje de pilote deberán ser capaces de desarrollar la capacidad de tracción de los pilotes para la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.6.3.10) |
|---|----|----|---|

La estructura no presenta pilotes.

Lista de Verificación de Fallas Geológicas del Sitio y de Cimentación. Esta Lista de Verificación de Fallas Geológicas del Sitio y de cimentación se completará cuando sea requerido por la tabla 3-2.

Cada uno de los puntos de evaluación en esta lista de verificación se marcará con una (C) cumple, (NC) no cumple o (N/A) no aplica, para una evaluación de Nivel I. Los puntos que se cumplen identifican situaciones que son aceptables según los criterios de esta norma, mientras que los puntos que no se cumplen identifican situaciones que requieren mayor investigación. Algunos puntos pueden no ser aplicables a las edificaciones que se están evaluando. Para los puntos que no se cumplen, el diseñador podrá escoger llevar a cabo una investigación adicional utilizando el procedimiento correspondiente de Evaluación de Nivel 2; los respectivos números de sección se encuentran en paréntesis después de cada punto de evaluación (López Palomino, 2014, p. 42).

Fallas Geológicas del Sitio. Los siguientes puntos deben ser completados para edificaciones en niveles de sismicidad altos o moderados.

- C** NC NA LICUEFACCIÓN: Los suelos sueltos saturados, granulares, susceptibles a la licuefacción y que puedan amenazar el desempeño sísmico de las edificaciones no deberán presentarse en los suelos de Cimentación en profundidades dentro de los 15 m bajo la edificación para Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.7.1.1)

Ilustración 37 Estrato C

- Estrato C. Conformado por gravas limosas de coloración amarillenta este estrato aparece en algunos sitios intercalado en el estrato de limo, y otros por debajo de él prolongándose hasta la máxima profundidad explorada de 8.00 mts.

- C** NC NA FALLA DE TALUDES: El lugar de la edificación deberá estar lo suficientemente alejado para un posible terremoto induciendo fallas de taludes o deslizamientos de rocas, no deberá ser afectado por estas fallas o deberá estar en la capacidad de acomodarse a cualquier movimiento predecible sin falla alguna. (Nivel 2: Sec. 4.7.1.2)
La edificación está ubicada en una zona plana.

- C** NC NA RUPTURA DE LA SUPERFICIE DE LA FALLA: La ruptura de la superficie de la falla y el desplazamiento de la superficie en el lugar de la edificación no pueden ser anticipados. (Nivel 2: Sec. 4.7.1.3)
No se verifican fallas.

Condición de las Cimentaciones. El siguiente punto debe ser completado para todas las evaluaciones de edificaciones de nivel 1.

- C** NC NA DESEMPEÑO DE LA CIMENTACIÓN: No deberá haber evidencia de un movimiento excesivo de la cimentación por asentamiento o levantamiento que afecte la integridad y resistencia de la estructura. (Nivel 2: Sec. 4.7.2.1)
La edificación no presenta movimiento excesivo ni asentamientos.

El siguiente punto deberá ser completado para edificaciones en niveles moderado o alto de sismicidad evaluada por el Nivel de Desempeño de Ocupación Inmediata.

- C** NC **NA** DETERIORO: No debe haber evidencia que los elementos de la cimentación se han deteriorado debido a la corrosión, acción de los sulfatos, desglose de los materiales, u otras razones de manera que pueda afectar la integridad o la resistencia de la estructura. (Nivel 2: Sec. 4.7.2.2)
La estructura se clasifica en preservación de vida.

Capacidad de las Cimentaciones. El siguiente punto debe ser completado para todas las evaluaciones de edificaciones de nivel 1.

- C NC NA CIMENTACIONES DE POSTES: Las cimentaciones de los postes deben tener una profundidad embebida de 1200 mm para la Preservación de la Vida y la Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.7.3.1)

Los siguientes puntos deben ser completados para edificaciones en niveles de sismicidad moderado y ser evaluados para nivel de desempeño de Ocupación Inmediata; y para edificaciones con niveles de sismicidad altos.

- C NC NA VOLCAMIENTO: La relación de la dimensión horizontal del sistema de resistencia de fuerza lateral al nivel de cimentación de la altura de la edificación (base/altura) deberá ser mayor a 0.6 S_a . (Nivel 2: Sec. 4.7.3.2)

Base del edificio =	40,0 m				
Altura del Edificio=	10,8 m	$S_a * 0,6 =$	1,578	< 4	Ok.
Aceleración Espectral					
$S_a =$	2,63				

- C NC NA ENLACES ENTRE LOS ELEMENTOS DE LAS CIMENTACIONES: La cimentación deberá tener enlaces adecuados a la resistencia de las fuerzas sísmicas donde las zapatas, pilotes y pilares no estén restringidos por vigas, losas de cimentación o terrenos de tipo A, B, o C. (Sección 3.5.3.2.1, Nivel 2: Sec. 4.7.3.3)

Se encuentran zapatas enlazadas mediante vigas.

- C NC NA CIMENTACIONES PROFUNDAS: Los pilotes y pilares deben ser capaces de transmitir las fuerzas laterales entre la estructura y el suelo. Este punto solo aplicará para el nivel de desempeño de Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.7.3.4)

No aplica, la estructura está catalogada como seguridad de vida.

- C NC NA LUGARES (SITIOS) INCLINADOS: La diferencia entre la profundidad embebida de la cimentación de un lado de la edificación al otro, no deberá exceder un piso de altura. Este punto solo se aplicará al nivel de desempeño de Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.7.3.5)

No aplica, la estructura está catalogada como seguridad de vida.

Lista de Verificación Básica del Componente No Estructural.

Esta lista de Verificación Básico del Componente No Estructural deberá completarse cuando sea requerido por la tabla 3-2. Cada uno de los puntos de evaluación en esta lista de verificación se marcará con una (C) cumple, (NC) no cumple o (N/A) no aplica, para una evaluación de Nivel 1. Los puntos que se cumplen identifican situaciones que son aceptables según los criterios de esta norma, mientras que los puntos que no cumplen identifican situaciones que requieren mayor investigación. Algunos puntos pueden no ser aplicables a las edificaciones que se están evaluando. Para los puntos que no se cumplen, el diseñador podrá escoger llevar a cabo una investigación adicional utilizando el procedimiento correspondiente de Evaluación de Nivel 2; los respectivos números de sección se encuentran en paréntesis después de cada punto de evaluación (López Palomino, 2014, p. 201).

Particiones

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | <p>MAMPOSTERÍA NO REFORZADA: La mampostería no reforzada o las particiones de mampostería hueca de arcilla deberán ser arriostradas a un espaciamiento menor o igual a 300 cm en niveles de sismicidad baja o moderada, y a 180 cm en niveles de sismicidad alta. (Nivel 2: Sec. 4.8.1.1)</p> <p><i>La estructura tiene un sistema de pórticos.</i></p> |
|---|----|----|---|

Sistemas de Cielo Raso

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | <p>SOPORTE: El sistema integrado suspendido de cielo raso no deberá ser empleado como soporte lateral de paneles de yeso, mampostería o particiones huecas de arcilla. Las particiones de paneles de yeso no necesitan ser evaluados solo donde la lista de verificación del Componente Básico no Estructural lo requiere por la Tabla 3-2. (Nivel 2: Sec. 4.8.2.1)</p> |
|---|----|----|---|

Accesorios de Iluminación

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | <p>ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA: Se deberá anclar o arriostrar la iluminación de emergencia para prevenir que se caigan durante un sismo. (Nivel 2: Sec. 4.8.3.1)</p> |
| C | NC | NA | <p>ANCLAJE DE REVESTIMIENTOS: Los elementos de revestimiento con un peso mayor a 0.5 KPa deberán ser anclados mecánicamente a la estructura del muro exterior con un espaciamiento igual o menor a 1200 mm. Se permite un espaciamiento de hasta 1800 mm solo en donde se requiera por la Tabla 3-2 de la Lista de Verificación del Componente Básico No Estructural. (Nivel 2: Sec. 4.8.4.1)</p> |

- C** NC NA DETERIORO No deberá haber evidencia de deterioro, daño o corrosión en ninguno de los elementos de conexión (Nivel 2: Sec. 4.8.4.2)
- C NC NA AISLAMIENTO DE REVESTIMIENTOS: En las edificaciones de pórticos a momento de acero o concreto, las conexiones de los paneles deberán detallarse para acomodarse a una relación de deriva de piso de 0.02. El detallado de conexión de paneles relación de deriva de piso de 0.01 se permite sólo en dónde lo requiere la Tabla 3-2 de la Lista de Verificación del Componente Básico No Estructural. (Nivel 2: Sec. 4.8.4.3)
- C NC NA PANELES DE VARIOS PISOS: Para los paneles de varios pisos adjuntos a cada nivel del piso, las conexiones de los paneles deben ser detalladas para acomodarse relación de deriva de piso de 0.02. El detallado de conexión de paneles para relación de deriva de piso de 0.01 se permite sólo en dónde lo requiere la Tabla 3-2 de la Lista de Verificación del Componente Básico No Estructural. (Nivel 2: Sec. 4.8.4.4)
- C NC NA CONEXIONES PORTANTES: En donde se requieran las conexiones portantes, deberá haber un mínimo de dos conexiones portantes por cada panel del muro. (Nivel 2: Sec. 4.8.4.5)
- C NC NA INSERCIONES: En las conexiones de concreto en donde se emplean inserciones, deberán estar anclados al acero de refuerzo u otro tipo de anclaje positivo. (Nivel 2: Sec. 4.8.4.6).
- C NC NA CONEXIÓN DE LOS PANELES: Los paneles de revestimiento exterior deben ser anclados perpendiculares al plano con un mínimo de 4 conexiones por cada panel de muro. Se permiten 2 conexiones por cada panel de muro solo en dónde lo requiere la Tabla 3-2 de la Lista de Verificación del Componente Básico No Estructural. (Nivel 2: Sec. 4.8.4.7)

Enchapado de Mampostería

- C NC NA ÁNGULOS DE SOPORTE: El enchapado de Mampostería deberá estar sujeto por ángulos de soporte u otros elementos cada 900 mm en cada piso o más por encima del suelo para la Preservación de la Vida, y en cada piso por encima del suelo después del primer piso (para Ocupación Inmediata. (Nivel 2: Sec. 4.8.5.1)
- C NC NA

ESTRIBOS: El enchape de mampostería deberá estar conectado al respaldo con estribos anticorrosivos. Los estribos deben estar espaciados a una distancia igual o menor a 600 mm con un mínimo de un amarre cada 2400 cm². Se permite un espaciamiento de 900 mm solo en dónde lo requiere la Tabla 3-2 de la Lista de Verificación del Componente Básico No Estructural. (Nivel 2: Sec. 4.8.5.2)

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | PLANOS DEBILITADOS: El enchape de mampostería deberá estar anclado al respaldo adyacente de los planos debilitados, tal como en lugares de intermitencia. (Nivel 2: Sec. 4.8.5.3) |
| C | NC | NA | DETERIORO: No deberá haber evidencia de deterioro, daño o corrosión en ninguno de los elementos de conexión. (Nivel 2: Sec. 4.8.5.4) |

Parapetos, Cornisas, Ornamentación y Accesorios

- | | | | |
|---|----|----|--|
| C | NC | NA | PARAPETOS DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA: No deberá haber parapetos de mampostería no reforzada sin soporte lateral, o cornisas, con una relación altura-espesor superior a 1.5. Se permite una relación altura-espesor de hasta 2.5 solo en dónde lo requiere la Tabla 3-2 de la Lista de Verificación del Componente Básico No Estructural. (Nivel 2: Sec. 4.8.8.1) |
| C | NC | NA | MARQUESINAS: Las marquesinas ubicadas a la salida de las edificaciones deberán estar ancladas al pórtico estructural con un espaciamiento de 1800 mm o menos. Se permite un espaciamiento de hasta 3000 mm solo en dónde lo requiere la Tabla 3-2 de la Lista de Verificación del Componente Básico No Estructural. (Nivel 2: Sec. 4.8.8.2) |

Chimeneas

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | CHIMENEAS DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA: Ninguna chimenea de mampostería no reforzada deberá extenderse sobre la superficie del techo más de dos veces la mínima dimensión de la chimenea. Se permite una altura mayor a la superficie del techo solo en dónde lo requiere la Tabla 3-2 de la Lista de Verificación del Componente Básico No Estructural. (Nivel 2: Sec. 4.8.9.1) |
|---|----|----|---|

Escaleras

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | MUROS DE MAMPOSTERÍA NO REFORZADA: Los muros de encerramiento alrededor de las escaleras no deberán ser de bloques de arcilla hueca sin refuerzo o de mampostería no reforzada con una relación altura-espesor mayor de 12 a 1. Se permite una relación altura-espesor hasta de 15 – 1 solo dónde lo requiere la Tabla 3-2 de la Lista de Verificación del Componente Básico No Estructural. (Nivel 2: Sec. 4.8.10.1) |
|---|----|----|---|

- C** NC NA **DETALLES DE LA ESCALERA:** En estructuras resistentes a momento, la conexión entre las escaleras y la estructura, no deberá apoyarse en anclajes de concreto superficiales. Como alternativa, la terminación de las escaleras debe ser capaz de facilitar la inclinación calculada empleando el procedimiento rápido de verificación de la sección 3.5.3.1 sin incluir la tensión en los anclajes. (Nivel 2: Sec. 4.8.10.2)

Contenidos y Equipamiento de la Edificación

- C** NC **NA** **CONTENIDOS ALTOS Y DELGADOS:** Los contenidos de más de 1200 mm de altura con una relación de altura-profundidad o de altura-ancho mayor de 3 a 1, deben ser anclados al piso de la losa o a muros estructurales adyacentes. Se permite una relación altura-profundidad o altura-ancho de 4 a 1 solo dónde lo requiere la Tabla 3-2 de la Lista de Verificación del Componente Básico No Estructural. (Nivel 2: Sec. 4.8.11.1)

Equipo Eléctrico y Mecánico

- C** NC NA **CORRIENTE DE EMERGENCIA:** El equipo utilizado como parte de un sistema eléctrico de emergencia estará montado de manera segura para mantener una operación continua después de un sismo. (Nivel 2: Sec. 4.8.12.1)
- C** NC NA **EQUIPO CON CONTENIDO MATERIALES PELIGROSOS:** Los equipos de Calefacción, Ventilación, Aire acondicionado y (HVAC) o cualquier otro equipo que contenga material peligroso, no deberán haber dañado las redes de suministro o soportes de aislamiento no arriostrado. (Nivel 2: Sec. 4.8.12.2)
- C** NC NA **DETERIORO:** No deberá haber muestra de deterioro, daño o corrosión en ninguno de los anclajes o soportes del equipo mecánico o eléctrico. (Nivel 2: Sec. 4.8.12.3)
- C** NC NA **EQUIPO ADOSADO:** El equipo con un peso mayor a 90 N que es adosado a al cielo raso, muros u otros soportes que se encuentren a 1200 mm sobre el nivel del piso, deberán ser apuntalados. (Nivel 2: Sec. 4.8.12.4)

Tuberías

- C** NC NA **TUBERÍA CONTRA INCENDIOS:** La tubería contra incendios deberá ser anclada y apuntalada de acuerdo a lo establecido en el código de bomberos (NFPA, 1996). (Nivel 2: Sec. 4.8.13.1)
- C** NC NA **ACOPLES FLEXIBLES:** Las redes de suministro, de gas y contra incendios deberán tener acoples flexibles. (Nivel 2: Sec. 4.8.13.2)

Almacenamiento y Distribución de Materiales Peligrosos

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | SUSTANCIAS TÓXICAS: Se deberá impedir que las sustancias peligrosas o tóxicas almacenadas en recipientes frágiles caigan, mediante puertas aseguradas, estantería con bordes, cables, u otros métodos. (Nivel 2: Sec. 4.8.15.1) |
|---|----|----|---|

Lista de Verificación Intermedia del Componente No Estructural. Esta lista de Verificación Intermedia del Componente No estructural deberá ser completada en dónde sea un requisito de la Tabla 3-2. La Lista de Verificación del Componente Básico No Estructural deberá ser completada antes de terminar esta Lista de Verificación Intermedia del Componente No estructural.

Sistemas de Cielo Raso

- | | | | |
|---|----|----|--|
| | NC | NA | TENDIDO EN AZULEJOS: Los tendidos en azulejo empleados en el cielo raso que se ubican en las salidas y los corredores deberán ser asegurados con grapas. (Nivel 2: Sec. 4.8.2.2) |
| C | NC | NA | CIELO RASOS INTEGRADOS: Los cielos rasos que se ubiquen en las salidas y en los corredores o con un peso mayor a 0.096 kPa, deberán ser sujetados con un mínimo de 4 cables diagonales o elementos rigidizadores adjuntos a la estructura superior con un espaciamiento igual o menor a 3600 mm. (Nivel 2: Sec. 4.8.2.3) |
| C | NC | NA | LISTONES SUSPENDIDOS Y YESO: Los cielos rasos elaborados con listones suspendidos y yeso o láminas de yeso deberán ser unidos para resistir fuerzas sísmicas por cada 11,100 cm ² . (Nivel 2: Sec. 4.8.2.4) |

Accesorios para Iluminación

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | SOPORTE INDEPENDIENTE: Los accesorios para iluminación en los cielos rasos deberán tener un soporte independiente al sistema de suspensión del cielo raso con un mínimo de dos cables diagonales opuestas a las esquinas de los accesorios. (Nivel 2: Sec. 4.8.3.2) |
|---|----|----|---|

Revestimiento y Acristalamiento

- | | | | |
|---|----|----|--|
| C | NC | NA | ACRISTALAMIENTO: El acristalamiento en los muros cortina y en paneles individuales de un área mayor a 14800 cm ² , ubicados a una altura mayor a 300 mm sobre una superficie peatonal exterior, deberá tener acristalamiento de seguridad. Dicho acristalamiento a una altura mayor a 300 mm sobre un área peatonal exterior deberá ser vidrio arquitectónico o vidrio templado de seguridad, o cualquier sistema de acristalamiento que se mantenga en el marco en el caso de fisurarse. (Nivel 2: Sec. 4.8.4.8) |
|---|----|----|--|

Parapetos, Cornisas, Ornamentación y Accesorios

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | PARAPETOS DE CONCRETO: Los parapetos de concreto con una relación altura-espesor mayor a 2.5 deberán tener refuerzo vertical. (Nivel 2: Sec. 4.8.8.3) |
| C | NC | NA | ACCESORIOS: Cornisas, parapetos, señales y otros accesorios que se extiendan sobre el punto más alto de anclaje hacia la estructura; voladizos desde las caras exteriores de los muros, y otro tipo de ornamentación exterior, deben ser reforzados y anclados al sistema estructural a un espaciamiento igual o menor a 300 cm para Preservación de la Vida y 180 cm para Ocupación Inmediata. Este requisito no se aplica a parapetos o cornisas que cumplan con las secciones 4.8.8.1 o 4.8.8.3. (Nivel 2: Sec. 4.8.8.4) |

Chimeneas de Mampostería

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | ANCLAJE: Las chimeneas de mampostería deben ser ancladas al piso y techo de cada nivel. (Nivel 2: Sec. 4.8.9.2) |
|---|----|----|---|

Equipo Eléctrico y Mecánico

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | AISLADORES DE VIBRACIÓN: Los equipos montados sobre aisladores de vibración deberán estar equipados con sistemas de retención o amortiguadores. (Nivel 2: Sec. 4.8.12.5) |
| C | NC | NA | DUCTOS DE HUMO Y ESCALERA: Los ductos de control de humo y de presurización de escaleras deberán estar arriostrados y deberán tener conexiones flexibles en las juntas sísmicas. (Nivel 2: Sec. 4.8.14.1) |
| C | NC | NA | DUCTOS DE HUMO Y ESCALERA: Los ductos de control de humo y de presurización de escaleras deberán estar arriostrados y deberán tener conexiones flexibles en las juntas sísmicas. (Nivel 2: Sec. 4.8.14.1) |

Lista de Verificación Complementaria del Componente No Estructural. Esta lista de Verificación Complementaria del Componente No estructural debe ser completada en dónde sea un requisito de la Tabla 3-2. Las Listas de Verificación de los Elementos Básico e Intermedio No Estructurales deben ser completadas antes de terminar esta Lista de Verificación del Componente Complementario No estructural.

Los puntos en esta lista de verificación tienen la intención de evaluar elementos que pueden prevenir o limitar el uso de una edificación después de un terremoto. Ya que esta lista de

verificación es requerida solo para edificaciones en niveles de sismicidad altos que sean evaluados por el nivel de desempeño de Ocupación Inmediata, puede ser empleada como una guía para evaluar la interrupción potencial de uso de una edificación luego de un terremoto.

Particiones / Divisiones

- | | | | |
|---|----|----|--|
| C | NC | NA | DERIVA: Las particiones de cemento rígido deberán ser detalladas para acomodarse a una relación de deriva de 0.02 en pórticos de acero y concreto a momento y pórticos de madera. El detallado de particiones de cemento rígido para relación de deriva de piso de 0.05 se permite en otras edificaciones. (Nivel 2: Sec. 4.8.1.2) |
| C | NC | NA | SEPARACIONES ESTRUCTURALES: Las separaciones en las particiones estructurales deberán tener juntas sísmicas o de control. (Nivel 2: Sec. 4.8.1.3) |
| C | NC | NA | (PARTES) SUPERIORES: Las partes superiores de las particiones en panel o en pórticos que superen la línea del cielo raso, deberán estar arriostradas lateralmente a la estructura de la edificación a un espaciamiento igual o menor a 180 cm. (Nivel 2: Sec. 4.8.1.4) |

Sistemas de Cielo Raso

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | BORDES: Los bordes de los cielos rasos deben estar separados de los muros circundantes por un mínimo 12 mm. (Nivel 2: Sec. 4.8.2.5) |
| C | NC | NA | UNIONES SÍSMICAS: El sistema de cielo raso no deberá extenderse continuamente sobre ninguna junta sísmica. (Nivel 2: Sec. 4.8.2.6) |

Accesorios para Iluminación

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | SOPORTES COLGANTES: Los accesorios para iluminación en soportes colgantes deben ser sujetos a un espaciamiento igual o menor a 180 mm. Si el soporte es rígido, debe ser libre de moverse con la estructura a la cual están sujetos sin dañar los materiales contiguos. (Nivel 2: Sec. 4.8.3.3) |
| C | NC | NA | PROTECTORES DE LENTES: Los protectores de lentes de los accesorios de iluminación, deben estar sujetos o tener sistemas de seguridad. (Nivel 2: Sec.4.8.3.4) |

Revestimiento y Acristalamiento

- | | | | |
|---|----|----|--|
| C | NC | NA | ACRISTALAMIENTO: Todo el acristalamiento exterior deberá ser vidrio arquitectónico o vidrio templado de seguridad, o cualquier sistema de acristalamiento que se mantenga en el marco en el caso de fisurarse. (Nivel 2: Sec. 4.8.4.9) |
|---|----|----|--|

Enchapado de Mampostería

- C NC NA MORTERO: El mortero en recubrimiento de mampostería no se debe ser removido fácilmente de las juntas ni con la mano, ni con una herramienta metálica y no deberá haber áreas con exceso de mortero acumulado. (Nivel 2: Sec. 4.8.5.5)
- C NC NA AGUJEROS DE DRENAJE: En enchapes arriostrados a los muros de los muros, deberán estar presentes y en funcionamiento agujeros de drenaje y vierteaguas inferiores. (Nivel 2: Sec. 4.8.5.6)
- C NC NA FISURAS EN PIEDRA: No debe haber fisuras visibles o señales de distorsión en la piedra. (Nivel 2: Sec. 4.8.5.7)

Sistemas con Postes Metálicos de Respaldo

- C NC NA POSTE DE PISTA: Los postes de pista de la estructura deben estar sujetos, a un espaciamiento igual o menor a 600 mm en el centro. (Nivel 2: Sec. 4.8.6.1)
- C NC NA ABERTURAS: Los postes de acero deberán tener aberturas para puertas y ventanas. (Nivel 2: Sec. 4.8.6.2)

Sistemas de Bloques de Concreto y Mampostería de Respaldo

- C NC NA ANCLAJE: La estructura deberá tener un anclaje de respaldo positivo con un espaciamiento igual o menor a 120 cm a lo largo de los pisos y el techo. (Nivel 2: Sec. 4.8.7.1)
- C NC NA RESPALDO EN MAMPOSTERÍA NO REFORZADA: No habrá respaldos de mampostería no reforzada. (Nivel 2: Sec. 4.8.7.2)

Contenidos y Equipamiento de la Edificación

- C NC NA ARCHIVADORES: Los archivadores organizados en grupos deberán estar sujetos unos a otros. (Nivel 2: Sec. 4.8.11.2)
- C NC NA PUERTAS Y CAJONES DE ARCHIVADORES: Las puertas de los archivadores y cajones deberán tener cerrojos que los mantengan cerrados durante un terremoto. (Nivel 2: Sec. 4.8.11.3)
- C NC NA PISOS DE ACCESO: Los pisos de acceso o encima de 225 mm de alto deberán estar arriostrados. (Nivel 2: Sec. 4.8.11.4)

- C NC NA EQUIPOS EN PISOS DE ACCESO: Los equipos y computadores situados en los pisos de acceso deberán estar ya sea sujetos a la estructura o unidos a un sistema de arrastramiento lateral del piso. (Nivel 2: Sec. 4.8.11.5)

Equipo Eléctrico y Mecánico

- C NC NA EQUIPO PESADO: Los equipos con un peso de más de 445 N deberán ser anclados a la estructura o los cimientos. (Nivel 2: Sec. 4.8.12.6)
- C NC NA EQUIPO ELÉCTRICO: Los equipos eléctricos y su cableado deberán estar arriostrados lateralmente al sistema estructural. (Nivel 2: Sec. 4.8.12.7)
- C NC NA PUERTAS: Las puertas operadas mecánicamente deben ser terminadas para operar a una relación de deriva de piso de 0.01%. (Nivel 2: Sec. 4.8.12.8)

Tuberías

- C NC NA REDES DE SUMINISTRO Y DE GAS: Las tuberías de las redes de suministro y gas deben estar ancladas y arriostradas a la estructura con el fin de prevenir rupturas en la tubería. (Nivel 2: Sec. 4.8.13.3)
- C NC NA VÁLVULAS DE CIERRE O INTERRUPCIÓN: Los dispositivos de interrupción o cierre deben encontrarse en las interfaces de servicios de las edificaciones con el fin de interrumpir el flujo de gas y de energía de alta temperatura en el caso de una falla producida por un sismo. (Nivel 2: Sec. 4.8.13.4)
- C NC NA ABRAZADERAS TIPO 'C': Las abrazaderas tipo 'C' que sujetan tuberías de más de 2.5 pulgadas de diámetro deberán ser restringidas. (Nivel 2: Sec. 4.8.13.5)

Ductos

- C NC NA APUNTALAMIENTO DE DUCTOS: Las redes de ductos rectangulares con un tamaño mayor a 5500 cm² en su área transversal, y los ductos circulares con un diámetro mayor a 700 mm deberán ser arriostrados. El máximo espaciamiento del arriostramiento transversal no deberá exceder los 9000 mm. El espaciamiento máximo del arriostramiento transversal no debe exceder los 18000 mm. Los soportes intermedios no se considerarán parte del sistema de resistencia de fuerzas laterales. (Nivel 2: Sec. 4.8.14.2)
- C NC NA SOPORTES DE LOS DUCTOS: Los ductos no deberán tener soporte de tubería o conducciones eléctricas. (Nivel 2: Sec.4.8.14.3)

Almacenamiento y Distribución de Materiales Peligrosos

- | | | | |
|---|----|----|--|
| C | NC | NA | CILINDROS DE GAS: El uso de cilindros de gas comprimido debe ser restringido. (Nivel 2: Sec. 4.8.15.2) |
| C | NC | NA | MATERIALES PELIGROSOS: Las tuberías que contengan materiales peligrosos deberán tener válvulas de interrupción u otros dispositivos con el fin de evitar derrames o goteos. (Nivel 2: Sec. 4.8.15.3) |

Ascensores

- | | | | |
|---|----|----|---|
| C | NC | NA | SISTEMA DE SOPORTE: Todos los elementos del ascensor deberán estar anclados. (Nivel 2: Sec. 4.8.16.1) |
| C | NC | NA | INTERRUPTORES SÍSMICOS: Todos los ascensores deberán contar con interruptores sísmicos que interrumpan su operación cuando el movimiento del suelo sea superior a 0.10g. (Nivel 2: Sec. 4.8.16.2) |
| C | NC | NA | MUROS DEL FOSO: Todos los muros perimetrales del foso del ascensor deberán estar reforzados para prevenir derrumbamientos hacia el foso durante movimientos fuertes. (Nivel 2: Sec. 4.8.16.3) |
| C | NC | NA | RETENEDORES DE SEGURIDAD: Debe haber retenedores de seguridad en todas las poleas y tambores con el fin de prevenir el desplazamiento de los cables. (Nivel 2: Sec. 4.8.16.4) |
| C | NC | NA | PLACA DE SUJECIÓN: Debe haber una placa de sujeción tanto en la parte superior e inferior del carro y del contrapeso. (Nivel 2: Sec. 4.8.16.5) |
| C | NC | NA | RIELES DE CONTRAPESO: Todos los rieles de contrapeso y vigas divisorias deben tener el tamaño relacionado en la forma ASME A17.1. (4.8.16.6) |
| C | NC | NA | SOPORTES: Los soportes que apuntalan los rieles del carro y el contrapeso a la estructura de la edificación deben tener el tamaño relacionado en la norma ASME A17.1. (4.8.16.7) |
| C | NC | NA | SOPORTES DE VIGA: Los soportes de viga no se deben emplear en la resistencia de fuerzas sísmicas. (Nivel 2: Sec. 4.8.16.8) |

13. BIBLIOGRAFIA

ASCE, 2003, ASCE 31-03: Seismic Evaluation of Existing Buildings, American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia.

Propuesta de adaptación del documento ASCE/SEI31- 03, “Evaluación sísmica de edificaciones existentes” Proposal to adapt ASCE/SEI31-03 “Seismic evaluation of existing buildings”.

Implementación de la metodología de evaluación sísmica propuesta en el documento ASCE/SEI 31-03 y NSR 10 para edificaciones tipo URMA (Muros portantes de mampostería no reforzada y diafragmas rígidos). <https://repository.udistrital.edu.co/items/e635143a-69d2-49c0-b9e7-a1eb1c84428>.

Aplicación de la metodología de evaluación sísmica de elementos no estructurales propuesta en el documento ASCE/SEI 31-03 – caso de estudio. <https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/handle/001/195/L%C3%B3pez%20Palomino%2C%20Paulo%20Marcelo%20-%202014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes (creada por medio de la ley 400 de 1997). https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/anexo-tecnico-decreto-1580_2023.pdf.

COMISIÓN ASESORA PERMANENTE PARA EL RÉGIMEN DE CONSTRUCCIONES SISMO RESISTENTES (Creada por medio de la Ley 400 de 1997).

Manual para la evaluación sísmica de edificios el cual es retomado en el año 2003 por el comité ASCE 31-03 (López palomino, Quiroga y Torres castellanos, 2017).

Estándar previo y comentario para la rehabilitación sísmica de edificios, el cual es retomado por el comité ASCE 41-06 en el año 2007 (López Palomino, 2014).

Norma ASCE 41-13 llamado Evaluación y rehabilitación sísmica de edificios existentes que es creada a partir de la combinación de las normas ASCE/SEI 31-03 y ASCE/SEI 41-06.

Metodología ASCE 41-17. (2018). ASCE/SEI, 41-17, seismic evaluation and retrofit of existing buildings. Virginia, AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS.

14. ANEXOS

Anexo 1. Derivas de piso en modelo ETABS en análisis dinámico no lineal tiempo historia.

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z
							m	m	m
Story3	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Max	X	0,007147	242	19,6	40	10,8
Story3	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Max	Y	0,00344	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Min	X	0,006676	242	19,6	40	10,8
Story3	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Min	Y	0,003378	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Max	X	0,006714	242	19,6	40	10,8
Story3	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Max	Y	0,003601	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Min	X	0,00679	242	19,6	40	10,8
Story3	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Min	Y	0,003722	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Max	X	0,005563	242	19,6	40	10,8
Story3	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Max	Y	0,002148	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Min	X	0,004614	242	19,6	40	10,8
Story3	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Min	Y	0,002108	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Max	X	0,003939	242	19,6	40	10,8
Story3	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Max	Y	0,001988	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Min	X	0,005411	242	19,6	40	10,8
Story3	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Min	Y	0,00204	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Max	X	0,004634	242	19,6	40	10,8
Story3	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Max	Y	0,002772	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Min	X	0,004799	242	19,6	40	10,8
Story3	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Min	Y	0,002791	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Max	X	0,006006	242	19,6	40	10,8
Story3	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Max	Y	0,002934	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Min	X	0,005541	242	19,6	40	10,8
Story3	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Min	Y	0,00308	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Max	X	0,00591	242	19,6	40	10,8
Story3	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Max	Y	0,003021	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Min	X	0,00545	242	19,6	40	10,8

Story3	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Min	Y	0,003074	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Max	X	0,000096	242	19,6	40	10,8
Story3	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Max	Y	0,000038	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Min	X	0,000081	242	19,6	40	10,8
Story3	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Min	Y	0,000028	208	42,6	26	10,8
Story3	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Max	X	0,003518	242	19,6	40	10,8
Story3	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Max	Y	0,001891	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Min	X	0,004408	242	19,6	40	10,8
Story3	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Min	Y	0,001924	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Max	X	0,003637	242	19,6	40	10,8
Story3	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Max	Y	0,001386	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Min	X	0,004034	242	19,6	40	10,8
Story3	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Min	Y	0,001691	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Max	X	0,006946	242	19,6	40	10,8
Story3	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Max	Y	0,00338	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Min	X	0,006923	242	19,6	40	10,8
Story3	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Min	Y	0,003298	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Max	X	0,004786	242	19,6	40	10,8
Story3	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Max	Y	0,007871	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Min	X	0,004467	242	19,6	40	10,8
Story3	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Min	Y	0,009159	208	42,6	26	10,8
Story3	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Max	X	0,004541	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Max	Y	0,007685	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Min	X	0,00468	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Min	Y	0,008247	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Max	X	0,005422	242	19,6	40	10,8
Story3	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Max	Y	0,008872	208	42,6	26	10,8
Story3	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Min	X	0,005127	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Min	Y	0,010298	208	42,6	26	10,8
Story3	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Max	X	0,003201	242	19,6	40	10,8
Story3	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Max	Y	0,005436	208	42,6	26	10,8
Story3	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Min	X	0,003427	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Min	Y	0,005437	208	42,6	26	10,8

Story3	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Max	X	0,004059	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Max	Y	0,006345	208	42,6	26	10,8
Story3	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Min	X	0,004041	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Min	Y	0,00658	208	42,6	26	10,8
Story3	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Max	X	0,003108	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Max	Y	0,008029	208	42,6	26	10,8
Story3	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Min	X	0,003306	242	19,6	40	10,8
Story3	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Min	Y	0,005234	208	42,6	26	10,8
Story3	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Max	X	0,002711	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Max	Y	0,004481	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Min	X	0,002502	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Min	Y	0,004564	209	-4,9	19,6	10,8
Story3	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Max	X	0,000042	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Max	Y	0,000077	208	42,6	26	10,8
Story3	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Min	X	0,000039	242	19,6	40	10,8
Story3	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Min	Y	0,000055	208	42,6	26	10,8
Story3	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Max	X	0,002753	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Max	Y	0,005483	208	42,6	26	10,8
Story3	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Min	X	0,002822	242	19,6	40	10,8
Story3	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Min	Y	0,004483	208	42,6	26	10,8
Story3	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Max	X	0,002532	242	19,6	40	10,8
Story3	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Max	Y	0,004588	208	42,6	26	10,8
Story3	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Min	X	0,002417	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Min	Y	0,005424	208	42,6	26	10,8
Story3	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Max	X	0,003773	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Max	Y	0,007034	208	42,6	26	10,8
Story3	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Min	X	0,004057	187	19,6	-0,7	10,8
Story3	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Min	Y	0,006251	208	42,6	26	10,8
Story2	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Max	X	0,013749	242	19,6	40	7,17

Story2	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Max	Y	0,005891	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Min	X	0,012803	242	19,6	40	7,17
Story2	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Min	Y	0,005782	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Max	X	0,012859	242	19,6	40	7,17
Story2	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Max	Y	0,006632	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Min	X	0,012564	242	19,6	40	7,17
Story2	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Min	Y	0,006698	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Max	X	0,009657	242	19,6	40	7,17
Story2	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Max	Y	0,003621	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Min	X	0,008294	242	19,6	40	7,17
Story2	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Min	Y	0,003672	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Max	X	0,00735	242	19,6	40	7,17
Story2	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Max	Y	0,003266	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Min	X	0,009756	242	19,6	40	7,17
Story2	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Min	Y	0,003305	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Max	X	0,009595	242	19,6	40	7,17
Story2	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Max	Y	0,004788	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Min	X	0,009814	242	19,6	40	7,17
Story2	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Min	Y	0,004752	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Max	X	0,011705	242	19,6	40	7,17
Story2	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Max	Y	0,004998	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Min	X	0,01083	242	19,6	40	7,17
Story2	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Min	Y	0,005231	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Max	X	0,010365	242	19,6	40	7,17
Story2	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Max	Y	0,005221	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Min	X	0,009772	242	19,6	40	7,17
Story2	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Min	Y	0,00522	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Max	X	0,000101	242	19,6	40	7,17
Story2	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Max	Y	0,000031	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Min	X	0,000061	242	19,6	40	7,17
Story2	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Min	Y	0,000028	208	42,6	26	7,17
Story2	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Max	X	0,006046	242	19,6	40	7,17
Story2	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Max	Y	0,003275	209	-4,9	19,6	7,17

Story2	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Min	X	0,008206	242	19,6	40	7,17
Story2	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Min	Y	0,003117	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Max	X	0,006564	242	19,6	40	7,17
Story2	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Max	Y	0,001901	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Min	X	0,00808	242	19,6	40	7,17
Story2	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Min	Y	0,002677	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Max	X	0,012743	242	19,6	40	7,17
Story2	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Max	Y	0,005696	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Min	X	0,012782	242	19,6	40	7,17
Story2	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Min	Y	0,005849	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Max	X	0,008475	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Max	Y	0,013825	208	42,6	26	7,17
Story2	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Min	X	0,008263	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Min	Y	0,015582	202	42,6	13,3	7,17
Story2	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Max	X	0,008657	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Max	Y	0,013374	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Min	X	0,008835	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Min	Y	0,014189	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Max	X	0,008232	242	19,6	40	7,17
Story2	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Max	Y	0,015595	208	42,6	26	7,17
Story2	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Min	X	0,008226	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Min	Y	0,016742	208	42,6	26	7,17
Story2	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Max	X	0,005918	242	19,6	40	7,17
Story2	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Max	Y	0,009623	208	42,6	26	7,17
Story2	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Min	X	0,005737	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Min	Y	0,009245	208	42,6	26	7,17
Story2	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Max	X	0,007956	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Max	Y	0,011762	208	42,6	26	7,17
Story2	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Min	X	0,00786	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Min	Y	0,012375	208	42,6	26	7,17
Story2	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Max	X	0,004979	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Max	Y	0,011473	208	42,6	26	7,17
Story2	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Min	X	0,005002	187	19,6	-0,7	7,17

Story2	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Min	Y	0,009566	208	42,6	26	7,17
Story2	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Max	X	0,003197	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Max	Y	0,006036	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Min	X	0,003485	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Min	Y	0,006517	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Max	X	0,000042	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Max	Y	0,000082	209	-4,9	19,6	7,17
Story2	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Min	X	0,000033	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Min	Y	0,000051	208	42,6	26	7,17
Story2	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Max	X	0,004211	242	19,6	40	7,17
Story2	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Max	Y	0,007936	208	42,6	26	7,17
Story2	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Min	X	0,004131	242	19,6	40	7,17
Story2	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Min	Y	0,006701	208	42,6	26	7,17
Story2	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Max	X	0,003104	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Max	Y	0,006253	208	42,6	26	7,17
Story2	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Min	X	0,003147	242	19,6	40	7,17
Story2	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Min	Y	0,006974	208	42,6	26	7,17
Story2	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Max	X	0,007186	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Max	Y	0,012502	208	42,6	26	7,17
Story2	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Min	X	0,007338	187	19,6	-0,7	7,17
Story2	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Min	Y	0,010685	208	42,6	26	7,17
Story1	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Max	X	0,013281	242	19,6	40	3,77
Story1	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Max	Y	0,0049	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Min	X	0,012286	242	19,6	40	3,77
Story1	NWChina-ACASEU1X7	NonModHist	Min	Y	0,004788	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Max	X	0,012839	242	19,6	40	3,77
Story1	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Max	Y	0,005721	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Min	X	0,011427	242	19,6	40	3,77
Story1	Impevall-ACASEU1X-1	NonModHist	Min	Y	0,00569	209	-4,9	19,6	3,77

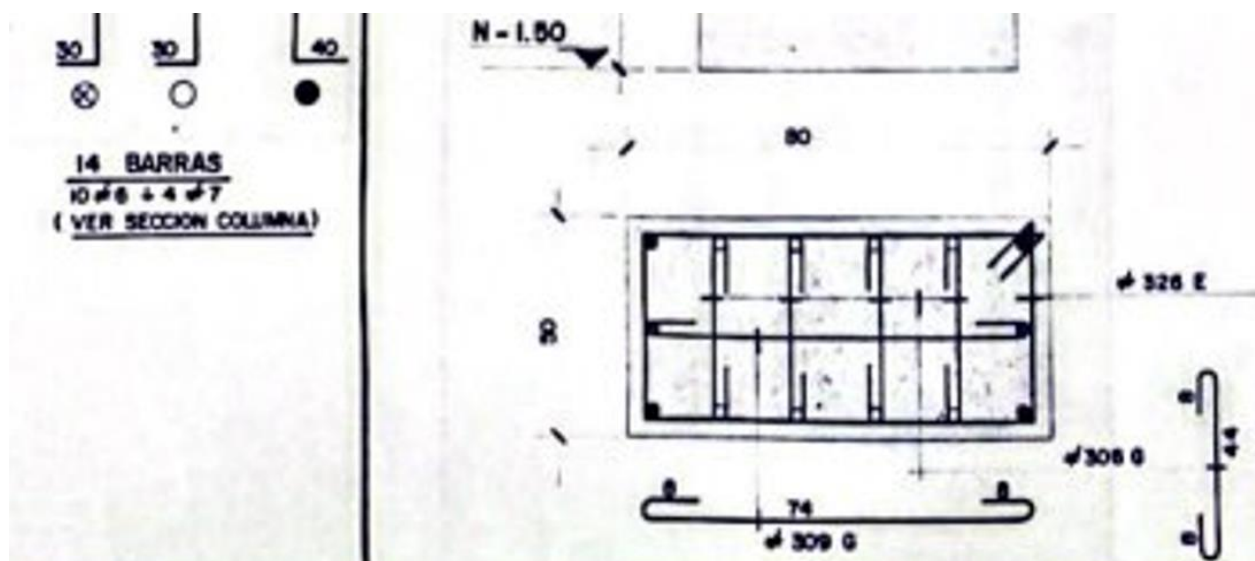
Story1	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Max	X	0,008384	242	19,6	40	3,77
Story1	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Max	Y	0,003184	208	42,6	26	3,77
Story1	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Min	X	0,008204	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Hollistr-ACASEU1X-2	NonModHist	Min	Y	0,003208	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Max	X	0,008113	242	19,6	40	3,77
Story1	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Max	Y	0,002891	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Min	X	0,008641	242	19,6	40	3,77
Story1	Livermor-ACASEU1X-3	NonModHist	Min	Y	0,002837	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Max	X	0,009737	242	19,6	40	3,77
Story1	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Max	Y	0,003987	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Min	X	0,010052	242	19,6	40	3,77
Story1	Wesmorl-ACASEU1X-4	NonModHist	Min	Y	0,003886	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Max	X	0,011356	242	19,6	40	3,77
Story1	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Max	Y	0,0042	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Min	X	0,010592	242	19,6	40	3,77
Story1	Chalfant-ACASEU1X-5	NonModHist	Min	Y	0,004302	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Max	X	0,009347	242	19,6	40	3,77
Story1	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Max	Y	0,004336	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Min	X	0,009034	242	19,6	40	3,77
Story1	Super-ACASEU1X-6	NonModHist	Min	Y	0,004272	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Max	X	0,000131	242	19,6	40	3,77
Story1	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Max	Y	0,000026	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Min	X	0,000054	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Chichi-ACASEU1X-8	NonModHist	Min	Y	0,000022	202	42,6	13,3	3,77
Story1	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Max	X	0,006233	242	19,6	40	3,77
Story1	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Max	Y	0,002759	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Min	X	0,00835	242	19,6	40	3,77
Story1	Tottori-ACASEU1X-9	NonModHist	Min	Y	0,002627	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Max	X	0,00659	242	19,6	40	3,77
Story1	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Max	Y	0,001423	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Min	X	0,007691	242	19,6	40	3,77
Story1	Park2004-ACASEU1X-10	NonModHist	Min	Y	0,002098	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Max	X	0,012251	242	19,6	40	3,77

Story1	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Max	Y	0,004937	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Min	X	0,012708	242	19,6	40	3,77
Story1	Sicorien-ACASEU1X-11	NonModHist	Min	Y	0,005042	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Max	X	0,007985	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Max	Y	0,013018	208	42,6	26	3,77
Story1	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Min	X	0,008122	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Impevall-ACASEU2Y-1	NonModHist	Min	Y	0,013783	208	42,6	26	3,77
Story1	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Max	X	0,008318	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Max	Y	0,011102	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Min	X	0,008046	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Hollistr-ACASEU2Y-2	NonModHist	Min	Y	0,011536	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Max	X	0,007597	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Max	Y	0,01473	208	42,6	26	3,77
Story1	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Min	X	0,007769	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Livermor-ACASEU2Y-3	NonModHist	Min	Y	0,014847	208	42,6	26	3,77
Story1	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Max	X	0,005438	242	19,6	40	3,77
Story1	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Max	Y	0,008516	208	42,6	26	3,77
Story1	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Min	X	0,005394	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Wesmorl-ACASEU2Y-4	NonModHist	Min	Y	0,008602	208	42,6	26	3,77
Story1	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Max	X	0,007519	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Max	Y	0,011066	208	42,6	26	3,77
Story1	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Min	X	0,007422	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Chalfant-ACASEU2Y-5	NonModHist	Min	Y	0,011518	208	42,6	26	3,77
Story1	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Max	X	0,005984	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Max	Y	0,011887	208	42,6	26	3,77
Story1	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Min	X	0,005595	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Super-ACASEU2Y-6	NonModHist	Min	Y	0,010279	208	42,6	26	3,77
Story1	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Max	X	0,002991	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Max	Y	0,005718	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Min	X	0,002853	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	NWChina-ACASEU2Y-7	NonModHist	Min	Y	0,005807	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Max	X	0,000035	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Max	Y	0,000075	208	42,6	26	3,77

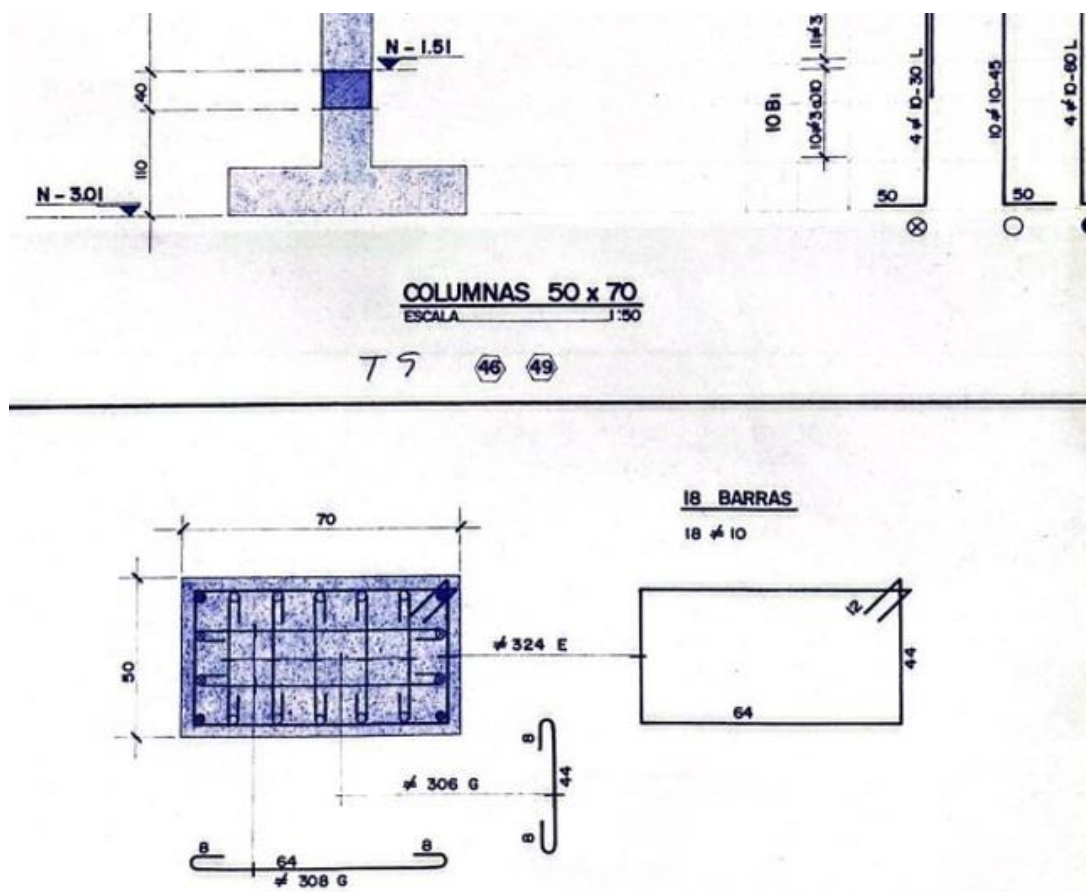
Story1	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Min	X	0,00003	242	19,6	40	3,77
Story1	Chichi-ACASEU2Y-8	NonModHist	Min	Y	0,000043	209	-4,9	19,6	3,77
Story1	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Max	X	0,003781	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Max	Y	0,006884	208	42,6	26	3,77
Story1	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Min	X	0,00378	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Tottori-ACASEU2Y-9	NonModHist	Min	Y	0,005979	208	42,6	26	3,77
Story1	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Max	X	0,003205	242	19,6	40	3,77
Story1	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Max	Y	0,005896	208	42,6	26	3,77
Story1	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Min	X	0,003097	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Park2004NS-ACASEU2Y-10	NonModHist	Min	Y	0,006085	208	42,6	26	3,77
Story1	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Max	X	0,00707	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Max	Y	0,011953	208	42,6	26	3,77
Story1	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Min	X	0,006846	187	19,6	-0,7	3,77
Story1	Sicorien-ACASEU2Y-11	NonModHist	Min	Y	0,010029	208	42,6	26	3,77

Fuente: Modelo Samán II ETABS

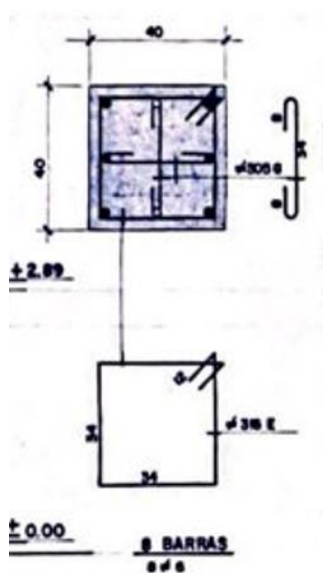
Anexo 2. Columnas de 50*80



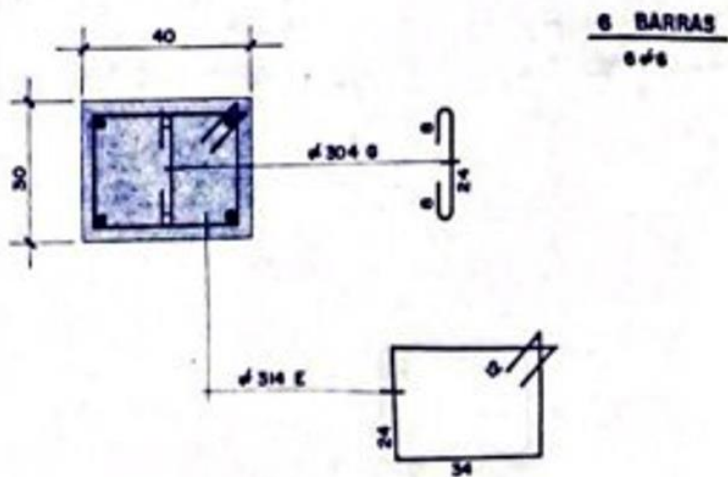
Anexo 3. Columnas de 50*70



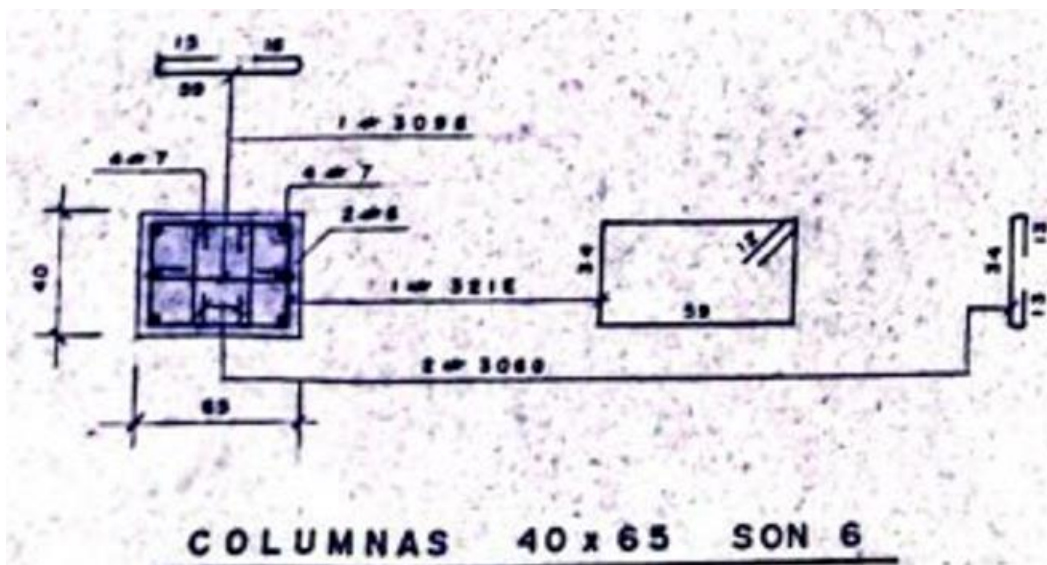
Anexo 4. Columnas de 40*40



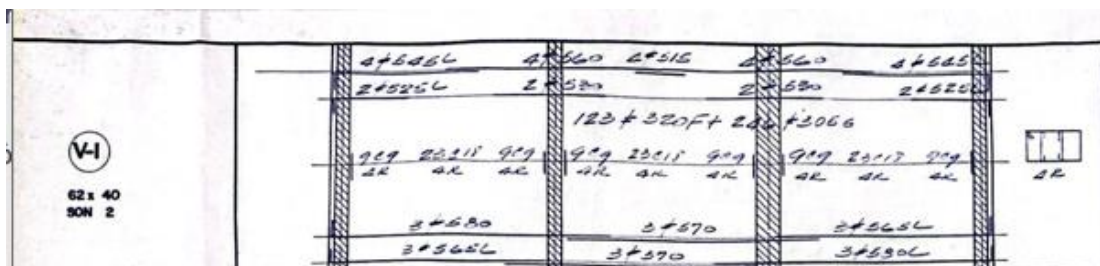
Anexo 5. Columnas de 30*40



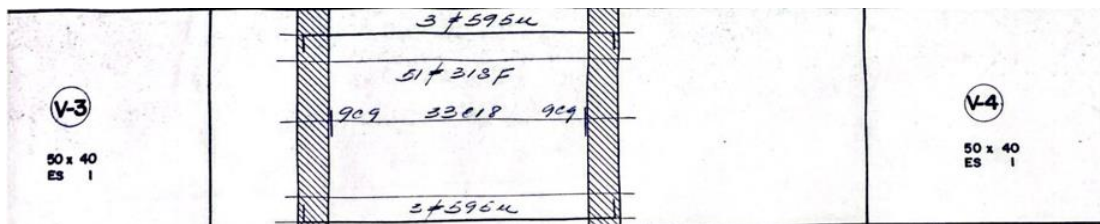
Anexo 6. Columnas de 40*65



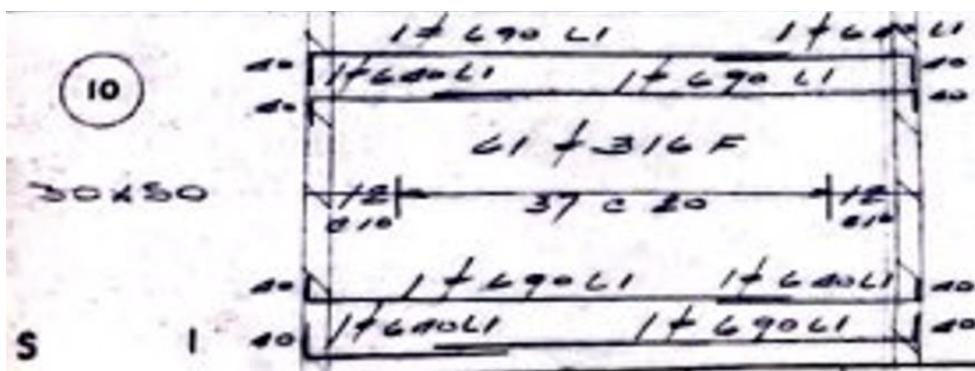
Anexo 7. Viga de 62*40



Anexo 8. Viga de 50*40



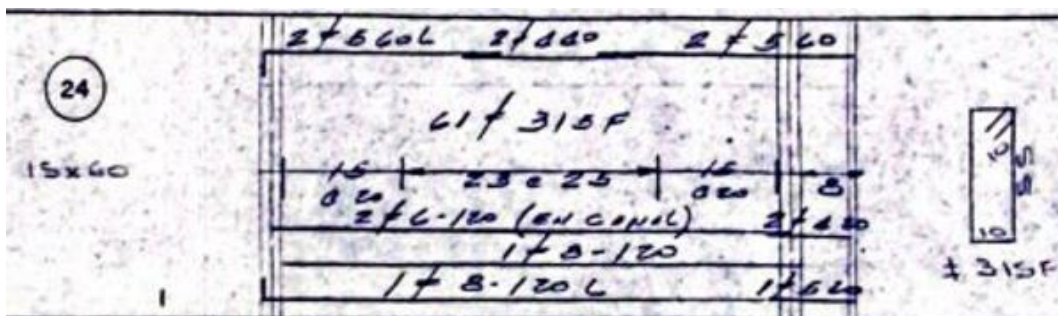
Anexo 9. Viga de 30*50



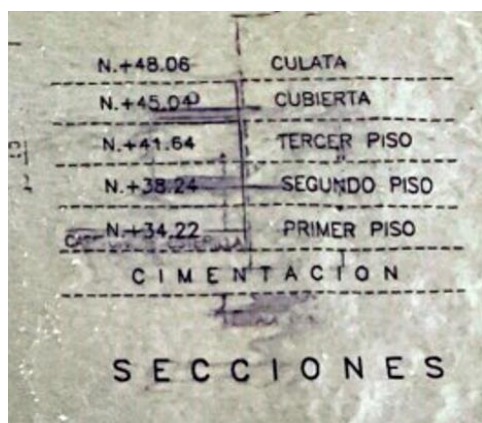
Anexo 10. Viga de 50*70



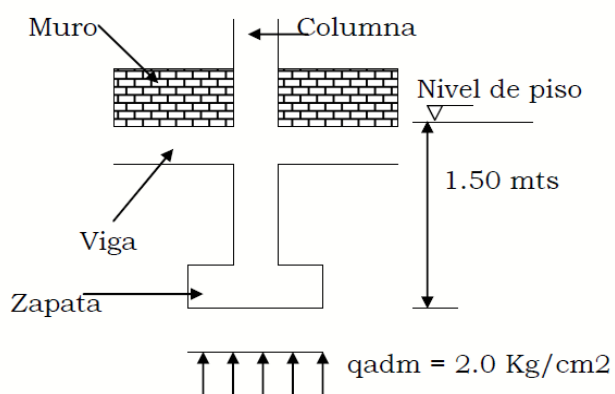
Anexo 11. Viga de 15*60



Anexo 12. Secciones

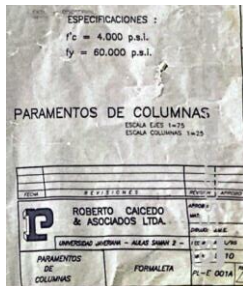


Anexo 13. Muros



Los muros de cerramiento se pueden apoyar sobre las vigas de amarre de la fundación, proyectándolas como vigas aéreas, soportadas en las columnas, sujetas al peso de los muros. En el dimensionamiento de la zapata debe tenerse en cuenta la carga adicional correspondiente al peso del muro transmitido por la viga.

Anexo 14. Resistencia del Concreto a la compresión y del acero a la fluencia extractado de los planos originales



Anexo 15. Plano

