

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



INFORME DE TESIS

**“EVALUACION ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE
REFORZAMIENTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INICIAL
336 VIRGEN DE LA NATIVIDAD, TACNA 2018”**

PARA OPTAR:

TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR

Bach. Ing. Alan Dieter Vilca Yujra

Bach. Ing. Carlos Marcial Collao Flores

TACNA PERÚ

2018

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS DE INVESTIGACIÓN

“EVALUACION ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE
REFORZAMIENTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INICIAL 336
VIRGEN DE LA NATIVIDAD, TACNA 2018”

Tesis sustentada y aprobada el 11 de diciembre de 2018; estando el
jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE: _____

Mtro. Edgar Hipólito Chaparro Quispe

SECRETARIO: _____

Mtro. Cesar Avendaño JihualInga

VOCAL: _____

Ing. Cesar Julio Cruz Espinoza

ASESOR: _____

Mtra. Dina Marlene Cotrado Flores

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo **Alan Dieter Vilca Yujra**, en calidad de: Grado Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 71041145.

Yo **Carlos Marcial Collao Flores**, en calidad de: Grado Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 04622226.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:

“EVALUACION ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INICIAL 336 VIRGEN DE LA NATIVIDAD, TACNA 2018”, la misma que presentamos para optar el: *TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL*.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiéramos ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello

en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna 11 de diciembre del 2018

.....

BACH. VILCA YUJRA, ALAN DIETER

DNI 71041145

.....

BACH. COLLAO FLORES, CARLOS MARCIAL

DNI 04622226

DEDICATORIA

A mis queridos padres Florentino Vilca Huanacuni y Carmela Yujra Mamani por darme todo cuanto pudieron, a ellos debo mi educación y sobretodo mi vida, a uds. mis gracias infinitas. A mi profesor Roger Valdez Valdivia por alentarme y seguir de cerca mi carrera casi insistentemente, muchas gracias. A mi querido tío Ignacio por enseñarme muchas cosas y principalmente a vivir la vida con alegría. A mis hermanas Rosario, Carmen y Victoria por apoyarme siempre. Finalmente, a mis engreídas Donna y Nauss.

Alan Dieter Vilca Yujra

A la memoria de mis queridos padres Marcial Collao Mendoza y Consuelo Flores Aguilar, quienes desde siempre me inculcaron los buenos valores, a mis profesores de esta universidad por sus conocimientos compartidos, a la Ingeniera Dina Cotrado por su apoyo en las etapas de la investigación, a mi esposa por su constante apoyo en lo personal

Carlos Marcial Collao Flores

AGRADECIMIENTO

A nuestro familiares, padres y hermanos, por su comprensión a lo largo del tiempo de nuestra formación profesional.

A nuestra asesora Ingeniera Dina Cotrado Flores, por su apoyo en el desarrollo del trabajo de investigación.

A los técnicos del Laboratorio de Suelos por su apoyo y orientaciones durante los ensayos de laboratorio.

A nuestro profesores universitarios y catedráticos de la facultad de Ingeniería de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Universidad, quienes en el tiempo de estudios universitarios nos brindaron y compartieron sus conocimientos académicos, y nos inculcaron seguir el camino de la investigación académica.

Índice General

CAPÍTULO 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1 Interrogante General.....	2
1.2.2 Interrogantes Específicas	2
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	2
1.3.1 Desde el punto de Vista Sísmico	3
1.3.2 Desde el punto de Vista Estructural	3
1.3.3 Desde el punto de Vista Económico.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos Específicos	4
1.5 HIPÓTESIS	5
1.5.1 Hipótesis General	5
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	5
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO	6
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	6
2.1.1 Antecedentes.....	6
2.1.2 Ubicación.....	6
2.1.3 Descripción del predio	8
2.2 BASES TEÓRICAS.....	9
2.2.1 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN A DE LA I.E. FRANCISCO ANTONIO DE ZELA, LIMACHE ALE, LUIS Y ORDOÑEZ SANGA, ROBERTO, 2014.	9
2.2.2 DEL CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS	10
2.2.3 EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE ESTRUCTURAS EXISTENTES.....	11
2.2.4 MANUAL DE REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN DE PAULO HELENE.	15
2.2.5 ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL (NTE 0.30)	21
2.2.6 DISEÑO DE CONCRETO ARMADO (NTE 0.60)	21
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	24
CAPÍTULO 3 MARCO METODOLÓGICO	26
3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
3.1.1 Tipo de la investigación	26
3.1.2 Diseño de la investigación	26

3.1.2.1	Diseño de campo	26
3.1.2.2	Diseño de laboratorio	26
3.2	POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO	26
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	26
3.3.1	<i>Variable Dependiente</i>	27
3.3.1.1	Indicador	27
3.3.1.2	Método de medición	27
3.3.2	<i>Variable Independiente</i>	27
3.3.2.1	Indicador	27
3.3.2.2	Método de medición	27
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	27
3.5	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	30
3.5.1	<i>Datos de campo</i>	30
3.5.2	<i>Toma de muestra de campo y ensayos en laboratorio</i>	30
3.5.3	<i>Análisis Estructural</i>	30
CAPÍTULO 4	RESULTADOS	31
4.1	EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL BLOQUE 1	31
4.1.1	<i>Descripción actual de la Estructura</i>	31
4.1.2	<i>Ensayos de resistencia del concreto</i>	32
4.1.2.1	Ensayo No Destructivo – Ensayo con esclerómetro	32
4.1.2.2	Ensayo Destructivo - Perforación con broca diamantada	33
4.2	EVALUACIÓN DETALLADA DEL BLOQUE 1	37
4.2.1	<i>Análisis Sísmico Modal Espectral</i>	37
4.2.1.1	Modelo del Edificio en ETABS	38
4.2.1.2	Parámetros de diseño y Espectro de aceleraciones	39
4.2.1.3	Modos y periodos de vibración de la estructura	40
4.2.1.4	Peso Sísmico	41
4.2.1.5	Cortante basal.....	42
4.2.1.6	Desplazamientos y derivas.....	43
4.2.2	<i>Verificación de capacidad de columnas existentes</i>	44
4.2.3	<i>Verificación de capacidad de las vigas principales existentes</i>	48
4.3	PROPUESTA DE REFORZAMIENTO.....	51
4.3.1	<i>Resumen Análisis Dinámico</i>	51
4.3.1.1	Modos y Periodos de vibración de la estructura.....	51
4.3.1.2	Desplazamientos y derivas.....	52
4.3.2	<i>Proceso Constructivo del Reforzamiento</i>	63
CAPÍTULO 5	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	67
CAPÍTULO 6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70

6.1 CONCLUSIONES.....	70
6.1.1 PRIMERA CONCLUSIÓN	70
6.1.2 SEGUNDA CONCLUSIÓN	70
6.1.3 TERCERA CONCLUSIÓN.....	70
6.1.4 CONCLUSIÓN GENERAL	71
6.2 RECOMENDACIONES.....	71
6.2.1 PRIMERA RECOMENDACIÓN	71
6.2.2 SEGUNDA RECOMENDACIÓN	71
6.2.3 TERCERA RECOMENDACIÓN.....	71
6.2.4 RECOMENDACIÓN GENERAL	71

Índice de Figuras

Fig. 2.1 Vista Exterior del Centro Educativo	7
Fig. 2.2 Ubicación CEI Virgen de la Natividad.....	7
Fig. 3.1 Equipos y herramientas utilizados en la 1° Parte	29
Fig. 4.1 Vista Exterior del Bloque 1.....	31
Fig. 4.2 Ubicación de puntos ensayados con esclerómetro.....	32
Fig. 4.3 Uso del esclerómetro para verificar la uniformidad del concreto.....	32
Fig. 4.4 Ubicación de muestras diamantinas extraídas.....	34
Fig. 4.5 Extracción de muestras usando el equipo con broca diamantada	34
Fig. 4.6 Extracción de muestra M – 1	35
Fig. 4.7 Total de muestras extraídas.	35
Fig. 4.8 Muestra ensayada con el Equipo de Compresión.	36
Fig. 4.9 Vista en planta del modelo en ETABS	38
Fig. 4.10 Vista 3D del modelo en ETABS.....	39
Fig. 4.11 Espectro de Aceleraciones en Eje X según ETABS	40
Fig. 4.12 Espectro de Aceleraciones en Eje Y según ETABS	40
Fig. 4.13 Periodo de Vibración Modo 1 (0.288)	41
Fig. 4.14 Puntos (M_u , P_u) ubicados en los diagramas de interacción para cada eje de C4.....	46
Fig. 4.15 Puntos (M_u , P_u) ubicados en los diagramas de interacción para cada eje de C2.....	47
Fig. 4.16 Puntos (M_u , P_u) ubicados en los diagramas de interacción para cada eje de C1.....	48
Fig. 4.17 Diagrama de momento flector por cargas de gravedad	49
Fig. 4.18 Diagrama de momento flector por cargas de sismo Y-Y	49
Fig. 4.19 Ubicación de las columnas propuestas para reforzamiento.....	51
Fig. 4.20 Puntos (M_u , P_u) ubicados en los diagramas de interacción para cada eje de CR-1	54
Fig. 4.21 Puntos (M_u , P_u) ubicados en los diagramas de interacción para cada eje de CR-2	56
Fig. 4.22 Vista 3D del Diseño Biaxial de la columna CR-2 usando Mathcad Prime 4.0	57
Fig. 4.23 Perforación en zapata para fijar varillas de acero.....	64
Fig. 4.24 Detalle separación muro - columna.....	65
Fig. 4.25 Detalle unión viga - columna - losa	66

Índice de Tablas

<i>Tabla 2.1 Cuadro de áreas del Centro Educativo.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabla 2.2 Factores de reducción de la resistencia. Fuente NTP E.060.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 4.1 Resultados del ensayo con Esclerómetro.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 4.2 Resultados del Ensayo a compresión.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 4.3 Cuadro de columnas existentes.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 4.4 Cuadro de vigas existentes.....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 4.5 Parámetros sísmicos del Bloque 1 según NTE 0.30.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 4.6 Porcentaje de masa participativa de los tres modos de vibración.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 4.7 Masa del Bloque 1 calculado por ETABS 2016.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 4.8 Fuerza cortante dinámica.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 4.9 Cortante Estática vs. Cortante Dinámica.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 4.10 Límites para la distorsión del entrepiso según NTE 0.30.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 4.11 Distorsiones de entrepiso en Sismo X-X.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 4.12 Distorsiones de entrepiso en Sismo Y-Y.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 4.13 Cuantía (%) de acero de columnas existentes.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 4.14 Valores P y M de la columna C4.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 4.15 Valores Pu y Mu según combinaciones de carga para C4.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 4.16 Valores de momento flector de la viga VP-101.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 4.17 Cálculo de combinaciones de carga para VP-101.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 4.18 Acero requerido y colocado en cada sección de la viga.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 4.19 Porcentaje de masa participativa de los tres modos de vibración (Bloque 1 Reforzado) ...</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 4.20 Distorsiones de entrepiso en Sismo X-X (Bloque 1 Reforzado).....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 4.21 Distorsiones de entrepiso en Sismo Y-Y (Bloque 1 Reforzado).....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 4.22 Cargas columna CR-1.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 4.23 Valores Pu y Mu según combinaciones de carga para CR-1.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 4.24 Cargas columna CR-2.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 4.25 Valores Pu y Mu según combinaciones de carga para CR-2.....</i>	<i>56</i>

RESUMEN

Problema: Tacna sigue siendo protagonista de reiterativos movimientos sísmicos. El último registrado es el sismo del 23 de junio de 2001, cuyo alcance dañó la mayoría de edificaciones construidas informalmente. A pesar de ello, actualmente contamos con edificaciones educativas que siguen en pie, pero que fueron concebidas con normas técnicas anteriores. Conscientes de eso, podemos afirmar, que la integridad de los estudiantes está amenazada por el desconocimiento actual de la capacidad sismorresistente de sus edificaciones.

En ese sentido, se llevó a cabo una investigación de tipo evaluación estructural con propuesta de reforzamiento de una institución educativa pública.

Objetivo: La presente tesis titulada *“EVALUACION ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INICIAL 336 VIRGEN DE LA NATIVIDAD, TACNA 2018”* tuvo como objetivo determinar el estado estructural de la Institución Educativa Inicial N°336 Virgen de la Natividad y plantear una propuesta de reforzamiento para la seguridad de la estructura.

Metodología: Para ello se tomó como muestra el pabellón más antiguo denominándole Bloque 1 y efectuando la evaluación de la estructura en dos partes. La 1° Parte fue la Evaluación Preliminar del Bloque 1, que consistió en la recopilación de datos mediante pruebas destructivas y no destructivas. La 2° Parte fue la Evaluación Detallada del Bloque 1 utilizando el software ETABS 2016, donde se realizó una simulación del comportamiento del Bloque 1 bajo las cargas de diseño. Se verificó la capacidad de la estructura y se comparó con lo establecido en el RNE, Por último, se hizo la propuesta de reforzamiento para incrementar la capacidad sismorresistente del Bloque 1 frente a eventos sísmicos posteriores.

Resultados: Del ensayo a compresión de los testigos de concreto extraídos, se obtuvo una resistencia promedio de 49.3 kg/cm², es decir 77% por debajo de la resistencia mínima en columnas (210 kg/cm²)

Conclusiones: De la modelación obtenida de la estructura usando ETBAS 2016, se halló que la capacidad sismorresistente No cumple con la Norma Técnica E.030 vigente. debido a la baja resistencia encontrada (49.3kg/cm²) en el concreto existente de las columnas, es importante realizar el reforzamiento de sus elementos.

Palabras clave: vulnerabilidad, evaluación estructural, reforzamiento, sismorresistente.

ABSTRACT

Problem: Tacna continues to be the protagonist of repeated seismic movements. The biggest recorded event is the earthquake of June 23, 2001, whose scope damaged the majority of buildings built informally. Despite this, we currently have educational buildings that are still standing, but which were designed with previous technical standards. Aware of this, we can affirm that the integrity of students is threatened by the current ignorance of the seismic capacity of their buildings.

In this sense, a structural evaluation-type research was carried out with a proposal for the reinforcement of a public educational institution.

Objective: This thesis entitled "STRUCTURAL EVALUATION AND PROPOSAL FOR REINFORCEMENT OF THE INITIAL EDUCATIONAL INSTITUTION 336 VIRGIN OF THE NATIVITY, TACNA 2018" aimed to determine the structural status of the Initial Educational Institution 336 Virgen de la Natividad and propose a reinforcement proposal for the safety of the structure.

Methodology: For this, the oldest pavilion was taken as Block 1 and the evaluation of the structure in two parts. The 1st Part was the Preliminary Evaluation of Block 1, which consisted in the collection of data through destructive and non-destructive tests. The 2nd Part was the Detailed Evaluation of Block 1 using the ETABS 2016 software, where a simulation of the behavior of Block 1 was carried out under the design loads. The capacity of the structure was verified and compared with that established in the RNE. Finally, the reinforcement proposal was made to increase the seismic capacity of Block 1 against subsequent seismic events.

Results: From the compression test of the extracted concrete controls, an average resistance of 49.3 kg / cm² was obtained, that is 77% below the minimum resistance in columns (210 kg / cm²)

Conclusions: From the modeling obtained from the structure using ETABS 2016, it was found that the seismic capacity does not comply with the current E.030 Technical Standard. However, due to the low resistance found (49.3kg / cm²) in the existing concrete of the columns, it is important to reinforce its elements.

Key words: vulnerability, structural evaluation, reinforcement, seismic resistance.

INTRODUCCION

Muchas de las edificaciones de la ciudad de Tacna que están comprendidas dentro de la categoría de uso A y B según el RNE, fueron dañadas por el sismo ocurrido el 21 de junio del 2001. La gran mayoría fueron atendidas al corto y mediano plazo para su reparación en algunos casos, y reforzamiento en otros.

Han pasado 17 años desde aquel evento y se ve necesaria una evaluación estructural completa de las edificaciones antes mencionadas, con la finalidad de determinar su capacidad sismorresistente ante nuevas solicitaciones de carga sísmica.

Hemos de tener en cuenta, que a pesar de que la ciudad de Tacna está catalogada como zona de alta sismicidad, actualmente se tiene un silencio sísmico, lo cual hace prever que ocurrirá un sismo de gran magnitud y daños de proporciones mayores.

El estudio de Vulnerabilidad Sísmica propone el diagnóstico y la evaluación estructural de edificaciones existentes bajo condiciones probables de sismo según el RNE vigente, para medir su capacidad sismorresistente.

Para tal efecto y con la intención de contribuir a esta línea de investigación, se realizó la Evaluación Estructural y Propuesta de Reforzamiento de la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de La Natividad.

EL objetivo principal fue determinar el estado estructural de la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de La Natividad y en su estudio final plantear una propuesta de reforzamiento de la estructura.

Producto de esta investigación, tenemos el presente Informe de Tesis. Este trabajo está estructurado en 5 capítulos:

En el Capítulo I se muestra el contexto del problema que nos avoca. En este apartado presentamos de forma precisa los problemas, los objetivos e hipótesis como punto de partida de nuestra investigación.

En el Capítulo II se encuentra los trabajos de investigación relacionados a nuestra tesis, así como la base teórica necesaria para entender los capítulos posteriores.

En el Capítulo III presentamos el método empleado para llevar a cabo nuestra investigación, así como los instrumentos y herramientas usados; presentamos además el procesamiento de los datos recabados.

En el Capítulo IV mostramos los resultados obtenidos luego de llevar a cabo los ensayos y el modelamiento de nuestra edificación.

En el Capítulo V tenemos la interpretación y confrontación de resultados considerando las hipótesis planteadas. Exponemos luego nuestras conclusiones y recomendaciones en el Capítulo VI

Finalmente presentamos las referencias bibliográficas que fueron consultadas durante todo el proceso de investigación.

Los Autores

CAPÍTULO 1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los sismos son fenómenos naturales causantes de daños y deformaciones estructurales en las edificaciones. Este fenómeno natural es recurrente y ocasiona un deterioro y debilitamiento de los elementos estructurales a través de los años.

Esta realidad no es ajena a la ciudad de Tacna, la cual está catalogada como zona de alta sismicidad. En esta ciudad no se ha registrado todavía un sismo de magnitud considerable desde el 23 de junio del año 2001. Aquella vez, se pudo evidenciar la falta de capacidad de respuesta sísmica de la mayor parte de las edificaciones debido a la construcción informal. Asimismo, también fueron dañadas edificaciones de uso masivo como son los colegios, centros de salud y locales comerciales, que eventualmente requirieron una reconstrucción parcial y en otros casos una reconstrucción completa.

También es importante señalar que todavía se siguen ocupando los ambientes de edificaciones que no han recibido un reforzamiento de sus elementos estructurales.

Existe entonces una preocupante necesidad de salvaguardar la integridad física de las personas que ocupan un ambiente de uso público en estas condiciones.

En ese sentido, hemos optado por llevar a cabo una investigación de tipo evaluación estructural con propuesta de reforzamiento de una edificación existente de uso público. En esta investigación se evaluará el comportamiento estructural de la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad frente a un sismo de acuerdo al último Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Interrogante General

De acuerdo a lo explicado anteriormente se formula la interrogante

¿Cuál es el estado estructural de la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad y qué propuesta de reforzamiento se puede proponer para la seguridad física de la estructura?

1.2.2 Interrogantes Específicas

Para dar respuesta a la pregunta antes planteada, se formularon las siguientes interrogantes como interrogantes específicas.

Interrogante Específica 01

¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad?

Interrogante Específica 02

La Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad ¿cumple con las normas de diseño del RNE vigente?

Interrogante Específica 03

¿Qué propuesta de reforzamiento se puede aplicar en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad para que cumpla con las normas de diseño del RNE vigente?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La presente tesis aplicada denominada “Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento de la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad, Tacna 2018” busca ampliar los horizontes de la investigación en Vulnerabilidad de Estructuras Existentes en la región de Tacna. Asimismo, cuenta con los siguientes puntos de vista:

1.3.1 Desde el punto de Vista Sísmico

El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que hay en la tierra, formando parte del Cinturón del Fuego del Pacífico.

Se ha observado que la mayor parte de la actividad tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de las placas de Nazca y Sudamericana.

Asimismo, en la región de Tacna y Arica existe un vacío de sismos o silencio sísmico, por lo cual es importante que nuestras edificaciones cumplan con los códigos de diseño vigente para salvaguardar la integridad de las vidas humanas.

1.3.2 Desde el punto de Vista Estructural

Porque permite conocer el estado de la estructura a través de los ensayos que se realizaran en el campo. Asimismo, porque podemos evaluar el comportamiento sísmico a través de modelos estructurales.

1.3.3 Desde el punto de Vista Económico

Porque conlleva a determinar la cantidad de años aproximada que puede seguir funcionando como ambiente educativo y en base a ello proyectar un presupuesto social.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Determinar el estado estructural de la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad y plantear una propuesta de reforzamiento para la seguridad de la estructura.

1.4.2 Objetivos Específicos

Objetivo Específico 01

Determinar las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad.

Objetivo Específico 02

Determinar si la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad cumple con las normas de diseño del RNE vigente.

Objetivo Específico 03

Plantear una propuesta de reforzamiento que se pueda aplicar en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad para que cumpla con las normas de diseño del RNE vigente.

1.5 HIPÓTESIS

1.5.1 Hipótesis General

Mediante una evaluación estructural a detalle es posible determinar el estado estructural actual de la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad y plantear una propuesta de reforzamiento para la seguridad de la estructura y sus ocupantes

1.5.2 Hipótesis Específicas

Hipótesis Específica 01

Mediante ensayos de campo en la estructura es posible determinar las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en la Institución Educativa Inicial N°336 Virgen de la Natividad.

Hipótesis Específica 02

Mediante un análisis por carga sísmica y cargas verticales es posible determinar si la Institución Educativa Inicial N°336 Virgen de la Natividad cumple con las normas de diseño del RNE vigente.

Hipótesis Específica 03

Mediante los resultados obtenidos de la evaluación estructural es posible plantear una propuesta de reforzamiento que se pueda aplicar en la Institución Educativa Inicial N°336 Virgen de la Natividad para que cumpla con las normas de diseño del NTE vigente.

CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1 Antecedentes

La Institución Educativa Inicial se crea en 1981, teniendo ampliaciones constructivas en años posteriores. Esta institución fue construida por los propios padres de familia.

Actualmente el bloque 1 presenta deficiencias estructurales considerables y existe preocupación por parte de la comunidad educativa personal docente y padres de familia debido a que la edificación ya cuenta con 37 años de servicio.

En ese sentido, es oportuna la evaluación estructural del Bloque 1 de la institución educativa, la misma que fue construido por los propios padres de familia y con escasa dirección técnica.

2.1.2 Ubicación

La institución educativa inicial 336 Virgen de la Natividad se encuentra ubicada en Calle Hoyos Rubios, en el CPM La Natividad, Provincia y Departamento de Tacna. Geográficamente se ubica a 18°0'39.80" Latitud Sur y 70°13'45.23" Longitud Oeste, el predio de la investigación se localiza:

Región	: Tacna
Provincia	: Tacna
Distrito	: Tacna
Lugar	: Centro Poblado Menor La Natividad
Dirección	: Calle R. Hoyos Rubio N°2039



Fig. 2.1 Vista Exterior del Centro Educativo

En la **Fig. 2.1** podemos apreciar la vista exterior frontal del Centro Educativo Inicial 336 Virgen de la Natividad. La puerta de ingreso colinda con la calle R. Hoyos Rubio N°2039



Fig. 2.2 Ubicación CEI Virgen de la Natividad.

En la **Fig. 2.2** podemos apreciar con más detalle la ubicación del Centro Educativo Inicial 336 Virgen de la Natividad.

2.1.3 Descripción del predio

El predio donde se ubica la estructura de estudio tiene una superficie con linderos como se describe a continuación:

Por el frente y fondo con 19.70mts. por el lado derecho e izquierdo con 50.70mts. y dentro de la distribución general que alberga el predio tenemos: el Bloque N°01 (tema de nuestro estudio), que es una construcción de concreto tipo aporricado, con muros de cabeza en dirección de los pórticos y muros de soga en dirección longitudinal. Presenta columnas típicas de sección 25x30cms, y 25x45cms, con losa aligerada de 20cms de espesor. Dentro de ella tenemos tres aulas y tres módulos de servicios higiénicos.

En el bloque N°02 se encuentra el área de Comedor y Cocina. Es una construcción con muros de ladrillo rojo asentado tipo soga, con columnas de concreto armado y techo liviano con estructura de madera y cobertura con planchas de asbesto cemento.

El bloque N°03 constituido por dos módulos de aulas de material prefabricado del tipo draywall.

El Bloque N°04 es un área techada sobre columnas de concreto y cobertura con planchas de asbesto cemento para una pequeña tribuna de tres graderías.

Por último, el Bloque N°05, en la cual se ubica la Dirección. Es una construcción de concreto armado con muros de ladrillo rojo arriostrado por columnas y vigas de concreto y con losa aligerada. Se tiene un área libre que recorre todo el largo del predio.

En la **Tabla 2.1** se muestra los valores de las áreas construidas correspondientes al Centro Educativo Inicial 336 Virgen de la Natividad.

Tabla 2.1 Cuadro de áreas del Centro Educativo

CUADRO DE ÁREAS		
Área del Terreno	998.79	100%
Área techada (concreto)	310.58	
Área techada (calamina)	260.01	
Área construida	570.59	57.13%
Área libre	428.20	42.87%

2.2 BASES TEÓRICAS

Se han encontrado los siguientes trabajos de tesis de la biblioteca de la Universidad Privada de Tacna como antecedentes correspondientes a la línea de investigación de Vulnerabilidad en estructuras existentes y cuyo estudio sirve a nuestros propósitos:

2.2.1 EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DEL PABELLÓN A DE LA I.E. FRANCISCO ANTONIO DE ZELA, LIMACHE ALE, LUIS Y ORDOÑEZ SANGA, ROBERTO, 2014.

En este informe de tesis se evaluó el Pabellón A de la I.E. Francisco Antonio de Zela

Dentro de este contexto la investigación de evaluación y reforzamiento toma en cuenta los aspectos metodológicos en el marco del análisis estructural de estructuras de concreto y el reforzamiento de las mismas con la finalidad de que estas estructuras continúen dando servicio a la comunidad educativa.

a) Evaluación Preliminar

Inspección Ocular

- Patologías causadas por defectos
- Patologías causadas por daños
- Patologías causadas por deterioro

b) Ensayos de campo y laboratorio

- Extracción de muestras de diamantina
- Verificación del refuerzo

c) Análisis Sísmico según la Norma NTE E.030

Se consideró lo siguiente:

- Propiedades mecánicas de los materiales
- Modelo para el análisis
- Estimación de masas
- Parámetros sísmicos
- Periodos Naturales y Modos de vibración

- Desplazamientos Máximos Estimados

Para la evaluación de elementos de concreto se tomaron en consideración la Norma NTE E.060

- Combinación de cargas
- Metrado de cargas

En la búsqueda de fuentes de información referentes a la evaluación estructural y trabajos de reforzamiento, hemos seleccionado aquellos de mayor incidencia en nuestro trabajo de investigación. A continuación, presentamos lo siguiente:

SEGÚN LA NORMA NTE E.030 TENEMOS:

2.2.2 DEL CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS

Las edificaciones deterioradas por movimientos telúricos deben ser evaluadas, reparadas y mejoradas estructuralmente, con la finalidad de tener mejores comportamientos y resistir nuevos eventos sísmicos, todos estos conceptos deben enmarcarse dentro del diseño sísmico mencionado en el capítulo 1

(8.1) Evaluación de estructuras después de un sismo

Después de un sismo la edificación debe ser revisada por un ingeniero civil, el cual deba de establecer si la estructura se encuentra en buenas condiciones o si en necesario la demolición, reparación y/o reforzamiento. En el estudio deberá de considerarse las propiedades geotécnicas del suelo sobre la cual se cimienta la edificación dañada.

(8.2) Reparación y reforzamiento

El reforzamiento de la edificación deberá de dar a la estructura una buena respuesta ante sollicitaciones futuras de rigidez, resistencia y ductilidad.

En el sistema de reforzamiento se deba de considerar los detalles, y protocolos constructivos a tener en cuenta durante el proceso de reparación.

En los proyectos de reforzamiento sísmico de edificios se deben contemplar estrictamente lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), en el caso de que se tenga otros métodos de reparación estos deberán justificarse técnicamente, y tener el visto bueno del propietario y de las autoridades competentes.

En el caso de las edificaciones esenciales estas podrán ser reparadas, teniendo en cuenta los criterios de reforzamiento progresivo indicados en el texto “Engineering Guideline for Incremental Seismic Rehabilitation”, FEMA P-420, Risk Management Series, USA, 2009.

TEXTO EXTRAÍDO DEL MANUAL ICG:

2.2.3 EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

(20.1) GENERALIDADES

(20.1.1) Si se tiene dudas con respecto a la estabilidad de una estructura o de algún elemento estructural de los componentes, o si es necesario tener información de la capacidad de carga o de los límites de carga, se tendrá que efectuar un análisis de resistencia estructural, o empleando parámetros de carga y también se pueden usar ambos procedimientos.

(20.1.2) Si los defectos en la resistencia son bien conceptualizados, se podrá medir cuantitativamente las propiedades de los materiales y la dimensión de los elementos estructurales, y con estos datos se podrá realizar un análisis estructural, basada en las referidas mediciones. Los datos deberán de determinarse conforme a la establecido en (20.2)

(20.1.3) En el caso de que la secuela de una deficiencia en la resistencia estructural no sea bien entendida, por no poder establecer las dimensiones estructurales de los elementos que lo conforman, ni se pueda establecer las propiedades del material, en este caso se requiere de una prueba de carga.

(20.1.4) Si se tiene incertidumbre en cuanto a la seguridad de un elemento o de toda una estructura que compromete la estabilidad estructural, y la respuesta observada durante las pruebas de cargas cumplen con las reglas de aceptación, se podrá establecer que la estructura o un elemento de esta continúe en servicio por un lapso de tiempo determinado, cumplido este periodo de tiempo se deberá reevaluar la estructura nuevamente.

(20.2) DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES Y DIMENSIONES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

(20.2.1) Se deberá registrar en situ las medidas de los elementos estructurales.

(20.2.3) Si se quiere determinar la resistencia del concreto, se debe tener testigos de concreto confiables tomadas en el tiempo del proceso constructivo, o de lo contrario realizar extracciones de los núcleos de los elementos estructurales cuya

resistencia se tenga desconfianza, las resistencias de los elementos estructurales deben determinarse como se especifica en (5.6.5)

(20.2.4) Si se quiere saber la resistencia a la tracción de las barras de acero, se deban tomarse muestras representativas del material contenido en la estructura.

(20.2.5) Si las propiedades de los materiales, y las dimensiones de los elementos estructurales se determinan por mediciones y ensayos de campo, y los cálculos (análisis) se realizan a los establecido en el apartado (20.1.2) se puede aumentar el valor del coeficiente de reducción de resistencia con respecto a los valores dados en 9.3, pero este no deberá ser mayor a:

- Flexión sin carga axial	1,00
- Tracción axial con o sin flexión	1,00
- Compresión axial con o sin flexión:	
Elementos con espiral que cumplan con 10.9.3	0,90
Otros elementos	0,85
- Cortante o torsión	0,90
- Aplastamiento del concreto	0,85

(20.3) PROCEDIMIENTO PARA LA PRUEBA DE CARGA

(20.3.1) Disposición de la carga

El número y disposición de tramos o paños cargados debe seleccionarse para incrementar las deformaciones (deflexiones) y esfuerzos de tracción y compresión en los puntos de los elementos estructurales cuya resistencia está en duda. Deberá de utilizarse más de un patrón de carga para garantizar que se obtengan los máximos efectos de deformación como deflexión, rotación, estos procedimientos son necesarios para determinar la capacidad de la estructura.

(20.3.2) Intensidad de la carga

La cantidad de carga total de la prueba (CM incluida) no debe ser menor que 0.85 (1,4 CM + 1,7 CV). Se puede disminuir la carga viva teniendo en cuenta lo establecido en NTE E.020 Cargas.

(20.3.3) Cualquier prueba de carga no se realizará en la estructura hasta que dicha estructura o parte de ella tenga por lo menos una edad de 56 días como

mínimo, de realizarse la prueba a una edad menor deberán de ponerse de acuerdo el propietario de la edificación, el consultor, y toda las partes que intervengan en este tipo de análisis estructural.

(20.4) APLICACIÓN DE LA CARGA PRUEBA

(20.4.1) Antes de proceder a realizar las pruebas de carga, se deben tener todas las medidas iniciales de acuerdo a las respuestas esperadas, estas mediciones le conciernen a las defecciones, rotaciones, deformaciones unitarias, desplazamientos, ancho de fisura, estas mediciones se deben realizar una hora antes de los intervalos de incremento de carga, y la toma de medidas se efectuaran en los puntos donde se sospecha que se produzca la máxima deformación.

(20.4.2) La carga de prueba debe realizarse por lo menos en cuatro ensayos de incrementos que tengan equidad en capacidad de carga

(20.4.3) La carga repartida de prueba, se debe superponer de tal manera que esta se tenga una repartición uniforme en todo el elemento estructural o parte del elemento que está en proceso solicitaciones de carga, por ende, no se debe provocar el efecto de arco en la carga aplicada.

(20.4.4) se anotarán los resultados de las mediciones de las cargas aplicadas después de cada fase de incremento de carga y al finalizar con la colocación de todas las cargas sobre la estructura, y esta debe permanecer por lo menos un lapso de 24 horas

(20.4.5) Se deberá retirar inmediatamente todas las cargas aplicadas en la prueba, por consiguiente, se deben de registrar todas las mediciones de las respuestas de las deformaciones.

(20.4.6) Se realizará un tramo final de mediciones de la respuesta, 24 horas posteriores de haber retirado las cargas de prueba.

(20.5) CRITERIO DE ACEPTACIÓN

(20.5.1) Después de haberse realizado los ensayos, la estructura no debe presentar falla alguna, las deformaciones del concreto como rajaduras y descascamiento se tomarán como señal de falla estructural

(20.5.2) Las deflexiones máximas obtenidas deberán cumplir y satisfacer la siguiente expresión para la deflexión:

$$\Delta 1 \leq \frac{l_t^2}{20000h} \dots (20 - 1)$$

$$\Delta r \leq \frac{\Delta 1}{4} \dots (20 - 2)$$

Donde: h= peralte de la sección

l_t^2 =distancia entre los ejes de apoyo

Para losas bidireccionales l_t^2 será la distancia más corta. Para voladizos, l_t^2 deberá considerarse como el doble de la distancia del apoyo al extremo del voladizo.

Si la máxima deflexión medida, $\Delta 1$ y la deflexión residual Δr no satisfacen (20-1) ó (20-2), se puede repetir la prueba de carga.

(20.5.3) Los elementos estructurales que han sido sometidos a pruebas de carga no deben tener rajaduras, ya que, si esta se produce, se tendría una falla por cortante ante la ocurrencia de un sismo.

(20.5.4) Los elementos estructurales no cuenten con refuerzo de acero transversal, tienden a la aparición de rajaduras inclinadas en comparación con su eje longitudinal, y aquellas que tengan una longitud mayor al peralte del elemento, este tipo de fisura debe ser evaluada más profundamente.

(20.5.5) En los puntos de intersección de elementos estructurales, donde se debe tener en cuenta las longitudes de anclaje y traslape de acero de refuerzo, y en caso de que se produzcan fisuras cortas inclinadas y/o horizontales, es sinónimo de deficiencia de acero y debe ser revisada.

(20.6) DISPOSICIONES PARA LA ACEPTACIÓN DE CARGAS DE SERVICIOS MENORES

Si el sistema estructural no cumple con las condiciones de los numerales (20.1.2), (20.5.2) ó (20.5.3), la edificación no tendría que ser cargada para las máximas solicitaciones, y esta tendría que regirse a los niveles de carga de las pruebas realizadas, siempre y cuando lo apruebe las autoridades competentes.

(20.7) SEGURIDAD

(20.7.1) Las pruebas de carga deberán de realizarse en condiciones que garanticen la integridad de las personas que realizan las maniobras, y evitando el colapso de la edificación.

(20.7.2) las medidas de seguridad no deben de entorpecer los procesos de prueba de cargas, ni desvirtuar la lectura de los resultados de estas pruebas.

TEXTO EXTRAÍDO DEL LIBRO

2.2.4 MANUAL DE REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN DE PAULO HELENE.

TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN SÍSMICA

Un sistema de rehabilitación consiste en la implementación de medidas constructivas, la adición de nuevos elementos estructurales o la disminución de aquellas deficiencias encontradas de manera que se mejore la respuesta sísmica de la estructura.

Una estructura dañada, no necesariamente tiene que ser reforzada, con solo repararla y devolverla a su estado original puede cumplir con la función para la que fue destinada.

A continuación, se hará una breve descripción de las técnicas más empleadas en la reparación y el reforzamiento de estructuras dañadas por sismos.

REPARACIÓN ESTRUCTURAL

Las técnicas más utilizadas en la reparación de estructuras son la inyección de resinas epóxicas y el reemplazo del material no sano.

A. Inyección de resinas epóxicas

Es método de reparación estructural, se aplica para mejorar las capacidades de resistencia de elementos estructurales que hayan sufrido fisuras en la superficie de sus caras expuestas, y consisten en la aplicación de material viscoso de alta resistencia en grietas y rajaduras, una vez que el aditivo se solidifique permite homogenizar para parte del elemento estructural.

Empleo y usos

Se emplea en la reparación de elementos estructurales como vigas y columnas en las cuales se han producido fisuras y/o grietas, superficiales y profundas, ya sea en superficies horizontales o verticales.

Características del material

Inyección:

- Los aditivos que se emplean con mayor frecuencia para la reparación de elementos estructurales que tengan rajaduras son los que contienen resinas epóxicas y metacrilatos.
- Estos componentes son de baja viscosidad y su método de colocación es por inyectable
- No se debe aplicar a temperaturas que superen los 30° Centígrados.

Fijación de boquillas y sello superficial

- Se colocar boquillas en la cavidad de la grieta que se encuentra en la superficie, Si la grieta atraviesa el elemento, se colocara la boquilla por ambas caras del elemento estructural
- Se debe sellar la cavidad superficialmente a todo lo largo de la grieta

Aplicación del material de reparación

- Con instrumentos especiales se debe inyectar la resina epoxica en la cavidad de la grieta, teniendo en cuenta la presión constante de aplicación
- Se debe iniciar la colocación de resina por los puntos más bajos de las cavidades de grietas y continuar en dirección longitudinal de la grieta hasta que la sustancia epoxica aflore por las cavidades adyacente.
- Se debe repetir el procedimiento anteriormente descrito para todos los tramos de cavidades de grietas a reparar.
- Si la cavidad de grieta a traviesa el elemento estructural, se debe de verificar que la sustancia epoxica salga por el lado contrario de aplicación. Cerrar este punto y seguir aplicando la resina epoxica. De no comunicarse la cavidad de grieta de extremo a extremo se inyectará la resina por ambos lados del elemento estructural.

Acabado

- Después de aplicada la resina epoxica se debe curar la superficie reparada y se retira el sello de los aditivos con disco y se da la terminación con mortero polimérico de baja contracción en base cemento.

Equipos y herramientas

- Taladro manual baja revolución.
- Aparatos inyectoros, jeringa o sistema de aire comprimido

B. Reemplazo de material no sano

Cuando los daños son mayores se realizan operaciones de remoción o reposición. El concreto suelto es removido, la superficie es picada y el polvo es limpiado, posteriormente se reemplaza el material removido por un concreto nuevo con bajas propiedades de contracción, pero, debe prestarse una especial atención en la adherencia del concreto nuevo y el concreto antiguo.

El encofrado y vaciado in situ, es un procedimiento obligatorio en la reparación de elementos estructurales, y tiene dos fases de ejecución, las cuales son el encofrado del elemento a reparar y la preparación y vaciado de concreto especial para recuperar el elemento estructural.

Uso

Este método se utiliza frecuentemente en la recuperación de elementos estructurales verticales, en zonas profundas.

Características del material

- La mezcla de concreto debe ser de consistencia fluida de tal manera que se expanda en todo el volumen del encofrado
- La mezcla de concreto debe ser de baja contracción.

Características del encofrado

- Los contenedores para el fraguado de concreto comúnmente llamado encofrado deben de ser y promover al vertido de la mezcla de concreto con fluidez, de tal manera que se pueda eliminar el contenido de burbujas de aire al interior del concreto.
- En el caso que se tenga que realizar puentes de adherencia, se debe planificar la pronta colocación de las formas de encofrado, y no permitir el fraguado del concreto en el punto de empalme.

Colocación de la mezcla de concreto

La consolidación de la mezcla de concreto se realiza por medio de las siguientes técnicas:

- Vertido de la mezcla de concreto en caída libre y vibrado interno del mismo con equipo vibrador
- La mezcla de concreto deber fluido y no se debe permitir la segregación del concreto.
- La Vibración de la mezcla de concreto, con la finalidad del obtener la compactación y homogeneidad del concreto.

Curado

- Mantener húmedo los elementos estructurales del tipo verticales por un tiempo de siete días

Equipo y herramientas

- Mezcladora de concreto tipo trompo
- Equipo Vibrador de concreto con bastón de dos pulgadas.
- Carretilla tipo bugí

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO

El propósito del reforzamiento estructural es mejorar la resistencia sísmica de una edificación aumentando la capacidad sismorresistente de sus elementos estructurales (columnas, vigas, muros) usando uno de los siguientes métodos

A. Reforzamiento total o parcial en columnas

Alcance: cualquier dimensión siempre que ≥ 6.0 cm

Sustrato: seco, con aplicación de puente de adherencia formado por adhesivo de base epóxica

Para la preparación de la mezcla de concreto se debe tener en cuenta que la relación agua/cemento/agregados, debe de ser de acuerdo a la resistencia que se quiere obtener ya se está para un $f'c=210\text{kg/cm}^2$ la relación agua cemento debe de ser de 0.45kg de agua / kg de cemento. El revenimiento de diez a quince centímetros aditivos superplastificante, el tamaño máximo de agregado grueso debe ser igual a $\frac{1}{2}$ "

Aplicación: se debe tener un diseño de reparación de tal manera que se debe seguir los protocolos establecidos en el diseño, en general todo proceso de reforzamiento debe iniciar con asegurar la estructura a reparar teniendo en cuenta la seguridad de las personas que llevan a cabo las acciones de reforzamiento, como la estabilidad de la estructura a reparar, luego se pasa a demoler y/o perforar las losas aligeradas y zapatas de cimentación con una profundidad de orificio de 6cm, luego se debe limpiar las perforaciones en seco con aire comprimido, posteriormente se deben colocar los aceros de refuerzo longitudinales, y fijados a los orificio perforados con anclajes de polímeros, colocar los estribos para el refuerzo a las fuerzas cortantes, se colocaran separadores para mantener un recubrimiento de 2.5 cm, se debe colocar un aditivo que permita la buena adherencia entre el concreto antiguo y el concreto fresco, luego se realiza el encofrado de los elementos a reparar, se vierte

la mezcla de concreto y se realiza el vibrado respectivo, a las planchas de encofrado se debe aplicar aditivos desmoldantes que faciliten el desencofrado al cabo de 48 horas de terminado el vaciado de concreto anterior, se debe repetir las acciones de vaciado hasta alcanzar los tramos superiores, la mezcla de concreto debe ser colocado a través de los orificios realizados en la losa aligerada,

Curado: se debe conservar humedecido con agua por catorce días o dos manos de adhesivo del tipo aditivo curados de concreto (membrana de curado) aplicadas con rociador, en este caso la colocación de aditivo curador debe ser después del descimbrado.

Los retiros de los puntales de sostenimiento de la estructura se realizarán posteriores a los catorce días posteriores a las acciones de reforzamiento.

B. Refuerzo en columnas con láminas o placas metálicas adheridas con epóxico

Alcance: refuerzos permanentes. Este método de reforzamiento no debe ser aplicado cuando las temperaturas del medio ambiente superen los 55 grados centígrados.

Sustratos: se debe eliminar las capas de pintura de la superficie de los elementos estructurales a reparar, también se debe retirar el tarrajeo, y se debe picar la superficie del elemento a reparar dejando rugoso. Limpiar la superficie de contacto con aire comprimido, y los refuerzos de acero existente se deben limpiar por el método de la arena, o se puede emplear lijados eléctricas, estas acciones se deben realizar dos horas antes de colocar los aditivos epoxicos, también se debe limpiar las planchas metálicas con aire comprimido o limpiara con acetona.

Preparación: mezclar el componente del tipo endurecedor al componente del tipo resina, batirlos y homogeneizar tres minutos.

Aplicación: se debe seguir los protocolos del diseño de reparación estructural las planchas de refuerzo deben contener orificios de tres milímetros de diámetro y separados a una distancia de quince centímetros unas de otras, estos orificios ejecutan la acción de permitir el escape del aire atrapado, las placas deben tener un espesor mínimo de cuatro milímetros, y deben fijarse las planchas con el empleo de tornillos expansores, se aplicara el puente de adherencia epoxico en la superficie del elemento estructural con capas de dos a tres milímetros de espesor.

Se debe presionar fuertemente las placas metálicas para fijarlas con la superficie del elemento estructural, se ajustarán los tornillos con el empleo de los puntales telescópicos

El tiempo de operación es el espacio y/o duración de las maniobras de la colocación de materiales adhesivos del tipo resinas epoxicas.

Terminación: se retirarán los apuntalamientos de seguridad y sostenimiento de la estructura, después de haber transcurrido cuarenta y ocho horas. Se deben eliminar los sobrantes de adhesivo antes del endurecimiento de los mismos.

Poner cargas de servicio, después de haber transcurrido siete días posteriores a la reparación.

Precauciones a tener en cuenta: El personal técnico debe trabajar en todo momento con guantes y lentes de protección y los ambientes deben de ser ventilados frecuentemente durante el proceso de reparación, limpiar el equipo y herramientas de trabajo con un solvente para resinas acrílicas.

C. Reforzamiento en zapatas

Alcance: para refuerzos de variadas dimensiones, siempre que el espesor mínimo sea mayor a cinco centímetros.

Sustrato: Se deben demoler las aristas de la zapata y picar la superficie de la misma. Sustrato seco se aplicará los aditivos para el puente de adherencia.

Preparación de la mezcla de concreto: relación agua/cemento debe ser menor que 0.45 (en kilogramos); revenimiento de 10 a 15 cm; se podrán emplear aditivo superplastificante, y el tamaño máximo del agregado grueso será de ½ de pulgada.

Aplicación: picar y dejar rugosa la superficie superior y laterales de la zapata de cimentación, disponer los refuerzos de acero según el diseño estructural, Perforar el concreto de la zapata y reforzar con barras de acero.

En el caso de que el acero de refuerzo existente en las zapatas, no satisfagas los requerimientos al esfuerzo a los que pudieran estar sometidos la zapata, se deberá de demoler parte de esta zapata para incorporar una mayor cantidad de acero de refuerzo, en estas situaciones se emplearían aditivos del tipo grout con componentes epoxicos, posteriormente se debe encofrar y vertir el concreto de refuerzo con la finalidad de incrementar la sección da la zapata, también se debe de utilizar puentes de adherencia para pegar el concreto fresco con el concreto antiguo.

Curado: se debe conservar humedecido con agua por catorce días o dos manos de adhesivo del tipo aditivo curados de concreto (membrana de curado) aplicadas con rociador, en este caso la colocación de aditivo curador debe ser después del descimbrado.

Hoy en día, el reforzamiento en vigas y columnas con fibras de carbono es una de las técnicas más empleadas y para colocación se debe seguir los mismos procedimientos mencionados en los ítems "B".

2.2.5 ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL (NTE 0.30)

Todo el sistema estructural de cualquier tipo de edificación puede ser diseñada utilizando los resultados que arrojan los análisis dinámicos por las combinaciones modales espectrales, según lo indicado en la norma NTE 0.30

Modos de Vibración

Los tipos y/o modos de vibración de las estructuras de concreto pueden determinarse utilizando los procedimientos de análisis en el cual se deben de tomar en cuenta los tipos de rigidez, y la distribución de cargas (masa)

En cada una de las direcciones del análisis espectral se debe considerar aquellos modos de vibración cuya sumatoria de masas efectivas tenga por lo menos el 90% de la masa total, y se tendrá en cuenta primordialmente los tres primeros modos predominantes en la dirección del análisis.

Aceleración Espectral

Para cada fuerza horizontal en la dirección "X" o "Y" que se aplican a una estructura de concreto, se empleara un espectro inelástico de pseudoaceleraciones, para los cual se empleara la siguiente expresión de calculo

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

2.2.6 DISEÑO DE CONCRETO ARMADO (NTE 0.60)

Para el diseño en concreto armado se utiliza el método a la rotura, también conocido como el Diseño por Resistencia. Este método consiste en que todas las secciones deben tener una resistencia de diseño (capacidad) por lo menos igual a la resistencia requerida (demanda).

Resistencia de diseño: Es la resistencia nominal de la sección afectada por los factores de reducción de resistencia.

Resistencia requerida: Es la que se obtiene por las combinaciones de las cargas amplificadas.

Nominalmente se puede escribir como sigue:

- Para flexión $\phi M_n \geq M_u$
- Para cortante $\phi V_n \geq V_u$
- Para axial $\phi P_n \geq P_u$

Donde:

M_n , V_n , P_n : Valores de momento nominal, cortante nominal y axial nominal respectivamente.

M_u , V_u , P_u : Valores de momento último, cortante último y axial último respectivamente.

Factores de amplificación de cargas y combinaciones

La norma establece una serie de combinaciones de carga, asociadas a factores de amplificación, para determinar las cargas últimas de diseño. Las cargas que generan las combinaciones predominantes son: Carga Muerta (CM), Carga Viva (CV) y Carga de Sismo (CS), y las combinaciones relacionadas a estas cargas, según el capítulo 9.2 de la norma E.060, son los siguientes:

$$U = 1.4 \text{ CM} + 1.7 \text{ CV}$$

$$U = 1.25 (\text{CM} + \text{CV}) \pm \text{CS}$$

$$U = 0.9 \text{ CM} \pm \text{CS}$$

Factores de reducción de la resistencia

La **Tabla 2.2** muestra los valores de factores de reducción de la resistencia indicados en el capítulo 9.3 de la norma E.060 Concreto Armado.

Tabla 2.2 Factores de reducción de la resistencia. Fuente NTP E.060

Solicitaciones en la sección	F.R (ϕ)
Flexión sin carga axial	0.90
Cortante y torsión	0.85
Flexocompresión con refuerzo en estribos	0.70
Flexocompresión con refuerzo en espiral	0.75
Aplastamiento	0.70

Diseño por Flexocompresión:

Los elementos que están principalmente sometidos a flexocompresión son las columnas y los muros de corte, o también denominados placas en nuestro país. El diseño de estos elementos se hace siguiendo las mismas hipótesis del diseño por flexión, pero considerando adicionalmente los efectos de esbeltez. (Antonio Blanco, 2005)

Adicional a los efectos antes descritos, se encuentra la flexión biaxial, que se presenta casi siempre si se consideran los efectos de sismo en una dirección y de cargas de gravedad en la otra. Cuando uno de los efectos en una dirección no es considerable, el elemento se puede analizar sólo por flexión uniaxial.

Un concepto fundamental para el diseño de los elementos sometidos a flexocompresión es el denominado Diagrama de Interacción, que se define como el lugar geométrico delimitado por las infinitas combinaciones de M_n y P_n que originan la falla de una sección.

Los elementos estructurales del tipo vertical como placas y columnas tienen una gran variedad de combinaciones para determinar los momentos flectores y cargas axiales que pueden producir su falla. Conociendo las propiedades del material, las dimensiones, la cantidad de acero, se puede elaborar un diagrama de interacción nominal (M_n vs P_n).

El procedimiento de diseño consiste primero en generar o suponer una sección de una columna o una placa con una cuantía de acero y crear su diagrama de interacción de diseño. Después se deben obtener los puntos (M_u , P_u), resultado de hacer todas las combinaciones de carga, y lograr que estos puntos se encuentren sobre o dentro del diagrama de interacción de diseño. En caso contrario se debe aumentar la cantidad de acero de refuerzo de la sección hasta lograr que los puntos entren en el diagrama.

Diseño de las columnas de reforzamiento

Las columnas propuestas para el Bloque 01 estarán sometidas a solicitaciones de gravedad y sismo, por lo que el diseño de las mismas se hará cumpliendo con las condiciones mínimas de la Norma E.060 para columnas.

Se diseñarán por flexo-compresión y luego por fuerza cortante.

Después de analizar las columnas en cada dirección se debe realizar un análisis biaxial debido a que nuestras columnas están sometidas simultáneamente a flexión en sus dos direcciones. Se utiliza la ecuación de Bresler

$$\frac{1}{P_u} = \frac{1}{\phi P_{nx}} + \frac{1}{\phi P_{ny}} - \frac{1}{\phi P_{no}}$$

Donde:

P_u = resistencia última en flexión biaxial.

ϕP_{nx} = resistencia de diseño, tomando el momento en X ($e_y = 0$).

ϕP_{ny} = resistencia de diseño tomando momento en Y ($e_x = 0$).

ϕP_{no} = resistencia de diseño bajo la acción de carga axial ($e_x = e_y = 0$) y se determina mediante la expresión: $\cdot 0.85f'c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}$

Esta ecuación es válida siempre que se cumpla la siguiente expresión:

$$\frac{P_u}{\phi P_{no}} \geq 0.1$$

Para valores menores de la carga axial P_u , se utilizará la siguiente ecuación:

$$\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \leq 1.0$$

Donde ϕM_{nx} y ϕM_{ny} son las resistencias de diseño de la sección del elemento estructural en las direcciones de los ejes "X" e "Y"

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Evaluación estructural

Evaluar quiere decir estimar, apreciar, calcular el valor de algo. La evaluación estructural permite comprender la naturaleza de las patologías en una estructura.

Reparación

Una reparación es un arreglo de una estructura afectada, deteriorada, rota o en mal estado para que siga cumpliendo la función para la cual fue diseñada dentro de los márgenes de confiabilidad y seguridad

Reforzamiento

El reforzamiento de estructuras hace referencia al incremento de la capacidad de carga y de servicio de una estructura, aumentando la capacidad sismorresistente original. Se realiza cuando existen nuevas solicitaciones como errores en el diseño o defectuosa mano de obra en el proceso constructivo.

Restaurar

Es el proceso de conseguir que la estructura sea utilizable

Esclerómetro

El esclerómetro es un instrumento de medición empleado, generalmente, para cuantificar la resistencia a compresión en hormigones ya sea en pilares, muros, pavimentos, etc. generalmente se utiliza para evaluar la uniformidad del hormigón in situ, delinear zonas de hormigón deteriorado o de baja calidad o estimar el desarrollo de resistencias in situ.

Modo de vibración

Es la forma que una estructura puede vibrar u oscilar frente a una excitación sísmica determinada. Cada modo tiene además una deformada característica y un periodo de vibración diferente asociado a una masa efectiva.

Periodo de vibración

Es el tiempo que demora la estructura en repetir su modo de vibración. El mayor de éstos es el período fundamental de la estructura.

Periodo Fundamental

El periodo fundamental de vibración es aquel intervalo de tiempo de mayor duración y por consiguiente produce mayores desplazamientos y deformación a las estructuras de concreto.

ETABS 2016

El ETABS 2016 es un programa de ingeniería que se aplica para el análisis y diseño de estructuras por el método de elementos finitos.

CAPÍTULO 3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de la investigación

Por el tipo de investigación es descriptivo y explicativo

3.1.2 Diseño de la investigación

La tesis aplicada presentó dentro de su diseño de investigación lo siguiente:

3.1.2.1 Diseño de campo

El trabajo de investigación involucró la extracción de diamantinas, verificación de homogeneidad del concreto empleando esclerómetro. Estas tareas se realizaron en campo y son el pilar de la investigación.

3.1.2.2 Diseño de laboratorio

Adicionalmente de los datos obtenidos en campo. El trabajo en gabinete involucró el modelamiento de la estructura en ETABS 2016.

Para ello se modeló la estructura existente a partir de los planos existentes y los levantamientos efectuados. De tal forma que se logró representar fielmente las condiciones geométricas de la estructura y considerando sólo los elementos estructuralmente importantes.

3.2 POBLACIÓN Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

La población objeto del estudio fue compuesto por:

- La Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad.

La muestra de nuestro estudio es el Bloque 1

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables nos permiten ver la variación porcentual de las muestras de análisis para este estudio de investigación.

3.3.1 Variable Dependiente

Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento.

3.3.1.1 Indicador

Cumplimiento de las normas de diseño:

- NTE 0.30 Diseño Sismorresistente,
- NTE 0.60 Concreto Armado.

3.3.1.2 Método de medición

Según cada norma técnica se evaluará y medirá lo siguiente.

- NTE 0.30 desplazamientos y distorsiones
- NTE 0.60 cuantías de acero en columnas, vigas y losa aligerada

3.3.2 Variable Independiente

Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad

3.3.2.1 Indicador

Pabellones de la institución educativa inicial

3.3.2.2 Método de medición

Numero de pabellones a evaluar

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el desarrollo de los objetivos de la siguiente tesis se escogió el pabellón más antiguo de la institución educativa, denominándole Bloque 1. Para su análisis se dividió el trabajo en dos partes:

Primera Parte: Evaluación Preliminar del Bloque 1

Segunda Parte: Evaluación Detallada del Bloque 1

La Primera Parte consistió en recopilar datos realizando inspecciones visuales, al no contar con planos completos ni de distribución arquitectónica ni de estructuras se procedió a realizar el levantamiento y toma de medidas de la infraestructura Bloque N°1. Los días posteriores se efectuaron ensayos en campo. Las inspecciones visuales tuvieron como propósito detectar anomalías y a su vez corroborar las dimensiones del Bloque N°1 con los planos obtenidos. Los ensayos tuvieron como propósito medir la homogeneidad y resistencia del concreto existente en el Bloque 1.

Los ensayos realizados sirvieron para:

- Efectuar ocho ensayos (No Destructivos) con esclerómetro de diez lecturas cada una (cuatro en vigas y cuatro en columnas)
- Extraer tres testigos de concreto (Ensayo Destructivo) en dos columnas y una en viga, con equipo de perforación provista de brocas diamantadas, con la finalidad de tomar muestras de la calidad del concreto existente y verificar la resistencia a la compresión con la que viene trabajando los elementos estructurales del Bloque 1.

Posteriormente se trabajó en gabinete

- El ensayo con esclerómetro nos permitió estimar la homogeneidad y resistencia del concreto endurecido.
- Los 3 testigos de concreto se ensayaron en laboratorio obteniendo así su resistencia a compresión.
- Estos datos se utilizaron posteriormente para la segunda parte de nuestra investigación.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS USADOS EN LA 1° PARTE	
	
TALADRO	ESCLERÓMETRO
	
EQUIPO SONDA CON BROCA DIAMANTADA	EQUIPO DE COMPRESIÓN
	
HERRAMIENTAS MANUALES	SIKA GROUT
	<ul style="list-style-type: none"> - Pernos de anclaje 1/4x3" - Bidón de agua - Manguera - Escalera - Libreta de apuntes - Cámara digital - Movilidad y traslado

Fig. 3.1 Equipos y herramientas utilizados en la 1° Parte

La **Fig. 3.1** muestra la relación de equipos y herramientas que fueron trasladados hasta la zona de estudio. La extracción de diamantinas se realizó sin problemas. Se coordinó previamente con la directora del CEI y el Jefe de Laboratorio de la UPT.

La Segunda Parte Evaluación Detallada del Bloque 1, corresponde a la sección 3.5 Procesamiento y Análisis de datos.

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

La Segunda Parte consistió en el procesamiento de la información y análisis de los resultados de acuerdo a los ensayos de laboratorio con las muestras obtenidas de campo y al modelamiento del Bloque 1 mediante el uso de un software ETABS 2016. Para ello se requirió:

3.5.1 Datos de campo

- Confección de planos con las dimensiones reales de los elementos estructurales (vigas, columnas, muros y losas aligeradas)
- La cantidad de acero en columnas.
- La resistencia del concreto en vigas y columnas.
- Parámetros determinados por las Normas Técnicas E.020, E.030 y E.060.

3.5.2 Toma de muestra de campo y ensayos en laboratorio

- Ensayo de Resistencia a la Compresión de Concreto.
- Verificación de la uniformidad del concreto con lecturas de equipo Esclerómetro.

3.5.3 Análisis Estructural

El propósito del modelamiento usando el software fue simular el comportamiento del Bloque 1 frente a un sismo y verificar el cumplimiento de las Normas Técnicas antes mencionadas. Para ello se calculó:

- La distorsión entre pisos
- El Cortante dinámico
- El área de acero

Por último, se realizó una propuesta de reforzamiento en base a los cálculos obtenidos de la evaluación estructural.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

4.1 EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL BLOQUE 1

4.1.1 Descripción actual de la Estructura

El Bloque 1 es una estructura de un solo nivel de configuración regular en planta y elevación. El sistema estructural es de Muros de albañilería confinada, y sistema aporticado en la dirección del eje Y. Su uso está destinado para aulas de nivel inicial.



Fig. 4.1 Vista Exterior del Bloque 1

La **Fig. 4.1** muestra la parte frontal del Bloque 1 (lado derecho de la imagen) que será la estructura analizada mediante el programa Etabs 2016.

Las vigas peraltadas que forman el pórtico y que se ubican en el centro de las aulas presentan una rigidez en la mayoría de los casos superior a la rigidez de la columnas que la sostienen, por ejemplo se tiene una viga peraltada de 25x45 (1125cm²) y una columna con sección de 25x30 (750cm²), esto hace que se presente un gran momento de inercia en la vigas en comparación con el momento de inercia de las columnas, que hace que las columnas sean más frágiles que las vigas, donde se producirá la falla de las columnas antes de la falla de la viga.

Asimismo, se aprecia que los muros de los vanos de las ventanas no cuentan con juntas de dilatación, es decir se encuentra adheridas a las columnas de concreto armado. Sismos pasados han demostrados que se pueden presentar fallas por columna corta.

4.1.2 Ensayos de resistencia del concreto

Al no contar con la totalidad de los planos de replanteo, se elaboraron los planos con la planimetría general del centro educativo inicial. Luego se realizaron la toma de muestras para los ensayos de perforación con diamantina y lectura con esclerómetro para conocer la resistencia del concreto existente.

4.1.2.1 Ensayo No Destructivo – Ensayo con esclerómetro

Para conocer la uniformidad del concreto se realizó el ensayo con esclerómetro. Se escogieron 8 puntos como se muestra a continuación.

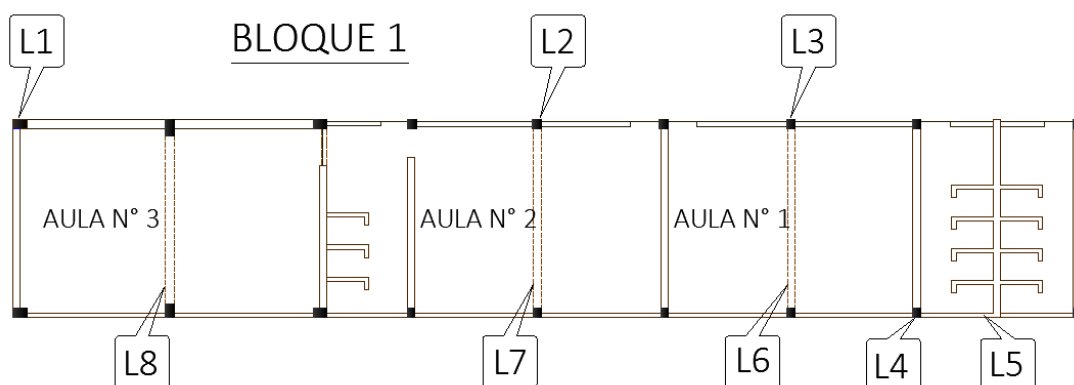


Fig. 4.2 Ubicación de puntos ensayados con esclerómetro.

La **Fig. 4.2** muestra la ubicación de los puntos escogidos para tomar las lecturas. Las lecturas L1, L2, L3 y L4 corresponden a columnas. Las lecturas L5, L6, L7 y L8 corresponden a vigas. El ensayo se efectuó sin problemas.



Fig. 4.3 Uso del esclerómetro para verificar la uniformidad del concreto.

En la **Fig. 4.3** se muestra el uso del esclerómetro para la lectura L4 correspondiente a una columna.

El uso del esclerómetro como ensayo no destructivo, nos permite tener una idea de la calidad y uniformidad del concreto de los elementos donde se efectúan las lecturas.

Una vez concluido el ensayo se ingresaron a una hoja de cálculo. Los resultados expresan la resistencia del concreto existente y nos dan una idea de la uniformidad de éste. Los resultados se muestran en la **Tabla 4.1**

Tabla 4.1 Resultados del ensayo con Esclerómetro.

Nro.	ELEMENTO	LECTURAS TOMADAS										Resist. kg/cm ²	
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10		Prom
1	COLUMNA	24	24	24	25	26	22	23	22	22	25	23.7	143.7
2	COLUMNA	25	22	23	22	23	23	22	21	20	20	22.1	132.1
3	COLUMNA	22	25	26	21	22	22	24	23	25	26	23.6	143.6
4	COLUMNA	23	24	25	21	23	22	25	24	25	24	23.6	143.6
5	VIGA	22	23	22	24	25	26	25	22	20	22	23.1	143.1
6	VIGA	23	22	22	24	22	23	22	21	22	24	22.5	132.5
7	VIGA	24	25	26	23	24	23	24	25	25	26	24.5	144.5
8	VIGA	25	25	26	24	23	25	24	25	25	26	24.8	144.8

Fuente: Laboratorio de Suelos y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna

De la toma de lecturas con el equipo esclerómetro según se aprecia en la **Tabla 4.1**, se promedió estas lecturas teniendo un valor de $f'c = 141 \text{ kg/cm}^2$.

Cabe indicar que estos resultados con equipo esclerómetro nos indican la homogeneidad del concreto, mas no se tomará en cuenta para determinar la resistencia del concreto.

4.1.2.2 Ensayo Destructivo - Perforación con broca diamantada

Para conocer la resistencia real del concreto se realizó el ensayo de extracción de diamantinas. Se extrajeron 3 muestras cuya ubicación se aprecia en la **Fig. 4.4** Posterior a ello se midió la resistencia mediante el ensayo a compresión.

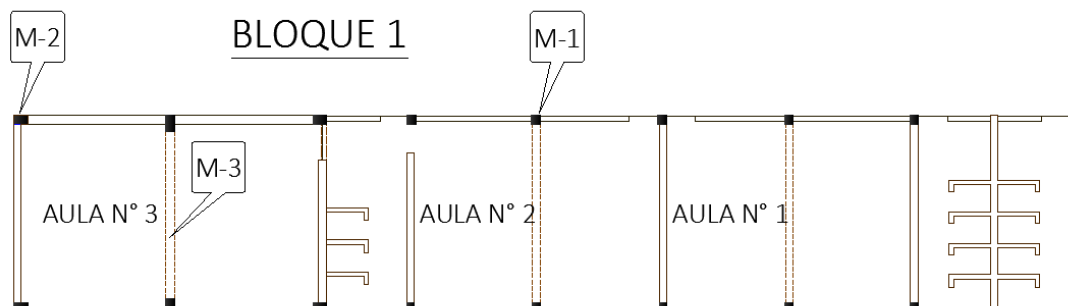


Fig. 4.4 Ubicación de muestras diamantinas extraídas

La **Fig. 4.4** muestra la ubicación de los puntos escogidos para extraer las probetas de concreto existente. Se escogieron 1 viga peraltada y 2 columnas representativas.



Fig. 4.5 Extracción de muestras usando el equipo con broca diamantada

En la **Fig. 4.5** podemos observar el momento de la extracción de una probeta. Esta tarea fue realizada por el personal técnico del Laboratorio de la UPT. El equipo se ancló a la estructura usando pernos. La extracción se hizo sin problemas.



Fig. 4.6 Extracción de muestra M – 1

La **Fig. 4.6** muestra la probeta extraída M-1 al momento de concluir la perforación, por medio de un cincel y un combito, se retira cuidadosamente la muestra.



Fig. 4.7 Total de muestras extraídas.

La **Fig. 4.7** permite visualizar las muestras M-1 y M-2 corresponden a columnas, y la muestra M-3 corresponde a una viga peraltada.



Fig. 4.8 Muestra ensayada con el Equipo de Compresión.

En la **Fig. 4.8** podemos apreciar la muestra M-3 al momento del ensayo de compresión. Las 3 muestras extraídas se llevaron al Laboratorio de la UPT para ser ensayadas con el Equipo de Ensayo a Compresión.

Tabla 4.2 Resultados del Ensayo a compresión.

Nº de Prob.	Descripción	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Fecha de rotura	Área (cm ²)	Factor de Corrección L/D	Lectura (Kg-f)	Resist. (kg/cm ²)	Resist. Correg.
1	MUESTRA 1	7.3	9	09/02/18	41.85	0.87	1,932	46.16	40.16
2	MUESTRA 2	7.3	10.5	09/02/18	41.85	0.93	611	14.60	13.58
3	MUESTRA 3	7.3	13	09/02/18	41.85	0.98	4,023	96.12	94.20
Valor Promedio f _c =								49.31	

Fuente: Laboratorio de Suelos y Pavimentos de la Universidad Privada de Tacna.

Según los resultados obtenidos de la Resistencia a la Compresión de los testigos de concreto que se muestran en la **Tabla 4.2**, el promedio es de $f'c = 49.31 \text{ kg/cm}^2$.

En la norma E.060 el capítulo 21 Disposiciones Especiales para Diseño Sísmico, en el acápite 21.3.2 *Concreto en elementos resistentes a fuerzas inducidas por sismo*, se indica que la resistencia mínima a la compresión del concreto debe ser 210 kg/cm^2 .

Por tanto, nuestro valor promedio NO CUMPLE con las exigencias de la Normativa vigente.

4.2 EVALUACIÓN DETALLADA DEL BLOQUE 1

4.2.1 Análisis Sísmico Modal Espectral

Se utilizó el software ETABS 2016, el cual se alimentó con la información y datos que contiene la infraestructura del Bloque 1 del centro educativo inicial Virgen de la Natividad. Se tomaron en cuenta el peso de los elementos, como peso de la losa aligerada que actúa como diafragma rígido, el peso de la tabiquería, el peso de las columnas y vigas. Para el análisis de las cargas vivas se consideró una sobrecarga de 100 kg/cm² ya que la edificación es de un solo piso con una altura de 2.70 m.

Dentro del programa ETABS 2016 se determinaron la ubicación de los diversos elementos estructurales (columnas, vigas y muros), en el caso de las columnas en cada nudo se asigna la sección que le corresponde, las vigas y muros se asigna a los tramos, iniciando en un nudo y terminado en el siguiente, esto se trabaja en el plano de referencia horizontal X, Y siendo el eje "Z" vertical.

Para efectos del análisis se consideró una resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 49.31 \text{ kg/cm}^2$, que corresponde al promedio de los resultados de los ensayos en las muestras diamantadas del Bloque 1. En el caso de los muros se considerará una resistencia de $f'm = 65 \text{ kg/cm}^2$. Módulo de Poisson $\nu = 0.2$

- Se ingresaron al programa los tipos de columnas dentro de las cuales tenemos:

Tabla 4.3 Cuadro de columnas existentes

Ítem	Dimensiones (cm)
C1	25 x 25
C2	25 x 30
C3	25 x 40
C4	25 x 45

- Se ingresaron al programa los tipos de vigas dentro de las cuales tenemos:

Tabla 4.4 Cuadro de vigas existentes

Ítem	Dimensiones (cm)
VP - 101	25 x 50
VP - 102	25 x 45
VP - 103	25 x 30
VCH - 1	25 x 20
VA	20 x 20

- Se asignó a la cimentación las restricciones de empotramiento perfecto
- Se asignó los brazos rígidos a las vigas.
- Se realizó el metrado de cargas muertas y cargas vivas.
- Se restringieron los movimientos de cada centroide, a través de la colocación de diafragma rígido, permitiendo el desplazamiento en la dirección X e Y, y movimiento rotacional en la dirección Z.
- Se utilizó 3 modos de vibración.
- Se asignó un espectro de aceleración en la dirección X y otro en la dirección Y.
- Se analizó la estructura con un amortiguamiento de 5% y se estableció una combinación nodal CQC (Combinación Cuadrática Completa)

4.2.1.1 Modelo del Edificio en ETABS

El modelo en ETABS 2016 se hizo lo más fiel posible a la estructuración del Bloque 1 y con los datos recabados en la Evaluación Preliminar.

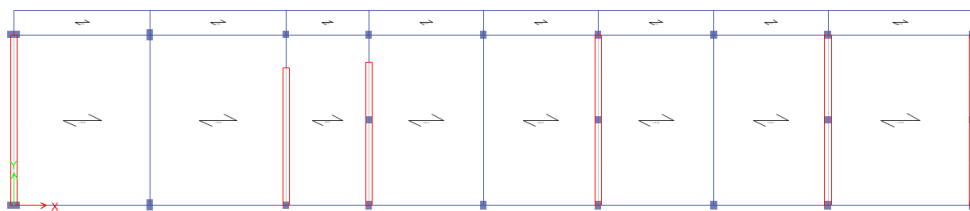


Fig. 4.9 Vista en planta del modelo en ETABS

La **Fig. 4.9** nos muestra una vista en planta del Bloque 1 modelado en Etabs 2016.

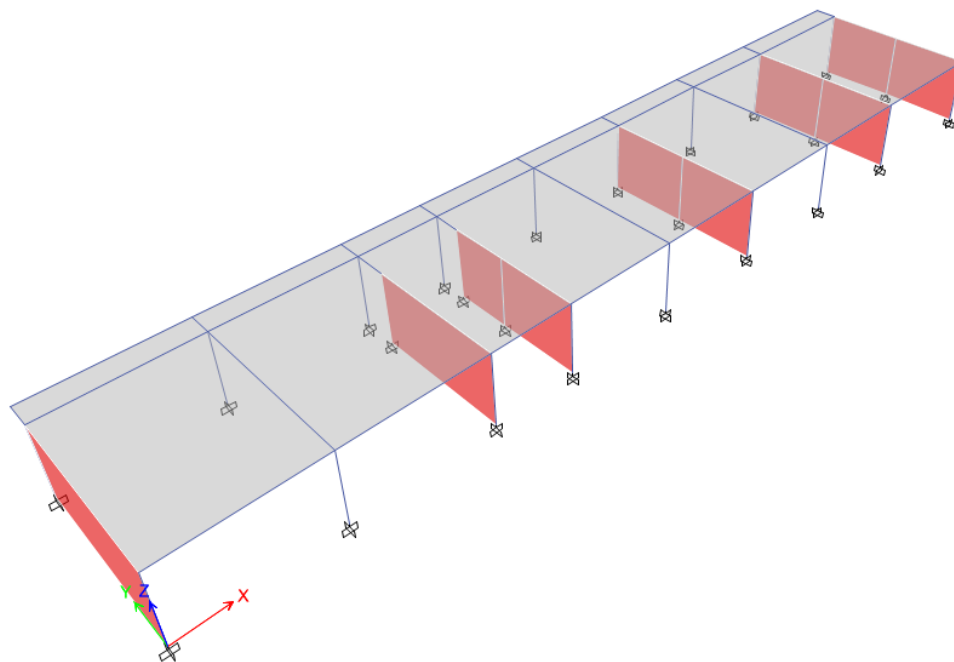


Fig. 4.10 Vista 3D del modelo en ETABS

La **Fig. 4.10** nos muestra una vista 3D del Bloque 1 modelado en Etabs 2016. Se pueden apreciar los pórticos en eje X y los muros confinados en eje Y.

4.2.1.2 Parámetros de diseño y Espectro de aceleraciones

En la **Tabla 4.5** se muestran los parámetros sísmicos definidos de acuerdo a la NTE 0.30 como se indica en su capítulo 2.

Tabla 4.5 Parámetros sísmicos del Bloque 1 según NTE 0.30

	Descripción	Valor	Observación
Z	Factor de zona	0.45	Correspondiente a los parámetros de zona 4
U	Factor de uso	1.5	Correspondiente a la categoría A2 Edificaciones Esenciales
S	Factor de suelo	1.05	Correspondiente a Suelo Intermedio.
R _x	Factor de reducción en X	8	Correspondiente a Pórticos de Concreto Armado
R _y	Factor de reducción en Y	3	Correspondiente a Albañilería Confinada.

Cabe indicar que el programa ETABS ya trae incorporado la NTE 0.30 e ingresando los parámetros de diseño nos calcula el espectro de aceleraciones para ambos ejes como se muestra a continuación:

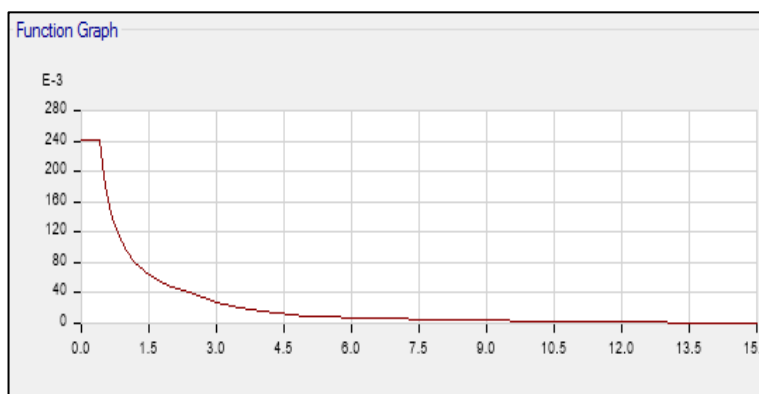


Fig. 4.11 Espectro de Aceleraciones en Eje X según ETABS

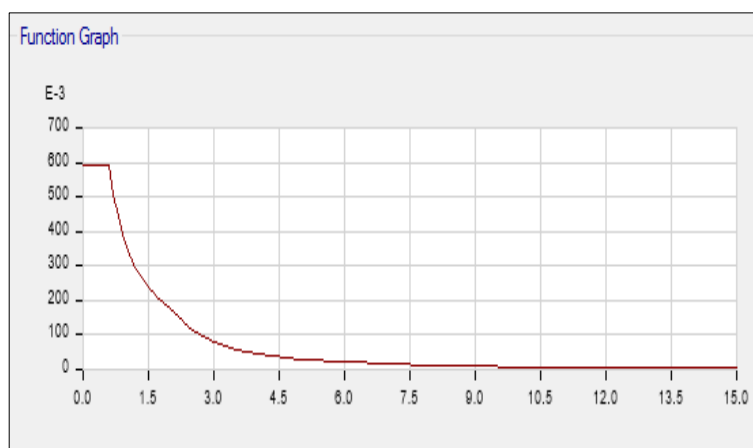


Fig. 4.12 Espectro de Aceleraciones en Eje Y según ETABS

4.2.1.3 Modos y periodos de vibración de la estructura

Una vez modelado el Bloque 1 y realizado el análisis estructural con el programa ETABS 2016, obtenemos los resultados mostrados en la **Tabla 4.6** donde se muestran los periodos y frecuencias naturales de cada modo, y sus masas efectivas.

Tabla 4.6 Porcentaje de masa participativa de los tres modos de vibración

Modo	Periodo (s)	UX	UY	RZ
1	0.288	100%	0.0 %	0.0 %
2	0.039	0.0 %	87.0 %	13.7 %
3	0.033	0.0 %	13.0 %	86.3 %

Donde UX, UY, RZ son los grados de libertad (desplazamiento en X, desplazamiento en Y, rotación en Z) y los valores en ellos indican el porcentaje de masa participativa para cada modo de vibración.

A priori de la **Tabla 4.6** podemos afirmar que el Eje Y presenta mayor rigidez por tener el menor periodo de vibración. De igual forma el Eje X sería el eje de menor rigidez por presentar el mayor periodo de vibración.

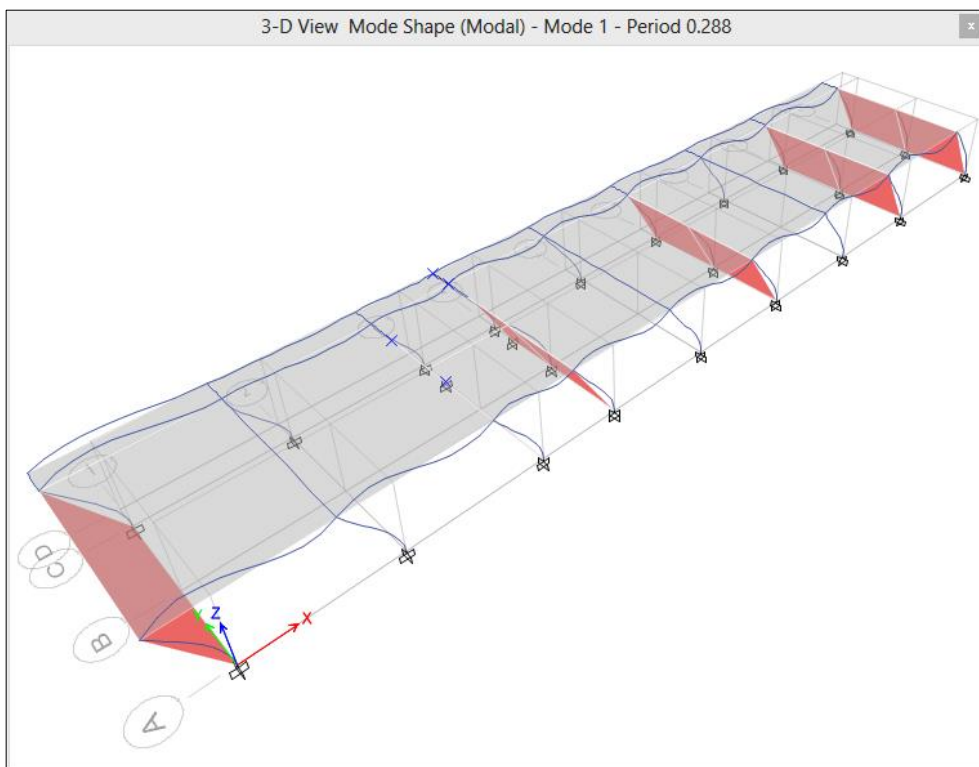


Fig. 4.13 Periodo de Vibración Modo 1 (0.288)

En la **Fig. 4.13** podemos apreciar gráficamente estos modos de vibración con el programa ETABS 2016. Como ejemplo mostramos el primer modo de vibración.

4.2.1.4 Peso Sísmico

La masa de un edificio (y por ende su peso) adquiere un rol importante en la dinámica de la estructura frente a solicitaciones sísmicas. Las fuerzas de inercia que afectan al sistema estructural aparecen cuando sus masas concentradas adquieren cierta aceleración.

Así también, la fuerza cortante en la base será proporcional a la masa que se considere en el modelo, y por eso es tan importante hacer un correcto metrado de cargas.

Para nuestro modelo del Bloque 1, el programa ETABS 2016 puede determinar la masa del edificio y con ello su peso.

Tabla 4.7 Masa del Bloque 1 calculado por ETABS 2016

Nivel	Diafragma	Masa X (Kgf-s ² /m)	Masa Y (Kgf-s ² /m)
STORY1	LOSA1	14785.7	14785.7

De la **Tabla 4.7** se obtiene la masa del edificio, con ello calculamos el peso de la edificación multiplicando por el valor de la gravedad

$$Peso = m \cdot g = (14785.7)(9.81) = 145 \text{ ton}$$

4.2.1.5 Cortante basal

Tomando en cuenta la norma NTE E.030, la fuerza cortante dinámica (V_d) en cada una de las direcciones y en la base de la estructura no puede ser inferior al 80% en estructuras regulares en las que se hallan analizado utilizando la expresión siguiente:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

Reemplazando valores en la fórmula, considerando los parámetros de diseño de la **Tabla 4.5** obtenemos:

$$\text{Para el eje X} \quad V = 32.12 \text{ ton}$$

$$\text{Para el eje Y} \quad V = 85.65 \text{ ton}$$

Luego, del mismo análisis estructural con el programa ETABS 2016, tenemos el valor de la fuerza cortante dinámica que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 4.8 Fuerza cortante dinámica

Nivel	Caso de Carga	Localización	Vx (ton)	Vy (ton)
STORY1	SISMOXX Max	Base	35.56	0
STORY1	SISMOYY Max	Base	0.01	79.50

Por último, hacemos la comparación entre la cortante estática y cortante dinámica.

Tabla 4.9 Cortante Estática vs. Cortante Dinámica

Eje	Ve (ton)	80%Ve (ton)	Vd (ton)	Verif.
X-X	32.12	25.70	35.56	CUMPLE
Y-Y	85.65	68.52	79.50	CUMPLE

Como se puede apreciar en la **Tabla 4.9** la condición de cortante en la base tanto en la dirección (X) como en la dirección (Y) cumplen con la normativa.

4.2.1.6 Desplazamientos y derivas

En el capítulo 5 de la NTE 0.30 – 2016 señala que para estructuras regulares los desplazamientos laterales de la estructura se calcularán multiplicando por 0.75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico (Análisis Dinámico).

Así también, en la **Tabla 4.10** se aprecia las distorsiones máximas permitidas de acuerdo al tipo de material de la edificación según la norma NTE.030

Tabla 4.10 Límites para la distorsión del entrepiso según NTE 0.30

Material Predominante	(Δ_i / h_{ei})
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010

Luego, a partir del análisis dinámico mediante el programa ETABS 2016 obtenemos la siguiente tabla:

Tabla 4.11 Distorsiones de entrepiso en Sismo X-X

Nivel	Carga	Deriva	Deriva*0.75*R	Verif.
STORY1	SISMOXX Max	0.001694	0.010164	NO CUMPLE

En la **Tabla 4.11** se muestra el desplazamiento relativo de entrepiso en el eje X, que tiene un valor de 0.010164. Como podemos ver, este valor excede la máxima distorsión permisible de 0.007 (correspondiente a concreto armado, que es el material predominante en el eje X).

Por tanto, la rigidez en la dirección X es insuficiente para soportar un evento sísmico de magnitud considerable.

Tabla 4.12 Distorsiones de entrepiso en Sismo Y-Y

Nivel	Carga	Deriva	Deriva*0.75*R	Verif.
STORY1	SISMOYY Max	0.00011	0.00002475	CUMPLE

En la **Tabla 4.12** se muestra el desplazamiento relativo de entrepiso en el eje Y, que tiene un valor de 0.00002475. Como podemos ver, este valor no excede la máxima distorsión permisible de 0.005 (correspondiente a albañilería, que es el material predominante en el eje Y).

Por tanto, la rigidez en la dirección Y es suficiente para soportar un evento sísmico de magnitud considerable.

4.2.2 Verificación de capacidad de columnas existentes

Primero se determinó la cuantía de acero de las columnas existentes. Obteniéndose los valores que se muestran en la **Tabla 4.13**.

Tabla 4.13 Cuantía (%) de acero de columnas existentes

Columna	Cuantía ρ (%)	Verif.
C1	1.22	CUMPLE
C2	1.41	CUMPLE
C4	0.46	NO CUMPLE

De la **Tabla 4.13** podemos observar que el valor de cuantía mínima que indica la NTE E.060 no cumple para la columna C4.

Segundo, se realizó la elaboración de los diagramas de interacción correspondiente a cada sección de columna existente. Asimismo, se hallaron las cargas y momentos actuantes mediante el Análisis Dinámico en el programa ETABS 2016.

A continuación, a manera ilustrativa se presentan los valores de carga y momento de la columna C4. Este mismo procedimiento se repitió para verificar las columnas restantes C2 y C1.

Tabla 4.14 Valores P y M de la columna C4

Caso de Carga	P (ton)	M2 (ton-m)	M3 (ton-m)
CM	11.63	-0.02	-3.7
CV	2.00	0.00	-0.84
SX	-0.72	2.64	0.01
SY	-0.09	0.02	0.27

La **Tabla 4.14** muestra los valores de carga axial y momento calculados por el programa Etabs 2016 para caso de carga.

Luego, efectuando las combinaciones de carga tenemos:

Tabla 4.15 Valores Pu y Mu según combinaciones de carga para C4

Combinación	Pu (ton)	Mu2 (ton-m)	Mu3 (ton-m)
1.4CM+1.7CV	19.68	-0.03	-6.61
1.25(CM+CV)+SX	16.32	2.62	-5.69
1.25(CM+CV)-SX	17.76	-2.67	-5.67
0.9CM+SX	9.75	2.62	-3.34
0.9CM-SX	11.19	-2.66	-3.32
1.25(CM+CV)+SY	16.95	-0.01	-5.95
1.25(CM+CV)-SY	17.13	-0.05	-5.41
0.9CM+SY	10.38	0.00	-3.60
0.9CM-SY	10.56	-0.04	-3.06

La **Tabla 4.15** muestra los valores obtenidos aplicando las combinaciones de carga de la NTP E.060.

Elaborando el diagrama de interacción para ambas direcciones y ubicando los puntos (Mu, Pu), tenemos:

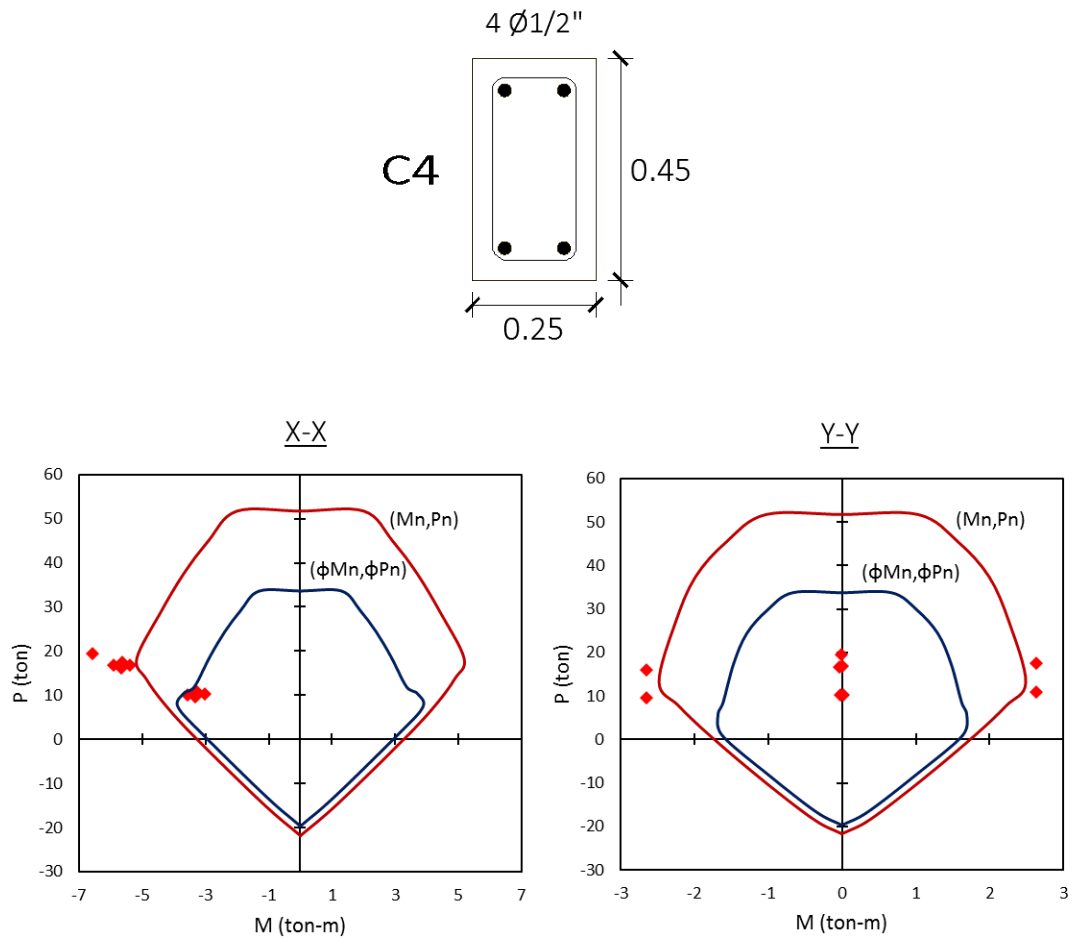


Fig. 4.14 Puntos (M_u, P_u) ubicados en los diagramas de interacción para cada eje de C4

La **Fig. 4.14** muestra el diagrama de interacción para ambos ejes de la columna C4. Los puntos rojos situados fuera del diagrama azul indican las combinaciones de carga que exceden la capacidad de la columna C4, produciéndose la falla.

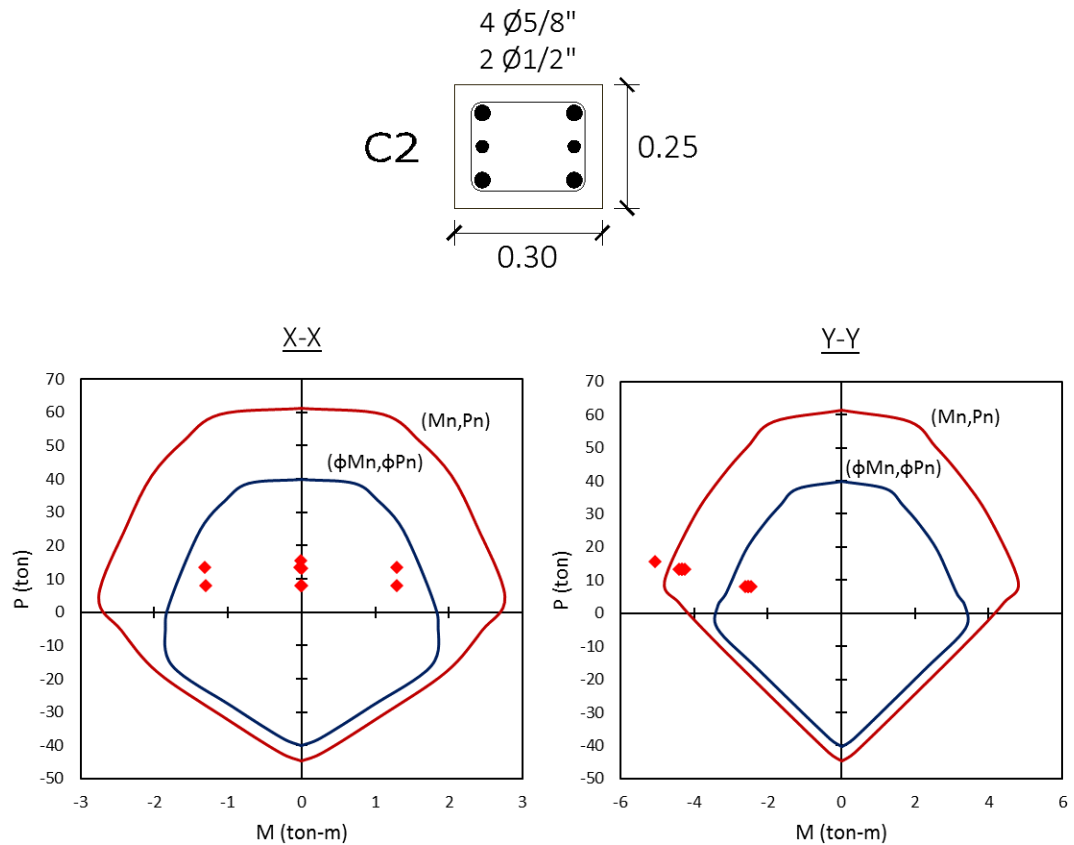


Fig. 4.15 Puntos (Mu, Pu) ubicados en los diagramas de interacción para cada eje de C2

La **Fig. 4.15** muestra el diagrama de interacción para ambos ejes de la columna C2. Los puntos rojos situados fuera del diagrama azul indican las combinaciones de carga que exceden la capacidad de la columna C2, produciéndose la falla.

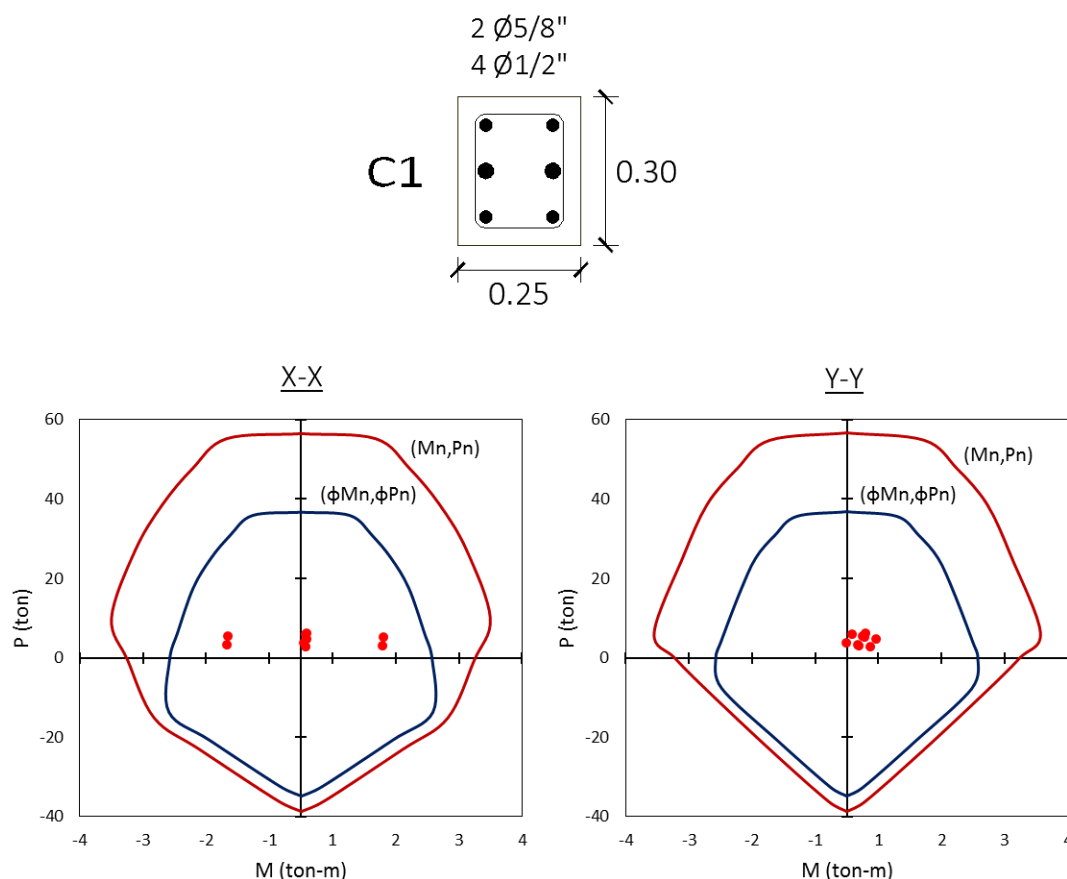


Fig. 4.16 Puntos (M_u , P_u) ubicados en los diagramas de interacción para cada eje de C1

La **Fig. 4.16** muestra el diagrama de interacción para ambos ejes de la columna C1. Aquí podemos observar que todos los valores de combinaciones de carga están situados dentro diagrama de diseño azul.

De los diagramas de interacción mostrados, concluimos que las columnas existentes C4 y C2 no tienen la capacidad suficiente para tolerar sismos severos.

Por tanto, hemos planteado una propuesta de reforzamiento para aumentar la resistencia de las columnas. De esta forma prolongamos la vida útil del Bloque 1.

4.2.3 Verificación de capacidad de las vigas principales existentes

Para la verificación de capacidad de las vigas principales se escogió la viga denominada VP-101 (25x50) cm. Ubicadas en los ejes 2

Se calculó los esfuerzos actuantes en la viga mediante el programa ETABS 2016. A continuación, se muestran los diagramas de momento de la viga seleccionada.

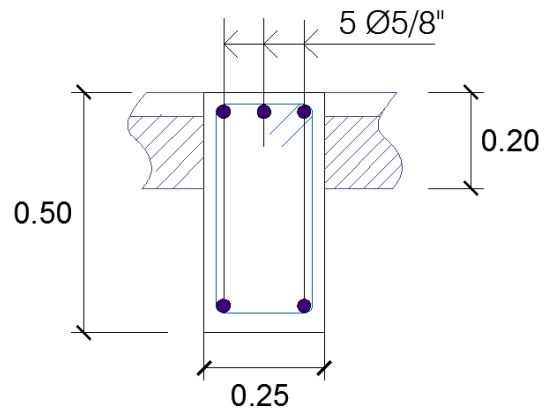


Fig. 4.17 Viga VP-101 sección 25x50cm

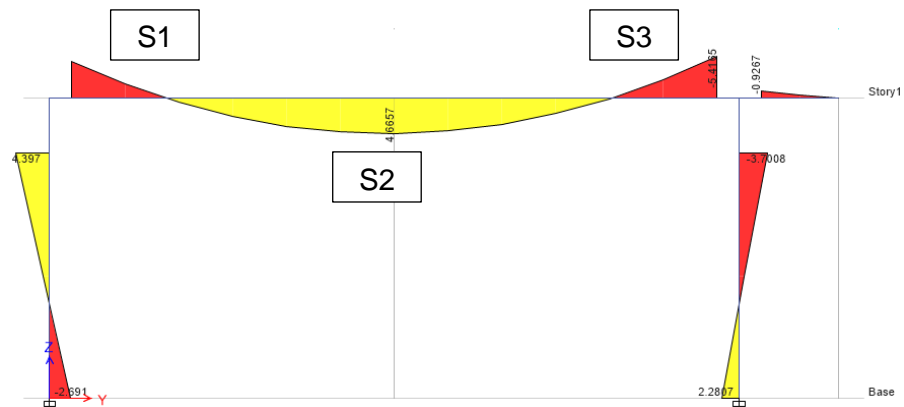


Fig. 4.18 Diagrama de momento flector por cargas de gravedad

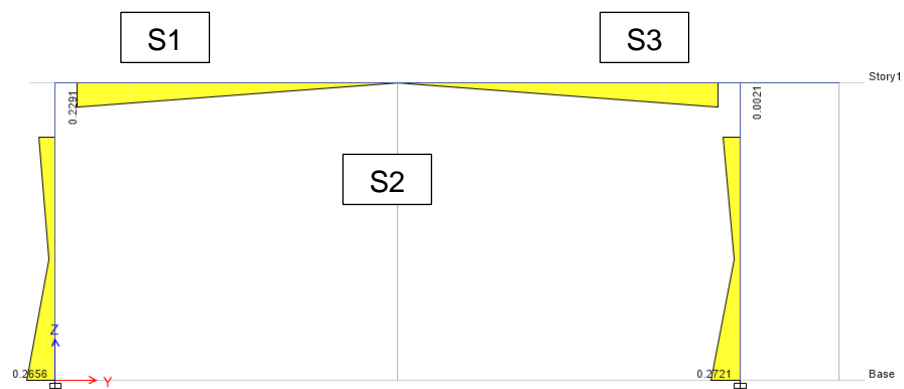


Fig. 4.19 Diagrama de momento flector por cargas de sismo Y-Y

La **Fig. 4.18** y **Fig. 4.19** muestran los valores de momento flector actuantes en la viga VP-101 que se resumen en la **Tabla 4.16**

Tabla 4.16 Valores de momento flector de la viga VP-101

Caso de carga	M- (ton-m)	M+ (ton-m)	M- (ton-m)
CM	4.74	4.66	5.42
CV	1.03	1.02	1.15
SX	0	0	0
SY	0.22	0	0.22

Luego, efectuando las combinaciones de carga tenemos:

Tabla 4.17 Cálculo de combinaciones de carga para VP-101

COMBINACION	Mu- (ton-m)	Mu+ (ton-m)	Mu- (ton-m)
1.4CM+1.7CV	-6.69	8.26	-9.54
1.25(CM+CV)+SX	-5.96	7.10	-8.21
1.25(CM+CV)-SX	-5.96	7.10	-8.21
0.9CM+SX	-4.27	4.19	-4.88
0.9CM-SX	-4.27	4.19	-4.88
1.25(CM+CV)+SY	-6.18	7.10	-8.43
1.25(CM+CV)-SY	-5.74	7.10	-7.99
0.9CM+SY	-4.49	4.19	-5.10
0.9CM-SY	-4.05	4.19	-4.66

En la **Tabla 4.17** se puede observar que los mayores efectos son generados por la Combinación de carga # 01. Con esta combinación se procedió a verificar la cantidad de acero de refuerzo longitudinal de la viga.

Tabla 4.18 Acero requerido y colocado en cada sección de la viga

Sección	Mu (ton-m)	As requerido (cm ²)	As colocado (cm ²)	Verif. As _{req} < As _{col}
S1	-6.69	5.92	6.00	CUMPLE
S2	8.26	5.82	8.00	CUMPLE
S3	-9.54	6.70	6.00	NO CUMPLE

De la **Tabla 4.18** podemos concluir que el acero de refuerzo en el extremo derecho de la viga VP-101 es insuficiente y por tanto NO CUMPLE con la normativa vigente.

4.3 PROPUESTA DE REFORZAMIENTO

A partir de aquí repetiremos el análisis sísmico con un segundo modelamiento, el cual incluye las columnas y vigas propuestas CR-1, CR-2 y VR-1 para el reforzamiento

La ubicación de las columnas y vigas reforzadas se pueden apreciar en la **Fig.**

4.20

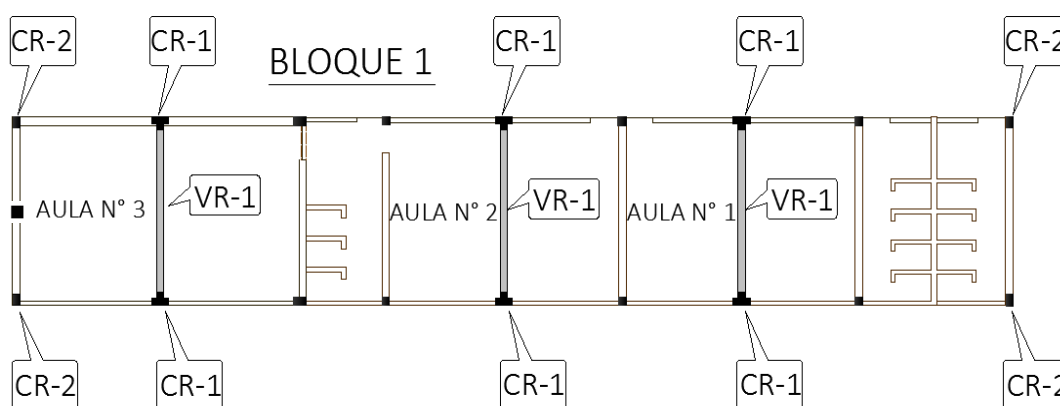


Fig. 4.20 Ubicación de las columnas propuestas para reforzamiento

La **Fig. 4.20** muestra la ubicación de las columnas y vigas que serán reforzadas para asegurar la continuidad del Bloque 1 y el cumplimiento de la Norma.

4.3.1 Resumen Análisis Dinámico

Para el reforzamiento se propone incrementar la sección de las columnas más vulnerables, en este caso se eligen los: eje 2, eje 5, y eje 7 en los cuales se incrementará la rigidez de las columnas en la dirección X-X. y en la dirección Y-Y se incrementa la sección de las columnas esquineras en el eje 1 y eje 9.

Toda la estructura fue analizada con la ayuda del programa ETABS 2016, como una estructura tridimensional, y se siguieron los mismos pasos del anterior análisis, donde se considera las mismas cargas de diseño tanto para: cargas muertas, cargas vivas, espectro para el sismo en ambas direcciones. Para la propuesta de reforzamiento se consideró la resistencia de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

4.3.1.1 Modos y Periodos de vibración de la estructura

Después de realizar los procesos de análisis se tiene los siguientes resultados:

Tabla 4.19 Porcentaje de masa participativa de los tres modos de vibración (Bloque 1 Reforzado)

Modo	Periodo (s)	UX	UY	RZ
1	0.102	100%	0.0 %	0.0 %
2	0.039	0.0 %	89.5 %	11.0 %
3	0.034	0.0 %	10.5 %	89.0 %

De la **Tabla 4.19** podemos notar que el periodo de vibración del Eje X redujo su valor de 0.288 segundos a 0.102 segundos. Esto es gracias a que aumentamos la rigidez en esa dirección mediante la propuesta de reforzamiento de columnas de mayor sección.

4.3.1.2 Desplazamientos y derivas

Realizamos también el control de derivas. Podemos suponer que, al reducirse el periodo de vibración en el Eje X, se reducen también los desplazamientos en esa dirección. Esto se aprecia en la **Tabla 4.20**, donde el valor de la distorsión no excede el máximo permitido por la norma que es de 0.007 (correspondiente a concreto armado, que es el material predominante en el eje X).

Tabla 4.20 Distorsiones de entrepiso en Sismo X-X (Bloque 1 Reforzado)

Nivel	Carga	Deriva	Deriva*0.75*R	Verif.
STORY1	SISMOXX Max	0.000318	0.001908	CUMPLE

En la **Tabla 4.21**, la distorsión respecto al Eje Y no presenta variaciones significativas. Luego del análisis, su valor sigue estando dentro del parámetro indicado por la norma.

Tabla 4.21 Distorsiones de entrepiso en Sismo Y-Y (Bloque 1 Reforzado)

Nivel	Carga	Deriva	Deriva*0.75*R	Verif.
STORY1	SISMOYY Max	0.000106	0.000636	CUMPLE

A continuación, se muestra el diseño de concreto armado de los elementos propuestos para el reforzamiento del Bloque 1 de la I.E 336 Virgen de la Natividad.

A. COLUMNA PROPUESTA CR-1

Código de Diseño:

NTP E.060

Geometría de la columna:

$$b_f = 60 \text{ cm} \quad b_w = 25 \text{ cm}$$

$$h_f = 25 \text{ cm} \quad H = 45 \text{ cm}$$

$$A_g = 2000 \text{ cm}^2$$

Datos de Diseño:

$$\phi = 0.70 \quad \beta_1 = 0.85$$

$$f'_c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \epsilon_u = 0.003 \quad E_c = 218\,819.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \epsilon_y = 0.002 \quad E_s = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Datos del refuerzo:

$$10 \text{ barras } \#5 \quad 02 \text{ barras } \#4 \quad A_s = 22.58 \text{ cm}^2$$

$$\rho = 1.13\% \quad r = 4 \text{ cm}$$

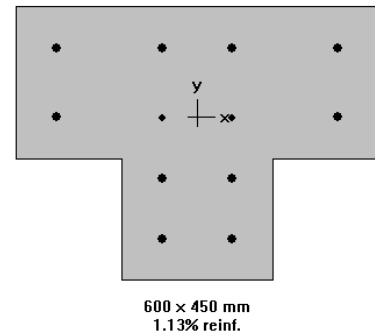
Diseño por Flexocompresión:

Para el diseño se tomarán las cargas correspondientes a la columna CR-1 ubicada en la intersección de los ejes B-B y 3-3, que es donde se presentan las mayores compresiones de carga proporcionados por el análisis.

Tabla 4.22 Cargas columna CR-1

CR - 1	P (ton)	M2 (ton-m)	M3 (ton-m)	V2 (ton)	V3 (ton)
CM	12.29	0.032	-2.776	2.27	0.025
CV	2.021	-0.007	-0.626	0.512	0.005
SX	-0.305	8.35	0.008	0.001	4.376
SY	-0.222	0.099	1.001	0.619	0.057

La **Tabla 4.22** muestra los valores de las cargas de fuerza axial, momento y cortante, calculadas por el programa Etabs para la columna propuesta CR-1.



Luego, efectuando las combinaciones de carga tenemos:

Tabla 4.23 Valores P_u y M_u según combinaciones de carga para CR-1

Combinación	P_u (ton)	M_u2 (ton-m)	M_u3 (ton-m)
1.4CM+1.7CV	20.64	0.03	-4.95
1.25(CM+CV) +SX	17.58	8.38	-4.24
1.25(CM+CV) -SX	18.19	-8.32	-4.26
0.9CM+SX	10.76	8.38	-2.49
0.9CM-SX	11.37	-8.32	-2.51
1.25(CM+CV) +SY	17.67	0.13	-3.25
1.25(CM+CV) -SY	18.11	-0.07	-5.25
0.9CM+SY	10.84	0.13	-1.50
0.9CM-SY	11.28	-0.07	-3.50

La **Tabla 4.23** muestra los valores obtenidos aplicando las combinaciones de carga de la NTP E.060.

Luego, con los datos de la columna propuesta elaboramos el Diagrama de Interacción en Excel para ambas direcciones. Dentro del Diagrama cargamos los valores obtenidos en la **Tabla 4.23**, obteniendo lo siguiente:

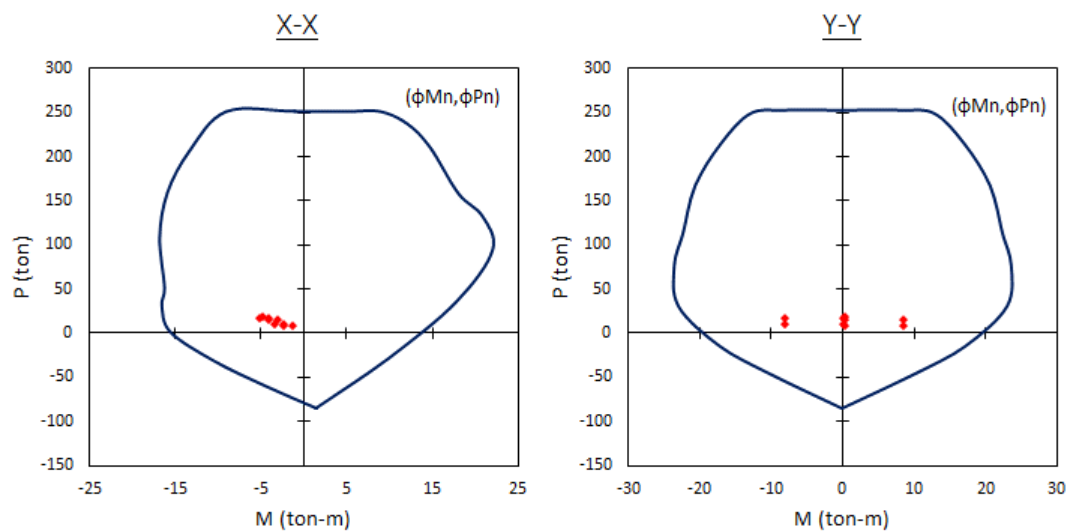


Fig. 4.21 Puntos (M_u , P_u) ubicados en los diagramas de interacción para cada eje de CR-1

La **Fig. 4.21** muestra los valores de combinaciones de carga (puntos rojos) situados dentro de la curva. Notamos que el refuerzo asumido cumple con los requerimientos para ambas direcciones con un margen aceptable.

B. COLUMNA PROPUESTA CR-2

Código de Diseño:

NTP E.060

Geometría de la columna:

$$b = 25 \text{ cm} \quad h = 40 \text{ cm} \quad A_g = 1000 \text{ cm}^2$$

Datos de Diseño:

$$\phi = 0.70 \quad \beta_1 = 0.85$$

$$f'_c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \varepsilon_u = 0.003 \quad E_c = 218\,819.8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad \varepsilon_y = 0.002 \quad E_s = 2 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Datos del refuerzo:

$$6 \text{ barras } \#5 \quad A_s = 12 \text{ cm}^2$$

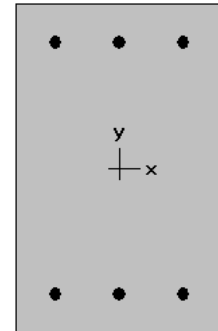
$$\rho = 1.2\% \quad r = 4 \text{ cm}$$

Diseño por Flexocompresión:

Para el diseño se tomarán las cargas correspondientes a la columna CR-2 ubicada en la intersección de los ejes 1 intersección con el eje C, que es donde se presentan las mayores compresiones de carga proporcionados por el análisis.

Tabla 4.24 Cargas columna CR-2

CR - 2	P (ton)	M2 (ton-m)	M3 (ton-m)	V2 (ton)	V3 (ton)
CM	3.541	0.057	0.137	-0.098	-0.033
CV	0.505	0.008	0	0	-0.004
SX	-0.278	0.011	1.134	0.708	0.008
SY	-3.292	0.497	0.018	0.014	0.295



250 x 400 mm
1.20% reinf.

La **Tabla 4.24** muestra los valores de las cargas de fuerza axial, momento y cortante, calculadas por el programa Etabs para la columna propuesta CR-2.

Efectuando las combinaciones de carga tenemos:

Tabla 4.25 Valores P_u y M_u según combinaciones de carga para CR-2

Combinación	P_u (ton)	M_u2 (ton-m)	M_u3 (ton-m)
1.4CM+1.7CV	5.82	0.09	0.19
1.25(CM+CV) +SX	4.78	0.09	1.31
1.25(CM+CV) -SX	5.34	0.07	-0.96
0.9CM+SX	2.91	0.06	1.26
0.9CM-SX	3.46	0.04	-1.01
1.25(CM+CV) +SY	1.77	0.58	0.19
1.25(CM+CV) -SY	8.35	-0.42	0.15
0.9CM+SY	-0.11	0.55	0.14
0.9CM-SY	6.48	-0.45	0.11

La **Tabla 4.25** muestra los valores obtenidos aplicando las combinaciones de carga de la NTP E.060.

Luego, con los datos de la columna propuesta elaboramos el Diagrama de Interacción en Excel para ambas direcciones. Dentro del Diagrama cargamos los valores obtenidos en la **Tabla 4.25**, obteniendo lo siguiente:

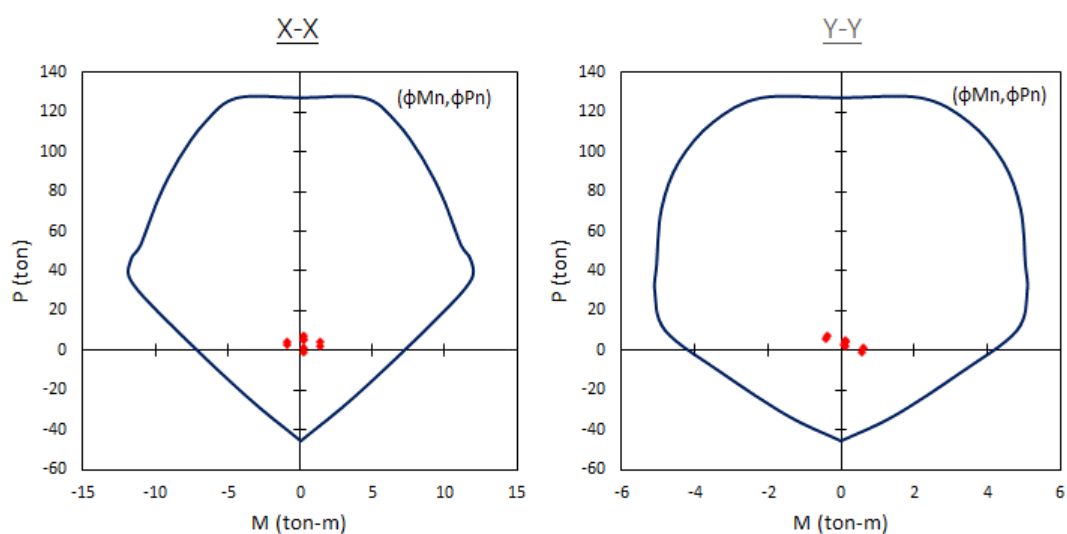


Fig. 4.22 Puntos (M_u , P_u) ubicados en los diagramas de interacción para cada eje de CR-2

En la **Fig. 4.22** se observa que todos los puntos correspondientes a las combinaciones figuran dentro del diagrama de interacción de la columna para ambas direcciones, por lo que no es necesario aumentar la capacidad de la columna.

Flexión Biaxial

“Actualmente, el análisis de las columnas sometidas a flexión biaxial se hace primordialmente con computadora. Uno de los métodos aproximados que es útil en el análisis y que puede realizarse con calculadoras de bolsillo incluye el uso de la así llamada ecuación de interacción recíproca desarrollada por el profesor Boris Bresler de la Universidad de California en Berkeley”. (McCormac & H. Brown, 2011, pág. 297)

Esta ecuación se muestra en la NTP E.060 en la sección 10.18

Para culminar el diseño por flexocompresión, se verifica por flexión biaxial, utilizándose la combinación “1.25(CM+CV)+SY”, por ser la que mayores efectos genera.

Para nuestro ejemplo:

- Se diseño la sección de la columna propuesta en ETABS 2016.
- Luego se exportó los datos de la curva de interacción para todos los ángulos.
- Estos puntos se introdujeron al programa Mathcad Prime 4.0, donde es posible graficar la “roseta” que comprende todas las curvas de interacción.
- Por último, ingresamos los valores de las combinaciones carga para CR-2 y podemos comprobar gráficamente que ningún valor excede los límites de las curvas.

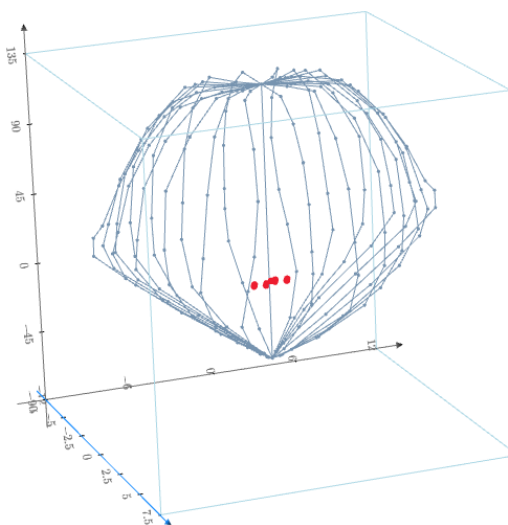


Fig. 4.23 Vista 3D del Diseño Biaxial de la columna CR-2 usando Mathcad Prime 4.0

En la **Fig. 4.23** podemos apreciar la vista del 3D de la Superficie de Interacción para el chequeo de momento biaxial de la columna CR-2.

Se debe indicar que en el eje 1 de la estructura del Bloque 1 (existente) se tiene un muro confinado con ladrillos en sentido de cabeza, el cual tiene una longitud entre eje de 6.12m. con lo cual no se está cumpliendo con la Norma Técnica E.070 Albañilería en la cual recomienda: “*Que la distancia máxima centro a centro entre las columnas de confinamiento sea dos veces la distancia entre los elementos horizontales de refuerzo y no mayor que 5 m*” por lo cual se está planteando la incorporación de una columna de confinamiento a ser instalada en el centro del paño del muro, para ello se propone una sección de 25x25cm con cuatro varillas de refuerzo de $\Phi 1/2$ ”, y de esta manera estabilizar el muro de albañilería.

Diseño por Cortante en Columnas reforzadas

La fuerza cortante última se obtiene a partir de las resistencias nominales a flexión, para ello se tiene que utilizar el diagrama de interacción realizado.

Para Columna CR-1 y CR-2

Luego, la altura libre es $h=2.5$ m

$$V_u = \frac{2 \cdot M_n}{l_n} = \frac{2(26.47)}{2.5} = 21.18 \text{ ton}$$

Este valor se comparará con los cortantes obtenidos en las combinaciones de cargas amplificadas por 2.5 veces, si los valores son mayores al V_u calculado por momentos nominales, se usará el menor valor ($2.5V_u=14.27$)

El cortante resistido por el concreto se calcula mediante

$$\phi V_c = 0.53 \cdot \sqrt{210} \cdot \left(1 + \frac{17.67}{140 \cdot (2000)} \right) \cdot 25 \cdot 38.55 = 7.40 \text{ ton}$$

V_u yy = 5.71 Tn , amplificado esta cortante se tiene = ($2.5 \times 5.71 = 14.27$ Tn)

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = \frac{14.27}{0.85} - 7.40 = 9.39 \text{ ton}$$

si $V_s < 2.1 \cdot \sqrt{210} \cdot b \cdot d = 30.81 \text{ ton}$ (si se cumple)

entonces se requiere estribos de confinamiento

si $V_s < 1.1 \cdot \sqrt{210} \cdot b \cdot d = 16.14 \text{ ton}$ (si se cumple) $30 \text{ cm} \cdot \frac{d}{2} = 19.27 \text{ cm}$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = \frac{1.42 \cdot 4200 \cdot 40.5}{9.39} = 25.71 \text{ cm}$$

Espaciamiento en la zona de confinamiento, el menor de:

$$L_s = 8 * A_s \text{ longitudinal} = 16 \text{ cm}, \quad \text{o} \quad \frac{d}{2} = 20.25 \text{ cm}$$

Longitud de la zona de confinamiento, no mayor de:

$$\frac{hn}{6} = 41.66 \text{ cm}, \quad \text{ó} \quad L = 90 \text{ cm} \quad \text{ó} \quad 50 \text{ cm}$$

Espaciamiento en la zona fuera del confinamiento, no mayor de:

$$s = \frac{A_v \cdot f_y}{0.2 \sqrt{f_c} \cdot b_w} = 82.31 \text{ cm} ||$$

$$s = \frac{A_v \cdot f_y}{3.5 \cdot b_w} = 68.16 \text{ cm}$$

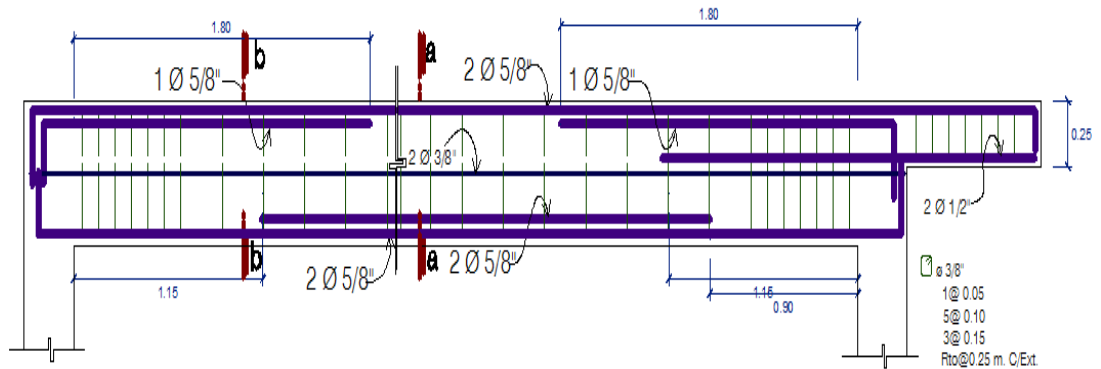
Se elige la siguiente distribución de estribos

Para la Cr-1 con 2 estribos $\phi 3/8"$: 1@0.05, 6@0.10, 3@0.15 Resto @.25, desde cada extremo.

C. VIGA PROPUESTA VR-1

Para las vigas VP-101 (eje 2) y VP-102 (ejes 5 y7) se ha planteado:

- Reemplazar las 3 vigas existentes correspondientes a los pórticos donde se ha reforzado también las columnas. La nueva viga VR-1 de sección 25x55 cm para una resistencia de compresión del concreto de f_c 210 kg/cm² como lo estable la norma. NTE
- El acero longitudinal existente se reutilizará (siempre y cuando se encuentre en buenas condiciones). Ya que las varillas de acero instaladas actualmente, cumplen con la cuantía requerida.



Vista longitudinal del acero en viga VR-1

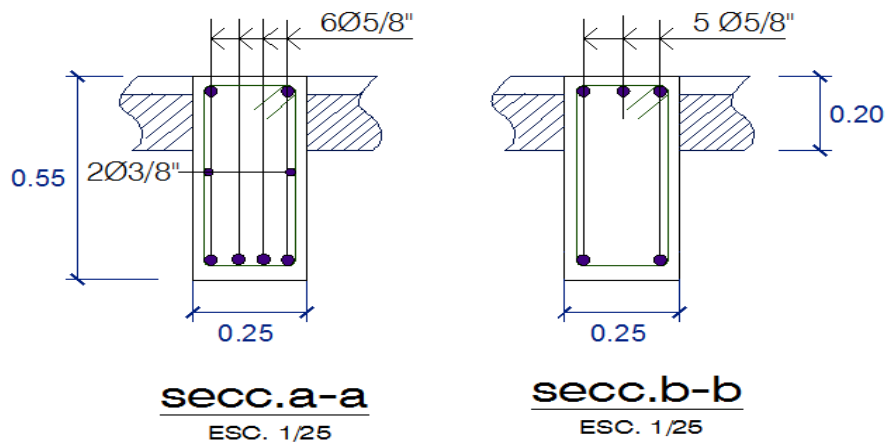


Fig. 4.24 Viga propuesta VR-1 sección 25x55 cm

La Fig. 4.24 muestra la sección propuesta como reforzamiento de las vigas principales.

Tabla 4.26 Nueva distribución de acero viga VR-1

Sección	Mu (ton-m)	As req. (cm ²)	As _{col} (cm ²)	Distribución	Verif. As _{req} < As _{col}
S1	-6.69	4.83	6.00	3Ø5/8 (existente)	CUMPLE
S2	8.26	4.56	8.00	4Ø5/8 (existente)	CUMPLE
S3	-9.54	5.34	6.00	3Ø5/8 (existente)	CUMPLE

Como se ve en la Tabla 4.26, al reemplazar el concreto existente por uno nuevo de f'_c 210 kg/cm², se indica que se incrementó el peralte de la viga de 50cm a 55cm, con el es suficiente para aumentar la capacidad a los momentos flectores. El acero ya existente cumple con las solicitaciones de momentos flectores mayorados por lo tanto no es necesario adicionar más acero de refuerzo a la viga VR-1, la cual solo requiere cambiar el concreto para una resistencia a la compresión de $f'_c=210\text{kg/cm}^2$

Verificación de Acero longitudinal en Vigas Reparada

Momento ultimo $M_u=9.54$ Tn-m (dato recopilado de Etabs)

Dimensiones de diseño:

$h=55\text{cm}$ $b=25\text{cm}$ $r=7\text{cm}$ $d'=6\text{cm}$ $\Phi=0.90$

Propiedades de la sección:

$f'_c=210\text{kg/cm}^2$ $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ $E_y=2,100,000\text{kg/cm}^2$

Comprobando si la viga esta o requiere de acero en compresión.

Cuantia balancada:

$$p_b = \beta^1 0.85 \frac{f_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) = 0.02125$$

Se debe verificar que el acero de acero instalado cumpla con el requerimiento de acero mínimo y máximo de la norma E.060 y se tiene.

$$A_{smax.} = 0.75 * p_b * d = 19.13 \text{cm}^2$$

$$A_{smin} = \frac{0.7 * \sqrt{f_c}}{f_y} b * d = 2.90 \text{cm}^2$$

Se comprueba en todos los casos que se cumple con los requerimientos de área de acero mínimo y máximo.

Verificamos si el tramo de viga a reparar requiere de un diseño como Viga Doblemente reforzada

Momento resistente como sección simplemente armada:

$\epsilon_c=0.003$ (deformación unitaria del concreto a la falla)

$$C = \left(\frac{E_c * d}{E_c + E_s} \right) = 28.28 \text{cm}$$

$$E_{s'} = \frac{E_c * (C - d)}{C} = 0.0025$$

$$a = c * B_1 = 24.48 \text{cm}$$

$$M_{n1} = A_{smax.} * f_y * \left(d - \frac{a}{2} \right) = 28.74 \text{tn} - \text{m}$$

Resistencia Nominal Requerida

$$M_n = \frac{M_u}{\Phi} = 10.60 \text{ tn} - \text{m}$$

$M_{n_1} > M_n$ "No requiere verificación por compresión"

Adicionalmente a lo antes mencionado, el capítulo 21 de la Norma E.060 menciona disposiciones especiales para el diseño sísmico, con el fin de que la estructura tenga un comportamiento más dúctil ante un sismo.

Se deberá colocar dos barras corridas de extremo a extremo de la viga, tanto en la cara superior como en la cara inferior, con un área de acero No menor al mínimo.

Para nuestro caso tenemos

Acero Superior negativo:

$$A_s(-) = \frac{M_u}{f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{5.42 \text{ Tn}}{4200 \left(48 - \frac{24.48}{2}\right)} = 3.60 \text{ cm}^2$$

El acero actualmente instalado en la viga para el momento negativos son dos que recorren toda la longitud de la viga más un bastón colocado colocados en los extremos todos ellos son barras de $\Phi 5/8"$, por lo tanto en los extremos donde se presentan los mayores momentos se tiene $3\Phi 5/8"$ que dan un área de acero de 6.0 cm^2 , con lo cual cubre las solicitaciones de momentos flectores.

Acero Inferior positivo:

$$A_s(+) = \frac{M_u}{f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 3.10 \text{ cm}^2$$

De igual manera el acero actualmente instalado en la parte inferior positiva son dos varillas que recorren toda la longitud mas dos bastones de refuerzos colocados en la parte central del tramo donde se produce el mayor momento positivo es $4\Phi 5/8"$ que dan un área de acero de 8.0 cm^2 , con lo cual cubre las solicitaciones de momentos flectores.

Con lo anteriormente señalado se verifica que los aceros actualmente instalados en las vigas peraltadas de los pórticos cumplen con las áreas de acero necesarios, por lo cual, para este trabajo de reforzamiento, se realizará el cambio de concreto de las vigas que actualmente tiene una resistencia en viga de $f_c' = 49.20 \text{ kg/cm}^2$ por una de calidad $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$

Verificación de Cortante en Vigas reforzadas

Para el acero transversal resistente al corte es uso una distribución similar

- Geometría de la Viga:

$$b = 25 \text{ cm} \quad h = 55 \text{ cm} \quad \text{Recubrimiento} = 4.5 \text{ cm}$$

Datos de Diseño:

$$f'c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad fy = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Cortante ultima } Vu = 12.03 \text{ tn}$$

$$\text{Área de acero de estribos } Au = 2 \cdot \Phi 3/8 = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$\text{Cortante del concreto } (Vc) = 0.53 \sqrt{f'c} (b)(d) = 9.70 \text{ tn}$$

si $Vu > Vc$ Se requiere estribos de refuerzo

$$\text{Cortante que resiste el acero: } Vs = \frac{Vu}{0.85} - Vc = 4.45 \text{ tn}$$

Espaciamiento:

$$S = \frac{Au \cdot fy \cdot d}{Vs} = 67.58 \text{ cm}$$

Verificación de Espaciamiento:

$$Vs = 4.45 \text{ tn} < 2.1 \sqrt{f'c} (b)(d) = 38.42 \text{ Tn se cumple}$$

Entonces:

$$Vs < 1.1 \sqrt{f'c} (b)(d) = 20.12 \text{ Tn se cumple } \frac{d}{2} = 25.25 \text{ cm}$$

Zona de confinamiento (2.h) = 110.0 cm

El espaciamiento de estribos es:

$$1@0.05, 6@0.10, 3@0.15, \text{rto. } @0.25 \text{ c/ext}$$

4.3.2 Proceso Constructivo del Reforzamiento

La finalidad de la Evaluación Estructural del Bloque 1, es la de verificar su capacidad sismorresistente y de ser necesario aumentar este último. De esta manera podremos garantizar la seguridad de la estructura en el tiempo. Para este caso se propone el reemplazo de las columnas por otras de mayor sección y calidad $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

El procedimiento constructivo del reforzamiento de la estructura denominada Bloque 1 se detalla a continuación:

- ✓ Primero se debe apuntalar la losa aligerada y las vigas peraltadas donde se vayan a realizar los trabajos de reforzamiento.

- ✓ Luego se procede a demoler las columnas y vigas indicadas en los planos que determinaron tener baja resistencia, para poder instalar el nuevo acero de refuerzo longitudinal.
- ✓ Las varillas existentes que permanecerán en las nuevas columnas como en las vigas, serán sometidas a limpieza para su reutilización, aplicándose el método del arenado.
- ✓ Las nuevas varillas serán colocadas en la columna mediante perforaciones en la parte superior de la zapata a una profundidad de 25 cm, utilizando taladro y broca de $\frac{3}{4}$. Luego, para anclar correctamente el acero se limpiará por sopleteo la superficie de contacto y solo entonces se utilizará un aditivo epóxico de tipo adhesivo. Se propone usar la marca comercial Sikadur 31 como se aprecia en la **Fig. 4.25**.

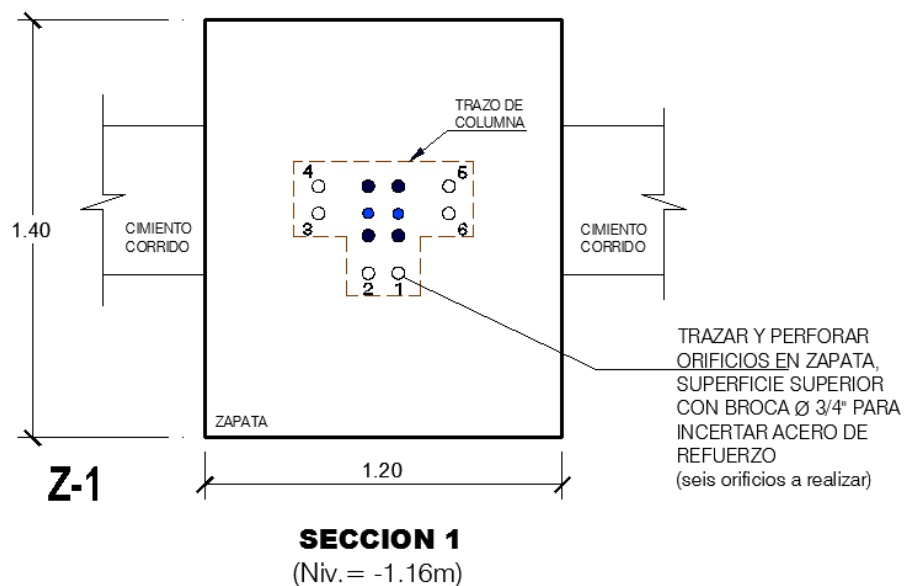


Fig. 4.25 Perforación en zapata para fijar varillas de acero

- ✓ Los muros de albañilería contiguos a la columna a reforzar, se acortarán hasta el nuevo límite de ensanche de las columnas, dejando el ladrillo en forma dentada, para una mejor adherencia del concreto nuevo con los muros de albañilería. Los casos especiales de muros bajos contiguos a columnas a reforzar, se deben independizar para evitar el efecto de columna corta. Esto se logra con la colocación de columnetas de amarre de 15x25 cm con una pulgada de separación entre columna y muro donde se insertará un jebe microporoso. (Ver **Fig. 4.26**)

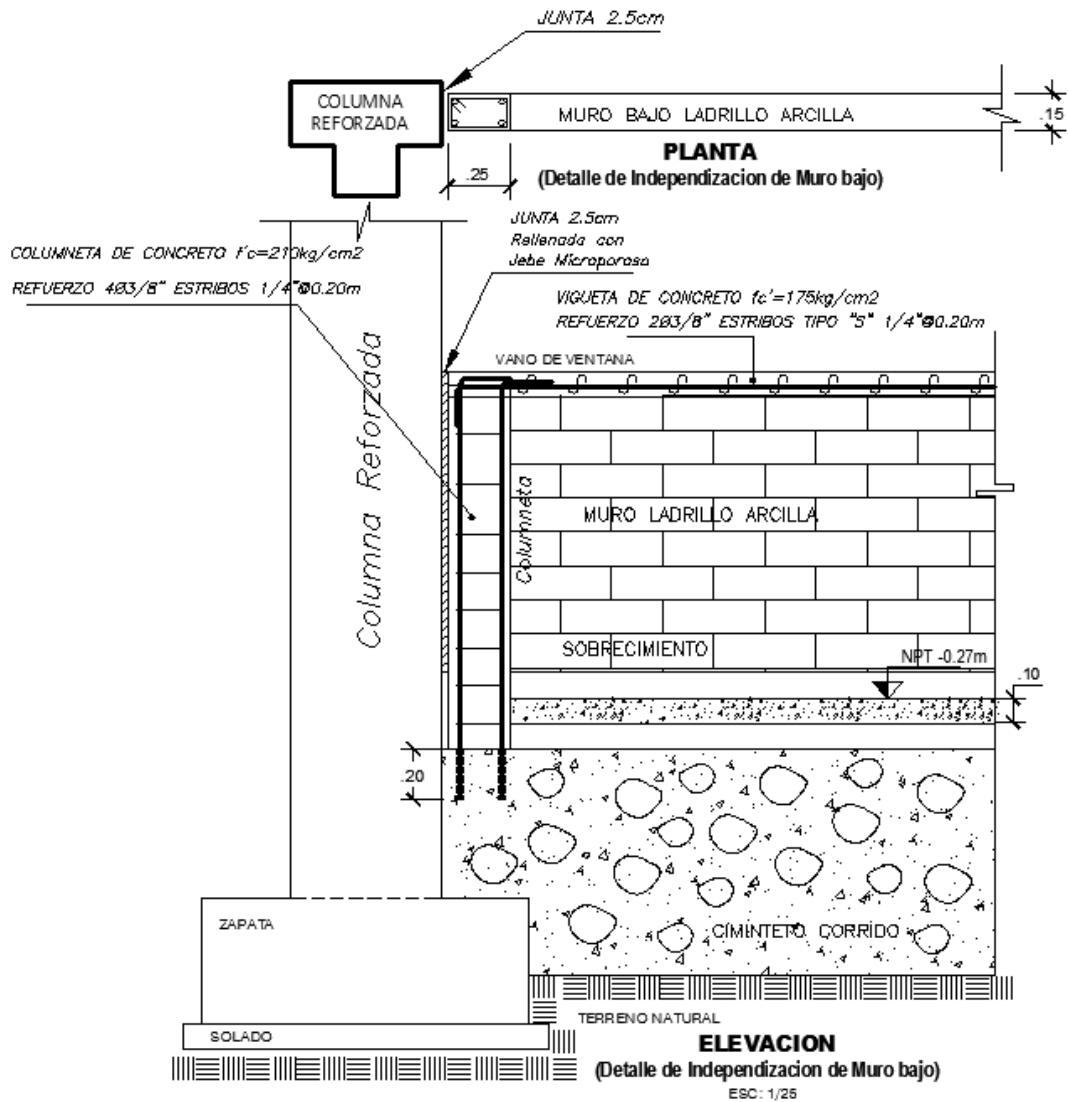


Fig. 4.26 Detalle separación muro - columna

- ✓ Resuelto los puntos anteriores, se colocará el encofrado para columnas y las vigas peraltadas que se ubican en el centro de las aulas. Se debe considerar el uso del aditivo epóxico Sikadur 32 en la zona de encuentro viga-losa con la finalidad de asegurar la adherencia del concreto antiguo con el concreto nuevo. Ello se puede apreciar en la **Fig. 4.27**

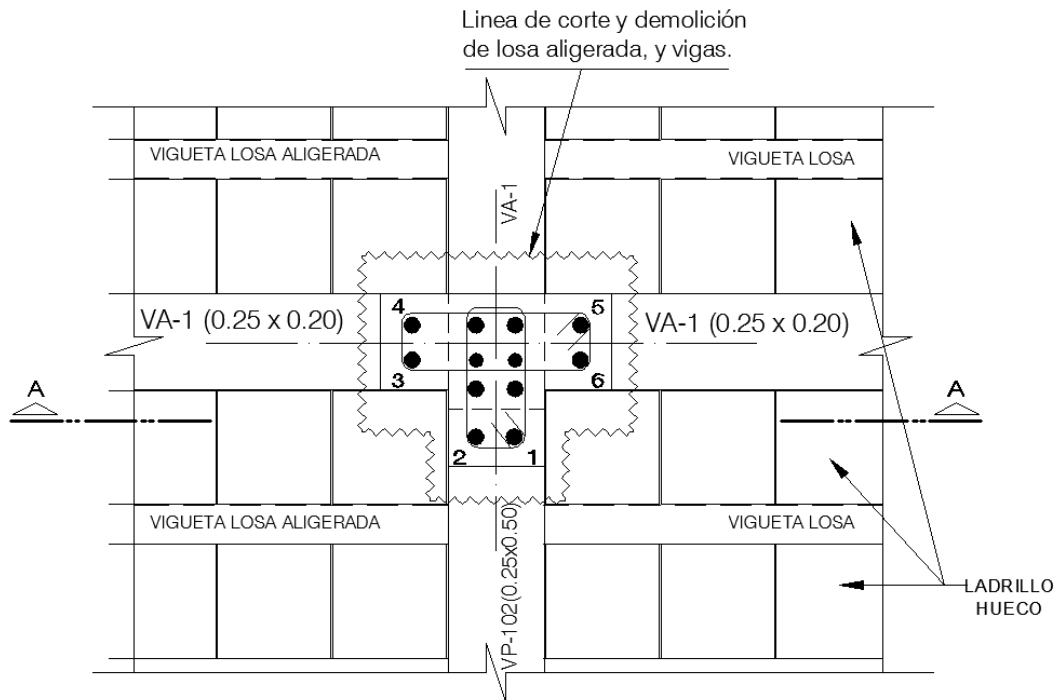


Fig. 4.27 Detalle unión viga - columna - losa

- ✓ Por último, se procederá al vertido del concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Se debe tener especial cuidado del curado del concreto fresco procurando en todo momento tenerlo humedecido con agua por 14 días, o también se puede utilizar aditivos curadores, pudiendo emplearse dos capas de adhesivo acrílicos (membrana de curado) los cuales se aplican utilizando artefactos rociadores, la aplicación de este aditivo se realiza inmediatamente después del desencofrado.

CAPÍTULO 5 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Hipótesis Especifica Nro. 01:

“Mediante ensayos de campo en la estructura es posible determinar las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad.”

Respuesta a la hipótesis Nro. 01

Mediante ensayos de campo se determinaron las propiedades mecánicas de los materiales que contiene la infraestructura del centro educativo inicial N° 336 Virgen la Natividad, y con el valor de los resultados obtenidos, y se pudo determinar la vulnerabilidad latente en la que se encuentra la edificación ante fuerzas externas que pudieran debilidad su estructura interna.

Siendo el concreto, el acero de refuerzo y ladrillos de albañilerías los material predominante que conforman la edificación del centro educativo, en este caso se tomaron muestras para el análisis y ensayo del concreto con pruebas de resistencia a la compresión, de los resultados obtenidos estos fueron bajos, y no se ajustan a la norma E.060 Concreto Armado en su numeral 5.6.5.4 establece que un concreto se considerara estructuralmente de buena calidad si el promedio de tres núcleos de concreto es igual al 85% de la resistencia del concreto de diseño, y que ningún núcleo tenga una resistencia menor a 75% de la resistencia de diseño, en este caso el concreto instalado en la infraestructura educativa arrojó una resistencia promedio de $f'c = 49.31 \text{ kg/cm}^2$ que No Cumple con lo especificado en la norma E .060 Concreto Armado

Hipótesis Especifica Nro. 02:

Mediante un análisis por carga sísmica y cargas verticales es posible determinar si la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad cumple con las normas de diseño del E.030 Diseño Sismorresistente vigente.

Respuesta a la hipótesis Nro. 02

Una vez que se establecieron las condiciones de la infraestructura educativa inicial 336 Virgen de la Natividad, en lo concerniente a su Rigidez y Masa, se procedió al análisis Estático y dinámico, y se determinó que su comportamiento ante un evento sísmico en la dirección (X) es deficiente debido a su baja rigidez inercial.

La rigidez de un edificio depende del tamaño de los elementos de soporte, como columnas y vigas, depende de la elasticidad del material, asimismo depende de qué tipo de movimiento se presenta sobre cada elemento.

La Rigidez depende de la sección de los elementos estructurales en función del segundo momento de inercia, la sección del área transversal portante y el módulo de elasticidad E_c . Dentro del movimiento global de una edificación, se presentan movimientos de traslación, axial, y rotacional, estos a su vez inducirán tres esfuerzos fundamentales sobre los elementos que constituyen la edificación. Se pueden presentar esfuerzo de corte, por concepto de desplazamiento relativo entre columnas o vigas con respecto a un eje original de referencia, también se pueden presentar esfuerzos de corte por la rotación en los nudos.

La fuerza sísmica que pudieran inducirse a una edificación, tendrá el efecto de crear una reacción inercial de las masas en movimiento que tienden a regresar a su estado original para que no existan movimientos relativos entre los ejes de columna. En el caso de la institución educativa inicial virgen de la natividad, se tiene una deficiencia de rigidez en el eje x-x. La rigidez está determinada por la fuerza necesaria para generar un desplazamiento horizontal unitario en las columnas, de la fórmula de rigidez $k=12E_c I_c / L_c^3$ en nuestro caso el valor de E_c = módulo de elasticidad del concreto fue de baja calidad (teniendo un valor pequeño en comparación con concretos de buena calidad), el segundo momento de inercia $I_c=bh^3/12$ en nuestro caso al tener una deficiente sección rectangular de columna se tendrá poca inercia, Según los resultados obtenidos del análisis estático y dinámico de la estructura existente bloque 1 del centro educativo inicial Nro. 336 no cumple en lo concerniente a lo dispuesto en el artículo 5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Permisibles, donde el desplazamiento relativo en la dirección x-x (0.010164) es mayor al mínimo establecido de 0.007.

Se cumple con la condición del numeral 4.6.4 Fuerza cortante mínima de la norma E.030, en la cual establece que la fuerza cortante dinámica tiene que ser mayor al 80% de la cortante dinámica.

Hipótesis Específica Nro. 03

Mediante los resultados obtenidos de la evaluación estructural es posible plantear una propuesta de reforzamiento que se pueda aplicar en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad para que cumpla con las normas de diseño del NTE vigente

Respuesta a la hipótesis Nro. 03

Se propone acciones correctivas con la finalidad de incrementar la rigidez de las columnas del centro educativo inicial Nro. 336 Virgen de la Natividad, el proceso de reforzamiento se orienta a incrementar la sección de concreto de las columnas en la dirección X-X en los elementos que presentan menor rigidez a la cortante, para ello se ha elegido una sección tipo "T" que incrementa considerablemente la estabilidad de la estructura. Asimismo, se plantea el reforzamiento de las vigas VP-101 (25x50 cm) y VP-102 (25x45 cm) con la viga propuesta VR-1 (25x55 cm) de $f'c$ 210kg/cm².

Es necesario recalcar, que la NTE E.030, en la Tabla Nro. 06 "CATEGORIA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES" establece que los sistemas estructurales para edificaciones de categoría A (esencial) en zonas altamente sísmicas (4), pueden ser sistemas dual de concreto armado, muros y/o placas de concreto armado, albañilería reforzada o confinada, o estructuras de acero; sin embargo la estructura en estudio posee un sistema estructural de pórticos de concreto armado, por lo que con nuestra propuesta de reforzamiento estaríamos cumpliendo con la normatividad vigente.

La técnica de encamisado parcial en columnas, es la que se propone para el reforzamiento de la edificación del centro educativo inicial Nro. 336 Virgen de la Natividad, pero para que un proceso de reparación sea correcto es necesario controlar el proceso constructivo al detalle, e incidiendo en aspectos fundamentales tales como: tener una buena rugosidad en la caras de la superficie de la columna antigua con la finalidad que el concreto nuevo buena adherencia con el concreto antiguo, se debe controlar la relación agua cemento, en general se debe tener un estricto control de calidad en el proceso constructivo, porque de ello depende de que el reforzamiento cumpla su objetivo de aumentar resistencia a la estructura.

CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

En base a los objetivos específicos y general se plantean las siguientes conclusiones:

6.1.1 PRIMERA CONCLUSIÓN

Se determinó las propiedades mecánicas del concreto existente por medio del ensayo de compresión (con testigos de concreto extraídos en vigas y columnas con el equipo de perforación diamantina). El valor resultante tiene un $f'c$ promedio de 49.31 kg/cm². Este valor representa al 23.48% del concreto que se requiere para este tipo de estructuras (210 kg/cm²). El concreto existente es en conclusión inadecuado por no cumplir con lo que indica la NTP E.060

6.1.2 SEGUNDA CONCLUSIÓN

Se determinó que la estructura del Bloque 1 no cumplía con los parámetros de la Norma Técnica E.030 y E.060.

Estos valores no aptos corresponden a:

La distorsión de entrepiso en el eje X es de 0.010164, superando el valor mínimo establecido de 0.007 (correspondiente a concreto armado, que es el material predominante en el eje X).

La cuantía de acero de la columna C4 es de 0.46%, que es inferior al mínimo establecido de 1%.

6.1.3 TERCERA CONCLUSIÓN

Al comprobar la baja resistencia del concreto empleado en la construcción, se determinó plantear una propuesta de reforzamiento. Esto mediante la construcción de columnas y vigas nuevas de mayor sección en reemplazo de las ya existentes. Este reforzamiento no involucra a todas las columnas, sino aquellas ubicadas en pórticos libres (sin muros de albañilería) y las cuatro columnas esquineras del Bloque 1; Para el reforzamiento y/o reparación de vigas peraltadas se propone cambiar el concreto existente de las vigas ubicadas en los ejes "2", "5" y "7"; A todos los elementos antes indicados se deberá colocarse un concreto con una resistencia a la compresión de $f'c=210\text{kg/cm}^2$

CONCLUSIÓN GENERAL

Con la evaluación estructural se pudo determinar la baja calidad del concreto utilizado en el proceso constructivo. Asimismo, se observa que los muros no estructurales de los vanos de las ventanas se encuentran unidos a las columnas existentes, pudiendo ocasionar una falla por columna corta.

Del análisis sísmico, se pudo determinar deficiencias de rigidez, al producirse desplazamiento elevados en la dirección "X". Con estos resultados se plantea una propuesta de reforzamiento consistente en incrementar la sección de columnas con un diseño tipo "T", los cuales irán dispuestos en los extremos de los pórticos de los ejes medios de las aulas. Estos elementos contribuyen a mejorar el comportamiento sísmico de la estructura del Bloque 1.

6.2 RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones planteadas, se propone las siguientes recomendaciones:

6.2.1 PRIMERA RECOMENDACIÓN

Al tener conocimiento de la baja calidad del concreto utilizado anteriormente en la construcción del Bloque 1, se recomienda tener personal técnico calificado para un buen control de calidad de los materiales a utilizar en proyectos de edificación posteriores, ya que de ello depende la calidad de la estructura.

6.2.2 SEGUNDA RECOMENDACIÓN

Se recomienda que, ante cualquier ejecución posterior de obras civiles de ampliación o nueva construcción, contar con un expediente técnico que se enmarque dentro de las Normas Técnicas de Edificación vigentes.

6.2.3 TERCERA RECOMENDACIÓN

Se recomienda programar y realizar las mejoras en la estructura del Bloque 1 a la brevedad, principalmente en las columnas existentes más vulnerables, y de esta manera salvaguardar la vida de los usuarios.

6.2.4 RECOMENDACIÓN GENERAL

Se recomienda complementar las investigaciones con Estudio de Suelos de la zona sobre la cual esta cimentada el Bloque 1, y elaborar un expediente técnico que garantice la buena ejecución de los trabajos de reforzamiento estructural. Debiendo ejecutarse éstos a corto y mediano plazo con la finalidad de salvaguardar la

integridad física de la comunidad educativa, ya que nos encontramos ubicados en una zona altamente sísmica, y existe la incertidumbre sobre en qué momento podría presentarse un sismo severo.

BIBLIOGRAFÍA

- A. Manzelli, I. (2006). CPICER - CURSO. *Columnas de Hormigon Armado segun ACI 318*. Argentina.
- Acero Martinez, M. (s.f.). *Evaluación Estructural del Nuevo Pabellón de FACSA*. Tacna.
- Afuso Muñoz, M. A. (2017). TESIS. *Diseño Estructural de un Edificio de Concreto Armado de cinco pisos y tres sótanos ubicado en el distrito de Barranco*. Lima, Perú.
- Chavez A, I. A. (2008). NUEVA NTE E.060 CONCRETO ARMADO. *Capítulo 21: Disposiciones Especiales para el Diseño Sísmico*. Lima, Perú.
- Cisneros Milla, Á. R. (2016). TESIS. *Diseño en Concreto Armado de un Edificio Multifamiliar de 7 pisos sin sotano*. Lima, Perú.
- Gutierrez Flores, W. J. (2008). TESINA. *Experiencias en la Rehabilitación Sísmica de las Edificaciones Esenciales de la Ciudad de Tacna*. Tacna, Perú.
- Harmsen, T. E. (2002). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado*. Lima: Fondo Editorial.
- McCormac, J. C., & H. Brown, R. (2011). *Diseño de Concreto Reforzado* (8 ed.). México: Alfaomega.
- Mejía Márquez, L. A. (2017). TESIS. *Diseño de Edificio de Viviendas de Concreto Armado aplicando las Normas Sismorresistentes de 2003 y 2016*. Lima, Perú.
- Morocho Morales, F. A. (2016). TESIS. *Diseño Estructural de un Edificio de Concreto Armado de 7 pisos*. Lima, Perú.
- RNE. (2009). *Norma E.060 Concreto Armado*. Lima - Perú.
- RNE. (2016). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima - Perú.
- Taboada Garcia, J. A., & de Izcue Uceda, A. M. (2009). TESIS. *Análisis y Diseño de Edificios asistido por computadoras*. Lima, Perú.
- Tafur Gutierrez, A. (2012). TESIS. *Diseño Estructural de un Edificio de Vivienda, con un sótano y seis pisos, ubicado en Magdalena*. Lima, Perú.

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	INDICADORES
<p><u>Problema General</u></p> <p>¿Cuál es el estado estructural de la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad y qué propuesta de reforzamiento se puede proponer para la seguridad de la estructura?</p>	<p><u>Objetivo General</u></p> <p>Determinar el estado estructural de la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad y plantear una propuesta de reforzamiento para la seguridad de la estructura.</p>	<p><u>Hipótesis General</u></p> <p>Mediante una evaluación estructural a detalle es posible determinar el estado estructural de la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad y plantear una propuesta de reforzamiento para la seguridad de la estructura.</p>	<p><u>Variable dependiente:</u></p> <p>Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento.</p> <p><u>Indicador:</u></p> <p>Cumplimiento de las normas de diseño NTE E.030 Diseño Sismorresistente, NTE E.070 Albañilería, NTE E.060 Concreto Armado.</p>
<p><u>Problema Especifico 1</u></p> <p>¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad?</p>	<p><u>Objetivo Especifico 1</u></p> <p>Determinar las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad.</p>	<p><u>Hipótesis Especifica 1</u></p> <p>Mediante ensayos de campo en la estructura es posible determinar las propiedades mecánicas de los materiales utilizados en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad.</p>	<p><u>Método de medición</u></p> <p>Según cada norma técnica se evaluará y medirá lo siguiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> - NTE E.030 desplazamientos y distorsiones - NTE E.060 cuantías de acero en columnas, vigas y losa aligerada
<p><u>Problema Especifico 2</u></p> <p>La Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad ¿cumple con las normas de diseño del RNE vigente?</p>	<p><u>Objetivo Especifico 2</u></p> <p>Determinar si la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad cumple con las normas de diseño del RNE vigente.</p>	<p><u>Hipótesis Especifica 2</u></p> <p>Mediante un análisis por carga sísmica y cargas verticales es posible determinar si la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad cumple con las normas de diseño del RNE vigente.</p>	<p><u>Variable Independiente</u></p> <p>Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad.</p>
<p><u>Problema Especifico 3</u></p> <p>¿Qué propuesta de reforzamiento se puede aplicar en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad para que cumpla con las normas de diseño del RNE vigente?</p>	<p><u>Objetivo Especifico 3</u></p> <p>Plantear una propuesta de reforzamiento que se pueda aplicar en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad para que cumpla con las normas de diseño del RNE vigente.</p>	<p><u>Hipótesis Especifica 3</u></p> <p>Mediante los resultados obtenidos de la evaluación estructural es posible plantear una propuesta de reforzamiento que se pueda aplicar en la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad para que cumpla con las normas de diseño del RNE vigente.</p>	<p><u>Indicador</u></p> <p>Pabellón del centro educativo</p> <p><u>Método de medición:</u></p> <p>Numero de pabellones a evaluar</p>

ANEXO 2
ENSAYO DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

**ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO EL
 ESCLEROMETRO SEGÚN NORMA ASTM-C805**

TESIS “EVALUACION ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INICIAL 336 VIRGEN DE LA NATIVIDAD, TACNA 2018”

UBICACIÓN Centro Educativo Inicial N°336 Virgen de la Natividad, Dpto. Provincia y Distrito de Tacna

SOLICITANTE BACH. ING. ALAN DIETER VILCA YUJRA
 BACH. ING. CARLOS MARCIAL COLLAO FLORES

ENSAYO : ENSAYO DE ESCLEROMETRO IN SITU.

FECHA : TACNA , 09 DE FEBRERO DEL 2018

Nº	DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA	LECTURAS TOMADAS										PRO M.	Resist. kg./cm ²
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10		
L1	COLUMNA	24	24	24	25	26	22	23	22	22	25	23.7	143.70
L2	COLUMNA	25	22	23	22	23	23	22	21	20	20	22.1	132.10
L3	COLUMNA	22	25	26	21	22	22	24	23	25	26	23.6	143.60
L4	COLUMNA	23	24	25	21	23	22	25	24	25	24	23.6	143.60
L5	VIGA	22	23	22	24	25	26	25	22	20	22	23.1	143.10
L6	VIGA	23	22	22	24	22	23	22	21	22	24	22.5	132.50
L7	VIGA	24	25	26	23	24	23	24	25	25	26	24.5	144.50
L8	VIGA	25	25	26	24	23	25	24	25	25	26	24.8	144.80
Valor Promedio fc (kg/cm²) =												140.99	

NOTA EL EQUIPO UTILIZADO SE ENCUENTRA DEBIDAMENTE CALIBRADO.

 Mtra. Dina Marlene Cotrado Flores



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE ING. CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

TESIS "EVALUACION ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA INICIAL 336 VIRGEN DE LA NATIVIDAD, TACNA 2018"

INTEGRANTES BACH. ING. ALAN DIETER VILCA YUJRA
 BACH. ING. CARLOS MARCIAL COLLAO FLORES

MUESTRA : NUCLEOS DE CONCRETO DE 3" EXTRAIDO CON DIAMANTINA DE ANCLAJE

FECHA : TACNA , 09 DE FEBRERO DEL 2018

ENSAYO DE COMPRESION DE NUCLEOS DE CONCRETO ASTM C39

Nº de Probeta	DESCRIPCION N	Diametro	Altura	Fecha de	Area	Factor de Corrección L/D	Lectura	Resist.	Resist.
		cm.	cm.	Rotura	cm ²		Kg.-F	kg./cm ²	Corregida
1	MUESTRA 1	7.3	9	09/02/2018	41.85	0.87	1932	46.16	40.16
2	MUESTRA 2	7.3	10.5	09/02/2018	41.85	0.93	611	14.60	13.58
3	MUESTRA 3	7.3	13	09/02/2018	41.85	0.98	4023	96.12	94.20
Valor Promedio f_c (kg/cm²) =									49.31

 Mtra. Dina Marlene Cotrado Flores

ANEXO 3
PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRAFICO

VISTA EXTERIOR DEL CENTRO EDUCATIVO INICIAL VIRGIN DE LA
NATIVIDAD

VISTA PARCIAL DE LA AULAS N° 2 Y N° 3 DEL CENTRO EDUCATIVO

PANEL FOTOGRAFICO



VISTA DEL BLOQUE 1 (ELEVACION PRINCIPAL



VISTA INTERIOR DE LOS SERVICIOS HIGIENICOS DE NIÑOS

PANEL FOTOGRAFICO



VISTA DE LOS ARRANQUES DE ACERO DE COLUMNAS DEL EJE 9/C



VISTA DE LOS ARRANQUES DE ACERO DE COLUMNAS DEL EJE 3/A

PANEL FOTOGRAFICO



VISTA DE ENSAYO CON ESCLEROMETRO



TOMA DE MUESTRO DE CONCRETO CON DIAMANTINA

PANEL FOTOGRAFICO



VISTA DEL TESTIGO DE CONCRETO EXTRAIDO



VISTA DEL TESTIGO DE CONCRETO EXTRAIDO

PANEL FOTOGRAFICO



VISTA DE LOS TRES TESTIGOS EXTRAIDOS

VISTA DE LA REPARACION DE COLUMNA DEBIDO AL ENSAYO
DESTRUCTIVO

PANEL FOTOGRAFICO



VISTA DE LOS TESTIGOS PREPARADOS PARA LA PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.



VISTA DEL TESTIGO EN LA PRENSA HIDRAULICA PARA LA PRUEBA A LA COMPRESION

PANEL FOTOGRAFICO



VISTA DE PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

ANEXO 4
PLANOS DE REFERENCIA