

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCULEA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS:

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE
REFORZAMIENTO EN EL CENTRO DE SALUD LEONCIO
PRADO, DE LA CIUDAD DE TACNA.”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. EDWARD LIZANDRO OCTAVIO ALMIRÓN TORRES

BACH. DAVID LUCIANO YNDIGOYEN SUCASAIRE

TACNA - PERÚ

2019

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

TESIS:

**“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE
REFORZAMIENTO EN EL CENTRO DE SALUD LEONCIO PRADO,
DE LA CIUDAD DE TACNA”**

Tesis sustentada y aprobada el 04 de Julio de 2019; estando el jurado
calificado integrado por:

PRESIDENTE:


Mtro. Edgar Hipólito Chaparro Quispe

SECRETARIO:


Mtro. César José Avendaño Jihualanga

VOCAL:


Ing. Luis Enrique Valle Castro

ASESOR:


Mtro. Wilber Percy Mendoza Ramirez

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, David Luciano Yndigoyen Sucasaire y Edward Lizandro Octavio Almirón Torres en calidad de: Bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI N° 45473284 y 42113184. Declaramos bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:
“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO EN EL CENTRO DE SALUD LEONCIO PRADO, DE LA CIUDAD DE TACNA.”

La misma para optar:
El título 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 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 inversión presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera 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 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 derive, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna 04 de julio del 2019



EDWARD LIZANDRO OCTAVIO ALMIRÓN TORRES
DNI: 42113184



DAVID LUCIANO YNDIGOYEN SUCASAIRE
DNI: 45473284

DEDICATORIA:

A Dios.

*Por haberme permitido llegar
hasta este punto y haberme dado
salud para lograr mis objetivos,
además de su infinita bondad y amor.*

A la familia.

*Por haberme apoyado en todo
momento, por sus consejos, sus
valores, por la motivación constante
que me ha permitido ser mejor
persona día a día.*

A mi hermana Vianca.

*Por los ejemplos de
perseverancia y constancia que la
caracterizan y que me ha infundado
siempre, por el valor mostrado para
salir adelante y por su amor.*

DEDICATORIA:

*Dedico este proyecto de tesis a mis
padres Edwar Almirón y Glenda
torres, mis mejores amigos, quienes
fueron mi soporte y mi apoyo
incondicional en todo momento,
siempre colocando su total confianza
en mí y por el cariño incondicional
que me han brindado.*

*A todas esas personas que de
una u otra manera han contribuido
para el logro de esta meta, gracias
por darme fuerzas y valor para seguir
luchando y aprendiendo más en esta
vida*

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada de Tacna, porque en sus aulas, recibimos el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes de la facultad de Ingeniería.

Especial agradecimiento a nuestro asesor Mtro. Wilber Percy Mendoza Ramírez por su esfuerzo, dedicación y apoyo incondicional mediante sus conocimientos y su motivación, ellos han sido fundamentales para la elaboración de esta Tesis. Al Mag. José Acero Martínez por su enseñanza de alto nivel que hizo despertar el interés de continuar en el camino en el camino del perfeccionamiento profesional. A mis maestros de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por su amistad y apoyo, así como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación. Fueron mis guías y son nuestros ejemplos. Tenemos la seguridad que en estas aulas seguirán formándose dignos profesionales que dejarán en alto el nombre de nuestra Alma Mater.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA:	v
AGRADECIMIENTOS	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
INDICE DE TABLAS	xiv
INDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN	xv
SUMMARY	xix
INTRODUCCION	xx
CAPITULO I	18
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	18
1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	19
1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA	20
1.4 OBJETIVOS	25
1.4.1 OBJETIVO GENERAL	22
1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	25
1.5 HIPOTESIS	25
CAPITULO II	27
MARCO TEORICO	27
2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO	27
2.2 BASES TEORICAS	29
2.2.1 VULNERABILIDAD	29
2.2.1.1 VULNERABILIDAD BAJA	30

2.2.1.2 VULNERABILIDAD MEDIA	30
2.2.1.3 VULNERABILIDAD ALTA.....	31
2.2.2 VULNERABILIDAD DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	31
2.2.2.1 VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL	31
2.2.2.2 VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL	35
2.2.3 VULNERABILIDAD FUNCIONAL	36
2.2.4 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y NO ESTRUCTURAL.....	37
2.2.5 MÉTODOS DE EVALUACIÓN	38
2.2.5A DESEMPEÑO SÍSMICO.....	40
2.2.5.1 PROPUESTA DEL COMITÉ VISIÓN 2000-SEAOC 1999	41
2.2.5.1.1 NIVELES DE DESEMPEÑO SÍSMICO	41
2.2.5.1.2 NIVELES DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL .	46
2.2.5.1.3 NIVELES DE COMPORTAMIENTO NO ESTRUCTURAL.....	49
2.2.5.2 DEMANDA SISMICA.....	51
2.2.5.2.1 PELIGRO SÍSMICO.....	56
2.2.5.2.2 REPRESENTACIÓN DE LA DEMANDA SÍSMICA PARA FINES DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL.....	57
2.2.5.2.3 CUANTIFICACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO	58
2.2.5.2.4 NIVELES DE PELIGRO SÍSMICO.....	59
2.2.5.2.5 RELACIONES MOMENTO-CURVATURA	60
2.2.5.2.6 CAPACIDAD RESISTENTE	61
2.2.5.2.7 MODELO BILINEAL	59
2.3 RESUMEN DE MAPA DE PELIGROS SÍSMICOS.....	66
2.3.1 EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS – GEOTECNICOS – ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.....	67
2.3.2 ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS	69
2.3.3 ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS-GEOTECNICOS.....	73
2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	77

CAPÍTULO III.....	79
MARCO METODOLÓGICO.....	79
3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	79
3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN:.....	79
3.1.2 TIPO DE DISEÑO:.....	79
3.2 POBLACION Y/O MUESTRA DE ESTUDIO.....	80
3.2.1 POBLACIÓN:.....	80
3.2.2 MUESTRA:.....	80
3.3 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.....	81
3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS.....	81
3.4.1 TÉCNICAS:.....	81
3.4.2 INSTRUMENTOS:.....	82
3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	79
3.5.1 PROCESAMIENTO DE DATOS:.....	79
3.5.1.1 RECOPIACIÓN DE DATOS:.....	79
3.5.2 ANÁLISIS DE DATOS:.....	80
3.5.2.1 ANÁLISIS DE DATOS Y APLICACIÓN DE MODIFICACIONES.....	80
 CAPITULO IV.....	 81
EVALUACIÓN ESTRUCTURAL.....	81
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO.....	81
4.1.1. ANTECEDENTES.....	81
4.1.2. UBICACIÓN.....	81
4.1.3. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA.....	85
4.1.4. URBANIZACIÓN.....	88
4.1.5. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	89
4.1.5.1. ENSAYOS EN LABORATORIO.....	89

4.1.6. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN TÉCNICA EXISTENTE	89
4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ESTRUCTURAS	89
4.3. EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES	91
4.3.1. METODOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES.....	91
CAPITULO V.....	99
GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL ESTABLECIMIENTO DEL CLAS LEONCIO PRADO.....	99
5.1 INTRODUCCIÓN	99
5.2 GEOLOGÍA DE LA ZONA.....	99
5.2.1 FORMACIÓN TACNA - HUAYLILLAS.....	101
5.3 GEOTECNIA DE LA ZONA.....	100
5.3.1 TIPO DE SUELO	100
5.4 ESTUDIOS GEOTECNICOS REALIZADOS.....	101
5.4.1 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO	101
5.4.2 TIPOS DE MUESTRA	106
5.4.3 ENSAYOS DE LABORATORIO	108
5.5 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.....	110
5.5.1 ENSAYOS DE LABORATORIO.	110
5.6 PROGRAMA DE INVESTIGACION.....	111
5.6.1 CONDICIONES DE FRONTERA.....	111
5.6.2 PERFIL DE SUELO	111
CAPITULO VI.....	109
PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	109
6.1 MODELO ELÁSTICO.....	115
6.2 DESCRIPCION	117

6.3 SOFTWARE.....	124
6.4 ESTIMACION DE MASAS	117
6.5 NORMATIVIDAD	124
6.5.1 PROGRAMA DE COMPUTO.....	124
6.6 ANALISIS SISMICO CON LA NORMA E.030 (2016)	117
A) FACTOR DE ZONA	124
B) FACTOR DE SUELO.....	124
C) FACTOR DE USO	124
D) FACTOR DE AMPLIFICACIÓN SISMICA	124
E) FACTOR DE REDUCCION	124
6.7 RESULTADOS.....	124
6.7.1 PERIODOS Y MODOS DE VIBRACIÓN	124
6.7.2 DESPLAZAMIENTOS Y DISTORSIONES ENTRE PISO.....	127
6.7.3 APLICACIÓN DEL METODO PUSHOVER AL CLAS LEONCIO PRADO.....	127
6.7.3A ANALISIS INCREMENTAL Y ESPECTRO DE CAPACIDAD	127
6.7.3.1 ANALISIS INCREMENTAL	127
6.7.3.2 CURVA DE CAPACIDAD	127
6.7.4 NIVELES DE COMPORTAMIENTO SISMICO	124
6.8 REPRESENTACION DE LA DEMANDA SISMICA.....	124
6.8.1 ESPECTRO DE DEMANDA	124
6.8.2 EVALUACION DEL DESEMPEÑO SISMICO	124
6.8.3 DETERMINACION DEL PUNTO DE DEMANDA	124
6.8.4 COMPORTAMIENTO INELASTICO DE LAS SECCIONES .	124
6.8.5 ANALISIS INELASTICO INCREMENTAL Y ESPECTRO DE CAPACIDAD	124
6.8.5.1 CURVA DE CAPACIDAD	127
6.8.5.2 DETERMINACION DE LOS NIVELES DE COMPORTAMIENTO SISMICO.....	127
6.8.6 DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE	124

CAPITULO VII.....	99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	137
7.1 CONCLUSIONES	115
7.2 RECOMENDACIONES.....	117
CAPITULO VIII.....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
8.1 REFERENCIAS DE TESIS	115
8.2 REFERENCIAS DE LIBROS	117
8.3 REFERENCIAS DE PAGINAS WEB	117
8.3.1 DESEMPEÑO SISMICO.....	124
8.3.2 MOMENTO CURVATURA.....	124
ANEXOS.....	149
ANEXOS 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	149
ANEXOS 2: ENSAYO DE DIAMANTINA	149
ANEXOS 3: PANEL FOTOGRÁFICO	149
ANEXOS 4: ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS Y PERFILES ESTATIGRÁFICOS.....	149
ANEXOS 5: PLANOS	149

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivo del desempeño sísmico recomendado para estructuras (SEAOC Vision 200 Comité, 1995).....	36
Tabla 2. Objetivos de desempeño sísmico recomendados para estructuras básicas.....	37
Tabla 3. Niveles de Demanda y Desempeño Esperando (VISION 2000)	37
Tabla 4. Objetivos de Desempeño para Edificaciones Hospitalarias	38
Tabla 5. Descripción de los estados de daño y niveles de desempeño (SEAOC VISION 2000 Committe, 1995).....	41
Tabla 6. Movimientos sísmicos de diseño (SEAOC VISION 2000 Committee, 1995)	43
Tabla 7. Niveles de Comportamiento Estructural.....	46
Tabla 8. Niveles de Comportamiento No Estructural	48
Tabla 9. Niveles de Peligro Sísmico	52
Tabla 10. Tiempo de Vida útil para Diferentes Obras Civiles.....	54
Tabla 11. Tipos de comportamiento Estructural.....	60
Tabla 12. Operalización de variables.....	76
TABLA 13. Normas aplicables para los ensayos según E.050	101
Tabla 14. Tipos de Muestra - Norma E.050	102
Tabla 15. Ensayos de laboratorio según norma E-050	104
Tabla 16. Tipo de estructura	105
Tabla 17. Distorsiones entre piso eje X –X.....	122
Tabla 18. Desplazamiento de la edificación en eje X –X	132
Tabla 19. Desplazamiento de la edificación en eje Y –Y	133
Tabla 20. Niveles de Desempeño y Desplazamiento Asociado, del Edificio A en la dirección X-X	134
Tabla 21. Niveles de Desempeño y Desplazamiento Asociado, del Edificio A en la dirección Y-Y	135

INDICE DE FIGURAS

Figura 01. Sectorización de la curva de capacidad asociados a un nivel de desempeño	45
Figura 02. Mapa Distribución de Máximas Intensidades sísmicas.....	61
Figura 03. Mapa Peligro Tacna.....	62
Figura 04: Plano en planta del primer nivel del CENTRO SALUD.....	81
Figura 05: Plano en planta del segundo nivel del CENTRO SALUD	82
Figura 06: Plano de ubicación el CENTRO SALUD.....	83
Figura 07. Vista de frente de la edificación “A” CS Leoncio Prado	85
Figura 08. Extracción de testigos de concreto	86
Figura 09. Testigos de concreto.....	82
Figura 10. Mapa de Tacna con las formaciones geológicas y ubicación del Centro de Salud.....	100
Figura 11: Plano de ubicación el CENTRO SALUD.....	109
Figura 12. Modelo del centro de salud en ETABS	112
Figura 13. Factores de zona según la norma E.030	113
Figura 14. Factores de zona sísmica para Tacna según la norma E-030	114
Figura 16. Clasificación de los perfiles de suelo según la norma E.030	115
Figura 17. Factor “S” según la norma E.030.....	115
Figura 18. Periodo “Tr” y “TL” según de la norma E.030	116
Figura 19. Categoría de las edificaciones y su factor de uso “U” según la norma E.030	116
Figura 20. Factor de amplificación sísmica “C” según la norma E.030 ..	117
Figura 21. Sistemas estructurales según la norma E.030.....	117
Figura 22. Espectro respuesta (sentido Y-Y)	118
Figura 23. Espectro respuesta (sentido X-X)	119
Figura 24. Aplicación de carga para el análisis estático no lineal	123
Figura 25. Curva de capacidad de la estructura	124
Figura 26. Curva de capacidad en la dirección X-X.....	124

Figura 27. Valores de aceleración Max. Para los tres niveles de amenaza y condiciones de suelo	125
Figura 28. Espectros de demanda para condiciones de suelo	126
Figura 29. Punto de desempeño de la estructura en eje X-X	127
Figura 30. Punto de desempeño con relación al espectro dada por la norma, el espectro de capacidad y los espectros de los sismos ocasional (0.25g), raro (0.4g) y muy raro (0.5g)	128
Figura 31. Diagrama Momento Giro de la sección de la columna C-1 ..	129
Figura 32. Diagrama Momento Curvatura C-1	130
Figura 33. Diagrama Curva Capacidad del Edificio A en la dirección X – X	132
Figura. 34. Diagrama Curva Capacidad del Edificio A en la dirección Y- Y	133
Figura 35. Niveles de Comportamiento Estructural del Edificio A en dirección X – X.....	134
Figura 36. Niveles de Comportamiento Estructural del Edificio A en dirección Y - Y	135
Figura 37. Desempeño sísmico del centro de salud Leoncio Prado	136

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 2: ENSAYO DE DIAMANTINA

ANEXO 3: PANEL FOTOGRAFICO

ANEXO 4: ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS PERFILES

ESTATIGRAFICOS

ANEXO 5: PLANOS

RESUMEN

La presente tesis denominada “EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO EN EL CENTRO DE SALUD LEONCIO PRADO, DE LA CIUDAD DE TACNA” tiene como finalidad evaluar el centro de salud Leoncio Prado ante posibles eventos sísmicos, centrándose principalmente en la obtención de resultados correspondientes para el análisis de la capacidad de soporte y determinar si el centro de salud se encuentra en condiciones adecuadas de desempeño sísmico. Para conocer la resistencia del concreto se realizó el ensayo de diamantina a los principales elementos estructurales, cuyas muestras fueron sometidas a compresión; así mismo se consideraron los estudios de mecánica de suelos realizados por la municipalidad provincial de Tacna. Con esta información recopilada se procedió a realizar el modelamiento estructural con el programa ETABS 2016 para someter a la edificación a 3 tipos de sismos según el SEAOC VISION 2000. Para analizar adecuadamente la estructura se empleó un método no lineal llamado PUSH OVER de donde se obtuvieron los niveles de desempeño para los 3 tipos de sismos simulados, resultando: un nivel de desempeño OPERACIONAL para un sismo ocasional, un nivel de desempeño FUNCIONAL para un sismo raro y un nivel de desempeño RESGUARDO DE VIDA para un sismo muy raro.

PALABRAS CLAVES: resistencia del concreto, sismo, estructura, nivel de desempeño.

SUMMARY

This thesis called "STRUCTURAL EVALUATION AND PROPOSAL FOR REINFORCEMENT IN THE HEALTH CENTER LEONCIO PRADO, OF THE CITY OF TACNA" has the purpose of evaluating the Leoncio Prado health center in the face of possible seismic events, focusing mainly on obtaining corresponding results for the analysis of the support capacity and determine if the health center is in adequate conditions of seismic performance. To determine the strength of the concrete, the diamond test was performed on the main structural elements, whose samples were subjected to compression; Likewise, soil mechanics studies carried out by the provincial municipality of Tacna were considered. With this information collected, structural modeling was carried out with the ETABS 2016 program to subject the building to 3 types of earthquakes according to the SEAOC VISION 2000. To analyze the structure properly, a non-linear method called PUSH OVER was used. the performance levels for the 3 types of simulated earthquakes, resulting: a level of OPERATIONAL performance for an occasional earthquake, a level of FUNCTIONAL performance for a rare earthquake and a level of performance LIFE SAFEGUARD for a very rare earthquake.

KEY WORDS: concrete resistance, earthquake, structure, performance level.

INTRODUCCION

La presente investigación tiene como punto de partida la cuantificación de los daños ocasionados por los últimos sismos ocurridos en el Perú los cuales han dejado gran cantidad de daños estructurales en diversas edificaciones del Perú como lo son el sismo del 23 de junio del 2001 el cual afectó 6 departamentos del Perú, incluido el departamento de Tacna, con 6.9 grados Richter y otro evento telúrico catastrófico fue el sismo del 15 de agosto del 2007 el cual fue el más fuerte instrumentado ocurrido en el Perú por su intensidad y duración, con 8 grados Richter. Los centros de salud son edificaciones de Categoría A (según la norma E.030 de diseño sísmico resistente del Perú) los cuales deben seguir en continuidad de funcionamiento frente a eventos sísmicos de gran magnitud, siendo empleados como edificaciones de resguardo y atención a los heridos y sobrevivientes del evento sísmico. La región de Tacna se encuentra considerada dentro de la zona con alto peligro sísmico del Perú, esperando la venida de un sismo altamente severo, debido al silencio sísmico en que se encuentra la región.

Esta tesis se basa en una investigación de tipo explicativa, descriptiva debido a que pretende dar una referencia general de la evaluación estructural del centro de salud. En el cual a partir del modelamiento digital y simulando 3 tipos de sismos se podrá clasificar el nivel de desempeño sísmico del Centro de Salud "Leoncio Prado" bajo las recomendaciones del SEAOC VISION 2000

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Los eventos sísmicos son un fenómeno natural que nos han acompañado desde siempre y que inevitablemente nos seguirán acompañando en el futuro. La distribución de los sismos en el mundo no es igualitaria, existen lugares donde estos eventos se concentran más, ya sea en cantidad como en intensidad. Perú está ubicado en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, ya que se ubica prácticamente sobre una gran falla geológica, la interacción entre la Placa Sudamericana y la de Nazca. En los últimos 15 años hemos tenido grandes sismos que han dejado a su vez gran cantidad de pérdidas como lo son el sismo del 23 de junio del 2001 el cual afectó 6 departamentos del Perú, incluido el departamento de Tacna, con 6.9 grados Richter y otro evento telúrico catastrófico fue el sismo del 15 de agosto del 2007 el cual fue el más fuerte instrumentado ocurrido en el Perú por su intensidad y duración, con 8 grados Richter.

Los centros de salud son edificaciones de Categoría A (según la norma E.030 de diseño sismo resistente del Perú) los cuales deben seguir en continuidad de funcionamiento frente a eventos sísmicos de

gran magnitud, siendo empleados como edificaciones de resguardo y atención a los heridos y sobrevivientes.

La región de Tacna se encuentra considerado dentro de la zona con alto peligro sísmico del Perú, esperando la venida de un sismo altamente severo, por el silencio sísmico en que se encuentra la región.

En el presente proyecto de tesis se estudia cómo será el comportamiento de un centro de salud de la ciudad de Tacna, escogido al azar ante el posible hecho de la ocurrencia de un evento sísmico de gran magnitud, para contribuir con soluciones como es el caso de reforzamientos estructurales que permitan mejorar la reacción de la edificación ante dichos sismos.

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Es posible realizar una evaluación estructural del centro de salud Leoncio Prado y será necesario realizar algún reforzamiento estructural de sus instalaciones?

¿El centro de salud Leoncio Prado, de la ciudad de Tacna presentará falencias estructurales?

¿Es posible determinar la resistencia a la compresión real del concreto de los principales elementos estructurales en las instalaciones del centro de salud Leoncio Prado de la ciudad de Tacna?

¿El centro de salud Leoncio Prado de la ciudad de Tacna presentara un adecuado desempeño sísmico bajo las sugerencias del comité visión 2000?

1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

Debido a que el Perú se encuentra dentro del denominado “CINTURON DE FUEGO DEL PACÍFICO”, y por ser un país con riesgo sísmico latente, y a nivel regional, en la ciudad de Tacna que presenta un silencio sísmico, a la espera de un sismo severo, es que es de vital importancia realizar estudios de nuevos sistemas estructurales que minimicen daños que sufran las edificaciones por causas de los sismos.

La revisión de la evaluación estructural en edificaciones, permite detectar si dicha edificación está preparada para ser sometida ante una posible carga de sismos y así se puedan evitar su colapso (o realizar algún refuerzo de las estructuras ya existentes) las cuales son edificaciones importantes en la ciudad de Tacna.

Al realizar la presente investigación, se dejará las bases fundamentadas para el para realizar obras de mejoramiento como reforzamientos estructurales para optimizar el comportamiento de los centros de salud de la ciudad de Tacna frente a eventos sísmicos de gran magnitud.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar una evaluación estructural y proponer mejoras de reforzamiento estructural para el Centro de Salud Leoncio Prado, ubicado en la ciudad de Tacna.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- A) Identificar las fallencias y patologías estructurales existentes del centro de salud Leoncio Prado.
- B) Determinar la resistencia a la compresión real del concreto de los elementos estructurales en las instalaciones del centro de salud Leoncio Prado.
- C) Evaluar el desempeño sísmico bajo las sugerencias del comité visión 2000 de la asociación de ingenieros estructurales (SEAOC 1999).

1.5 HIPOTESIS

- Realizado la evaluación estructural correspondiente, el centro de salud Leoncio Prado presentará un alto grado de vulnerabilidad sísmica., lo cual demandara proponer realizar un reforzamiento estructural.

- Existen falencias estructurales por un inadecuado proceso constructivo, por edad de la edificación y afectación de sismos históricos.
- Se tiene una resistencia a la compresión media, debido a la edad de la edificación.
- La edificación presenta un nivel de desempeño sismico inadecuado.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO

El Centro de salud “Leoncio Prado”, de la ciudad de Tacna fue creado hace 52 años e inicio sus actividades oficialmente el 04 de Noviembre de 1994 en calle. 28 de Agosto Nro. S/n P.J. Leoncio Prado (Ex-Mercado Mayorista). En septiembre del año 2013 el Gobierno regional de Tacna transfiere la obra “Ampliación y mejoramiento de los servicios de Salud del Centro de Salud Leoncio Prado “a la dirección Regional de Salud Tacna, siendo ejecutada la obra con un presupuesto de S/ 1, 098,884.8.

Actualmente el centro de salud Leoncio Prado se encuentra dirigida por su Gerente Enf. Janette Morales Arias, contando el centro de salud con una población asignada de 13,000 personas y con más de 60 profesionales de la salud entre personal nombrado y CAS, así mismo las enfermedades más prevalentes en el sector de atención del establecimiento son: Enfermedades diarreicas, infecciones respiratorias agudas, alergias y parasitosis.

Anteriormente a los estudios que se pretenden realizar se tienen los estudios en el centro de salud denominados:

VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA CIUDAD DE TACNA: CASO CENTRO DE SALUD LEONCIO PRADO

Tesis para Título de Ingeniero Civil, que presenta el bachiller: RICARDO JOSE PUMASUPA ROQUE ASESOR: JUAN ALEJANDRO MUÑOZ PELÁEZ Tacna, OCTUBRE del 2006. Concluye lo siguiente:

No se ha podido recopilar información acerca de la construcción de la edificación, por lo que no ha sido posible verificar el diseño estructural del CLAS, sin embargo, se ha realizado un levantamiento estructural y arqueológico necesario para la evaluación.

La realización de los ensayos de suelos, nos ha permitido determinar que la cimentación de nuestra estructura no sufrirá asentamientos debido a lo óptimo de la capacidad del terreno, según el ensayo de sales y sulfatos el suelo no sobrepasa el porcentaje indicado en la normal peruana de edificaciones ACI, por lo que el concreto no estará expuesto a ataques de sales y sulfatos.

De los ensayos con diamantina para la determinación de la resistencia del concreto se concluye que los valores obtenidos dan

como resultado una resistencia muy baja en las comunas, la cual es inferior a la resistencia mínima recomendada en el reglamento nacional de construcción NTE E060, en donde indica que se debería tener una resistencia mínima de 210 kg /cm², además debo indicar que según el RNC la resistencia del concreto utilizado en obra deberá estar dentro del rango ± 70 kg/cm², de la especificada en el diseño, no siendo así para nuestra estructura analizada para nuestro promedio obtenido según ensayo de resistencia de 50kg/cm², incumpliendo de manera extrema la NTE E060.

En cuanto a la evaluación del refuerzo existente, este no se ha podido determinar ya que no fue autorizado por el centro de salud en realizar mayores perforaciones de los elementos estructurales, sin embargo se ha hecho uso del detector de acero con el que se determinó el espaciamiento del refuerzo entre 25 y 30 cm, considerando que las fórmulas para determinar el periodo de vibración son en función a las propiedades mecánicas de los materiales y la sección bruta del mismo, mas no es considerable el refuerzo existente de la edificación, debido a su peso mínimo con respecto al concreto.

VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL EN
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA MICRORRED FRONTERA –

TACNA CASO: “CENTRO DE SALUD POCOLLAY, PUESTO DE SALUD PACHIA Y PUESTO DE SALUD PALCA”

Tesis para Título de Ingeniero Civil, que presenta el bachiller: MIGUEL ANGEL AGUILAR VIGNOLA – JUAN EMILIO GUIZA ORDOÑEZ ASESOR: DINA COTRADO FLORES Tacna, MARZO del 2005. Concluye lo siguiente:

La metodología utilizada permite obtener como resultado un estudio preliminar que se constituye en una base para el posterior desarrollo de diagnósticos complementarios, nuestra finalidad es identificar a las edificaciones esenciales y las posibles causas del daño sísmico en el sistema de salud, dando como prioridad la intervención de la vulnerabilidad de forma cuantitativa.

Según los ensayos de suelos realizados por establecimiento de salud, el centro de salud POCOLLAY presenta 0.82kg/cm^2 de capacidad portante, con un contenido de humedad aceptable de 6.63%, siendo este un suelo de tipo V, con las peores condiciones de cimentación por encontrarse en un suelo de arena limosa relativamente seca. El puesto de salud PACHIA de 1.43kg/cm^2 de capacidad portante con un contenido de humedad aceptable de 2.16%, siendo este un suelo de tipo III, desfavorable para fines de cimentación y el puesto de

salud PALCA de 1.99kg/cm² de capacidad portante, con un contenido de humedad de 4.47% siendo un suelo de tipo IV de condiciones medianamente aceptable.

Realizado los análisis de superposición modal espectral de los establecimientos de salud tanto en la dirección X-X e Y-Y se verifica que las estructuras cumplen con los límites para desplazamientos laterales de entre piso en relación a un porcentaje de la altura permitida por la norma E-030 en su tabla N° 08. Esto es debido a la importancia de los muros, ya que consideramos una estructura de tipo de albañilería confinada (caso de C.S. POCOLLAY y PUESTO DE SALUD PACHIA), los cuales se comportan como elementos que corresponden a la acción de los sismos.

VULNERABILIDAD SÍSMICA ESTRUCTURAL EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DE LA CIUDAD DE TACNA: CASO CENTRO DE SALUD DE AUGUSTO B. LEGUIA

Tesis para Título de Ingeniero Civil, que presenta el bachiller. YOBA EDERHARD SUCAPUCA QUISPE, ASESOR: JUAN ALEJANDRO MUÑOZ PELÁEZ Tacna, OCTUBRE del 2006. Concluye lo siguiente:

La metodología utilizada permite obtener como resultado un estudio preliminar que se constituye en una base para el posterior desarrollo

de diagnóstico complementarios, cuyo fin es identificar las edificaciones esenciales y las posibles causas de daño sísmico en el sistema de salud como prioridad la intervención de la vulnerabilidad.

Según los ensayos realizados con el esclerómetro, se determinó que el concreto en todo los elementos estructurales no es homogéneo ya que estos valores para un mismo elemento (columnas y vigas) varían en un rango de \pm de 50 kg/cm² a 70 kg/cm² es necesario aclarar que estos valores obtenidos del ensayo con esclerómetro no se tomaron en cuenta como valor de diseño, solo como valores de homogeneidad por lo tanto la estructura no es uniforme ya que esto puede ser al proceso constructivo y/o a las cangrejeras existente en la estructura (columnas y vigas).

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 VUNERABILIDAD

La vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibilidades daños en aquellas partes o elementos que lo mantienen en pie ante sismo severo; como cimientos, columnas, muros, vigas y losas.

Debemos tener presente que formas y esquemas estructurales complejos son castigados fuertemente por los sismos, por lo que es aconsejable evitar el planeamiento de construcción riesgosas.

2.2.1.1 VULNERABILIDAD BAJA

Edificación diseñada y construida con características sismorresistentes y con todos sus elementos estructurales en buenas condiciones, con un buen mantenimiento reflejado en un adecuado estado de conservación, de tal manera que no existen daños en estructuras ocasionados por mal funcionamiento de los sistemas no estructurales y no se han realizado modificaciones que hayan afectado la respuesta sísmica original de la edificación. Esta edificación resistirá sismos severos de hasta intensidad IX M.M.A.-92 con posibilidad de daños estructurales importantes, pero con una posibilidad remota de ocurrencia de colapso de la edificación.

2.2.1.2 VULNERABILIDAD MEDIA

Edificación diseñada y construida con algunas características sismorresistentes, con un regular mantenimiento reflejado en un aceptable estado de conservación. Con la mayoría de sus elementos estructurales en una condición regular de conservación. Ante la ocurrencia de un sismo severo de intensidad VII M.M.A.-92

estará afectada por algunos daños importantes pero reparables y con ciertas posibilidades de un colapso parcial.

2.2.1.3 VULNERABILIDAD ALTA

Edificaciones diseñadas y construidas sin características sismorresistentes, sin mantenimiento periódico y con un mal estado de conservación; con la mayoría de sus elementos estructurales en regular y malas condiciones. De ocurrir un sismo severo de intensidad mayor o igual de VII M.M.A.-92 sufrirá daños estructurales importantes con una alta posibilidad de colapso parcial o total.

2.2.2 VUNERABILIDAD DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD

2.2.2.1 VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

El termino estructural, o componentes estructurales, se refiere a aquellas partes de un edificio que lo mantiene en pie. Esto incluye cimientos, columnas, muros portantes, vigas y diafragmas (entendidos estos como los pisos y techos diseñados para transmitir fuerzas horizontales, como las de sismo, a través de la viga y columnas hacia los cimientos).

El componente estructural debe ser considerado durante la etapa de diseño y construcción, cuando se trata de un nuevo edificio, o durante su etapa de reparación, remodelación o mantenimiento cuando se trata de un edificio ya construido. Un buen diseño estructural es la clave para que la integridad del edificio sobreviva, aun en un terremoto severo posiblemente pueden presentarse daños, pero seguramente no estará en colapso.

Infortunadamente en muchos países de América Latina, incluyendo al Perú, la aplicación de las normas de construcción sísmo-resistente no han sido efectivamente aplicadas y en otras dichas normas no han considerado especificaciones especiales para las estructuras de edificaciones de salud; por esta razón, no se es extraño que cada vez que ocurre un terremoto en la región, las edificaciones más afectadas son precisamente las edificaciones de salud, que deberían ser las últimas en ser afectadas.

2.2.2.2 VULNERABILIDAD NO ESTRUCTURAL

El término no estructural se refiere a aquellos componentes de un edificio que están unidos a las partes estructurales (tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, etc.), que cumplen funciones esenciales en el edificio (plomaría, calefacción,

aire acondicionado, conexiones eléctricas, etc.), o que simplemente están dentro de las edificaciones (equipos médicos, mecánicos, muebles, etc.); pudiendo así agruparlos en tres categorías: arquitectónicos, instalaciones y equipos. En el caso de los centros asistenciales los componentes representan un valor económico superior al costo de la estructura. Conforme a análisis efectuados el valor del componente no estructural constituye en promedio más de 80% del costo total de la instalación de salud.

Una edificación puede quedar en pie luego de un desastre y quedar inhabilitado debido a daños no estructurales. No basta con que una edificación simplemente no se caiga después de un terremoto, sino que debe seguir funcionando internamente.

2.2.3 VULNERABILIDAD FUNCIONAL

Este concepto se refiere por un lado a los aspectos externos, relativos a la selección del terreno, su tamaño, los servicios públicos, las vías adyacentes y su conexión con el entramado urbano; y por el otro a los aspectos internos como la distribución y relación entre los espacios arquitectónicos y los servicios médicos y de apoyo al interior de los establecimientos, como también a los procesos administrativos (contrataciones, adquisiciones, rutinas de mantenimiento, etc.) y a las relaciones de dependencia física y funcional entre las diferentes áreas

de una instalación de salud. Una adecuada zonificación y relación entre las áreas que componen el establecimiento puede garantizar, no solamente un adecuado funcionamiento en condiciones de normalidad, sino también en caso de emergencia y desastres. Si estos aspectos no han sido considerados podría ocurrir un colapso funcional, que se puede presentar aun en casos en que la edificación no haya sufrido daños severos.

2.2.4 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL Y NO ESTRUCTURAL

Es una responsabilidad evaluar la vulnerabilidad de las instalaciones de salud ante la posibilidad ocurrencia de amenazas naturales, con el fin de obtener estimaciones precisas de los niveles de riesgo existentes. Una vez elaborado este tipo de análisis, con la información obtenida se podrá identificar los riesgos presentes en la instalación.

Debido a que muchas edificaciones e instalaciones de salud fueron construidas hace mucho tiempo y otras no han sido diseñadas, ni construidas con normas sismo-resistentes; surgen dudas con respecto a la seguridad que dichas edificaciones ofrecen para cumplir adecuadamente su función en caso de un terremoto, principalmente

cuando estas son necesarias para la atención de una emergencia sísmica y teniendo en cuenta que estas por lo general han sido diseñadas solamente para atender las cargas de su peso propio. Es por esto que es de suma importancia realizar una evaluación de la capacidad de la estructura de soportar sismos moderados y fuertes.

La vulnerabilidad no estructural depende directamente de las distorsiones de la estructura durante el evento sísmico, como la albañilería, acabados de la arquitectura, puertas, ventanas, etc. Así por ejemplo si los tabiques se agrietan, todos los elementos apoyados en estos podrían ser dañados.

Los daños no estructurales frecuentemente son causantes de enormes pérdidas a causa de terremotos, los daños en componentes no estructurales pueden ser severos, aun cuando la estructura de la edificación permanezca intacta.

2.2.5 MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Existen diversos métodos de evaluación, sin embargo, no se ha establecido todavía ningún procedimiento sistemático, debido a la corta historia de la investigación.

En términos generales los métodos pueden clasificarse en los siguientes grupos:

- Métodos cualitativos.
- Métodos cuantitativos.

Los **métodos cualitativos** tienen como objetivo evaluar de forma rápida y sencilla las condiciones de seguridad estructurales de la edificación. Con estos métodos la estructura recibe una clasificación de acuerdo a la evaluación de parámetros tales como la edad de la edificación, el estado de conservación, la característica de los materiales, el número de pisos y la configuración geométrica arquitectónica.

El uso principal de estos métodos es para la evaluación masiva de edificios con fines de cuantificación del riesgo sísmico en una región de la ciudad, y sus resultados, fuera de lo necesario para realizar dicha selección, no pueden tomarse como concluyentes en ningún caso particular. Si con este diagnóstico alguna edificación resulta ser insegura, se requiere de análisis cuantitativos más detallados para conocer su vulnerabilidad sísmica.

Los **métodos cuantitativos** son más rigurosos y requieren de la mayor recopilación de información posible, por lo tanto, son más

precisos que los cualitativos para predecir el tipo de falla y el lugar donde se producirán, son métodos más confiables al momento de estimar la seguridad de una edificación frente a sismos.

Los análisis cuantitativos son realizados mediante modelaciones matemáticas de las cuales se deben considerar aspectos tales como, la interacción de la estructura con los elementos no estructurales, cargas reales a la que está sometida la estructura y un análisis para los diferentes sismos que se pueden presentar.

2.2.5A DESEMPEÑO SÍSMICO

Las experiencias de los eventos sísmicos recientes han dejado en evidencia las limitaciones del enfoque implícito en los códigos de diseño sísmicos empleados en la actualidad; De hecho, la mayoría de las metodologías de evaluación y previsiones para el diseño sísmico solo reconocen un nivel de movimiento del terreno para el cual, la edificación no debería de colapsar. Estas previsiones raramente reconocen que pueden ocurrir daños sustanciales y grandes pérdidas asociados a sismos de naturaleza más frecuente.

En la siguiente tabla muestra la matriz propuesta por el comité VISION 2000 para la definir el desempeño. Las filas corresponden a

los movimientos sísmicos de diseño y las columnas a los niveles de desempeño. Los números corresponden a los tres tipos de estructuras considerados. La tabla es un ejemplo que ilustra los objetivos para las estructuras básicas.

Para el caso de estructuras existentes, es evidente que estos niveles recomendados de desempeño pueden requerir gastos económicos que desde el punto de vista práctico resulta excesivamente altos.

Tabla 1.

Objetivo del desempeño sísmico recomendado para estructuras (SEAOC Vision 200 Comité, 1995).

Movimiento sísmico de diseño	Nivel de desempeño de la estructura			
	Totalmente operacional	Operacional	Seguridad	Próximo al colapso
Frecuente (43 años)	1	0	0	0
Ocasional (72 años)	2	1	0	0
Raro (475 años)	3	2	1	0
Muy raro (970 años)	-	3	2	1

0. Desempeño Inaceptable

1. Estructuras Básicas

2. Estructuras Esenciales /Riesgosas

3. Estructuras de Seguridad Crítica

Tabla 2.

Objetivos de desempeño sísmico recomendados para estructuras básicas

Movimiento sísmico de diseño	Nivel de desempeño mínimo
Frecuente	Totalmente operacional
Ocasional	Operacional
Raro	Seguridad
Muy raro	Próximo al Colapso

Los tipos de edificación son mostrados en la siguiente matriz mediante un color que le represente

Tabla 3.

Niveles de Demanda y Desempeño Esperando (VISION 2000)

		Operacional SP-1	Funcional SP-2	Resguardo de la Vida SP-3	Cerca al Colapso SP-4
NIVEL DE DEMANDA	Sismo Frecuente (60% /50 años)				
	Sismo Ocasional (50% /50 años)				
	Sismo Raro (10% /50 años)				
	Sismo Muy Raro (5% /50 años)				

	Edificaciones Básicas: residencias y oficinas
	Edificaciones Esenciales: hospitales, destacamentos militares, bomberos
	Edificaciones de Seguridad Crítica

Actualmente el Perú está en constante incremento poblacional, por lo cual esto implica que las edificaciones de categoría esencial, puedan servir de resguardo y centros de acopio en caso de emergencias. Por ello en la tabla 2.4 observamos los objetivos mínimos de desempeño para edificaciones esenciales (centros hospitalarios).

Tabla 4.

Objetivos de Desempeño para Edificaciones Hospitalarias

		Operacional SP-1	Funcional SP-2	Resguardo de la Vida SP-3
NIVEL DE DEMANDA	Sismo Frecuente (60% /50 años)			
	Sismo Ocasional (50% /50 años)			
	Sismo Raro (10% /50 años)			
	Sismo Muy Raro (5% /50 años)			

2.2.5.1 PROPUESTA DEL COMITÉ VISIÓN 2000-SEAOC 1999

Según esta propuesta, el desempeño de una edificación se establece de acuerdo a su importancia, relacionando para cada nivel de peligro sísmico la combinación de comportamiento estructural y no estructural esperada.

2.2.5.1.1 NIVELES DE DESEMPEÑO SÍSMICO

Este comité define cuatro niveles de desempeño que identifica a través de los siguientes calificadores:

A) TOTALMENTE OPERACIONAL: corresponde a un nivel en el cual no ocurren esencialmente daños. La edificación permanece completamente segura para sus ocupantes, todo el contenido y los servicios de la edificación permanecen funcionales y disponibles para su uso. En general no se requiere reparaciones.

B) OPERACIONAL: en este nivel se presentan daños moderados en los elementos no estructurales y en el contenido de la edificación, e incluso algunos daños leves en los elementos estructurales. El daño es limitado y no compromete la seguridad de la estructura para continuar siendo ocupada un mediatamente después del sismo, no obstante, los daños en algunos contenidos y componentes no estructurales pueden interrumpir parcialmente

algunas funciones normales. En general se requieren algunas reparaciones menores

C) SEGURIDAD O RESGUARDO DE LA VIDA: está asociado a la ocurrencia de daños moderados en elementos estructurales y no estructurales, así como en algunos contenidos de la construcción. La rigidez lateral de la estructura y la capacidad de resistir cargas laterales adicionales, se ven reducidas, posiblemente en un gran porcentaje, sin embargo, aún permanece un margen de seguridad frente al colapso.

D) PRÓXIMO AL COLAPSO: la degradación de la rigidez lateral y la capacidad resistente del sistema compromete la estabilidad de la estructura aproximándose al colapso. Los servicios de evacuación pueden verse interrumpidos por fallos locales, aunque los elementos que soportan las cargas verticales continúan en funcionamiento. Bajo estas condiciones, la estructura es insegura para sus ocupantes y el costo de su reparación puede no ser técnicamente viable desde un punto de vista económico.

En el informe presentado por el comité VISION 2000 se incluye una descripción exhaustiva de los niveles permisibles de daño asociados a cada uno de los cuatro niveles de desempeño para varios sistemas y subsistemas del edificio, los componentes del sistema resistente a cargas verticales y laterales, así como los

componentes secundarios y no estructurales (arquitectónicos, eléctricos, mecánicos, etc.). En la tabla 5 se resume las principales características asociadas a estos niveles de desempeño y su relación con los estados discretos de daño.

Tabla 5.

Descripción de los estados de daño y niveles de desempeño (SEAOOC VISION 2000 Committe, 1995)

Estado de Daño	Nivel de Desempeño	Descripción de los Daños
Despreciable	Totalmente Operacional	Daño estructural y no estructural despreciable o nulo Los sistemas de evaluación y todas las instalaciones continúan prestando sus servicios
Leve	Operacional	Agrietamientos en elementos estructurales. Daño Entre leve y moderado en contenidos y elementos arquitectónicos. Los sistemas de seguridad y evacuación funcionan con normalidad.
Moderado	Seguridad	Daños moderadamente en algunos elementos. Perdida de resistencia y rigidez del sistema resistente de cargas laterales. El sistema permanece funcional. Algunos elementos no estructurales y contenidos pueden dañarse puede ser necesario cerrar el edificio temporalmente

Severo	Pre-Colapso	Daños severos en elementos estructurales. Fallo de elementos secundarios, no estructurales y contenidos. Puede llegar a ser necesario demoler el edificio.
Completo	Colapso	Pérdida parcial o total de soporte. Colapso parcial o total. No es posible la reparación.

Los movimientos sísmicos de diseño son expresados por el comité VISION 2000 en términos de un intervalo de recurrencia medio o de una probabilidad de excedencia. El intervalo de recurrencia medio, por ejemplo 475 años. Es una expresión del periodo promedio de tiempo, expresado en años, que transcurre entre la ocurrencia de un sismo que produce daños de una severidad igual o superior a una determinada. La probabilidad de excedencia, es decir en el ejemplo anterior 10% en 50 años, es una representación estadística de la posibilidad de que el efecto de un sismo exceda una cierta severidad durante un periodo de tiempo determinado expresado en años.

El periodo de retorno T_R (intervalo de recurrencia) puede relacionarse directamente con una probabilidad de excedencia Pe para un número específico T de años, mediante la siguiente ecuación:

$$T_R = \frac{T}{\ln(1 - Pe)}$$

La siguiente tabla muestra los intervalos de recurrencia y las probabilidades de excedencia para los cuatro movimientos sísmicos de diseño considerados por el comité VISION 2000.

Tabla 6.

Movimientos sísmicos de diseño (SEAOC VISION 2000 Committee, 1995)

Movimiento sísmico de diseño	Intervalo de recurrencia	Probabilidad de excedencia
Frecuente	43 años	50% en 30 años
Ocasional	72 años	50 % en 50 años
Raro	475 años	10 % en 50 años
Muy raro	950 años	100 % en 100 años

Considerando todos los aspectos mencionados anteriormente, está claro que la “ingeniería basada en el desempeño sísmico” es un proceso que comienza con el planteamiento inicial de un proyecto y termina cuando la estructura deja de existir. Este proceso incluye: la selección de los objetivos de desempeño, la determinación de la conveniencia del sitio, el diseño conceptual, el diseño preliminar, el diseño final, los chequeos de aceptabilidad durante el diseño, la revisión del diseño, el control de calidad durante la construcción, y el mantenimiento durante la vida de la estructura. Cada paso es crítico para el proceso y el éxito del diseño y debe ser dirigido hacia niveles aceptables consistentes con el objetivo de desempeño seleccionado.

La siguiente tabla muestra los intervalos de recurrencia y las probabilidades de excedencia para los cuatro movimientos sísmicos de diseño considerados por el comité VISION 2000.

2.2.5.1.2 NIVELES DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

Se consideran cinco niveles de desempeño estructural (SP1 a SP5) que corresponde a sectores definidos de la curva de capacidad de la estructura y de los diagramas fuerza – deformación de sus elementos. Para sectorizar la curva de capacidad y los diagramas fuerza – deformación de los elementos se debe definir primero el desplazamiento de fluencia efectiva (DFE) y la capacidad de desplazamiento inelástico (DP).

El desplazamiento de fluencia efectiva (DFE) corresponde al instante en el cual se han producido como máximo el 50% de las incursiones inelásticas que forman el mecanismo de falla, sin que la deformación en cualquier sección exceda al 150% de su deformación de fluencia.

La capacidad de desplazamiento inelástico (DP) corresponde al desplazamiento lateral de la estructura, desde el punto de fluencia efectiva hasta el colapso. El tramo inelástico de la curva de capacidad se divide en cuatro sectores definidos por fracciones

de DP a las cuales se asocia un nivel de desempeño, tal como se muestra en la figura 01.

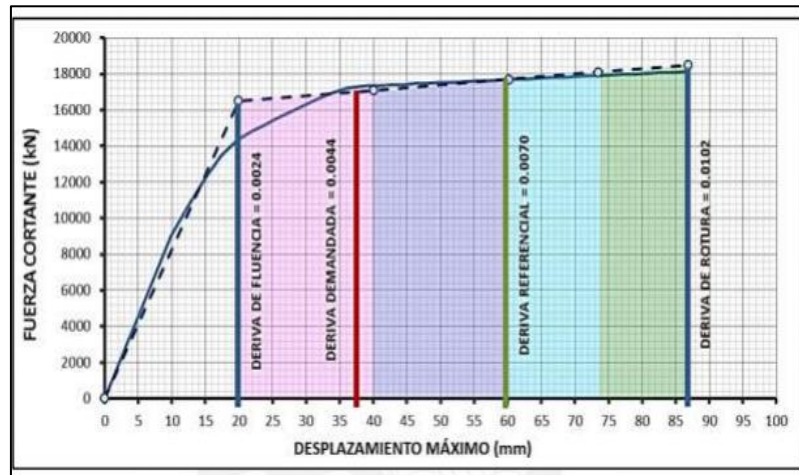


Figura 01.

Sectorización de la curva de capacidad asociados a un nivel de desempeño.

Los límites de cada nivel de desempeño se pueden representar por el porcentaje del DP consumido, al que se denomina IDDR por sus siglas en inglés (Inelastic Displacement Ratio). La tabla 2.7 presenta los niveles de desempeño estructural asociado a un valor de IDDR y presenta una breve descripción del daño esperado

Tabla 7.

Niveles de Comportamiento Estructural

Nivel de Desempeño Estructural	Operacional	Descripción	Límite de Desplazamiento del sistema	IDDR
SP-1	Operacional	Daño estructural muy limitado, que puede considerarse despreciablemente. La estructura no presenta pérdida significativa en su rigidez y resistencia.	D_{FE}	$\approx 0\%$
SP-2	Funcional	El daño estructural es pequeño a moderado. Algunos elementos presentan grietas menores y en algunos casos pueden necesitar reparación. La estructura mantiene casi íntegramente la resistencia y rigidez iniciales	$D_{FE} + 0,3 D_P$	$< 30\%$
SP-3	Resguardo de la Vida	El daño es de moderado a grande. Es necesario hacer varias reparaciones. La estructura mantiene algún margen ante el colapso total o parcial	$D_{FE} + 0,6 D_P$	$< 60\%$

SP-4	Cerca al Colapso	Daño sustancial en la edificación. Queda poco margen ante el colapso. Los elementos portantes aún pueden soportar carga. La estructura requerirá reparación extensiva que, en muchos casos no será económicamente factible. Se espera un degradación potencial de la rigidez y la resistencia del sistema.	$D_{FE} + 0,8 D_P$	< 80%
SP-5	Colapso	Gran daño. Los elementos portantes han perdido total o parcialmente su capacidad de soportar carga. El colapso parcial es inminente o ha ocurrido ya.	$D_{FE} + D_P$	≈ 100%

Cada nivel de desempeño estructural corresponde a un sector de la curva de capacidad. Se espera que aproximadamente el 80% de los elementos hayan alcanzado la deformación límite asociada a este nivel.

2.2.5.1.3 NIVELES DE COMPORTAMIENTO NO ESTRUCTURAL

Las instalaciones, el mobiliario y la tabiquería no forman parte del sistema estructural y se denominan componentes no estructurales, los niveles de comportamiento no estructural e definen mediante el cociente entre la pérdida económica y el valor inicial de estas componentes (perdida/Valor). La tabla 8 presenta

los valores del cociente perdida / valor asociados a cada nivel de desempeño no estructural, junto a una breve descripción del daño.

Tabla 8.

Niveles de Comportamiento No Estructural

Nivel de Desempeño No Estructural		Descripción	Perdida /Valor
NP-1	Operacional	El daño que puede haber se considera despreciable a ligero.	0 – 10%
NP-2	Funcional	Los sistemas y elementos no estructurales se encuentran en su sitio y operativos; solo podrían presentarse problemas en las conexiones. El daño no estructural puede ser ligero a moderado	5 – 30%
NP-3	Resguardo de la vida	El daño a los elementos no estructurales es considerable y algunos sistemas podrían estar inoperativos	20 – 50%
NP-4	Cerca al Colapso	El daño a los elementos no estructurales es excesivo, pero no llegan al colapso. Los elementos aislados pueden estar seriamente dañados	40 – 80%
NP-5	Colapso	El daño es total, casi todos los sistemas no estructurales han colapsado o tienen daño excesivo.	> 70%

El nivel de desempeño de una edificación queda definido por combinaciones de desempeño del sistema estructural y de comportamiento no estructural. El SEAOC propone las siguientes combinaciones: (SP-1, NP-1), (SP-2 NP-2), (SP-3, NP-3), (SP-4 NP-4), (SP-5, NP-5).

2.2.5.2 DEMANDA SISMICA

La demanda sísmica generalmente se representa por medio de un espectro de respuesta, el cual presenta la respuesta máxima de sistemas de un grado de libertad (1 GDL) como una función de sus frecuencias.

Tradicionalmente, en la ingeniería sísmica, se ha utilizado un espectro de respuesta de aceleraciones para procedimientos de análisis y diseño de estructuras basados en las fuerzas. Sin embargo, durante los últimos años se ha identificado que los parámetros más relevantes en el diseño son los desplazamientos y las deformaciones. Por lo tanto, se ha promovido el uso de espectros de respuesta en el formato AD (S_a vs S_d) para propósitos de diseño basado en el desempeño sísmico (ATC – 40, SEAC 1995).

Una definición adecuada del punto de desempeño de una estructura es útil para el diseño de nuevas estructuras, para la rehabilitación de estructuras existentes y para el análisis de vulnerabilidad y daño sísmico. La identificación de este punto permite entender mejor el comportamiento de una estructura sometida a movimientos sísmicos de diferente intensidad y puede ser de gran ayuda para incrementar los niveles de seguridad a un bajo costo

Durante los últimos años, ha habido un incremento considerable de uso del análisis estático no lineal como una herramienta para la evaluación de la resistencia y seguridad en el campo de la ingeniería sísmica. Este procedimiento se considera generalmente, más realista en la estimación de la vulnerabilidad que los procedimientos lineales ampliamente utilizados en los diferentes códigos o normativas de diseño (Kim y D'Amore, 1999).

Una de las variedades de procedimiento de este tipo de análisis ha sido descrita en detalle en estudios tales como ATC-40 y FEMA 273. En este trabajo se describe el método de análisis estático no lineal, utilizado para determinar el punto de desempeño (demanda de desplazamiento) de una estructura.

2.2.5.2.1 PELIGRO SÍSMICO

El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, por lo tanto, está expuesto a este peligro que trae consigo la pérdida de vidas humanas y pérdidas materiales. Es necesario efectuar estudios que permitan conocer el comportamiento más probable de este fenómeno para poder planificar y mitigar los grandes efectos que trae consigo.

En las normas de diseño se especifican las cargas sísmicas, por lo que no es necesario realizar investigaciones detalladas de la actividad sísmica del área donde se construirán estructuras comunes. El coeficiente de diseño sísmico a ser usado en el diseño sísmico pseudo- estático se determina en base a la zona, condición del suelo e importancia de la estructura. Si la estructura es flexible, la carga sísmica se modifica tomando en cuenta su periodo fundamental. Sin embargo, cuando se planifican estructuras importantes, deben evaluarse sus capacidades de resistir terremotos en base a estudios detallados de peligro sísmico.

El peligro o amenaza sísmica es el grado de exposición que tiene un determinado lugar a los efectos de los movimientos sísmicos. El peligro sísmico depende de las características y de la topografía del lugar.

Tabla 9.

Niveles de Peligro Sísmico

		Probabilidad de excedencia en 50 años	Periodo de retorno, T_R	Aceleración Máxima en la Roca
Peligro Sísmico	Sismo Frecuente	0.69	43 años	0,20 g
	Sismo Ocasional	0.5	72 años	0,25 g
	Sismo Raro	0.1	475 años	0,40 g
	Sismo Muy Raro	0.05	975 años	0,50 g

2.2.5.2.2 REPRESENTACIÓN DE LA DEMANDA SÍSMICA PARA FINES DE INGENIERÍA ESTRUCTURAL

El movimiento del suelo es captado por sismógrafos y por acelerógrafos. Los sismógrafos registran la historia de desplazamientos o velocidades del terreno y son empleados principalmente en trabajos de sismología; en cambio, los

acelerógrafos registran la aceleración del terreno y son de utilidad directa en ingeniería estructural.

Los registros de aceleración en el tiempo obtenido durante un sismo se denominan acelerogramas. Para representar la demanda sísmica, se construyen curvas espectrales que reúnen las respuestas máximas de estructuras sometidas a sollicitaciones sísmicas caracterizadas por acelerogramas.

El peligro sísmico aumenta con la cercanía a las fuentes sismogénicas, con las condiciones adversas de suelo y con las irregularidades del terreno, como en el caso de montañas o depresiones.

2.2.5.2.3 CUANTIFICACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO

Resulta difícil dar una representación cuantitativa del peligro sísmico en términos absolutos; sin embargo, para fines de ingeniería se ha sugerido emplear como indicadores de peligro, los valores máximos del movimiento del terreno (aceleración, velocidad o desplazamiento) o la intensidad local (Muñoz 1999)

Para cuantificar el peligro sísmico, existen dos enfoques: el determinístico y el probabilístico (Muñoz 1999). En el enfoque determinístico, el peligro sísmico se expresa por el valor máximo

del indicador de peligro que puede producirse en el lugar de estudio, teniendo en cuenta el escenario sísmico técnico, las condiciones de suelo y las características del lugar. (Herraiz 1997)

En el enfoque probabilístico, el peligro sísmico se expresa en función de la probabilidad del indicador de peligro seleccionado sea igualado o excedido en un lapso determinado. Este intervalo de tiempo se considera igual la vida útil de la obra civil para la cual se evalúa el peligro. La tabla 10 muestra el tiempo de vida útil sugerida para diferentes obras civiles. (Grases 1989)

Tabla 10.

Tiempo de Vida útil para Diferentes Obras Civiles

Obras Civiles	Tiempo de Vida Útil
Instalaciones Nucleares	50 – 100 años
Puentes y viaductos de avenidas principales	100 años
Edificios para viviendas	50 años
Construcciones temporales	15 años

2.2.5.2.4 NIVELES DE PELIGRO SÍSMICO

Con el fin de evaluar el desempeño sismo resistente de edificios, el SEAOC ha propuesto cuatro niveles de peligro. Cada

nivel queda definido por un valor de la probabilidad de excedencia en 50 años de exposición. A cada uno de estos niveles de amenaza, corresponde un terremoto que tiene un intervalo de recurrencia (periodo de retorno, TR) definido en función del tiempo de vida útil de las obras civiles y la probabilidad de excedencias.

2.2.5.2.5 RELACIONES MOMENTO CURVATURA

Las relaciones momento curvatura al igual que las relaciones corte deformación, son la base para el análisis no lineal, ya que representan el comportamiento de una sección ante cargas monotónicas crecientes, además la relación $M - \varphi$ es fundamental para encontrar la rigidez a flexión (EI) de cada una de las ramas del diagrama histórico que se utiliza para definir la no linealidad del material.

La explicación material de cómo se obtiene la rigidez a partir del diagrama momento-curvatura, se la obtiene haciendo uso de la resistencia de materiales, mediante un modelo de viga de sección constante con carga uniforme. Cuando se termina un diseño estructural, es muy importante conocer la relación momento-curvatura $M - \varphi$ de las secciones de sus elementos,

con el objeto de conocer cuál es la capacidad de ductilidad por curvatura $\mu\theta$, la máxima capacidad a flexión del elemento M_u y comparar estas cantidades con las demandas que se tienen en el diseño.

Si un elemento tiene muy poca capacidad de ductilidad por curvatura va a presentar una falla frágil cuando la estructura ingrese al rango no lineal, lo cual no es deseable. Lo ideal es que tenga un valor alto de $\mu\theta$ para que la edificación disipe la mayor cantidad de energía, para que sea posible la redistribución de momentos y de esa manera trabajen todos los elementos en una forma adecuada.

2.2.5.2.6 CAPACIDAD RESISTENTE

En el análisis no lineal estático, existen dos formas de encontrar la curva de capacidad resistente, en una se aplican cargas incrementales monotónicas en una dirección hasta que la estructura alcance el colapso (Técnica del Pushover) y en la segunda se la somete a un acelerograma el mismo que se va incrementando paulatinamente hasta que la estructura colapse.

El análisis No Lineal Estático es un paso intermedio entre el análisis Lineal elástico y el análisis no lineal dinámico. Dentro del análisis no lineal estático lo que más se utiliza es la Técnica del Pushover, también conocido como el nombre de análisis incrementales del colapso, para encontrar la curva de capacidad resistente de las estructuras ante acciones sísmicas, curva que relaciona la cortante basal V , con el desplazamiento lateral máximo de la estructura DT , esta curva es la base para el Análisis sísmico por Desempeño.

Para determinar la Curva de Capacidad Resistente, se necesita tener completamente definida la estructura, tanto en su geometría como en su armado, además se debe conocer la calidad de los materiales y para el caso de edificaciones de concreto armado, las curvas constitutivas del concreto y del acero.

2.2.5.2.7 MODELO BILINEAL

En el análisis tiende a obtener la respuesta de la estructura ante una acción sísmica so acostumbra a encontrar un modelo bilineal

de la curva de capacidad resistente, de esta manera se simplifica el problema.

En la curva de capacidad resistente, se debe definir el punto de fluencia, que está asociado al cortante basal V_y y al desplazamiento lateral máximo D_t . En base a este punto se determina un modelo bilineal para la relación $V-D_t$. El punto de fluencia de una estructura se alcanza cuando una sección de la misma ingresa al rango no lineal, para el efecto basta que en el análisis con el pushover se determine cuando alguna sección alcanzó el punto de fluencia.

En base a los modelos bilineales, se determinan los parámetros como V_u que es el cortante basal a nivel de capacidad última, K_2 es la rigidez elástica de la Estructura y K_p es la rigidez post fluencia de la estructura.

Existen varios criterios para determinar el punto de fluencia de una estructura, como son la rigidez tangente Horizontal, Rigideces Tangentes, ajuste por Mínimos Cuadrados y Áreas Iguales.

Para definir los dos tramos del modelo bilineal, se pueden emplear criterios de tramos tangentes o aproximación por mínimos cuadrados o también equivalencias de energía disipada

(Aguilar 2002) Este último criterio consiste en igualar a áreas bajo el espectro de capacidad y bajo el modelo bilineal, lo que resulta equivalente a lograr que las áreas del modelo bilineal sobre y bajo la curva de capacidad sean iguales. Mediante una formula, se calcula el amortiguamiento equivalente con el fin de tener en cuenta las características del sistema estructural y la duración del sismo, se incluye un factor de modificación k , que afecta al amortiguamiento histórico (ATC-40 1996). De este modo se obtiene el amortiguamiento efectivo.

Tabla 11.

Tipos de comportamiento Estructural

Tipo de comportamiento Estructural	
Tipo A	Comportamiento estructural estable; estructuras cuyo comportamiento histórico puede representarse mediante un paralelogramo. A este grupo pertenecen las estructuras con un adecuado sistema sismorresistentes, sometidas a sismos de corta duración.
Tipo B	Comportamiento estructural promedio; estructuras cuyo comportamiento histórico muestra una reducción del lazo histórico respecto del modelo tipo paralelogramo. A este grupo pertenecen las estructuras con un adecuado sistema sismorresistentes, sometidas a sismos de larga duración o estructuras con un sistema intermedio sometidas a sismos de corta duración.
Tipo C	Comportamiento estructural pobre; estructuras cuyo comportamiento histórico muestra una gran reducción de lazo histórico respecto del modelo tipo paralelogramo debido a la degradación. A este grupo pertenecen las estructuras con un sistema sismorresistentes intermedio sometidas a sismos de larga duración o estructuras con un sistema pobre sometidas a sismos de corta o larga duración.

2.3 RESUMEN DE MAPA DE PELIGROS SÍSMICOS

A continuación, se presenta el mapa de distribuciones de intensidades sísmicas.

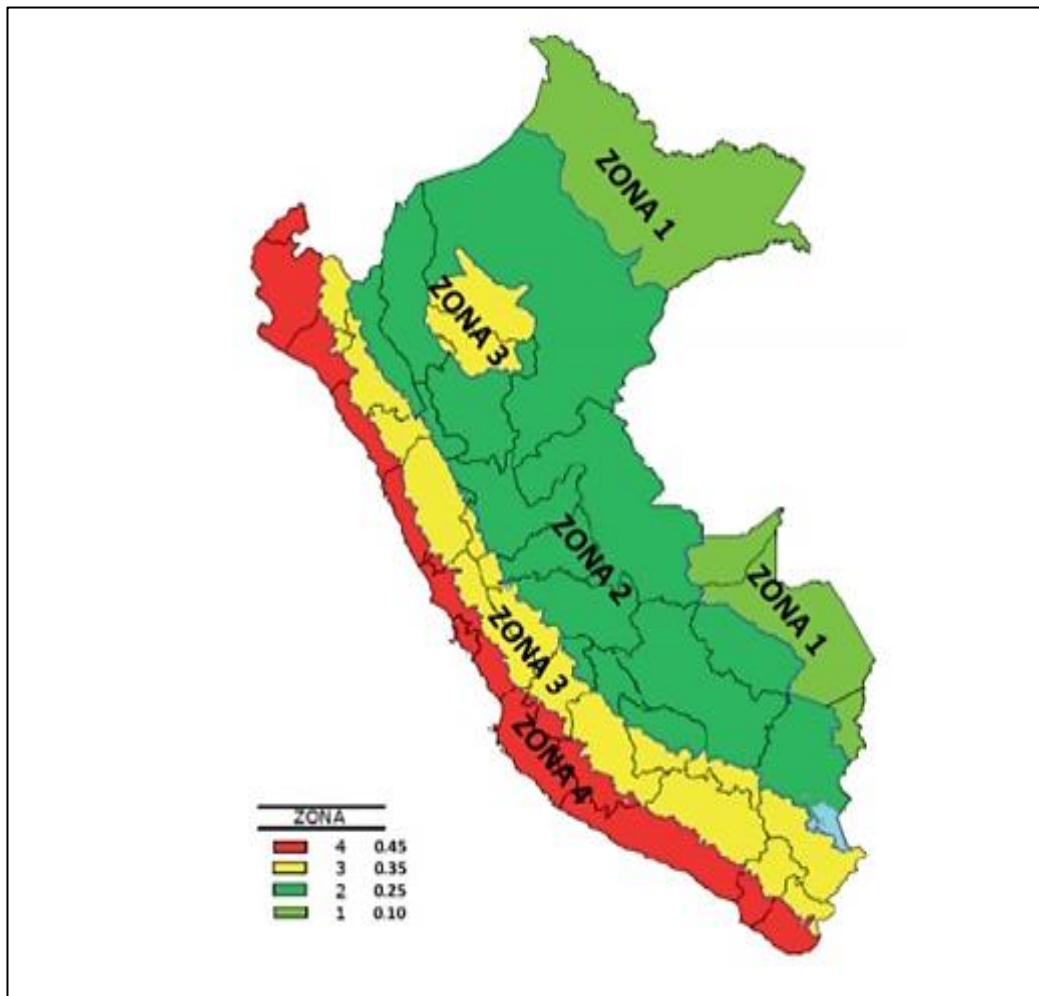


Figura 02.

Mapa Distribución de Máximas Intensidades sísmicas

Fuente: Jaen La Torre 2011. Geología de los cuadrángulos de la yarada y Tacna.

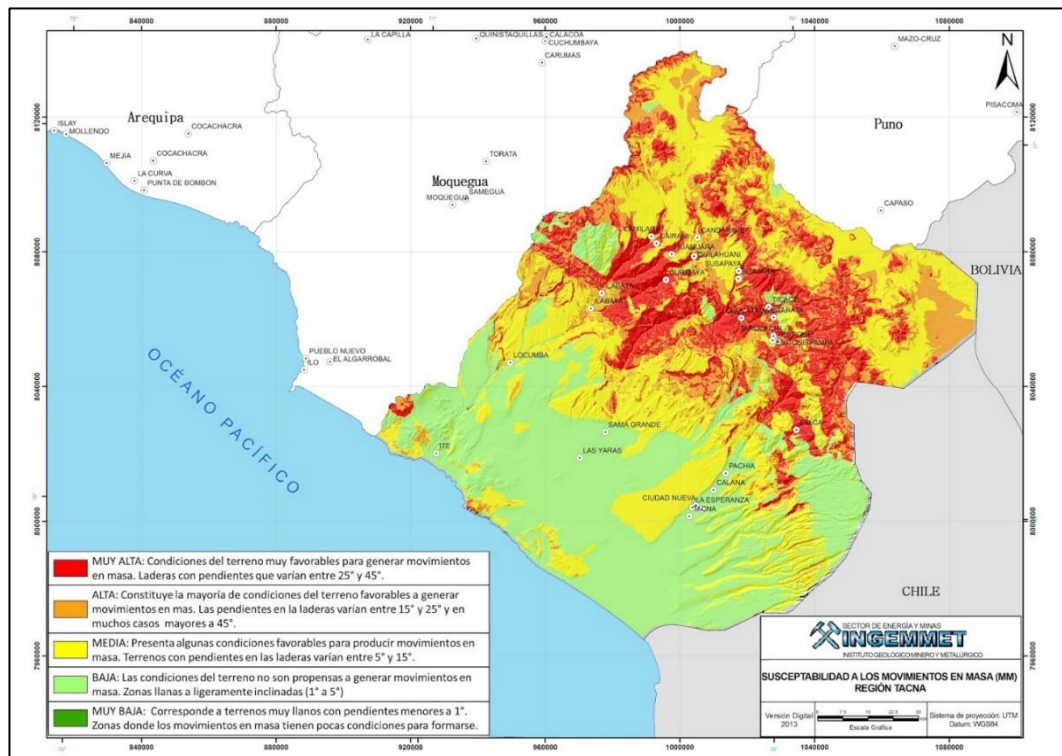


Figura 03.

Mapa Peligro Tacna

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL (INDECI) - Estudio Mapa de peligros de la ciudad de Tacna

2.3.1 EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS – GEOTECNICOS – ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

Los peligros de origen geológico-geotécnicos de mayor incidencia en la ciudad de Tacna, distritos de Gregorio Albarracín, Pocollay, Alto de la Alianza, Ciudad Nueva, Cercado y áreas de expansión urbanística, se dan por las razones siguientes:

- Falla por corte y asentamiento del suelo
- Agresión del suelo al concreto

- Amplificación local de las ondas sísmicas
- Colapsabilidad de suelos

Se han identificado cinco zonas geotécnicas cada una diferenciada mediante interpretación insitu y mediante ensayos realizados en laboratorio. Se ha logrado conocer las propiedades del suelo de cada zona, estas zonas son:

- Cenizas volcánicas de clasificación SUCS SM (ZONA I) ubicada en la parte norte del distrito de Pocollay y algunos sectores del distrito de Alto de la Alianza
- Arenas limosas de clasificación SM (ZONA II) que cubre por completo los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza,
- Arenas limosas de clasificación SM (ZONA III) ubicada al noreste de la ciudad de Tacna,
- Gravos pobremente graduadas GP (ZONA IV) que corresponde al resto del distrito de Pocollay y gran parte del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa,
- Gravos bien graduadas GW (ZONA V) que corresponde al resto del distrito de Tacna y Gregorio Albarracín Lanchipa.

2.3.2 ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS

ZONA I

Correspondiente a suelos de clasificación arena limosa SM de origen cenizas volcánicas, que poseen valores de micro tremores promedio de 0.15 Hz, presiones admisibles del suelo que varían de 2.54 Kg/cm² a 2.90 Kg/cm²; el potencial de colapso varía de 0.21% a 0.50 %, presenta asentamientos mínimos de 1.50 cm y máximo de 1.52cm.

Esta zona comprende: toda la zona norte del distrito de Pocollay como la Asociación de Vivienda 8 de Octubre, Asociación de Vivienda Jerusalén, Nueva Esperanza, AAPITAC, Asociación de Vivienda La Colina, Asociación de Vivienda Primavera - Takana; también presentes en el distrito de Alto de la Alianza, parcialmente en las Asoc. de Viv. Mariscal Miller, AA.HH. La Esperanza y P.J. Alto de la Alianza. Por lo que es una ZONA SIN MAYORES PROBLEMAS.

ZONA II

Que corresponde a suelos de clasificación SM arenas limosas de origen fluvial, que presenta valores de densidad natural variando desde 1.44 g/cm³ a 1.80 g/cm³, períodos de vibración natural del suelo desde 0.2 Hz a 0.25 Hz, capacidades de carga variando desde 0.63 Kg/cm² a 0.76 Kg/cm², valores de potencial de colapso de 0.78% a 0.80%. Los

asentamientos que se pueden producir en este suelo varían de 1.57 cm a 3.32cm.

Estas zonas comprenden en su totalidad a los distritos de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva. En esta zona se tienen problemas con los asentamientos de los suelos en especial en la zona denominada Terminal del Altiplano en el distrito de Alto de la Alianza, puesto que presenta valores de 3.32cm, para una estructura de 5 pisos.

ZONA III

Está conformada por suelos de clasificación SM arenas limosas de origen lluvial con periodos naturales de vibración del suelo promedio (microtremores) alrededor a 0.25Hz, con valores de potencial de colapso de 1.72% a 11.5%, valores de presiones admisibles del suelo que varían de 0.58 Kg/cm² a 0.64Kg/cm². Los asentamientos que se pueden producir en esta zona varían de 1.57 cm a 8.74 cm.

Esta zona abarca los lugares conocidos como Asociación de Vivienda Vallecito, Asociación de Vivienda Los Ángeles, Urb. Villa Sol, Asociación de Vivienda Teodoro Rodríguez Pisco, Urb. Santa Fátima y el Paseo Cívico. La zona del Hospital General de Tacna del Ministerio de Salud, resulta ser una zona problemática puesto que presenta valores de asentamientos igual a 8.74cm y potencial de colapso igual a 11.5% y se considera como PROBLEMA SEVERO.

ZONA IV

Conformada por suelos de clasificación GP compuestos por gravas pobremente graduadas que presenta valores de micro tremores de 0.10 Hz, presiones admisibles de suelo de 3.41 Kg/cm² a 4.50 Kg/cm², potenciales de colapso que varían del 0.24% al 1.51%, en esta zona se esperan asentamientos que varían de 1.47 cm a 1.62 cm.

Esta zona abarca la Urb. Francisco Bolognesi y Urb. Villa Caplina en el distrito de Tacna, todo el resto del distrito de Pocollay, y toda la zona norte del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa como ser los terrenos del cuartel Tarapacá, AA. HH. El Morro, Asociación de Vivienda 3 de Diciembre, Asociación de Vivienda Alfonso Ugarte I, II y III, Asociación de Vivienda Las Begonias, Asociación de Vivienda San Francisco, Asociación de Vivienda Las Américas, AA.HH. Villa Héroes del Cenepa.

En esta zona existe un caso particular acerca de las gravas porque están fuertemente cementadas con sales, pero a su vez son colapsables en un rango moderado. Están expuestas en la zona Asociación de Vivienda Villa Héroes del Cenepa en la cual ha resultado con potencial de colapso 1.51% que se considera como PROBLEMA MODERADO; con estas características se debe tener especial cuidado con los jardines, fugas de agua y desagüe.

ZONA V

Conformada por suelos de clasificación GW compuestos por gravas bien graduadas de origen fluvial que presenta períodos de vibración natural de 0.10 Hz, capacidades portantes que varían de 3.50 Kg/cm² a 3.62 Kg/cm², valores de potencial de colapso que varían de 0.48% a 0.50%. Los asentamientos que se esperan en este suelo son de 1.09 cm a 1.22 cm.

Esta zona abarca el AA.HH Leoncio Prado, Terminal Terrestre Manuel A. Odria, Conjunto Habitacional Justo Arias Araguez, Urb. Bacigalupo, Parque Industrial, Urb. Espíritu Santo, Agrup. de Viv. 28 de Agosto (200 casas), Urb. La Arboleda, AA.HH. Jesús María, Urb. Santa Ana, terrenos de la UNJBG del distrito del cercado de Tacna, y gran parte del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa como la Asociación de Vivienda Villa Magisterial, AA.HH. Vista Alegre, Asociación de Vivienda INADE, Asociación de Vivienda Caplina II, Asociación de Vivienda San Agustín. Esta es una zona que no presenta mayores problemas geotécnicos.

2.3.3 ZONIFICACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS-GEOTECNICOS

La zonificación de peligros de origen geológico-geotécnicos para la ciudad de Tacna se establece de acuerdo a la descripción siguiente:

A. ZONA DE PELIGRO BAJO:

Son las áreas formadas por gravas pobremente graduadas GP, gravas bien graduadas GW y las cenizas de origen volcánico de clasificación geotécnica SM, también denominadas como ZONA I, ZONA IV Y ZONA V, que en resumen poseen presiones admisibles del suelo con valores que varían de 1.47 Kg/cm² a 4.5 Kg/cm², sin problemas de amplificaciones sísmicas.

Los suelos de estas zonas geotécnicas poseen valores de potencial de colapso que están dentro de los no problemáticos; en estas zonas no se encontraron muestras de suelos agresivos ya que su contenido de sales y sulfatos es mínimo, los asentamientos que puedan producirse en estos suelos están por debajo de los máximos permitidos por el reglamento nacional de construcciones.

ZONA I

Formada por las cenizas de origen volcánico, arenas limosas SM ubicadas al norte del distrito de Pocollay, y en la Asociación de Vivienda Mariscal Miller, AA.HH. La Esperanza y P.J. Alto de la Alianza del distrito de Alto de la Alianza, que presenta valores de capacidades

portantes entre 2.54 Kg/cm² a 2.9 Kg/cm²; su valor de potencial de colapso máximo es de 0.5% y está definido como sin problemas; no presenta problemas por amplificación de ondas sísmicas, la agresión del suelo por sales y sulfatos al concreto es despreciable, el asentamiento máximo esperado en esta zona es de 1.52 cm que está por debajo del máximo valor aceptado por la normatividad vigente.

ZONA IV

Formada por las gravas pobremente graduadas GP ubicadas en las zonas restantes del distrito de Pocollay y zona norte del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, esta zona presenta valores de presiones admisibles de suelos con un valor mínimo de 3.41kg/cm², su bajo contenido de sales y sulfatos en los suelos hacen que no sean agresivos al concreto siendo su exposición despreciable, no tiene problemas de amplificación de ondas sísmicas, el asentamiento máximo esperado para esta zona es de 1.62 cm., el potencial de colapso promedio es de 0.24% y está sin problemas.

Cabe recalcar que parte de esta zona IV se está considerando como peligro alto por problemas moderados de colapsabilidad, que se describirá más adelante.

ZONA V

Está conformada por las gravas bien graduadas de clasificación GW ubicadas en la zona en casi todo el distrito del cercado de Tacna a excepción de la zona nor-oeste, y también se encuentra en la zona sur del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, estas gravas no presentan problemas de amplificación sísmica, su asentamiento no es mayor a 1.22 cm., su potencial de colapso presenta valores que están en el rango de sin problemas, la agresión del suelo al concreto es despreciable por su bajo contenido desales y sulfatos.

B. ZONA DE PELIGRO MEDIO:

Son las áreas donde encontramos suelos areno limosos de clasificación SM, denominados geotécnicamente como ZONA II Y ZONA III que presentan valores de capacidades de carga mínima del suelo de 0.58 Kg/cm² y 0.76Kg/cm² sus valores de potencial de colapso están en el rango de sin problemas a problemas severos y asentamientos que no serían aceptados por el Registro Nacional de Construcciones. Estos valores se detallan a continuación por zonas geotécnicas para su mejor comprensión.

ZONA II

Formada por arenas limosas SM ubicadas en toda la extensión de los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza, la agresión del suelo

al concreto es despreciable por su bajo contenido de sales y sulfatos, esta zona esta propensa a sufrir amplificación de ondas sísmicas pero no de gran dimensión.

ZONA IV

En el distrito de Pocollay presenta problemas de colapsabilidad (MODERADO) en la capa superior, específicamente la que se encuentra fuertemente cementada, es decir muy recomendable realizar las cimentaciones por debajo de este nivel de sales cementadas, que en algunos lugares es un 1.00 m. y en otros 1.60m.. Para las cimentaciones o estructuras antiguas por encima de este nivel se recomienda tener especial cuidado con las fugas de agua y desagüe, evitar riego excesivo en jardines y parques aledaños, puesto que esto podría provocar problemas en esta zona.

C. ZONA DE PELIGRO ALTO:

Son las áreas conformadas por material antropogénico o de relleno R, así como también las arenas limosas SM (deluviales) ubicadas en las faldas del Cerro Intiorko y en algunos lugares de los distritos de Alto de la Alianza y Ciudad Nueva, arenas limo-arcillosas SM-SC ubicadas en sectores aledaños del hospital Hipólito Unanue, cuyos contenidos de sales y sulfatos en el suelo es despreciable, en esta zona se espera grandes amplificaciones de ondas sísmicas, sus

valores de potencial de colapso son elevados, siendo de 11.5 % en el sector del Hospital y de 5% a 10% en los rellenos, estando en el rango de problemas, los asentamientos esperados en esta zona son entre 3 y 8 cm, siendo este valor preocupante debido a su ubicación urbana.

2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

A) Evaluación Estructural. - es la capacidad de estructuras existentes ante sollicitaciones nuevas o existe incertidumbre en su estructura. Edificios que han soportado sismos.

B) Vulnerabilidad. – La vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa, se define como su predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño (Barbat, 1998).

C) Cuantificación. - Se llama cuantificación, al valor representativo numérico de una medida realizada para fines posteriores.

D) Riesgo sísmico.- Se llama riesgo sísmico a una medida que combina el peligro sísmico, con la vulnerabilidad y la posibilidad de que se produzcan en ella daños por movimientos sísmicos en un período

determinado. No debe confundirse este concepto con el de peligro sísmico, que mide la probabilidad de que se produzca una cierta

E) Estructura. - en ingeniería una estructura es cualquier tipo de construcción formada por uno o varios elementos enlazados entre sí que están destinados a soportar la acción de una serie de fuerzas aplicadas sobre ellos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación:

Por la finalidad, es una investigación de tipo **exploratorio - descriptivo**, porque investigación consiste en proveer una referencia general del tema. Parte de un tema de investigación general y el cual no ha sido profundizado. Así como observar y describir eventos buscando identificar problemas o justificar condiciones actuales.

3.1.2 Tipo de Diseño:

Por la finalidad, es una investigación de carácter **Diseño de campo – Diseño de Laboratorio**, porque la investigación se realiza en el lugar in situ donde se recopila los datos. Además, la investigación también se realiza en condiciones artificiales donde es necesario el uso de instalaciones acondicionadas para el procesamiento de los datos.

3.2 POBLACION Y/O MUESTRA DE ESTUDIO

3.2.1 Población:

Por la finalidad, es una investigación de demostrar el nivel de vulnerabilidad y la necesidad de reforzamiento estructural, la población considerada son los **Centros de Salud de la ciudad de Tacna.**

3.2.2 Muestra:

Por la finalidad, la elección de la muestra para la investigación se realiza mediante una **muestra al azar simple** de donde se destinó como objeto investigación el **“Centro de Salud “Leoncio Prado”**.

3.3 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

Tabla 12.

Operalización de variables

OPERACIONES CON VARIABLES			
TÍTULO:	“EVALUACIÓN ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO EN EL CENTRO DE SALUD LEONCIO PRADO, DE LA CIUDAD DE TACNA”		
VARIABLE	MÉTODO DESCRIPTIVO	DIMENSION	INDICADOR
Evaluación estructural.	Análisis visual. Ensayos destructivos.	Crítica y no crítica. Kgf/cm ²	Falencias y Patologías. Resistencia a la compresión
Vulnerabilidad.	Comité visión 2000 de la asociación de ingenieros estructurales (SEAOC 1999).	Alto, Medio, bajo	Grado de vulnerabilidad.

Fuente: Elaboración propia

3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

3.4.1 Técnicas:

Las principales técnicas que se utilizaron para la recolección de datos fueron:

- Mediante el método cualitativo; que es, ha observación in situ de las instalaciones y elementos visiblemente vulnerables.
- Mediante el método cuantitativo que consto principalmente del levantamiento estructural con equipo de perforación de la edificación en los principales elementos estructurales mediante el paquete informático ETABS 2016.
- Investigación Bibliográfica con respecto a los estudios realizamos de la misma naturaleza en distintas investigaciones.
- Consulta a especialistas en la rama de diversos sectores como grados académicos.

3.4.2 Instrumentos:

- Equipo de perforación “Diamantina”

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1 Procesamiento de datos:

3.5.1.1 Recopilación de datos:

Los datos extraídos para el presente proyecto de investigación se realizaron, en el Centro de Salud Leoncio Prado ubicado en el cercado de ciudad de Tacna.

Se realizó el levantamiento estructural destructivo con equipo de perforación (diamantina) de la edificación en los principales elementos estructurales.

3.5.2 Análisis de datos:

3.5.2.1 Análisis de datos y aplicación de modificaciones

Como se detalló en el subcapítulo población y/o muestra de estudio se analizarán todas las cargas a las que se encuentran sometida la edificación en su vida útil como, por ejemplo: cargas por efectos de gravedad, cargas por efectos sísmicos y cargas por efectos dinámicos.

Posteriormente se realizó una simulación en con ayuda del software computacional (ETABS 2016) en donde se sometieron a posibles cargas sísmicas las cuales están en función a los registros históricos de la ciudad.

Finalmente, en función a los resultados que se obtenidos y para mejorar el comportamiento estructural de la edificación se planteó soluciones de reforzamiento estructural ante posibles fallas estructurales mediante la incorporación de elementos de reforzamiento estructural.

CAPITULO IV

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA EN ESTUDIO

4.1.1. ANTECEDENTES

Los sismos son fenómenos naturales de alta probabilidad de ocurrencia y cuya consecuencia más notable es que los daños pueden ser catastróficos desde el punto de vista humano y económico.

Un ejemplo de los daños que representan estos eventos es el sismo ocurrido el pasado 23 de junio del 2001 en la ciudad de Arequipa y Tacna, en el cual el estado peruano ha realizado grandes gastos en actividades de respuesta a los desastres ocurridos; sin embargo, estos recursos podrían haberse reducido si se hubiera tenido una cultura de prevención y preparación.

4.1.2. UBICACIÓN.

El centro de salud Leoncio Prado está ubicado en la junta vecinal Leoncio Prado, y limita con el norte con la calle 26 de mayo, con el sur limita con la calle san marcos, por el oeste con la calle 28 de agosto y por el este con la Av. Industrial.

4.1.3. DESCRIPCIÓN ARQUITECTÓNICA

La presente edificación se encuentra distribuida de la siguiente manera:

LA PRIMERA PLANTA: En la entrada se encuentra el Área de recepción, hacia la izquierda se ubican los ambientes de programa de inmunización de EDA – IRAS, CRED I – II, consultorio médico 01 , salud escolar y adolescente, servicio social, SS.HH. damas, SS.HH. varones, dirección y dos escaleras que comunican al 2do nivel, así como las escaleras principales al segundo nivel, así mismo al fondo se encuentra un almacén con 2 closet, el consultorio dental 01, planificación familiar, consultorio médico 02, consultorio materno perinatal 01, TRIAJE materno perinatal, sala de hospitalización, sala de operaciones y a la derecha se encuentran los ambientes de tóxico, admisión, TRIAJE, guardianía, sala de emergencia, sala de partos, laboratorio y farmacia, así como una salida de emergencia.

SS-HH varones, 01 SS-HH damas, 01 consultorio de programa central de tuberculosis, 01 recepción, 01 dependencia de limpieza y máquinas de almacén.



Figura 05.

Plano de planta del Segundo nivel del CENTRO SALUD

4.1.4. URBANIZACIÓN

El establecimiento de salud se encuentra construido sobre un terreno cuya característica topográfica es prácticamente plana.

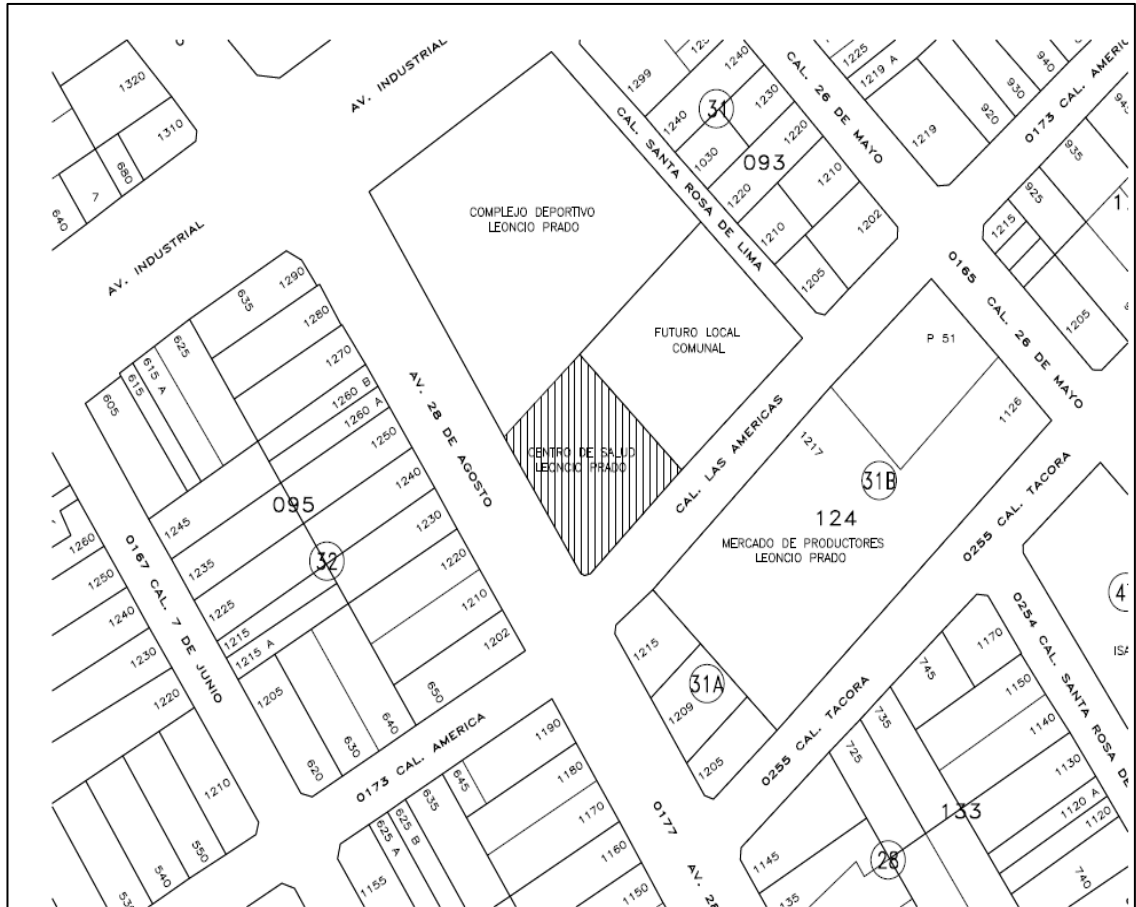


Figura 06.

Plano de ubicación el CENTRO SALUD

Fuente: Mapa de Ubicación del Centro de Salud Leoncio Prado, de la Ciudad De Tacna

4.1.5. Estudio de mecánica de suelos

4.1.5.1. Ensayos en laboratorio.

Se procede a presentar los resultados de los ensayos obtenidos por el laboratorio de mecánica de suelos de la universidad privada de Tacna (**ver anexo N° 04**)

4.1.6. Recopilación de información técnica existente

No existe mucha información que se haya podido recopilar para la zona en estudio. A continuación, se presentan un resumen de la evaluación de peligros geologías- geotécnicas y zonificación geotécnica del estudio de peligros en la ciudad de Tacna.

4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ESTRUCTURAS

EDIFICIO A

Es una estructura de 01 piso de configuración irregular en planta. Se puede observar básicamente dos sistemas estructurales:

- Sistema de Pórticos de Concreto Armado, siendo los principales elementos: vigas, columnas, losas aligeradas y muros de relleno conformado por ladrillos de concreto; comprende el área de dos aulas.
- Sistema de Albañilería armada, siendo los principales elementos vigas, losas aligeradas y muros de albañilería de concreto; abarca

el depósito del Auditorio y los Servicios Higiénicos para damas y varones.

- Durante la inspección de campo, se pudo observar:
 - Grietas en algunas vigas de mayor luz y en columnas.
 - Pequeñas rajaduras en los muros, techos y pisos.
 - Presenta desprendimiento de la pintura y la mayólica de los servicios higiénicos se encuentran en mal estado de conservación.



Figura 07.

Vista de frente de la edificación "A" Centro de Salud Leoncio Prado, de la Ciudad de Tacna.

4.3. EVALUACIÓN DE LOS MATERIALES

4.3.1. MÉTODOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS MATERIALES

A) PRUEBA DE DIAMANTINA

La prueba de diamantina consiste en la extracción de testigos de elementos estructurales existentes, procedimiento realizado por elementos mecánicos.



Figura 08.

Extracción de testigos de concreto.

B) TOMA DE NUCLEOS EN CONCRETOS ENDURECIDOS

La obtención, preparación y ensayo de (a) núcleos extraídos de estructuras de concreto para determinaciones de longitud o resistencia a la compresión o a la tracción indirecta, y (b) vigas

aserradas de estructuras de concreto para determinaciones de resistencia a la flexión.

C) APARATOS

Saca testigos núcleos: Para obtener probetas cilíndricas. Si las probetas deben ser extraídas por taladrado perpendicular a la superficie horizontal, resulta satisfactorio un taladro de percusión, pero si las probetas deben ser taladradas en otra dirección o si su diámetro se debe determinar con exactitud para un cálculo más preciso de la resistencia a la compresión, se emplearán brocas de diamante. • Sierra: para obtener probetas en forma de viga de tamaño adecuado para efectuar ensayos de resistencia a la flexión la sierra deberá tener un borde cortante de diamante o carburo de silicio y deberá poder cortar las probetas con las dimensiones prescritas, sin calor excesivo o impacto.

D) MUESTREO

Generalidades: Las muestras no se deberán tomar hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente para permitir la remoción de la muestra sin perturbar la adhesión entre el mortero y el agregado grueso. En general, el concreto deberá tener una edad de catorce (14), días antes de la extracción de las probetas. Descargar aquellas

que presenten defectos o que se hayan deteriorado durante el proceso de extracción.

Las probetas que contengan acero de refuerzo no se deberán usar para determinar la resistencia a la tracción indirecta. En caso de ensayos para determinar la resistencia, la flexión, no se usarán probetas que tengan refuerzo en la porción sometida a tensión.

Los núcleos que contengan refuerzo y estén destinados a la determinación de la resistencia a la compresión, pueden dar resultados mayores o menores a los núcleos sin acero embebido y, en la posible, se deben evitar o recortar para eliminar el refuerzo, proporcionando simultáneamente una relación L/D de 1.0 o mayor.

Extracción de núcleos: siempre que sea posible, los núcleos se extraerán perpendicularmente a una superficie horizontal, de manera que su eje sea perpendicular a la capa de concreto tal como se colocó originalmente y cuidando de no hacerlo en vecindades de juntas a bordes obvios de elemento construido. Las probetas tomadas en dirección perpendicular a una superficie vertical o a una superficie irregular, se deberán extraer lo más cerca que sea posible del centro de la pieza y nunca cerca de juntas a bordes de ella.

Remoción de losas: se deberá remover una losa de tamaño suficiente para asegurar las probetas de ensayo deseadas,

excluyendo todo concreto agrietado, astillado, mal cortado o con cualquier otra irregularidad.

E) NUCLEOS

Probetas para determinación de longitud Deberán tener un diámetro de cuando menos cien (100) milímetros. La medida de la longitud de los núcleos se hará conforme se describe en la norma MTC E712.

F) RESISTENCIA A COMPRESION

1. Probetas de ensayo: los diámetros de los núcleos para la determinación de la resistencia a la compresión deberán ser, como mínimo, iguales a tres (3) veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso del concreto. Su longitud, luego del refrentado (capping), deberá ser lo más aproximada posible al doble del diámetro. No se deberán ensayar núcleos cuya altura sea inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de su diámetro antes del refrentado o menor de su diámetro después dicha operación.
2. Preparación de las bases: las bases de los núcleos que van a ser ensayados a la compresión, deberán ser sensiblemente lisas, perpendiculares a su eje longitudinal y del mismo diámetro del cuerpo del núcleo. De ser necesario, las bases se deberán aserrar o maquinar hasta cumplir los siguientes requisitos:
 - Las salientes, si las hay, no se deberán extender más allá de 0.2 plg (5 mm) de la superficie de la base.

- Las superficies de las bases no se podrán apartar de la perpendicularidad al eje longitudinal en más de 5°, y
 - El diámetro de las bases no deberá diferir en más de 0.1 pulgadas (2.5 mm) del diámetro medio del núcleo.
3. Acondicionamiento en humedad: Las probetas de ensayo se deberán sumergir en agua saturada de cal a 23 ± 1.7 °C (73.4 i 3.0 °F) por un periodo no inferior a 40 horas, antes de someterlas al ensayo de resistencia a la compresión. Durante el lapso transcurrido entre el retiro de las probetas del agua y el ensayo, se deberán cubrir con una sábana, una arpillera húmeda u otra tela absorbente que resulte adecuada.

Cuando lo exija la entidad para la cual se realizan las pruebas, los núcleos se podrán ensayar en una condición de humedad diferente a la alcanzada por la inmersión durante un mínimo de 40 horas.

Los factores de corrección por la relación longitud/diámetro que se muestran en el numeral 5.7, son aplicables tanto al concreto seco como al sometido a inmersión en agua. Instrucciones para la consideración del ensayo en condiciones diferentes a las alcanzadas por inmersión por 40 horas o más, se pueden hallar en el capítulo 17 del documento ACI-301 y en el capítulo 4 del ACI-318.

4. Refrentado (capping). Las bases de los núcleos se deberán tratar (refrentar) antes del ensayo de acuerdo con el procedimiento prescrito en la sección pertinente de la norma de MTC E703. Las superficies pertinentes así obtenidas deberán cumplir los requisitos de uniformidad exigidos en la misma norma.
5. Medida. Antes del ensayo se deberá medir la longitud del núcleo testigo preparado con aproximación a la décima de pulgada (2.5 mm), longitud que se empleará para el cálculo de la relación longitud/diámetro. El diámetro se determinará promediando dos (2) medidas tomadas en ángulos rectos entre sí, aproximadamente en la mitad de la probeta. Siempre que sea posible, la medida del diámetro se realizará con aproximación a la centésima de pulgada (0.25 mm), pero como mínimo a la décima de pulgada (2.5 mm)

La mayoría de los núcleos no tienen la lisura suficiente para justificar medidas del diámetro con aproximación mayor a la décima de pulgada (25 mm).
6. Ensayo. El ensayo a compresión de los núcleos se efectuará tal como se describe en la norma MTC E704.
7. Informe. Los resultados se informarán como lo exige la norma MTC E704, adicionando los siguientes datos:
 - Longitud de la probeta antes y después del refrentado (capping).

- Resistencia a la compresión aproximada a 10 libras/pulgada cuadrada (68.9 kPa) cuando el diámetro se haya medido con aproximación a la centésima de pulgada (0.25 mm), y a 50 libras/pulgada cuadrada cuando el diámetro se haya medido con aproximación a la décima de pulgada (2.5 mm), luego de la corrección longitud/diámetro, si ella se requiere:
- Dirección de aplicación de la carga en la probeta con respecto al plano horizontal del concreto.
- Condición de humedad en el momento del ensayo, y
- Tamaño máximo nominal del agregado pétreo del concreto.



Figura 09. Testigos de concreto

G) RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA

1. Probetas para ensayo. Estarán de acuerdo con los requisitos sobre dimensiones, indicados en 5.1, 5.2.1 y 5.2.2. A las bases no se deberán cubrir con "capping".

2. Condiciones de humedad. Antes de ensayarlos, los testigos deberán ser acondicionados como se describe en 5.3.1.
3. Superficies de soporte. La línea de contacto entre la probeta y cada pieza de apoyo deberá ser recta y libre de salientes o depresiones mayores de 0.01 pulgadas (0.25 mm). En caso contrario, la probeta deberá ser rectificada o cubierta (capping) a manera de producir líneas de apoyo que cumplan estos requisitos. No se usarán probetas con salientes o depresiones superiores a 0.1 pulgadas (2.5 mm). Cuando se emplee "capping", la capa deberá ser tan delgada como sea posible y deberá estar formada de pasta de yeso de alta resistencia.
4. Ensayo. Las probetas se ensayaran de acuerdo con lo indicado en la norma, Tracción indirecta de cilindros standard de concreto".
5. Cálculos e informe. El cálculo de la resistencia y el informe se harán conforme lo indica la norma mencionada. Cuando se haya requerido rectificación o capping de las probetas, el diámetro se deberá medir entre las superficies terminadas. Se deberá indicar que la probeta es un núcleo y su condición de humedad en el momento del ensayo.

REFERENCIAS NORMATIVAS

AASHTO	T 24
ASTM	C 42

CAPITULO V
GEOLOGIA Y GEOTECNIA DEL ESTABLECIMIENTO DEL CLAS
LEONCIO PRADO

5.1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la naturaleza del terreno donde se cimentó la edificación es una de las etapas principales para realizar un análisis estructural del Centro de Salud de la forma más funcional y conseguir una seguridad suficiente y unas deformaciones o asientos compatibles con las tolerancias de la estructura.

Los trabajos de exploración de suelo y los ensayos de campo y de laboratorio, efectuados con los materiales del lugar han servido para preparar la investigación referente a la formación geológica del depósito natural de los suelos subyacentes de esta zona y sus características estratigráficas.

El estudio de suelo fue realizado para el Centro de Salud Leoncio Prado perteneciente a la provincia de Tacna y región de Tacna.

5.2. GEOLOGÍA DE LA ZONA

Para explicar las características geomorfológicos de la zona donde se encuentra ubicado el Centro de Salud Leoncio Prado, materia de nuestro estudio; tomamos como documento de apoyo los estudios realizados por La Comisión Carta Geológica Nacional

correspondientes al departamento de Tacna, lo que contrastamos con nuestro trabajo de campo.

El establecimiento de salud a desarrollar en el presente estudio se ubica dentro del área de los Cuadrángulos TACNA Y HUAYLILLAS, tienen aproximadamente 5,000 km² de extensión superficial; que han tenido una formación estrictamente de Depósitos Eólicos los mismos que contienen en su conformación una escasa presencia de roca sedimentaria y volcánica, así mismo está conformada también por Depósitos aluviales que contienen en su formación una mayor proporción de rocas sedimentarias y volcánicas y por último la formación Volcánico Huaylillas la misma que contiene en mayor proporción rocas sedimentarias y volcánicas.

La zona donde se ubica el CLAS Leoncio Prado tiene una forma topográfica definida cuya pendiente es moderada. El terreno más alto se encuentra en la parte nororiental de la zona que tiene una pendiente de 0.8 a 1.5%, y consiste de conos volcánicos (antiguos y modernos). En el extremo sur-occidental de la zona hay una topografía mucho más suave, cuya pendiente varía entre 0.5 a 1.2%. A simple vista parece que hay una correlación entre gradientes.

Realizando una pequeña descripción de cada uno de estos ítems tenemos que:

5.2.1. Formación Tacna - Huaylillas

Sobre la mayor parte del cuadrángulo A y B existe una topografía distinta que se ha nombrado Superficie de Huaylillas (Wilson, 1962). Esta superficie siempre está asociada con la formación Huaylillas, que consiste de tres miembros distintos. Los miembros superiores e inferiores son tufos blandos, mientras que el miembro medio consiste de tufos compactos y macizos. Típicamente la superficie es un "dipslope" desarrollado en el miembro medio y caracterizada por un sistema de drenaje por quebraditas rectas, paralelas, y en forma de V, que dan a la superficie la apariencia de calamina, por lo tanto, se deduce que la geología de la zona donde se ubica el Centro de Salud, predomina la formación Tacna Huaylillas y Terrazas Fluviales.

A) Formación Huaylillas:

Casi todo el Cuadrángulo de Huaylillas está cubierto por una formación gruesa de tufo dacítico que, por razón de su gran extensión en esta área se ha nombrado Formación Huaylillas. La formación también tiene una amplia distribución en el Sur del cuadrángulo y en varios sectores del cuadrángulo de la ciudad.

Litológicamente la formación consiste en tufos ácidos de composición dacítica y riolítica con diferencia de color, textura y mineralogía, y con un grosor total que varía entre 500 y 600 m. dentro de la región.

En cuanto a las relaciones estratigráficas, esta unidad es suprayacente a las formaciones Moquegua y Huilacollo con una pequeña discordancia paralela, pero tienen relaciones de discordancia angular con otras formaciones más antiguas. La formación infrayace al volcánico Barroso y unidades más jóvenes con discordancia paralela.

En términos generales la formación se divide en tres miembros:

1. Tufo Riolítico de color entre blanco y crema, friable, de grano fino, no estratificado de 150 m.
2. Tufo Dacítico rosado o rojo, de grano mediano a grueso, y de aspecto macizo.... 300 - 400 m.
3. Tufo Riolítico, blanco y rosado, friable de grano fino no estratificado, 10-30m.

La roca es casi equigranular, con cristales del tamaño casi de 1 mm., aún cuando en ciertos horizontes hay tufos de grano más fino o más grueso.

La formación Huaylillas se ubica entre la formación Moquegua y la formación Barroso del Plioceno

B) Terrazas Fluviales:

Consisten en conglomerados de cantos redondeados con una matriz bastante escasa de arena y lodo. Los cantos representan toda la variedad litológica de las unidades encontradas en la región. Este aluvión muestra una compactación bastante notable

que favorece el desarrollo de barrancos casi verticales hasta una altura de 50 m. Algunas veces cuando es difícil distinguir entre las terrazas y la formación Moquegua, por ser dos unidades compuestas mayormente por conglomerados, el mejor procedimiento es distinguirlas por la forma topográfica. Mientras que las terrazas presentan superficies planas, la formación Moquegua se encuentra drenada con un patrón dendrítico y carece de áreas planas.

5.3 GEOTECNIA DE LA ZONA

5.3.1 Tipo de Suelo

Estudios realizados en la ciudad de Tacna nos demuestra que se han distinguido cinco tipos de suelos, los cuales han sido definidos utilizando la clasificación SUCS y los perfiles estratigráficos, con las características de resistencia bajo condiciones estáticas. Del estudio realizado al CLAS Leoncio Prado materia de nuestro estudio se desprende que este pertenece al Tipo de suelo I, debido a que presenta las mejores condiciones geotécnicas, caracterizándose por tener capacidad portante mayor o igual a 3 kg/cm^2 . En cuanto a su estratigrafía tenemos: un primer estrato con una potencia de 0.50 m. que presenta relleno, arcilla, o tierra en estado semi compacto, a

continuación la presencia de un suelo granular pudiendo ser GP, GW con una potencia indeterminada.

La superficie a estudiar en la zona de ubicación del Centro de Salud presentan una geomorfología casi plana, con una pendiente promedio de 1.3%, es un terreno con relleno no controlado superficialmente, debajo de los rellenos se encuentra el suelo agrícola, enseguida se aprecian los estratos que corresponden al suelo propiamente dicho.
(Ver anexo N°04)

5.4 ESTUDIOS GEOTECNICOS REALIZADOS

5.4.1 Técnicas de investigación de campo

Las técnicas de investigación de campo aplicables al Estudio de Mecánica de Suelos son las indicadas en la tabla 2.2.1 de la norma E.050 de Suelos y Cimentaciones, en nuestra tesis se utilizará la técnica de pozos o calicatas o trincheras que se rige por la norma ASTM D 420.

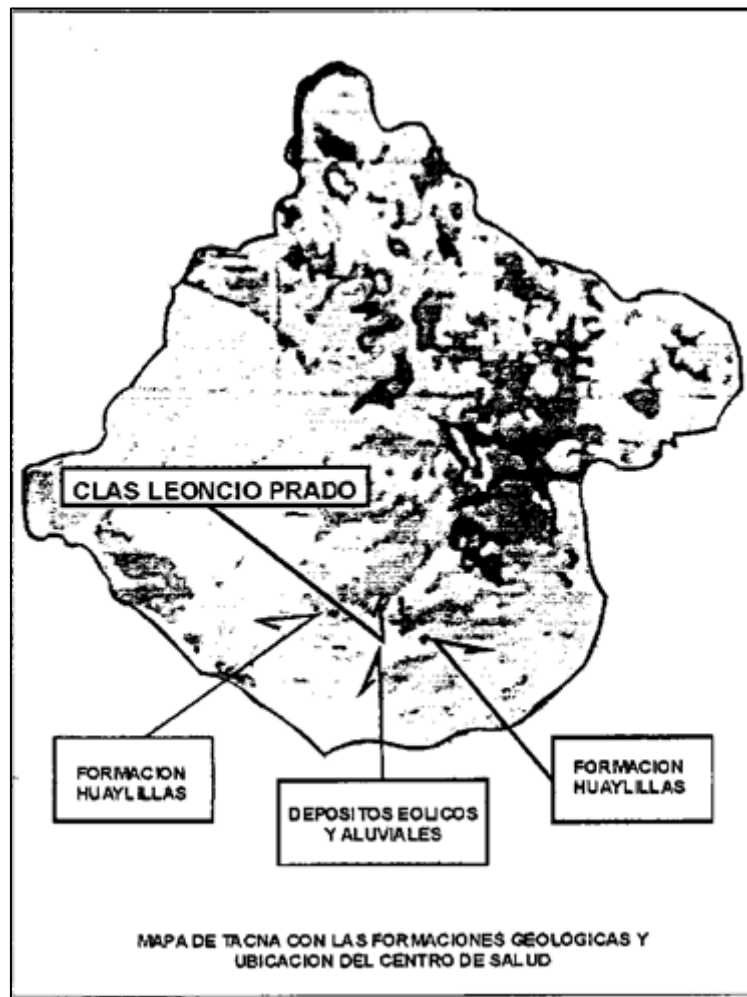


Figura 10.

Mapa de Tacna con las formaciones geológicas y ubicación del Centro de Salud Leoncio Prado

TABLA 13.

Normas aplicables para los ensayos según la norma E.050

TÉCNICA	NORMA APLICABLE
Pozos o calicatas y trincheras	ASTMD 420
Técnicas de muestreo	ASTMD 420
Prueba de carga	ASTM D 1194
Perforación Manual	ASTM D 1452
Ensayo de Penetración	ASTM D 1586
Estándar (SPT)	ASTM D 2113
Perforación Mecánica	ASTM D 2487
Descripción Visual de Suelos	ASTM D 2573
Corte mediante Veleta Normal	ASTM D 3441
Auscultación Semiestática (CPT)	ASTM D 4648
Corte mediante Veleta miniatura.	
Auscultación dinámica con Cono Tipo Peck (ACP)	Ver sección. 2.2.2e DIN 4094
Auscultación dinámica (DP) con Cono Alemán	

5.4.2 Tipos de Muestra

Se considerarán los tipos que se muestran en la tabla 14 de la Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

Según esta tabla nuestras muestras serán del tipo Mab, la cual se obtiene y se transporta en bolsas plásticas, teniendo por lo tanto un

estado alterado, debiendo esta muestra mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.

Tabla 14.

Tipos de Muestra - Norma E.050

TIPO DE MUESTRA	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERISTICAS
Mib	Bloques	Inalterada	Deben mantenerse inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo. Aplicable solamente a suelos
Mit	Tubos de pared delgada		cohesivos, rocas blandas o suelos granulares suficientemente cementados para permitir su obtención.
Mab	Con bolsas plásticas	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Maw	En lata sellada	Alterada	Debe mantener inalterado el contenido del agua.

5.4.3 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se realizaron de acuerdo con las normas que se indican en la tabla 15 de la norma.

E.050 de Suelos y Cimentaciones.

Los ensayos realizados en la presente tesis fueron:

- Análisis Granulométrico
- Ensayo de Compactación - Proctor Modificado
- Contenido de Humedad
- Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)
- Descripción Visual - Manual
- Densidad Relativa
- Límite Líquido y Plástico
- Triaxial Consolidado No Drenado
- Contenido de Sulfatos, Cloruros y Sales Totales en el Suelo.

Tabla 15.

Ensayos de laboratorio según norma E.050

ENSAYO	NORMA APLICABLE
Análisis Granulométrico	ASTM D 422
Peso Específico de los Sólidos	ASTM D 854
Ensayo de Compactación Proctor Modificado	ASTM D 1557
Compresión no Confinada	ASTM D 2166
Contenido de Humedad	ASTM D 2216
	ASTM D 4643
Consolidación Unidimensional	ASTM D 2435
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	ASTM D 2487
Descripción visual – manual	ASTM D 2488
Triaxial no Consolidado no Drenado	ASTM D 2850
Corte Directo	ASTM D 3080
Densidad Relativa*	ASTM D 4253
	ASTM D 4254
	ASTM D 4318
Límite Líquido y Plástico	ASTM D 4546
Expansión o Asentamiento Potencial	ASTM D 4767
Unidimensional de Suelos Cohesivos	ASTM D 427
Triaxial Consolidado no Drenado	ASTM 5333
Límite de Contracción	BS 1377-Parte 3
Colapsabilidad Potencial Contenido de Sulfatos, Cloruros y Sales solubles Totales en el Suelo y Agua	

• Para el Centro de Salud Leoncio Prado, es C

TABLA 16.

Tipo de estructura (Norma E.050)

TIPO DE ESTRUCTURA	Distancia Mayor entre Apoyos ** (m)	N° DE PISOS (Incluidos sótanos)			
		<3	4a 8	9a 12	> 12
Aperturada de acero	< 12	C	C	C	B
Pórticos y/o muros de concreto	< 10 < 12 < 10	C	B	C	B A
Muros portantes de albañilería		B	B*		A A
			A		
Tanques elevados y similares	Cualquiera	A	—	—	—
Bases de máquinas y similares	Cualquiera > 10	A B	A A	A A	A A
Estructuras especiales					
Otras estructuras					

** Cuando la distancia sobrepasa a la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior. * De 4 a 5 pisos.

5.5 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

5.5.1 Ensayos de Laboratorio.

A continuación, presentamos los resultados de suelos hechos en el laboratorio de Suelos de la Municipalidad Provincial de Tacna (Gerencia de Ingeniería y Obras).

(Ver Anexo N° 04)

5.6 PROGRAMA DE INVESTIGACION

5.6.1 Condiciones de Frontera.

En los terrenos colindantes del Centro de Salud no hay mayor apreciación ni irregularidades de construcciones que presenten anomalías originadas por el terreno de cimentación y también, no existen construcciones antiguas o restos arqueológicos cerca de la zona de estudio.

El tipo de Edificación según la norma E.050 de Suelos y Cimentaciones para los Centros de Salud es el siguiente:

5.6.2 Perfil de Suelo

La toma de muestras de suelo se ha realizado en concordancia con la norma técnica E.050, las muestras se han tomado en condiciones alteradas (Mab) para realizar los ensayos de laboratorio. En este sentido la conformación del suelo donde se encuentra ubicado el CLAS Leoncio Prado presenta una primera capa estratigráfica de 0.60 m. la presencia de fimos y cantos rodados y una segunda capa que puede ser mayor a los tres metros de profundidad conformada por hormigón con presencia de clastos de hasta 10 pulgadas y poca presencia de material fino.

(Ver anexo N° 04)

CAPITULO VI

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

6.1 Modelo Elástico

Para el modelo elástico se utilizó el programa ETABS 2016.2.1. Considerando a los elementos unidimensionales con las propiedades dadas en las especificaciones técnicas:

- Se consideró empotramiento en los apoyos.
- Se consideró el uso de diafragma rígido.
- Se ha tomado en cuenta 3 grados de libertad (2 desplazamientos horizontales y un giro alrededor del eje vertical).
- Se consideró brazos rígidos en las extremidades de las vigas, para que tenga una longitud limitada en los nudos.

6.2 Descripción

La estructura a analizar es un edificio de 02 pisos y está destinado al uso de un centro de salud, está constituido por pórticos concreto armado en la dirección X-X y de muros de albañilería en la dirección Y-Y

La dimensión de las vigas, columnas, muros de albañilería y demás elementos estructurales se observan en los planos adjuntos al

6.3 Software

Las secciones geométricas de la edificación se modelaron a partir de los planos proporcionados por el centro de salud. Los esfuerzos generados por los movimientos sísmicos y las cargas verticales se estimaran asumiendo un sistema de cargas aplicado a la estructura. Estas fuerzas serán definidas de modo que se aproximen lo más cercano a la realidad. Para realizar este análisis se puede realizar desde métodos complejos a más sencillos dependiendo de los datos a disposición que serán desarrollados con la ayuda de un software

Para el análisis del edificio se empleó el programa ETABS 2016 (Extended 3D Analysis of Building Systems), nonlinear. El cual es un programa para análisis estructural y diseño de edificaciones que incluye las técnicas más actualizadas.

6.4 Estimación de Masas

Para la Estimación de Masas se usara la Norma Técnica de Diseño Sismo resistente E.030 (2016) y la Norma de Cargas E.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Para la obtención de la masa de la estructura a partir de los elementos estructurales modelados como: columnas, vigas y muros estructurales en el software ETABS 2016 se requiere las propiedades mecánicas de los materiales, las cuales se mencionaran a continuación.

CONCRETO.

- Resistencia nominal a compresión = $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad = $E_c = 217,000 \text{ kg/cm}^2$

ALBAÑILERIA

- Resistencia nominal a compresión = $f'm = 35 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad = $E_m = 32,500 \text{ kg/cm}^2$

LAS CARGAS A CONSIDERAR PARA EL EDIFICIO SON:

Carga Muerta:

- Losa aligerada, $h = 0.20 \text{ m.}$ $300 \text{ kg/m}^2.$
- Piso terminado. $100 \text{ kg/m}^2.$

Carga Viva:

- Sobrecarga $250 \text{ kg/m}^2.$
- Sobrecargas en corredores $400 \text{ kg/m}^2.$
- Techo: 100Kg/m^2

6.5 Normatividad

En el proceso de análisis y diseño se utilizaran las siguientes normatividades dadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones

- Metrado de cargas Norma E.020
- Diseño Sismo resistente Norma E.030 (2016)

- Concreto Armado Norma E.060
- Albañilería Norma E.070

6.5.1 Programa de Cómputo

Los esfuerzos generados por los movimientos sísmicos y las cargas verticales se estimaran asumiendo un sistema de cargas aplicado a la estructura. Estas fuerzas serán definidas de modo que se aproximen lo más cercanos a la realidad para realizar este análisis se puede realizar desde métodos más complejos a más sencillos dependiendo de los datos a disposición que serán desarrollados con la ayuda de un software

Para el análisis del edificio se empleó el programa ETABS 2016 (Extended 3D Analysis of Building Systems), nonlinear versión 16.0.0. el cual es un programa para análisis estructural y diseño que incluye las técnicas más actualizadas

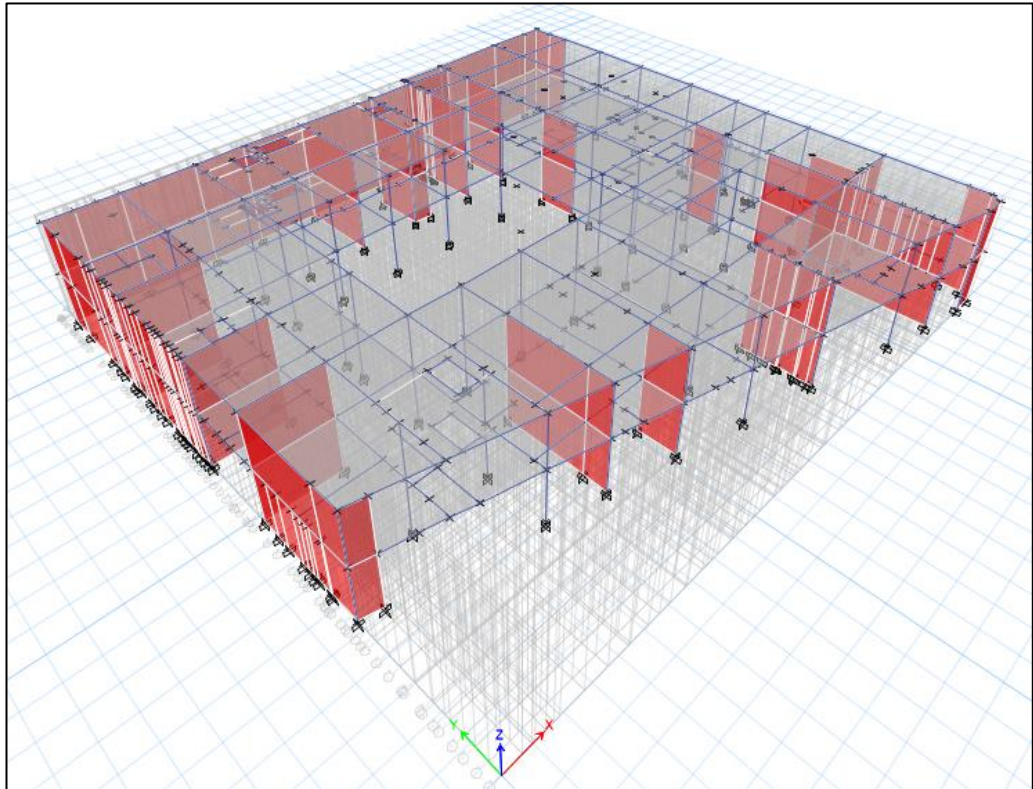


Figura 12.

Modelo del centro de salud en ETABS

6.6 Análisis Sísmico con la Norma E.030 (2016)

El análisis se realizó según la Norma NTE E.030 (2016) del Reglamento Nacional de Edificaciones, considerando las condiciones de suelo, las características de la estructura y las condiciones de uso, se utilizaron los siguientes parámetros sísmicos:

A) Factor de Zona: La ciudad de Tacna se encuentra dividida en las zonas 3 y 4, siendo la misma ciudad ubicada en la zona 4, por lo que se utilizará

$$Z=0.45$$

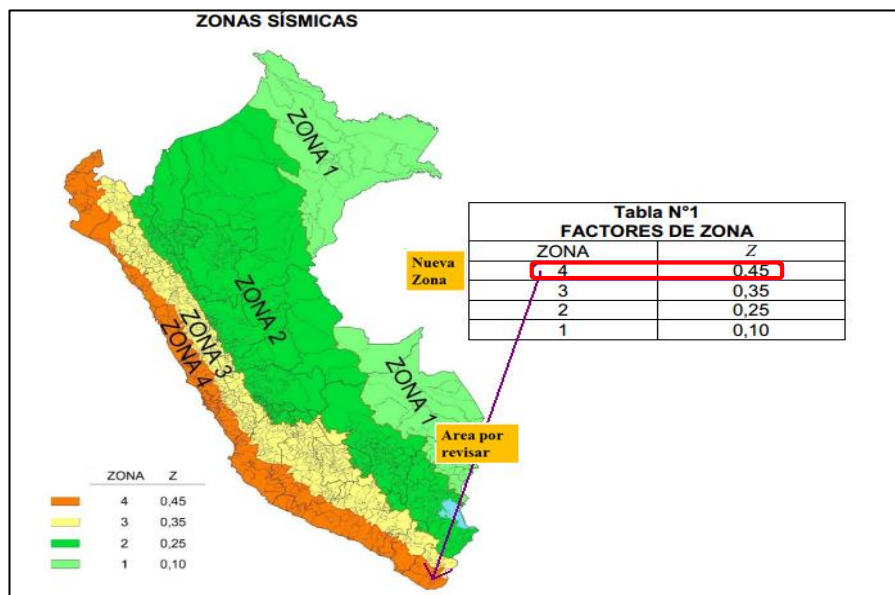


Figura 13.

Factores de zona según norma E.030 (2016)

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
TACNA	TARATA	CHUCATAMANI	3	TODOS LOS DISTRITOS
		ESTIQUE		
		ESTIQUE-PAMPA		
		SITAJARA		
		SUSAPAYA		
		TARATA		
		TARUCACHI		
	TICACO			
	CANDARAVE	CAIRANI	3	TODOS LOS DISTRITOS
		CAMILACA		
		CANDARAVE		
		CURIBAYA		
		HUANUARA		
	QUILAHUANI			
	JORGE BASADRE	ILABAYA	4	TODOS LOS DISTRITOS
		ITE		
		LOCUMBA		
	TACNA	PALCA	3	UN DISTRITO
		ALTO DE LA ALIANZA	4	OCHO DISTRITOS
CALANA				
CIUDAD NUEVA				
INCLÁN				
PACHIA				
POCOLLAY				
SAMA				
TACNA				

Figura 14.

Factores de zona sísmica para Tacna según de la norma E.030 (2016)

B) Factor de Suelo: Se definen 4 tipos de suelo y S_0 para roca sana

PERFIL	DESCRIPCION
Tipo S_0	Roca Dura
Tipo S_1	Roca o Suelos Muy Rígidos
Tipo S_2	Suelos Intermedios
Tipo S_3	Suelos Blandos
Tipo S_4	Condiciones Especiales

Figura 15.

Factores de suelo para Tacna según de la norma E.030 (2016)

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{s}_u
S_0	> 1500 m/s	-	-
S_1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S_2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S_3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S_4	Clasificación basada en el EMS		

Figura 16.

Clasificación de los perfiles de suelo según de la norma E.030 (2016)

El factor S ya no depende solo del suelo, sino también de la Zona (Espectros de Peligro Uniforme).

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Figura 17.

Factor "S" según de la norma E.030(2016)

Asimismo, los valores de T_P se mantienen, es decir, sólo dependen del suelo, pero se agrega un nuevo valor T_L

Tabla N° 4 PERÍODOS " T_P " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Figura 18.

Périodo " T_P " y " T_L " según de la norma E.030 (2016)

C) Factor de Uso

El único cambio es que la categoría A (Edificación Esencial) ha sido dividida en A1 y A2, siendo la A1 edificación muy esencial y diseñada con aisladores sísmicos en la base o disipadores de energía. Y la A2 como hospitales de menor categoría, centros de salud, etc.

Para nuestro caso $U = 1.5$, que corresponde a una Edificación

Importante.

CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.	1,5

Figura 19.

Categoría de las edificaciones y su factor de uso "U" según de la norma E.030 (2016)

D) Factor de Amplificación Sísmica (C)

En la norma, el valor de C varía de acuerdo a lo siguiente:

$T < T_P$	$C = 2,5$
$T_P < T < T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$
$T > T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$

Figura 20.

Factor de amplificación sísmica "C" según de la norma E.030 (2016)

E) Coeficiente de reducción R

El coeficiente de reducción R es denominado "Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas"

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_o (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7
(*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.	

Figura 21.

Sistemas estructurales según de la norma E.030 (2016)

Factor de Zona:	$Z = 0.45$ (Zona 4)
Factor de Uso:	$U = 1.5$ (Edificación esencial)
Factor de suelo:	$S = 1.05$ (Suelo intermedio)
Periodo T_P	$T_P = 0.6$ seg.
Periodo T_L	$T_L = 2.0$ seg.
Factor Amplificación Sísmica	$C = 2.5$ (Según parámetros)
Configuración estructural	$R_x = 8$ (Pórticos de Concreto Armado)
	$R_y = 3$ (Muros de Albañilería)

Con todos los nuevos parámetros sísmicos se ha elaborado los espectros de pseudo aceleraciones en ambas direcciones X-X y Y-Y:

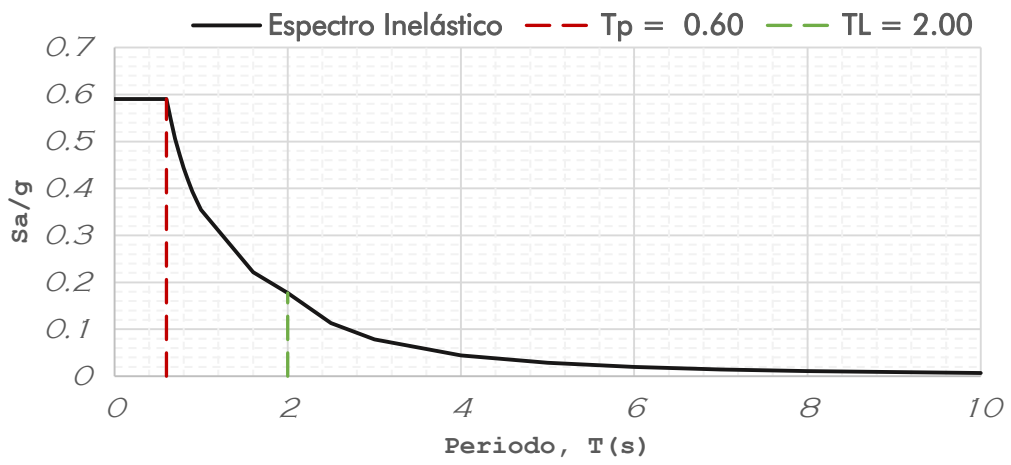
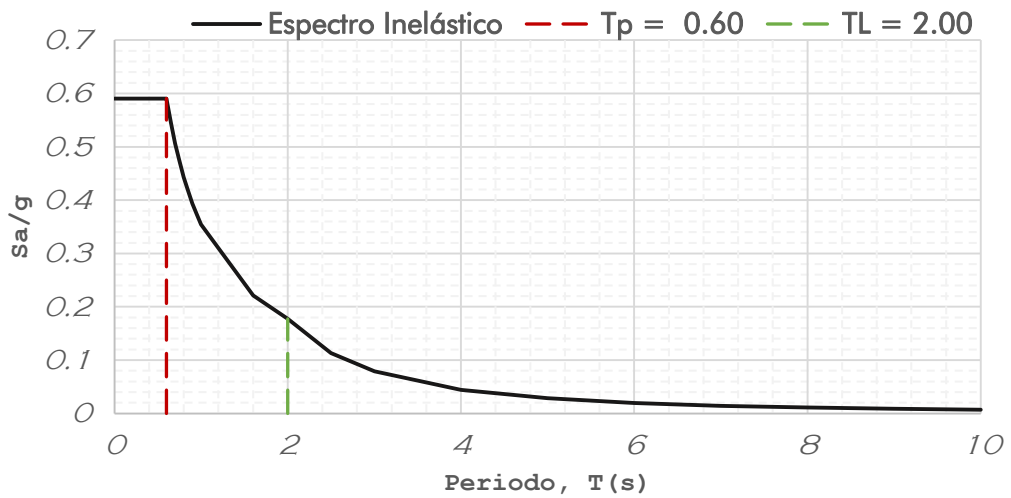


Figura 22.

Espectro de Respuesta (SENTIDO Y-Y)



Espectro de Respuesta (SENTIDO X-X)

6.7 RESULTADOS

6.7.1 Periodos y Modos de Vibración

Con las cargas según la Norma E.020, las propiedades mecánicas de las secciones transversales y los parámetros sísmicos obtenidos por la Norma E.030 (2016) se pueden determinar los periodos de vibrar.

Y los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue	Tn=hn/Ct	
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad ² /sec ²	Sec	
Modal	1	0.109	9.198	57.795	3340.2591	0.13111111	OK

Story	Diaphragm	Mass X	Mass Y	XCM	YCM	Cumulative X	Cumulative Y	XCCM	YCCM	XCR	YCR	PESO
		tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	tonf-s ² /m	tonf-s ² /m	m	m	m	m	Tnf
PISO 2	D1	49.44294	49.44294	17.947	17.4402	49.44294	49.44294	17.9407	17.4402	15.6397	23.0022	485.035241
PISO 1	D1	79.87726	79.87726	18.3125	17.6425	129.32021	129.32021	18.1703	17.5652	16.5144	20.6964	783.595921

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	0.80*VEST
			tonf	tonf	tonf	
PISO 1	SISMO X+E	Bottom	0	-279.9732	0	223.97856
PISO 1	SISMO Y+E	Bottom	0	0	-279.9732	223.97856

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	
			tonf	tonf	tonf	
PISO 1	SISMO DIN XX Max	Bottom	0	202.8937	61.8136	NOCUMPLE
PISO 1	SISMO DIN YY Max	Bottom	0	61.8136	240.438	CUMPLE

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	0.80*VEST
			tonf	tonf	tonf	
PISO 1	SISMO X+E	Bottom	0	-279.9732	0	223.97856
PISO 1	SISMO Y+E	Bottom	0	0	-279.9732	223.97856

Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	
			tonf	tonf	tonf	
PISO 1	SISMO DIN ESCALADO XX Max	Bottom	0	225.212	68.6131	CUMPLE
PISO 1	SISMO DIN YY Max	Bottom	0	61.8136	240.438	CUMPLE

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	Drift*0.75*R	Drift control E.030	CONDICION
					m	m	m			
PISO 2	SISMO DIN XX Max	X	0.000209	25	33.33	0	5.9	0.0013	0.0070	CUMPLE
PISO 1	SISMO DIN XX Max	X	0.000163	25	33.33	0	3	0.0010	0.0070	CUMPLE

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	Drift*0.75*R	Drift control E.030	CONDICION
					m	m	m			
PISO 2	SISMO DIN YY Max	Y	0.000163	202	33.75	30.45	5.9	0.0010	0.0070	CUMPLE
PISO 1	SISMO DIN YY Max	Y	0.000158	202	33.75	30.45	3	0.0009	0.0070	CUMPLE

6.7.2 Desplazamientos y Distorsiones Entre Piso

La norma de diseño Sismo resistente Peruana nos indica que para cada dirección de análisis las distorsiones calculadas por el programa deben ser multiplicadas por 0.75R.

Tabla 17.

DISTORSIONES ENTRE PISO EJE X –X

STORY	LOAD	ITEM	DRIFT X	DRIFTX*0.75*R
STORY2	SISMOXX MAX	MAX DRIFT X	0.000579	0.003498
STORY1	SISMOXX MAX	MAX DRIFT X	0.000442	0.002946

Para aplicar el análisis estático no lineal tipo “PUSH-OVER” se apreciara que como la estructura incursiona en el rango inelástico, y solo se analiza la dirección del eje X-X constituido por pórticos; tomando rotulas en las vigas (rotulas en extremos y centro de la viga) y columnas (rotulas en los extremos).

6.7.3 DEL METODO ESTRUCTURAL “PUSH OVER” AL CLAS LEONCIO PRADO DE LA PROVINCIA DE TACNA

6.7.3A Análisis Incremental y Espectro de Capacidad

6.7.3.1 Análisis Incremental

Con ayuda del software se realizó el análisis de desplazamiento en la dirección longitudinal llevando a la estructura hasta el colapso

donde se aplicó el método PUSH OVER, los desplazamientos van acorde con el incremento de carga.

Se tomó en cuenta un nudo de referencia, el cual está en el centro de la estructura; ya que al ser una estructura con diafragma rígido resultara similar con los demás puntos.

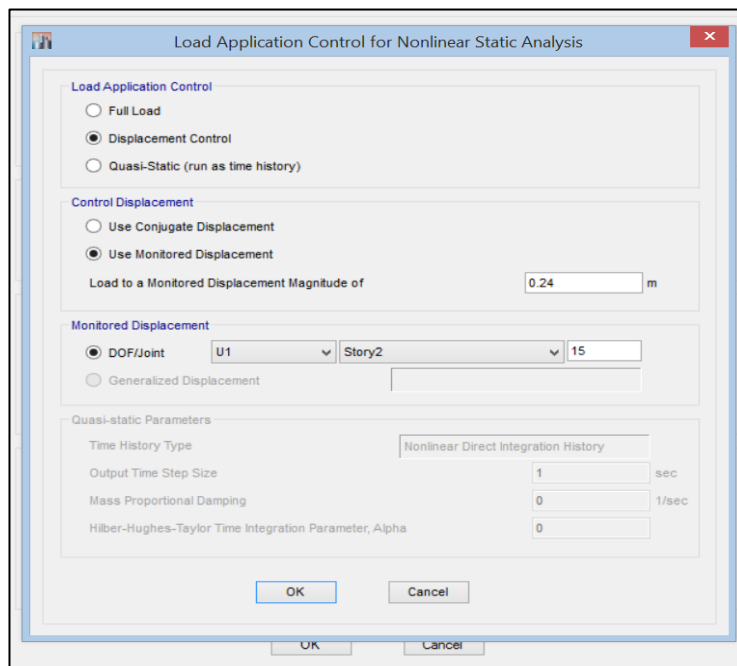


Figura 24.

Aplicación de carga para el análisis estático no lineal

6.7.3.2. Curva de Capacidad

Las cargas de gravedad no harán que la estructura incurriere en el rango inelástico, el incremento de cargas provocara que la estructura llegue al rango inelástico lo cual proporcionara la Curva de Capacidad de la Estructura.

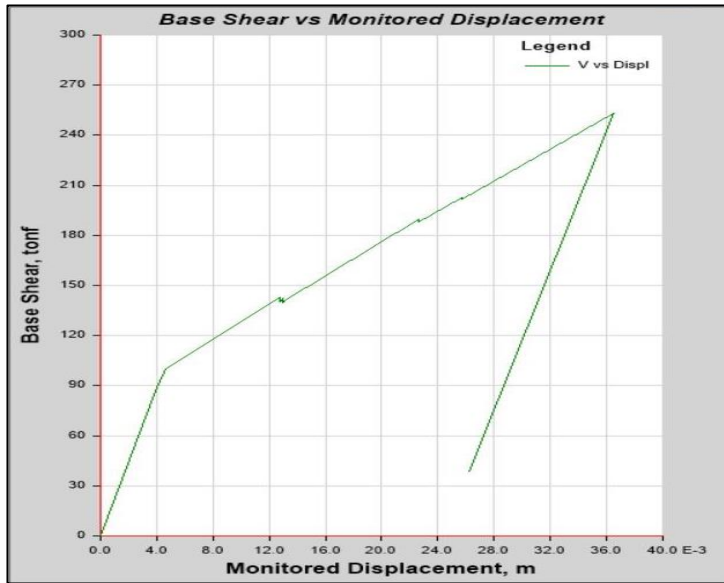
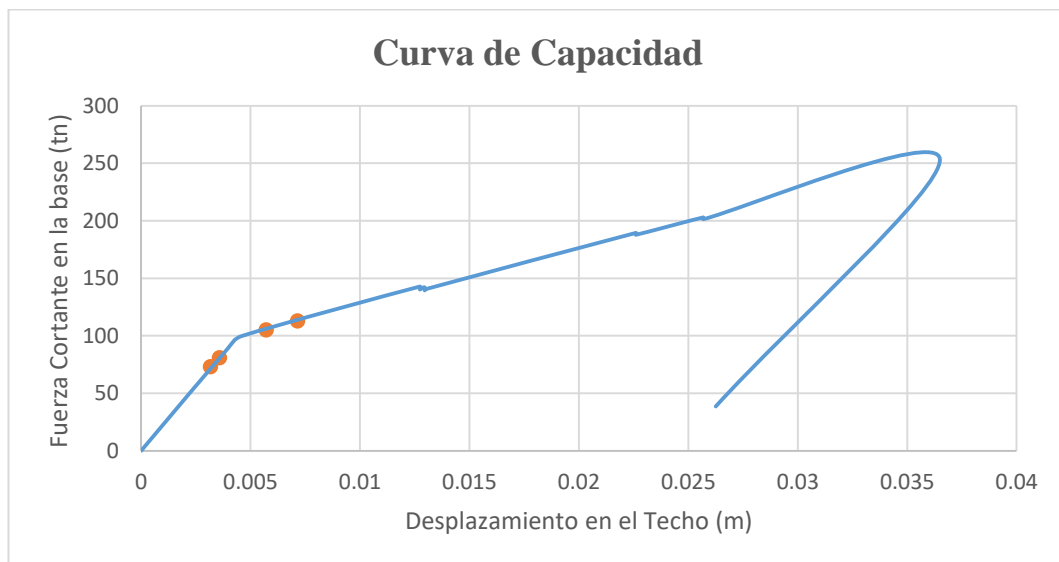


Figura 25.

Curva de capacidad de la estructura.

Se ubicó los puntos de formación de la primera rótula P_1 , de fluencia efectiva P_{FE} y de colapso P_C .



Curva de capacidad en la dirección X-X

6.7.4 Determinación de los Niveles de Comportamiento Sísmico

Al obtener la Curva de Capacidad mediante el método PUSH-OVER se empezó a encontrar los sectores sugeridos por el Comité Visión 2000 y del IDDR (Inelastic Displacement Demand Ratio)

6.8 REPRESENTACIÓN DE LA DEMANDA SÍSMICA

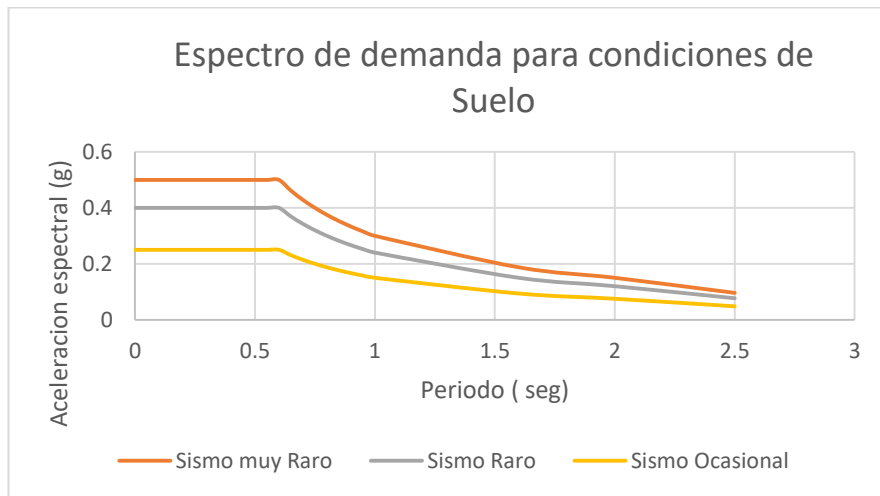
La zona costera del Sur del Perú tiene unos espectros característicos que representaran el peligro sísmico, estos según las Normas ya establecidas que se detallaran a continuación.

6.8.1 Espectro de Demanda

Estudios de peligro sísmico sugieren valores de aceleración máxima en la roca (Z) para la Costa Peruana (Muñoz 1999). Según la NTE-E.030 (SENCICO 1997) el factor de amplificación de aceleraciones (S) para suelo intermedio es $S = 1,2$, por tanto, los valores de aceleración en la base del modelo en estudio se pueden representar como: $SA_0 = S \times Z = 1,2 \times Z$

Nivel de Peligro Sísmico	Aceleración Máxima en la Roca	Aceleración Máxima en la Base
Sismo Ocasional	0.25g	0.30g
Sismo Raro	0.40g	0.48g
Sismo Muy Raro	0.50g	0.60g

Valores de aceleración máxima para los tres niveles de amanezca y condiciones de suelo.



Espectros de demanda para condiciones de suelo.

6.8.2 Evaluación del Desempeño Sísmico

Para realizar el análisis sísmico por desempeño del centro de salud se consideró las recomendaciones sugeridas por el comité VISION 2000 en el cual se empleará tres niveles de amenaza sísmica para realizar este proceso.

Para la evaluación estructural se presenta la curva de capacidad para los tres modelos correspondientes a cada espectro, en este caso se ha realizado el espectro de sistema aporticado en la dirección X-X

Como resultado del análisis PUSH OVER el software realiza el análisis obteniendo la curva de capacidad la cual detallamos con anterioridad. Esta curva de capacidad la transformaremos en

espectro de capacidad, transformándolo en un tipo de aceleración espectral y podamos hallar el punto de desempeño de la estructura para cada demanda sísmica.

Hallaremos el punto de desempeño uniendo los espectros de respuesta con el espectro de capacidad como se da en la gráfica siguiente, este punto representara el punto de máxima solicitud de la capacidad de la estructura por parte de la demanda a la cual fue sometida por el análisis ESTÁTICO NO LINEAL “PUSH OVER”

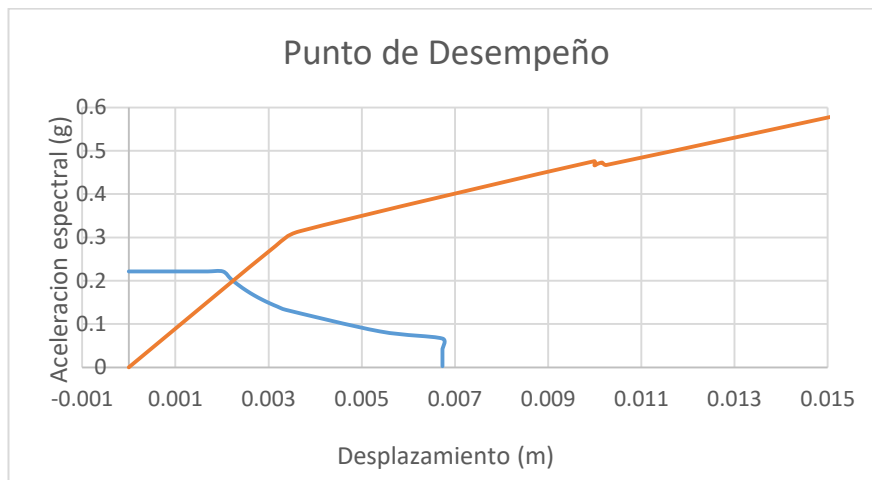


Figura 29.

Punto de desempeño de la estructura en el eje X-X

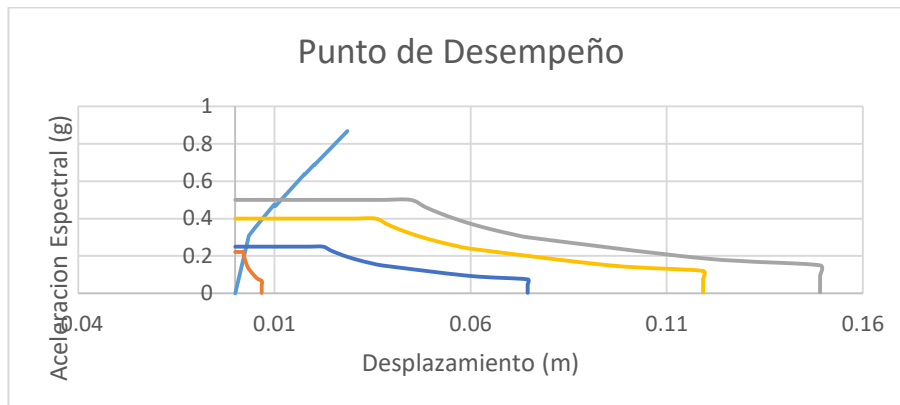


Figura 30.

Punto de desempeño con relación al espectro dada por la norma, el espectro de capacidad y los espectros de los sismos ocasional (0.25g), raro (0.4g) y muy raro (0.5g)

6.8.3 Determinación del Punto de Demanda

Se obtuvo las respuestas máximas de cada estructura según el tipo de sismo los cuales pueden ser: Sismo ocasional, Sismo raro y Sismo muy raro. Los parámetros a considerar están en función del desplazamiento (cm) y la fuerza cortante en la base (tn) modelados en el software.

6.8.4 Comportamiento Inelástico de las Secciones

Para empezar a modelar la estructura en el programa ETABS nonlinear versión 10.0.0. Se determinó mediante una hoja de cálculo los diagramas momento-curvatura correspondientes a la sección de

cada elemento estructural los cuales se obtuvieron incrementando las deformaciones de la sección hasta que alguna fibra alcance su deformación máxima mediante el uso de los comandos del software EXCEL.

Como ejemplo, la figura 31 muestra el diagrama momento - curvatura de la columna C-1 – V20x70 , con un $f'c = 384.44 \text{ kg/cm}^2$

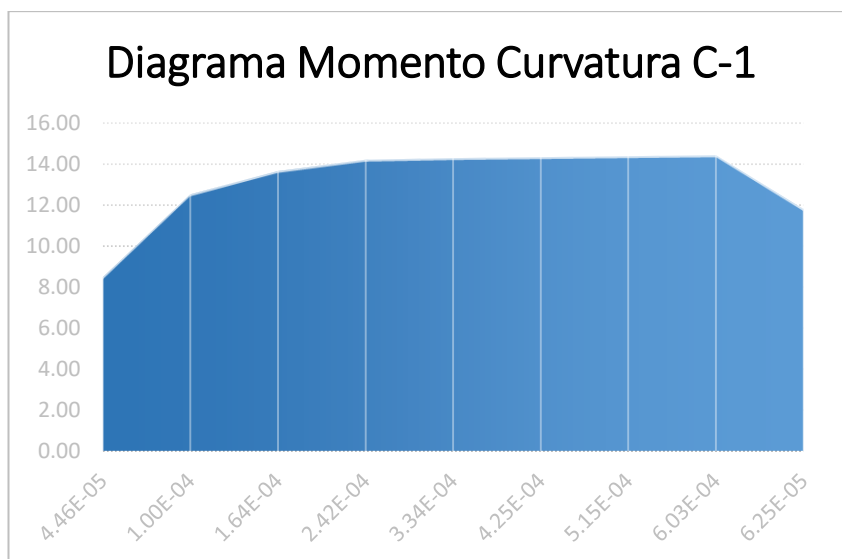


Figura 31.

Diagrama Momento-Giro de la sección de la columna C-1

Para realizar el análisis inelástico empleando el programa ETABS, el diagrama obtenido se simplificó asumiendo puntos notables, unidos por segmentos rectos.

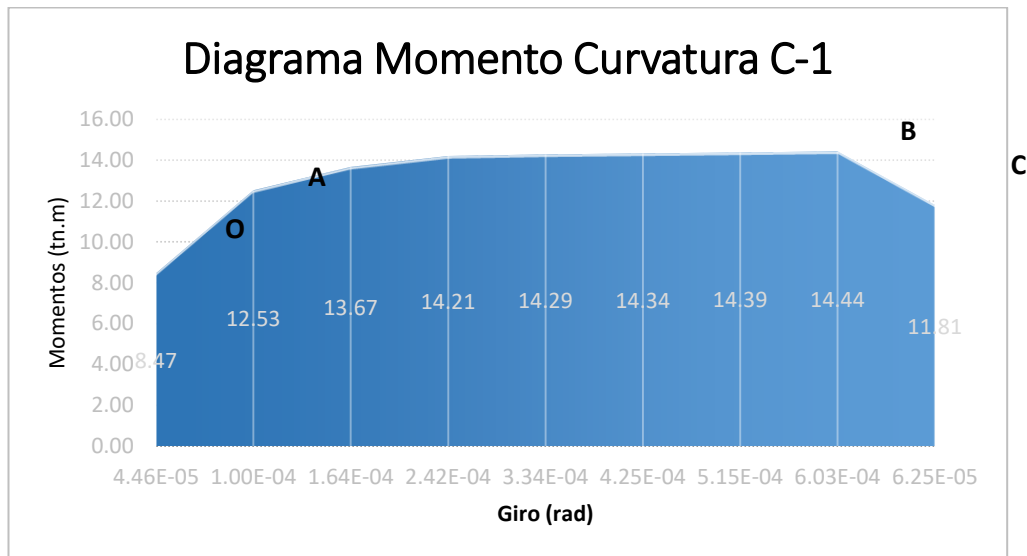


Figura 32.

Diagrama Momento Curvatura C-1

Los puntos notables son:

O: Inicio de la incursión en el rango elástico, cuando las deformaciones son reversibles.

A: Inicio de la incursión en el rango inelástica, cuando la primera fibra de acero en tracción empieza a fluir.

B: Se alcanza la capacidad resistente, cuando la fibra en compresión del concreto alcanza la deformación de rotura.

C: Se asume que luego de alcanzar la capacidad resistente, la curvatura se mantiene y el momento se reduce.

En el tramo inicial desde el punto O hasta el punto A corresponden al rango elástico con el cual se trabajó para el análisis sísmico, el tramo desde el punto A hasta el punto B corresponde al rango inelástico donde la sección alcanza la capacidad resistente nominal

6.8.5 Análisis Inelástico Incremental y Espectro de Capacidad

Con ayuda del software se realizó el análisis de desplazamiento en la dirección longitudinal llevando a la estructura hasta el colapso donde se usó una carga siguiendo los parámetros de la norma peruana, posteriormente se aplicaran desplazamientos los cuales se incrementaran hasta llegar al colapso tomándose en cuenta el nodo 15 como guía el cual está en el centro de la estructura ya que al ser una estructura con diafragma rígido resultara similar con los demás puntos.

6.8.5.1 Curva de Capacidad

Las cargas de gravedad no produjeron incursiones inelásticas. Como resultado del análisis incremental se obtuvo la curva de capacidad de la estructura.

Luego se ubicaron los puntos de formación de la primera rótula P_1 , de fluencia efectiva P_{FE} y de colapso P_C .

Edificio A en la dirección X - X

En la Figura 33 se aprecian el desplazamiento de fluencia efectiva

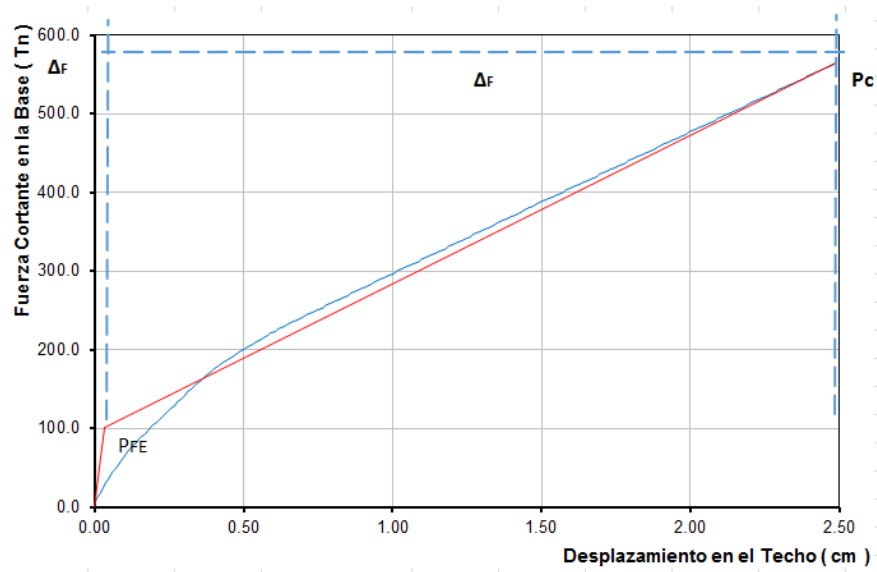


Figura 33. Diagrama Curva Capacidad del Edificio A en la dirección X - X

Tabla 18.

Desplazamientos de la edificación en el eje X –X

ID	Desplazamiento	Valor
EDIFICIO A X - X	ΔEF (cm)	0.032689
	ΔP (cm)	2.4854

Edificio A en la dirección Y - Y

En la Figura 34 se aprecian el desplazamiento de fluencia efectiva

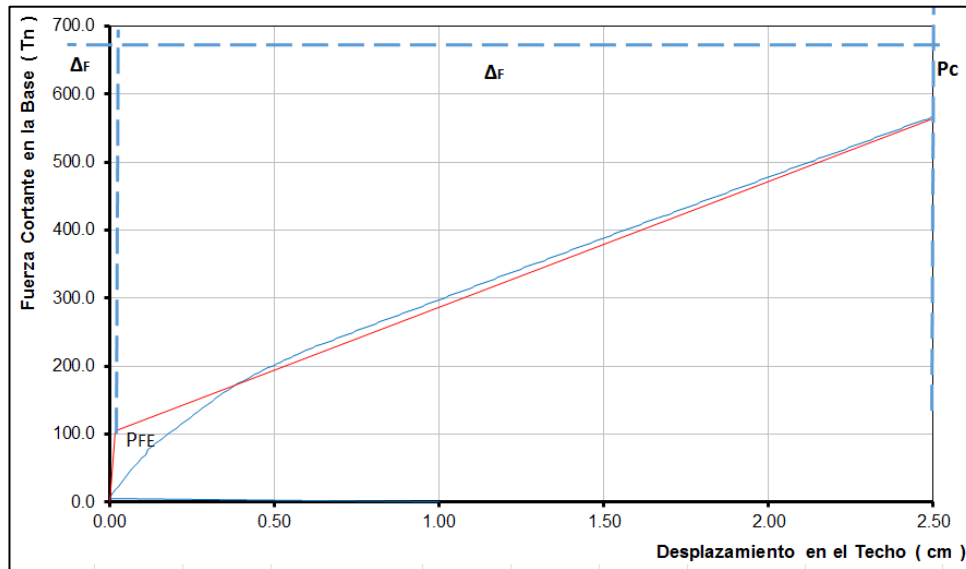


Figura. 34.

Diagrama Curva Capacidad del Edificio A en la dirección Y - Y

Tabla 19.

Desplazamientos de la edificación en el eje Y –Y

ID	Desplazamiento	Valor
EDIFICIO A Y - Y	ΔEF (cm)	0.0166
	ΔP (cm)	3.0354

6.8.5.2 Determinación de los Niveles de Comportamiento Sísmico

La curva de capacidad se sectorizó siguiendo las sugerencias del SEAOC, en base a los porcentajes del IDDR (Inelastic Displacement Demand Ratio) por cada edificio.

Tabla 20.

Niveles de Desempeño y Desplazamiento Asociado, del Edificio A en la dirección X-X

Nivel de Desempeño	Descripción Cualitativa	Límite de Desplazamiento	D_t (cm)
SP-1	Operacional	$\square Y$	0.029
SP-2	Funcional	$\square Y + 0,3 \cdot \square P$	0.766
SP-3	Resguardo de la Vida	$\square Y + 0,6 \cdot \square P$	1.503
SP-4	Cerca al Colapso	$\square Y + 0,8 \cdot \square P$	1.994
SP-5	Colapso	$\square Y + \square P$	2.485

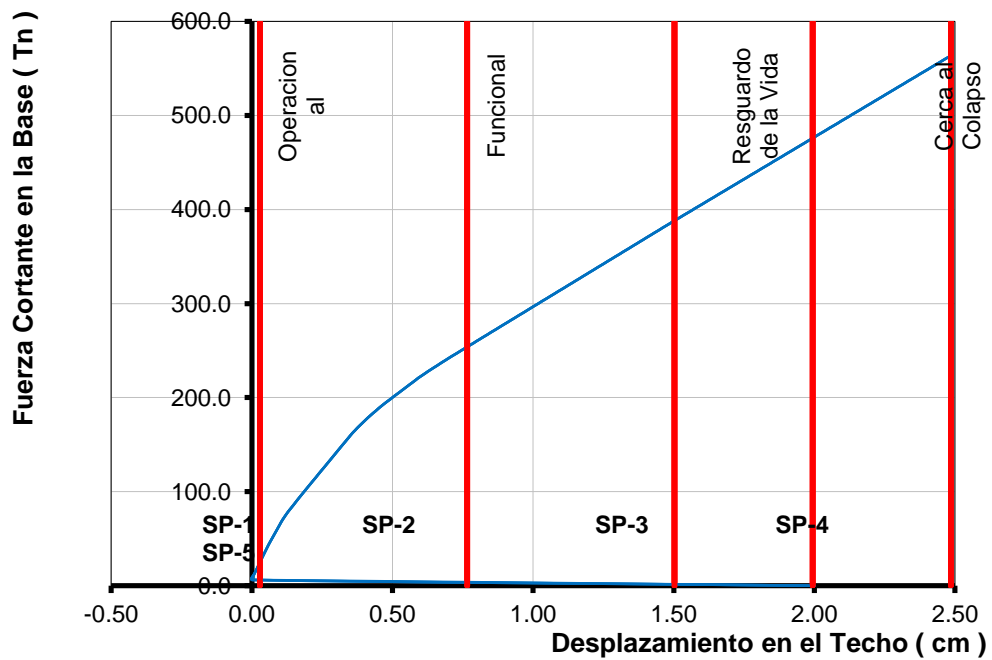


Figura 35.

Niveles de Comportamiento Estructural del Edificio A en dirección X - X

Tabla 21.

Niveles de Desempeño y Desplazamiento Asociado, del Edificio A en la dirección Y-Y

Nivel de Desempeño	Descripción Cualitativa	Límite de Desplazamiento	D_t (cm)
SP-1	Operacional	$\square Y$	0.017
SP-2	Funcional	$\square Y + 0,3 \cdot \square P$	0.922
SP-3	Resguardo de la Vida	$\square Y + 0,6 \cdot \square P$	1.828
SP-4	Cerca al Colapso	$\square Y + 0,8 \cdot \square P$	2.432
SP-5	Colapso	$\square Y + \square P$	3.035

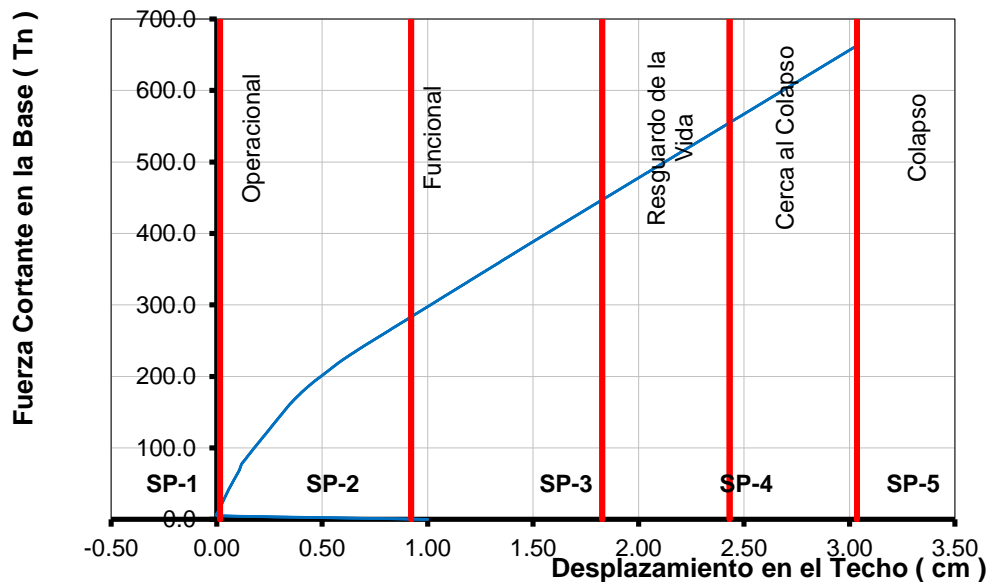


Figura 36.

Niveles de Comportamiento Estructural del Edificio A en dirección Y-Y

6.8.6 Desempeño Sismorresistente

Se evalúa tomando en cuenta la ubicación de los puntos de demanda sísmica con respecto a los sectores indicados en la curva de capacidad del CS Leoncio Prado

En la figura 37 se aprecia los niveles de desempeño sísmico obtenidos a partir de los sectores de la curva de capacidad ante la presencia de diferentes sismos.

**DESEMPEÑO SISMICO DEL CENTRO DE SALUD
“LEONCIO PRADO” DE LA CIUDAD DE TACNA**

	Operacional	Funcional	Resguardo de la vida
Sismo Ocasional	😊		
Sismo Raro		😊	
Sismo Muy Raro			😊

Figura 37.

Desempeño sísmico del centro de salud Leoncio Prado; se observa que ante la presencia de un sismo ocasional, se encuentra en un nivel de desempeño sísmico OPERACIONAL; ante un sismo raro se encuentra en nivel de desempeño sísmico FUNCIONAL y ante la presencia de un sismo muy raro se encuentra en nivel de desempeño sísmico RESGUARDO DE VIDA.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Luego de analizar el centro de salud Leoncio Prado mediante el Reglamento Nacional de Edificaciones se obtuvieron los desplazamientos laterales y distorsiones los cuales se encuentran dentro de los parámetros permisibles dados por la Norma E.030 de diseño sismorresistente del RNE. Lo cual es un indicativo para descartar temporalmente alguna propuesta de reforzamiento estructural en el centro de salud Leoncio Prado.

- De los ensayos de perforación diamantina realizados en el centro de salud Leoncio Prado se pudo determinar que los elementos estructurales cumplen con los requerimientos mínimos de la Norma E.060 de Concreto Armado, la cual indica que la resistencia a la compresión $f'c$ obtenida de los ensayos debe ser mayor o igual al 85% del $f'c$ de diseño, el cual es un indicativo que la infraestructura cumple con los estándares mínimos del RNE.

- Del análisis estático no lineal “PUSHOVER” aplicado al centro de salud “Leoncio Prado” se concluyó que el centro de salud Leoncio Prado ante la presencia de un sismo ocasional, se encuentra en un nivel de desempeño sísmico OPERACIONAL; ante un sismo raro se encuentra en nivel de desempeño sísmico FUNCIONAL y ante la presencia de un sismo muy raro se encuentra en nivel de desempeño sísmico RESGUARDO DE VIDA. Lo cual verifica que el centro de salud Leoncio Prado de la ciudad de Tacna, si cumple adecuadamente con las normas y los parámetros establecidos por los criterios del comité VISION 2000 de la asociación de ingenieros estructurales (SEAOC). Por tanto la edificación no requiere de una propuesta de reforzamiento estructural ya que sus falencias estructurales son no críticas y su vulnerabilidad es baja debido a su buen comportamiento sísmico.

7.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los ingenieros civiles encargados de los diseños de estructuras tomar en cuenta los desplazamientos laterales de las edificaciones a diseñar, y que estos valores estén dentro de los límites admisibles de diseño con el fin de evitar daños no estructurales ante un evento sísmico.

- Se recomienda a los ingenieros civiles que laboran en el sur del Perú y están a cargo del diseño de estructuras, realizar un análisis estático no lineal a las estructuras para prepararlas ante un muy posible evento sísmico de alta intensidad. Por lo tanto, las estructuras deben estar diseñadas ante un sismo raro ya que el gran silencio sísmico en el sur de nuestro país nos indica en algún instante próximo un movimiento telúrico considerable y gracias a un análisis estático no lineal es posible evaluar el desempeño de un edificio ante diversas magnitudes los cuales nos permitirán cuantificar los daños y darnos la opción de tomar decisiones para una reparación o reforzamiento más optimas desde el punto de vista estructural y económico.

- Se recomienda a los constructores seguir los parámetros mínimos y máximos de diseño establecidos en las Normas del Reglamento de Edificaciones (R.N.E.) para construir una edificación.

CAPITULO VIII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

8.1 REFERENCIAS DE TESIS

RICARDO JOSE PUMASUPA ROQUE, (2006) “Vulnerabilidad sísmica estructural en establecimientos de salud de la ciudad de Tacna: caso centro de salud Leoncio Prado”
(Tesis para Título de Ingeniero Civil). UPT, Tacna Perú.

MIGUEL ANGEL AGUILAR VIGNOLA – JUAN EMILIO GUIZA ORDOÑEZ, (2005) “Vulnerabilidad sísmica estructural en establecimientos de salud de la Microred frontera – Tacna caso: “centro de salud Pocollay, puesto de salud Pachia y puesto de salud Palca”
(Tesis para Título de Ingeniero Civil). UPT, Tacna Perú.

YOBA EDERHARD SUCAPUCA QUISPE, (2006)
“Vulnerabilidad sísmica estructural en establecimientos de salud de la ciudad de Tacna: caso centro de salud Augusto B. Leguía”
(Tesis para Título de Ingeniero Civil). UPT, Tacna Perú.

NATALIA ANDREA SILVA BUSTOS, (2011) “Vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales, y evaluación

preliminar de riesgo sísmico en la región metropolitana”
(Tesis para Grado de Magister en ciencias mención geofísica)

FUENTES SADOWSKI, J.C. (2015) “Análisis Sísmico De Una Edificación” (Tesis para Título de Ingeniero Civil). Universidad PUCP, Lima Perú.

VILLAGÓMEZ MOLERO, DIEGO (2015). “Lineamientos Para El Análisis y Diseño De Edificaciones Sísmicamente en El Perú” (Tesis de Maestría). Universidad PUCP, Lima Perú.

AGUIAR FALCONÍ, Roberto (2003). “Análisis Sísmico por desempeño.

ALLAUCA SANCHEZ, L. Y. (2016). Desempeño sísmico de un edificio aporticado de cinco pisos diseñado con las Normas Peruanas de Edificaciones.

8.2 REFERENCIAS DE LIBROS

AGUIAR FALCONÍ, ROBERTO (2014); “Microzonificación Sísmica De Quito”, Quito Ecuador, Centro de Investigaciones

Científicas de la universidad de las fuerzas armadas ESPE.
Primera Edición.

CHOPRA A. K. (1995), "Dynamics of structures, theory and applications to earthquake engineering", Segunda Edición, Prentice Hall. New Jersey.

CLOUGH, R., PENZIEN, J. (1995) "Dynamics Of Structures", tercera edición, Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. Berkeley USA.

GUERRA A. M.; Chacón S, D. (2010). "Manual para el Diseño *Sismo-resistente de Edificios utilizando el Programa ETABS*", 402 p., Quito.

8.3 REFERENCIAS DE PAGINAS WEB

8.3.1 Desempeño sísmico

- <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6226/15CAPITULO6.pdf?sequence=15>
- <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6230/04CAPITULO3.pdf;jsessionid=AFFAD12D798EDCB5FE1C5F16ECBBDFAA.tdx1?sequence=4>
- http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/974/BORDA_MEZA_LUIS_EDIFICIO_APORTICADO_SEIS_PISOS.pdf?sequence=1

8.3.2 Momento curvatura

- <http://es.scribd.com/doc/60379558/Relacion-Momento-curvatura-rev-0#scribd>

ANEXOS

ANEXO 1:
MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACION ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE REFORZAMIENTO DEL CENTRO DE SALUD LEONCIO PRADO, DE LA CIUDAD DE TACNA.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACIÓN			
			VARIABLES	INDICADORES	MEDIDAS	MÉTODO
<p>¿Es posible realizar una evaluación estructural del centro de salud Leoncio Prado y será necesario realizar algún reforzamiento estructural de sus instalaciones?</p> <p>¿El centro de salud Leoncio Prado, de la ciudad de Tacna presentará falencias estructurales?</p> <p>¿Es posible determinar la resistencia a la compresión real del concreto de los principales elementos estructurales en las instalaciones del centro de salud Leoncio Prado de la ciudad de Tacna?</p> <p>¿El centro de salud Leoncio Prado de la ciudad de Tacna presentara un adecuado desempeño sísmico bajo las sugerencias del comité visión 2000?</p>	<p>O.G.: Realizar una evaluación estructural y proponer mejoras de reforzamiento estructural para el Centro de Salud Leoncio Prado, ubicado en la ciudad de Tacna.</p> <p>O.E.1: Identificar las falencias estructurales existentes del centro de salud Leoncio Prado.</p> <p>O.E.2: Determinar la resistencia a la compresión real del concreto de los elementos estructurales en las instalaciones del centro de salud Leoncio Prado.</p> <p>O.E.3: Evaluar el desempeño sísmico bajo las sugerencias del comité visión 2000 de la asociación de ingenieros estructurales (SEAOC 1999).</p>	<p>HG: Realizado la evaluación estructural correspondiente, el centro de salud Leoncio Prado presentará un alto grado de vulnerabilidad sísmica, lo cual demandara proponer realizar un reforzamiento estructural.</p> <p>H1: Existen falencias estructurales por un inadecuado proceso constructivo, por edad de la edificación, y afectación de sismos históricos.</p> <p>H2: Se tiene una resistencia a la compresión media, debido a la edad de la edificación.</p> <p>H3: La edificación presenta un nivel de desempeño sísmico inadecuado.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Variable Independiente: Evaluación estructural.</p> <p>Variables Dependientes: Vulnerabilidad. Desempeño sísmico</p>	<p>- Falencias estructurales.</p> <p>- Resistencia a la compresión.</p> <p>- Grado de vulnerabilidad.</p> <p>- Nivel de desempeño sísmico</p>	<p>Crítica y no crítica.</p> <p>Kgf/cm²</p> <p>Alto, Medio, bajo.</p> <p>Operacional, funcional, regularo de la vida, cerca al colapso, colapso.</p>	<p>Análisis visual.</p> <p>Ensayos destructivos.</p> <p>Comité visión 2000 de la asociación de ingenieros estructurales (SEAOC 1999).</p>

ANEXO 2:
ENSAYO DE DIAMANTINA

ANEXO 3:
PANEL FOTOGRAFICO

ENSAYO: DIAMANTINA

LUGAR: CS LEONCIO PRADO

FECHA DE EJECUCION DEL ENSAYO: 13-12-2017

TESISTAS:

DAVID LUCIANO YNDIGOYEN SUCASAIRE

EDWARD ALMIRON TORRES

TESIS: EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA DEL C.S.

LEONCIO PRADO DE LA CIUDAD DE TACNA



Imagen 01 Equipos De Diamantina



Imagen 02 Proceso de extracción de testigo



Imagen 03 Ensayo de Diamantina columna 01



Imagen 04 equipo de Perforación

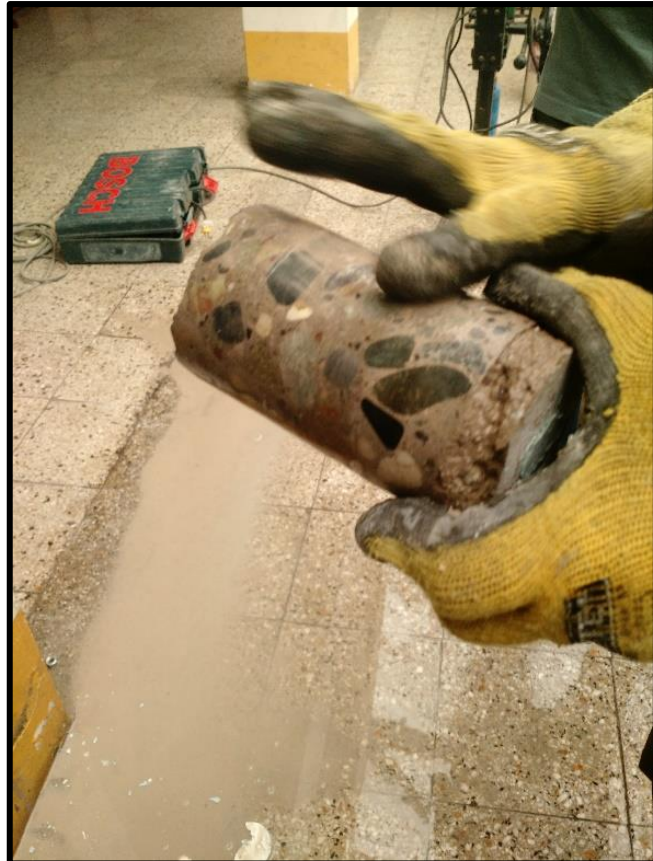


Imagen 05 Testigo de concreto

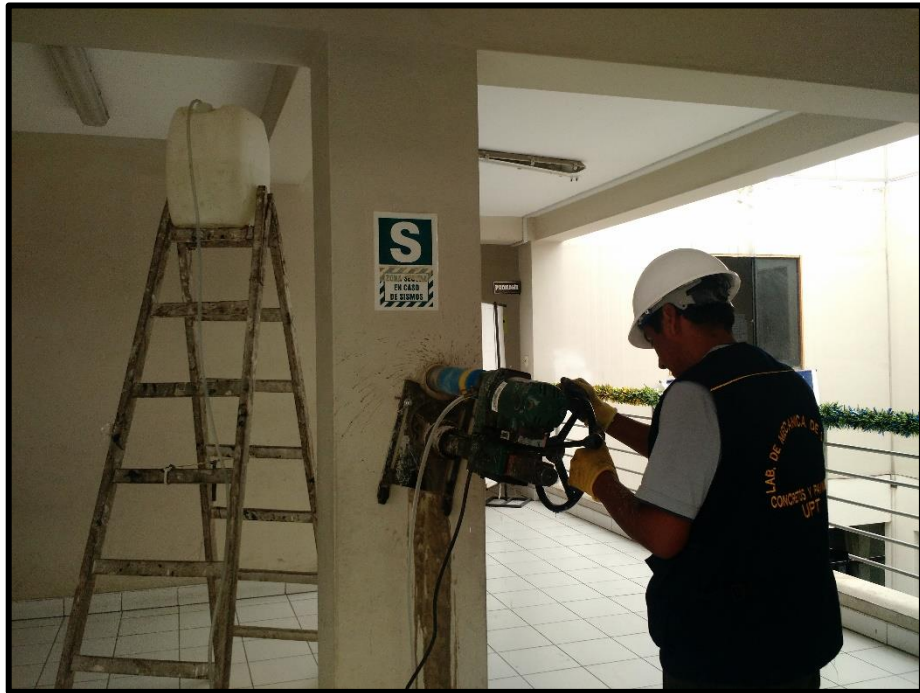


Imagen 06 Perforación en columna 02 con equipo de diamantina



Imagen 07 Perforación en columna 02 con equipo de diamantina



Imagen 08 Perforación en columna 03 con equipo de diamantina



Imagen 09 Perforación en columna 03 con equipo de diamantina



Imagen 10 Levantamiento Estructural



Imagen 11 Levantamiento Estructural



Imagen 12 Ensayo de compresión axial del concreto



Imagen 13 Ensayo de compresión axial del concreto

ANEXO 4:
ESTUDIOS DE MECÁNICA DE
SUELOS Y PERFILES
ESTATIGRÁFICOS

ANEXO 5:

PLANOS