



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón “B” de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, para su reforzamiento estructural, Chaclacayo, Lima 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Cuadrado Landa Willy Cervando. (ORCID 0000-0002-9532-4686)

Ñañez Aguado Felipe Cleto. (ORCID 0000-0003-1875-6087)

ASESOR:

Mg. Leopoldo Choque Flores. (ORCID 0000-0003-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural.

Lima- Perú

2019

DEDICATORIA.

A dios, por haberme dado la vida y permitirme cumplir uno de mis metas. A mi madre, por ser el pilar más importante de esta nueva etapa y por demostrarme siempre el apoyo incondicional; a pesar de la distancia siempre está conmigo.

A mi esposa por la paciencia, comprensión, tolerancia y estar conmigo siempre en tiempos buenos y malos. A mis hijas Nicole y Rafaela; mis dos amores, por la espera; por no compartir momentos valiosos de su niñez con ellas, por la falta de tiempo. (Willy)

Agradecer infinitamente a Dios, por la oportunidad de seguir luchando día a día, a mi madre Carmen, que desde el cielo cual estrella ilumina mi camino.

A mis hijas Alexandra y Ariana por ser la razón y el motor de mi existencia por ellas sigo luchando día a día en la vida para lograr mis objetivos.

A mi esposa Lucy por su apoyo incondicional, su paciencia y comprensión, por los buenos y malos momentos que hemos pasado durante estos 5 años alejados de la familia y privados de muchas cosas, para ellas y para mi familia. (Felipe)

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a todos nuestros seres queridos, por habernos forjado como personas de bien y que han esperado tanto tiempo para ver cumplir nuestros sueños.

Agradecimiento a nuestras familias: a nuestras esposas e hijas por tener tanta paciencia y tolerarnos; estando siempre con nosotros en las buenas y en los malos momentos.

Nuestra Tesis de investigación, ha sido posible gracias a la colaboración, apoyo y participación desinteresada de muchas personas anónimas para lograr la culminación de nuestra tesis.

Un reconocimiento particular a la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por brindarnos el apoyo necesario durante el proceso de titulación. A nuestros docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que durante 5 años supieron inculcarnos la dedicación al estudio y a una constante superación personal, formándonos como profesionales competentes y estar plenamente identificados con nuestra Universidad.

Página del jurado

Página del jurado

Declaratoria de Autenticidad

Nosotros, Willy Cervando Cuadrado Landa con DNI N° 40763118, Felipe Cleto Ñañez Aguado con DNI N° 15377987, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y auténtica.

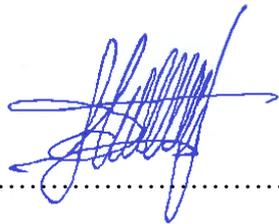
Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Ate, 07 de diciembre del 2019



Willy Cervando Cuadrado Landa
DNI N° 40763118



Felipe Cleto Ñañez Aguado
DNI N° 15377987

ÍNDICE.

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad.....	vi
Índice de Tablas.....	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Gráficos.....	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos Previos.....	7
1.2.1. Nacionales.....	7
1.2.2. Internacionales.....	10
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	14
1.3.1. Ingeniería Sísmica.....	14
1.3.2. Concepto de Peligro sísmico.....	14
1.3.3. Concepto de Riesgo sísmico.....	14
1.3.4. Comportamiento sísmico.....	15
1.3.5. Concepto de Vulnerabilidad.....	15
1.3.6. Ductilidad.....	19
1.3.7. Nivel de Amenaza Sísmica.....	19
1.3.8. Información Requerida.....	21
1.3.9. Ensayos de campo.....	23
1.3.10. Sistema estructural de las edificaciones.....	27
1.3.11. Calidad de los materiales y de los procesos constructivos.....	28

1.3.12. Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones.....	31
1.3.13. Modelamiento de la estructura con el software Robot Structural.....	52
1.3.14. Reforzamiento estructural.	52
1.4. Formulación del problema.	57
1.4.1. Problema general.	57
1.4.2. Problemas específicos.	57
1.5. Justificación del estudio.....	57
1.6. Hipótesis.	58
1.6.1. Hipótesis general.....	58
1.6.2. Hipótesis específicas.	58
1.7. Objetivos.	58
1.7.1. Objetivo general.....	58
1.7.2. Objetivos específicos.	58
II. MÉTODO.....	60
2.1. Diseño de Investigación.....	60
2.2. Tipo de investigación.....	60
2.2.1. Diseño de Investigación:	61
2.3. Variables, Operacionalización.	61
2.3.1. Variable 1: Vulnerabilidad Sísmica.	61
2.3.2. Variable 2: Reforzamiento estructural.	61
2.4. Población y muestra.....	64
2.4.1. Población.	64
2.4.2. Muestra.	65
2.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.	65
2.4.4. Instrumentos.	66
2.4.5. Validez.	66
2.4.6. Confiabilidad del Instrumento.	66

2.5. Métodos de análisis de datos.....	67
2.6. Aspectos Éticos.	67
III. RESULTADOS	68
3.1. Diseño Arquitectónico de la Estructura.....	68
3.2. Reglamentos utilizados.	68
3.3. Análisis de la vulnerabilidad sísmica según método de Hirosawa.....	68
3.3.1. Ficha de Recojo de Información y evaluación sísmica.....	68
3.4. Análisis estático no Lineal de Pushover	73
3.4.1. Análisis no lineal de la estructura sin reforzar.	74
3.5. Estructuración de la edificación.	91
3.5.1. Columnas.....	92
3.5.2. Vigas.	92
3.5.3. Losa aligerada (h=20 cm).....	92
3.6. Análisis sísmico estático y dinámico mediante el software Robot Estructural 2019.	92
3.6.1. Análisis Sísmico.	93
3.6.2. Propiedades de los materiales de concreto, según la N.T. 060:.....	93
3.6.3. Cuadro de elementos estructurales.....	97
3.6.4. Metrado de cargas.	97
3.6.5. Parámetros sísmicos.	98
3.6.6. Análisis Estático.	112
3.6.7. Modelamiento pabellón B.	114
3.7. Evaluación de las estructuras principales del pabellón “B”.....	118
3.7.1. Esfuerzo Axial de muros.	118
3.7.2. Análisis de losa aligerada.....	121
3.7.1. Análisis de Viga.....	129
3.7.1. Análisis de Columnas.....	134

3.7.2. Cimentaciones superficiales: capacidad de carga última.	147
3.8. Análisis no lineal de estructura con incorporación de columnas.	152
IV. DISCUSIÓN.....	163
V. CONCLUSIONES.....	164
VI. RECOMENDACIONES.....	165
REFERENCIAS.....	166
ANEXOS.....	170

Índice de Tablas.

Tabla. 1 Información general de la Institución Educativa.	5
Tabla. 2 Factores de correlación para la relación longitud/diámetro.....	24
Tabla. 3 Tabla de valores de coeficientes de acuerdo al elemento.....	34
Tabla. 4 Tabla de valores de coeficientes de acuerdo al elemento.....	35
Tabla. 5 Factores de reducción espectrales.	47
Tabla. 8 Ventajas y desventajas del encamisado de concreto	53
Tabla. 9 Ventajas y desventajas del encamisado metálico.....	54
Tabla. 10 Ventajas y desventajas del encamisado con fibras de carbono.....	54
Tabla. 11 Ventajas y desventajas del encamisado con malla electrosoldada.....	55
Tabla. 12 Operacionalización de variables.....	63
Tabla. 13 Evaluación de la vulnerabilidad SÍSMICA según Hiroswawa.....	68
Tabla. 14 Índice Básico del Comportamiento Estructural Dirección "X - X"	69
Tabla. 15 Índice Básico del Comportamiento Estructural Dirección "Y - Y"	71
Tabla. 16 Metrado de cargas de acuerdo al área tributaria.....	75
Tabla. 17 Resistencia del concreto para vigas promediado del ensayo de diamantinas	77
Tabla. 18 Resistencia del concreto para columnas promediado del ensayo de diamantinas	77
Tabla. 19 Barra de refuerzo transversal	78
Tabla. 20 Secciones de columna con área de acero.....	78
Tabla. 21 Secciones de viga con área de acero.....	79
Tabla. 22 Carga gravitacional (No lineal).....	81
Tabla. 23 Pushover con Patrón de carga por Modo 1 (No lineal).	82
Tabla. 24 Pushover con Patrón de carga lateral por fuerzas (No Lineal).	82
Tabla. 25 Participación de la masa para el análisis.....	83
Tabla. 26 Análisis en el plano.	83
Tabla. 27 Análisis dinámico para obtener cortantes dinámicas.	84
Tabla. 29 Participación modal, primer modo de vibración 90% de la masa.....	85
Tabla. 30 Cálculo de fuerzas laterales pushover	87
Tabla. 31 Asignación de rótulas en las vigas.	88
Tabla. 32 Asignación de rótulas en las vigas	88
Tabla. 33 Límite de deformación según la norma Fema 440.....	91

Tabla. 34 Punto de desempeño antes del reforzamiento de las estructuras.....	91
Tabla. 35 Resultados de prueba estándar para obtener núcleos perforados.	95
Tabla. 36 Cuadro de secciones de columnas	97
Tabla. 37 Cuadro de secciones de vigas.....	97
Tabla. 38 Pesos Unitarios.....	98
Tabla. 39 Espesores de losas.	98
Tabla. 40 Cargas vivas mínimas repartidas.....	98
Tabla. 41 Clasificación Sísmica NTP E- 030 - 2018.....	102
Tabla. 42 Derivas de centro de masa.	108
Tabla. 43 Espectro E.030	110
Tabla. 44 Tabla de distribución de carga de la tabiquería del Pabellón B.	114
Tabla. 45 Tabla de periodos y frecuencias del Pabellón B:	115
Tabla. 46 Tabla de fuerzas cortantes del Pabellón B.	116
Tabla. 47 Tabla de control de derivas del Pabellón B: Eje X, Eje Y.....	118
Tabla. 48 Metrado de cargas muertas y cargas vivas.....	120
Tabla. 49 Tabla de fuerzas cortantes del Pabellón “B” Reforzado.....	145
Tabla. 50 Tabla de control de derivas del Pabellón “B” Reforzado: Eje X, Eje Y.	146
Tabla. 51 Dimensiones de zapatas	148
Tabla. 52 Cálculo del peso total de actuante.	149
Tabla. 53 Capacidad admisible del terreno & Esfuerzo actuante.	150
Tabla. 54 Tabla del Metrado de cargas de acuerdo al área tributaria	153
Tabla. 55 Participación modal, primer modo de vibración 90% de la masa.	155
Tabla. 56 Cálculo de fuerzas laterales Pushover	157
Tabla. 57 Asignación de rótulas en las vigas	158
Tabla. 58 Asignación de rótulas en las vigas.	159
Tabla. 59 Límites de deformación.	161
Tabla. 60 Punto de desempeño después del reforzamiento de las estructuras.	162

Índice de Figuras.

Figura. 1 Cinturón de fuego, principales placas tectónicas	2
Figura. 2 Mapa de Áreas de Licuación de Suelos.	3
Figura. 3 Mapa de Áreas de Licuación de Suelos.	4
Figura. 5 Total, de colegios en Lima y Callao, 2017.....	5
Figura. 6 Institución Educativa Felipe Santiago Estenos.....	5
Figura. 7 Efecto de una columna corta	26
Figura. 8 Determinación de columna corta.	26
Figura. 9 Recomendación, IPS1 – ACI.....	27
Figura. 10 Construcción en albañilería confinada.	27
Figura. 11 Edificación de un colegio con el sistema a porticada.	28
Figura. 12 Representación gráfica del método del espectro de capacidad.....	39
Figura. 13 Patrón de carga lateral para la construcción de la curva Pushover.	40
Figura. 14 Ubicación de la población.	64
Figura. 15 Distribución de la población.....	65
Figura. 16 Estructura inicial no reforzada.....	74
Figura. 17 Pórtico modelado en el software SAP 2000	74
Figura. 18 Asignación de cargas.....	79
Figura. 19 Asignación de carga viva en el techo.	80
Figura. 20 Asignación de carga viva en el taller.	80
Figura. 21 Asignación de cargas muertas.....	81
Figura. 22 Fuerzas cortantes del análisis dinámico	85
Figura. 23 Corte del piso 1, para la obtención de fuerzas laterales de piso	86
Figura. 24 Corte del piso 2, para la obtención de fuerzas laterales de piso.	86
Figura. 25 Representación de las fuerzas de piso.	87
Figura. 26 Asignación de rótulas en las columnas y vigas.....	89
Figura. 27 Presencia de rótula en la columnas.	89
Figura. 28 Presencia de rótula en la columnas inferiores.....	90
Figura. 29 Presencia de rótula en la columnas inferiores.....	90
Figura. 30 Presencia de rótula en la columna inferiores	90
Figura. 31 Distribución de ensayos realizados.	94
Figura. 32 Extracción de núcleos perforados de vigas, columnas y zapata.	95

Figura. 33 Perfil unidimensional distrito de Chaclacayo 2012	100
Figura. 34 Estudio Geofísico Mediante el Método de Refracción Sísmica y MASW.	100
Figura. 35 Derivas de centro de masa.	107
Figura. 36 Modelamiento estructural del Pabellón B	115
Figura. 37 Primer modo de vibración del Pabellón B.....	116
Figura. 38 Fuerzas cortantes del Pabellón B: Eje X, Eje Y.	117
Figura. 39 Desplazamientos del centro de masa del Pabellón B (cm): Eje X, Eje Y.	117
Figura. 40 Desplazamientos relativo entre piso del Pabellón B (cm): Eje X, Eje Y.	117
Figura. 41 Área tributaria considerada para el análisis de los muros.	119
Figura. 42 Plano de losa aligerada.	124
Figura. 43 Diagrama de interacción de columnas antiguas.....	135
Figura. 44 Análisis de esfuerzos en columnas demanda & capacidad.	135
Figura. 45 Diagrama de interacción de columnas nuevas.....	139
Figura. 46 Análisis de esfuerzos en columnas demanda & capacidad.	139
Figura. 47 Modelamiento estructural del Pabellón “B” reforzado.	144
Figura. 48 Tabla de periodos y frecuencias del Pabellón “B” Reforzado.....	144
Figura. 49 Fuerzas cortantes del Pabellón “B” Reforzado: Eje X, Eje Y	145
Figura. 50 Desplazamientos laterales del Pabellón “B” Reforzada (cm).....	146
Figura. 51 Análisis de suelo - calicatas.....	147
Figura. 52 Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida).....	147
Figura. 53 Plano de cimentación.....	151
Figura. 54 Estructura con columnas propuestas para su reforzamiento.....	152
Figura. 55 Asignación de carga viva en el techo.	153
Figura. 56 Asignación de carga viva en el taller	154
Figura. 57 Asignación de cargas muertas.....	154
Figura. 58 Asignación de cargas muertas.....	155
Figura. 59 Corte debido al sismo en Kgf	156
Figura. 60 Corte del piso 1, para la obtención de fuerzas laterales de piso	156
Figura. 61 Corte del piso 2, para la obtención de fuerzas laterales de piso.	157
Figura. 62 Representación de las fuerzas de piso.	158

Índice de Gráficos.

Gráfico. 1 Curvas de capacidad mostrando el desempeño esperado.	21
Gráfico. 2 Modelo Elastoplástico.	29
Gráfico. 3 Modelo Trilineal.....	30
Gráfico. 4 Modelo Curva completa.	31
Gráfico. 5 La vulnerabilidad estructural se establece considerando que.	32
Gráfico. 6 Representación de la curva de capacidad o curva Pushover.....	40
Gráfico. 7 Conversión del espectro de respuesta en formato ADRS.....	41
Gráfico. 8 Espectro de respuesta en formato tradicional y formato ADRS	42
Gráfico. 9 Representación bilineal del espectro de capacidad.	43
Gráfico. 10 Desarrollo del amortiguamiento para reducción espectral.	44
Gráfico. 11 Derivación de la energía disipada por amortiguamiento, ED	45
Gráfico. 12 Espectro de respuesta reducido.	48
Gráfico. 13 Familia de espectros de demanda, en formato tradicional y formato ADRS...48	
Gráfico. 14 Punto de intersección o de desempeño entre los espectros de capacidad y de demanda.	49
Gráfico. 15 Representación gráfica del Método del Espectro de Capacidad del ATC-40...50	
Gráfico. 16 Espectros iniciales de demanda y capacidad, en formato ADRS.....	51
Gráfico. 17 Representación bilineal del espectro de capacidad.	52
Gráfico. 19 Para evaluación del punto de desempeño se establece un $R=1$	76
Gráfico. 20 Para fines de diseño estructural se establece un $R=8$	76
Gráfico. 21 Perfil unidimensional distrito de Chaclacayo 2019.....	101
Gráfico. 22 Velocidad promedio de las Ondas de Corte, \bar{V}_s	101
Gráfico. 23 Evaluación de Irregularidades de rigidez en el eje “X”.....	104
Gráfico. 24 Evaluación de Irregularidades de rigidez en el eje “Y”.....	105
Gráfico. 25 Evaluación de Irregularidades de resistencia en el eje “X”.	105
Gráfico. 26 Evaluación de Irregularidades de resistencia en el eje “Y”.	106
Gráfico. 27 Método de los Coeficientes según E. 060 (4 tramos).....	122
Gráfico. 28 Método de los coeficientes según E. 060 (4 tramos).....	126
Gráfico. 29 Plano de losa aligerada.	128
Gráfico. 30 Cálculo del momento en la viga.....	130
Gráfico. 31 Interacción de columna B1.	136

Gráfico. 32 Interacción de columna B2	136
Gráfico. 33 Interacción de columna B3	137
Gráfico. 34 Interacción de columna B4	137
Gráfico. 35 Interacción de columna B5	138
Gráfico. 36 Interacción de columna nueva B1	140
Gráfico. 37 Interacción de columna nueva B2	140
Gráfico. 38 Interacción de columna nueva B3	141
Gráfico. 39 Interacción de columna nueva B4	141
Gráfico. 40 Interacción de columna nueva B5	142
Gráfico. 41 Asignación de rótulas en las columnas y vigas.....	159
Gráfico. 42 Rótulas asignadas en las vigas y columnas.....	160
Gráfico. 43 Rótulas asignadas en las vigas y columnas.....	160
Gráfico. 44 Rótulas asignadas en las vigas y columnas.....	161
Gráfico. 45 Rótulas asignadas en las vigas y columnas.....	161

RESUMEN.

La investigación se basó en la evaluación de vulnerabilidad sísmica de la edificación, de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Distrito de Chaclacayo que consta de 8 pabellones que datan desde el año 1980. El objetivo fue determinar la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura del pabellón B para recomendar acciones de prevención ante un evento sísmico. Empleándose la metodología japonesa de Hirosawa, metodología cuantitativa basado en dos índices, el índice de resistencia sísmica (I_o) y el índice de demanda sísmica (I_s). En esta metodología cuando el índice de resistencia sísmica es mayor que el índice de la demanda sísmica se considera seguro de lo contrario será inseguro. Se realizó también el análisis dinámico, estático lineal y no lineal (Pushover) empleando el software Robot Structural y el SAP 2000 todo ello de conformidad al RNE.

Obteniéndose como resultado con la metodología de Hirosawa un comportamiento sísmico seguro. Al realizar un análisis estático no lineal (Pushover), se obtuvo un comportamiento sísmico operacional.

Concluyendo en la investigación el reforzamiento de vigas y la construcción de nuevas columnas en el eje A, para que las áreas tributarias de las columnas interiores sean menores, haciéndola a la estructura más segura y funcional.

Palabras claves: Vulnerabilidad, modelamiento, estructura, análisis, deriva.

ABSTRACT.

The research was based on the evaluation of seismic vulnerability of the building, of the Felipe Santiago Estenos Educational Institution, District of Chaclacayo, which consists of 8 pavilions dating from 1980. The objective was to determine the seismic vulnerability of the infrastructure of pavilion B to recommend prevention actions before a seismic event. Using the Japanese Hirosawa methodology, quantitative methodology based on two indices, the seismic resistance index (I_o) and the seismic demand index (I_{so}). In this methodology when the seismic resistance index is higher than the seismic demand index it is considered safe otherwise it will be unsafe. The dynamic, static linear and non-linear analysis (Pushover) was also performed using the Robot Structural software and the SAP 2000 all in accordance with the RNE.

Obtaining a seismic behavior as a result with the Hirosawa methodology. When performing a nonlinear static analysis (Pushover), an operational seismic behavior was obtained. Concluding in the investigation the reinforcement of beams and the construction of new columns in the A axis, so that the tax areas of the interior columns are smaller, making it the safest and most functional structure.

Keywords: Vulnerability, modeling, structure, analysis, drift.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Realidad Problemática.

Debido a cambios constantes de la naturaleza, ocurren eventos que generan desastres en la comunidad y a consecuencia de ello las edificaciones se ven afectados llegando incluso al colapso, ocasionando caos y pérdidas de recursos. Para ello es conveniente prever dicho evento implementando metodologías analíticas de vulnerabilidad sísmica y alertar a la comunidad.

Para el estudio de la vulnerabilidad sísmica de la estructura se empleó el método de Hiroswa, y se llegó a determinar que la estructura del pabellón B fue el que más daño estructural presenta. Para poder recomendar una alternativa de solución a las fallas presentadas en el pabellón B, se realizó ensayos de campo como las calicatas, ensayos MASW, pruebas en laboratorio tales como estudio de granulometría por tamices, corte directo, extracción de núcleos diamantados y ensayo a la tracción del acero utilizado en la edificación.

Con los resultados obtenidos en los ensayos realizados en laboratorio a los materiales, se determinó su resistencia. Valores reales que se consideraron al momento de efectuar el análisis sísmico estático y dinámico lineal con el programa Robot estructural 2019 y para el análisis estático no lineal o “Pushover” se utilizó el programa computacional SAP 2000. Determinándose la vulnerabilidad de la estructura del pabellón B para su reforzamiento correspondiente, cuyas estructuras estará ceñido al reglamento nacional de edificaciones RNE.

El objetivo de este estudio es prever daños que afecten la infraestructura del establecimiento educativo con el propósito de ofrecer seguridad a la vida humana frente a eventuales sismos y recomendar su reforzamiento. La NTP E-050 y la NTP E 060 establece los requisitos básicos que debe cumplir en el diseño, ello permitirá que la estructura del edificio tenga un mejor comportamiento, evitando daños en la estructura.

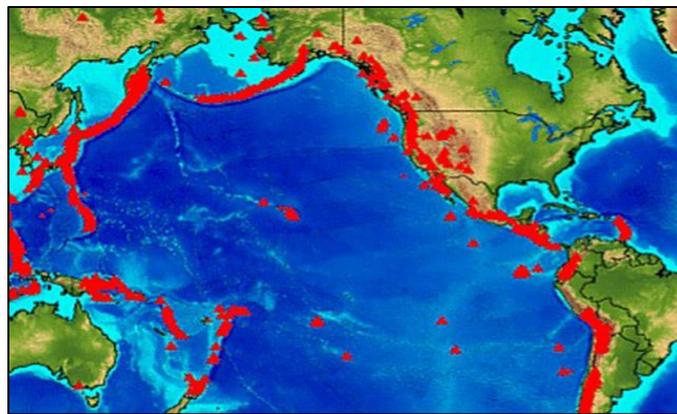
En Lima metropolitana existen colegios que por su antigüedad son un peligro constante, por estadística se tiene que el 50% de colegios están por colapsar mientras 50% están en riesgo

total, muchos centros educativos fueron construidos de manera informal, sin el cumplir con las normas vigentes de aquellos años y con poca supervisión técnica.

Mesta Cornetero (2014) considera que:

La vulnerabilidad sísmica de las estructuras de una infraestructura de cualquier zona depende de la capacidad a responder ante una sollicitación sísmica, está predispuesto a sufrir daño y evidentemente está ligado directamente a las condiciones y características físicas de la estructura diseñada p. 11

Figura. 1 Cinturón de fuego, principales placas tectónicas



Fuente: <https://www.google.com/search?q=Imagen+del+cinturon+de+fuego>

La Norma E.050-Suelos y Cimentaciones; “Determina la obligatoriedad de realizar los estudios y ensayos de mecánica de suelos para construcciones que constantemente albergan una considerable cantidad de individuos, equipos valiosos o peligrosos entre las cuales podemos indicar; Instituciones Educativas, universidades, hospitales, clínicas, estadios, cárceles, templos, salas de espectáculo, museos, entre otras edificaciones esenciales...” Un estudio de suelos determina el grado de capacidad portante del suelo a edificar, en consecuencia, es necesario determinar la masa de la edificación, lo cual establece el estudio de las cargas.

La Norma E.020-Cargas; “Tiene la definición de carga a la fuerza u otras operaciones que impliquen con el peso de los componentes de la construcción, ocupantes y sus propiedades, causas medio ambientales, movimiento diferencial y cambios diferenciales condicionados” En la que se determina como cargas vivas y cargas muertas; En toda edificación es necesario

realizar este tipo de análisis estructural con el fin de equilibrar las fuerzas sísmicas. (RNE. Reglamento Nacional de Edificaciones. 2da. ed. Perú.2018

Según INDECI (2015) considera que:

La zona en estudio está definida por el área de intensidad sísmica máxima, asociada al movimiento telúrico de 1746, con una fuerza igual o mayor a VIII grados de acuerdo a la escala de Mercalli Modificada (MM); este núcleo se ubicaría en la parte central del borde occidental del Perú con una longitud de ruptura de aproximadamente 450 km a través de la línea de costa (Fig. 2).

En la actualidad se calcula que un sismo de características semejantes afectaría 182 distritos ubicados en cuatro regiones. En Áncash estaría perjudicados las provincias de Bolognesi, Ocos, Huarmey, y Recuay; En el Callao, afectaría la provincia constitucional del Callao; en la región Ica, se vería afectado la provincia de Chincha y en la región de Lima afectaría las zonas de Barranca, Cajatambo, Cañete, Canta, Huaral, Huarochirí, Huaura, Lima, Oyón y Yauyos.

Figura. 2 Mapa de Áreas de Licuación de Suelos.



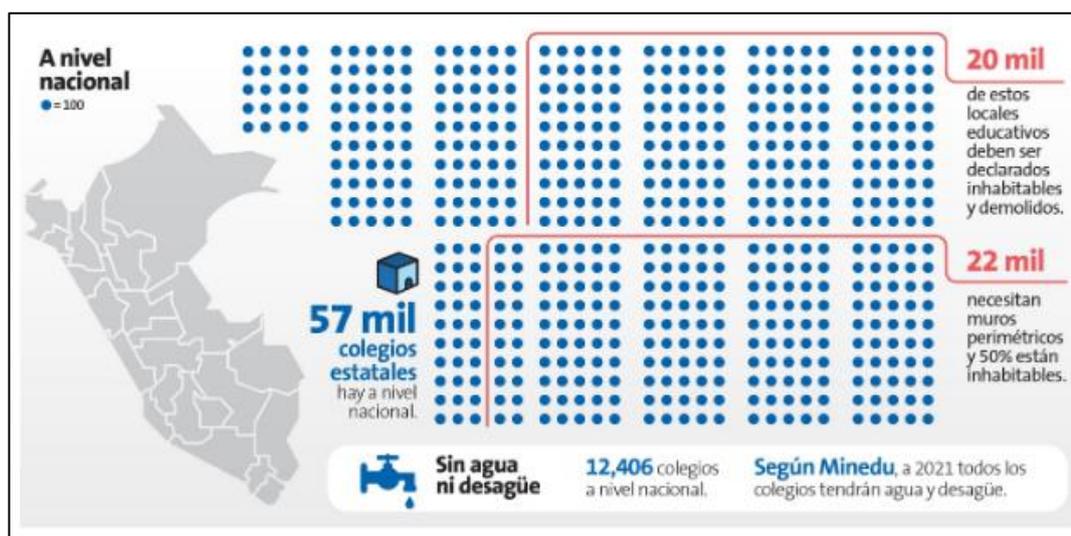
Fuente: INDECI.

Según Oscar Flores (Diario Perú 21, 2018) considera que:

En Lima capital, existen una gran cantidad de instituciones educativas que tiene algún tipo de daños unos más severas que otras, peligro que expone la integridad de los estudiantes y de los profesores, podemos encontrar centros educativos con cercos perimétricos colapsados, paredes de las aulas agrietadas, techos deteriorados por el paso de tiempo y la falta de mantenimiento, instalaciones eléctricas expuestas, es decir un peligro permanente en la integridad de las personas ubicadas dentro de ellos, esto sucede en cientos de instituciones educativas de Lima Capital.

En el Censo Educativo realizado en el 2017, existen 2'319,511 escolares en la Lima metropolitana. De los cuales, 1'119,946 estudian en instituciones educativas estatales, a la cuales el estado debe garantizar modelos mínimos de calidad.

Figura. 3 Mapa de Áreas de Licuación de Suelos.

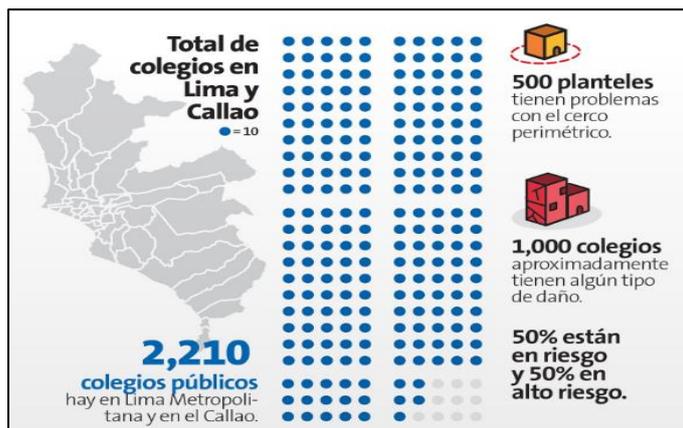


Fuente: Diario Perú 21.

También considera, Oscar Flores (Diario Perú 21, 2018) que:

Según Programa Nacional de Infraestructura Educativa (Pronied), existen en Lima capital, más de un millar de colegios cuyas estructuras han sido declaradas en riesgo (50%) y otros 50% en alto riesgo; calificándolas de inhabitables.

Figura. 4 Total, de colegios en Lima y Callao, 2017.



Fuente: Diario Perú 21.

El establecimiento educativo estatal Felipe Santiago Estenos, UGEL Ate 06 de nivel secundaria de formación escolar, se encuentra ubicado en la calle La Ladera 132-149, Distrito de Chaclacayo, provincia de Lima.

Tabla. 1 Información general de la Institución Educativa.

Nivel:	Primaria
Ubigeo:	150107
Área:	Urbana
Facebook:	www.facebook.com/I-E-Felipe-Santiago-Estenos-572354079459236

Fuente: elaboración Propia.

Figura. 5 Institución Educativa Felipe Santiago Estenos.



Fuente: Elaboración Propia.

Reseña Histórica.

En el año 1964 en el centro poblado de Chaclacayo y en el interior de la sede dentro de la parroquia operaba un centro educativo municipal en el turno tarde, que a través de una ley promulgada por el poder legislativo del Perú, Ley N° 14995-1964, se convierte en Colegio Nacional Mixto de Educación Secundaria, turnos en la mañana y en la tarde, en aquella ley dispone que el Ministerio de Educación Pública, ejecute un local propio para dicha institución, para ello el estado consigna un presupuesto funcional para la construcción, instalación y su funcionamiento, luego de haber pasado un año de promulgado la ley y al ver la transformación del local educativo eleva su estatus, el Ministerio de Educación en abril del 1964 lo renombra como "Felipe Santiago Estenós" en honor a este prócer de la independencia esta Institución educativa se instaló provisionalmente en la sede parroquial ubicado en la calle El Rosario N° 659, de esta localidad.

Cabe mencionar que a través de su historia hubo personas que con su lucha dentro de la historia del colegio merecen un agradecimiento a los maestros, directivos, padres de familia, alumnos y a la comunidad demostrando sacrificio y una lucha constante en la gestión de trabajo institucional, con un objetivo claro que era la de mejorar constantemente el método pedagógico y al equipamiento tales como: construcción de nuevos pabellones para aulas y oficinas administrativas, implementación de bibliotecas, instalación de laboratorio, talleres de carpintería de madera y metálica, taller de costura, campo deportivo entre otros.

El establecimiento educativo "Felipe Santiago Estenós" es un plantel que cuenta con reconocimientos académicos muy amplio en la localidad de Chaclacayo, ya que de estas aulas se formaron grandes y distinguidas personalidades, sus alumnos dado a su entrega y esmero son ganadores de los concursos académicos y ocupando los primeros lugares en los desfiles escolares, con estudiantes receptivos a los cambios y a la innovación educativa, empoderándose de las tareas, lo que los distingue por su constante lucha por dejar bien en alto el nombre de esta emblemática institución educativa estatal.

1.2. Trabajos Previos.

1.2.1. Nacionales.

Según Arana, Palomino (2016), en su tesis “Priorización del reforzamiento de colegios públicos de Lima para la mitigación del riesgo sísmico” plantea un sistema para determinar un método por el cual se pueda identificar las principales tareas para aliviar el riesgo sísmico en el plan educativo estatal, y con ello tener un sistema educativo estructuralmente seguro, concluyendo que con la metodología propuesta consigue incorporar variables que indican la situación real del sistema educativo y de la comunidad colindante pág. 1

Según Parillo, E (2015), en su tesis “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los establecimientos escolares primarios estatales de la ciudad de Juliaca 2015” evalúa la vulnerabilidad sísmica de los establecimientos educativos estatales de la ciudad de Juliaca para conocer el funcionamiento dinámico de cada uno y compararlos entre las edificaciones de las mismas, además verifica si cumple los indicadores impuestos por la Norma E.030 vigente, mediante el análisis estructural y sísmico de las edificaciones educativas analizadas, se tiene en cuenta el nivel de resistencia ante cargas verticales y horizontales, las cuales son delimitados por un sistema estructural y también por la calidad de material empleado para su ejecución, llegando a deducir que las estructuras de los establecimientos escolares no prestan la garantía para albergar a los alumnos, ya que se encontraron deficiencias estructurales. Lo que conlleva a arrojar un balance negativo en el comportamiento sísmico p. 114

Cortez, José, Fernández, J. (2017), en su tesis “Análisis de la vulnerabilidad sísmica en el pabellón D de la Universidad privada Antenor Orrego” para ello utiliza métodos siendo la metodología cualitativa de Hirosawa, una de ellos, esta metodología recomienda tres niveles de evaluación, mediante fichas técnicas y cálculos matemáticos, según los resultados obtenidos se determina que la estructura es vulnerable en ambas direcciones, recomendándose reforzar empleando placas de concreto p, 11,80,185

Mejía, Luis (2017), en su tesis “Diseño de edificio de viviendas de concreto armado aplicando las normas sismo resistente de 2003 y 2016”, siendo su objetivo realizar un estudio comparativo de las normas E – 030 del 2003 y la E – 030 del 2016, además

efectúa un diseño estructural de concreto armado utilizando las normas de sismorresistencia vigente, realiza también un análisis a todos los componentes estructurales de la construcción en estudio, concluye indicando que los resultados obtenidos, la norma E.030 del 2016 expone mayor requerimiento por rigidez torsional en la edificación en estudio. No obstante que en los resultados de fuerzas basales y derivas que se consiguen del análisis, no son tan alejados, excepto en el eje Y p. 1, 86

Gameros, Jesús menciona (2015) En su tesis “Análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural para pabellones de aulas de locales escolares de dos pisos y tres aulas por piso” Su finalidad es la de tener diversas formas de reforzamiento en los colegios teniendo como componentes primordiales el desempeño y el costo. Considera tres tipos de refuerzos como son: elaboración de aletas de concreto armado, colocación de muros con albañilería, arriostres y concluye que con el reforzamiento propuesto el desplazamiento originado por los sismos se reduce considerablemente p. 5, 64

Arana, Joel (2018), en su tesis “Propuesta de reforzamiento estructural para devolverle la funcionalidad al pabellón P-3 de la Institución Educativa Santa Fortunata en el distrito de Moquegua” tiene por objetivo implementar un tipo de reforzamiento estructural para restituir su operatividad al Edificio P-3 del colegio Santa Fortunata, teniendo en consideración el aspecto de desempeño. Proponiendo un fortalecimiento estructural con muros de corte y ampliando la sección de la columna (encamisado), que le devolvió operatividad al pabellón P-3, teniendo la importancia el aspecto de desempeño p. 5, 126

Kemper, Kevin (2019), en su tesis “Determinación de la vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Republica Federal socialista de Yugoslavia del nivel secundaria” Tiene por finalidad establecer el rango de fragilidad sísmica del establecimiento educativo, para lo cual emplea un Software “Etabs”, y a través del análisis estático y dinámico lineal, análisis estático no lineal llamado “Pushover”, empleando además la norma técnica peruana y con los resultados obtenidos define que la estructura está dentro del rango de desplazamientos máximos permisibles de 0.007 para concreto armado y 0.005 a la albañilería confinada, indicados en la norma E-030, y que el edificio presentó derivas máximas de 0.00306 y 0.00104 en la dirección de X-X así también de 0.00061 y 0.00061 en la dirección Y-Y, p. 25, 59

Flores, Rogelio (2019), en su tesis “Evaluación de riesgo sísmico de la infraestructura del primer pabellón del colegio José Carlos Mariátegui – Puno” tiene por objeto evaluar la vulnerabilidad sísmica del primer pabellón, para ello realiza un análisis sísmico estático y dinámico, este método representará la sollicitación sísmica a través de una cantidad de fuerzas que actúan en el centro de masa en cada nivel del edificio, concluye indicando que con los efectos obtenidos la estructura presenta una alta vulnerabilidad sísmica p, 8, 23, 63,73

Para Cucho, Herbert, Oblitas Juan (2018), en su tesis “Evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque”, tiene como objetivo valorar la vulnerabilidad de la estructura de un pabellón del hospital, para la evaluación sísmica utiliza el método de Hirosawa empleando cálculos y formulas basados en este método, obteniéndose la capacidad resistente de la estructura deterioro y daños anteriores. Con los resultados que se logra en la investigación, concluye que la estructura de la edificación es insegura p. 6, 61, 62, 179

Para Vilca, Alan y Collao Marcial (2018), en su tesis “Evaluación estructural y propuesta de reforzamiento de la Institución educativa inicial 336 virgen de la Natividad, Tacna 2018” tiene como finalidad fue establecer la situación estructural de la Institución Educativa y propone un reforzamiento a la estructura. con los ensayos a la compresión efectuados a los testigos de concreto extraídos, se obtiene una dureza por debajo de la resistencia mínima en columnas que es 210 kg/cm², por lo que recomienda realizar un reforzamiento a ciertas columnas, además de separar los alfeizares creando una junta sísmica para evitar el efecto de la columna corta p.4, 71

Arone, Juan (2019) En su tesis “Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Estructural de la I.E. N°1199 Mariscal Ramón Castilla, UGEL N°6 del Distrito de Chaclacayo” tiene por finalidad realizar un estudio a la vulnerabilidad sísmica de la estructura del Centro Educativo Mariscal Ramón Castilla, para ello realiza ensayos de esclerometría para precisar la fortaleza del hormigón de los elementos estructurales, posterior a ello a través de software SAP2000V.20.1.0, realiza un estudio estático no lineal y el resultado de la resistencia del concreto no es concluyente para las sollicitaciones sísmicas, por otro lado

determina que los pabellones 2 y 3 son más vulnerables que los otros pabellones, concluyendo que reforzando las columnas con el método del encamisado mejora el comportamiento de la estructura de estos pabellones evaluados p. 35,113,191

Sáenz, Uver (2019) en su tesis “Vulnerabilidad sísmica en edificaciones esenciales mediante curvas de fragilidad analítica – edificio de administración de la Universidad del Centro Del Perú” investiga para precisar la vulnerabilidad sísmica en construcciones mediante curvas de fragilidad, para lo ello toma como muestra el edificio administrativo y desarrolla un análisis estático y dinámico lineal cuyo propósito es comprobar las condiciones de tensión, maleabilidad, en base a la Norma Técnica de Edificaciones E.030 - “Diseño Sismorresistente”, con ello formar las curvas de fragilidad y matrices de posibilidad de daño a través de un estudio estático no lineal (Pushover) para diferentes estados de daño y diversos niveles de demanda sísmica p. xvii, 21.

Para Soto, Edelmira (2018):

En su tesis comparativo entre métodos para evaluar la vulnerabilidad sísmica de la estructura de la institución educativa Baños Del Inca, emplea el método de Hirosawa la cual consiste en la operación de dos coeficientes I_s que indica el índice de vulnerabilidad de una estructura y el I_{so} indica índice de juicio estructural, y como resultado determina que el comportamiento sísmico de las estructuras de la institución educativa en estudio es seguro ante un eventual movimiento sísmico p. 16, 37,55

1.2.2. Internacionales

Según García, Jiménez, Reinales (2015) Debido a los efectos de sismos considerables es muy frecuente que se sufran daños en las estructuras de la columna, como agrietamientos diagonales, por efecto de la cortante, hendiduras verticales, separación del recubrimiento, aplastamiento del concreto y convexidad, de las barras de aceros longitudinales por exceder los esfuerzos de flexo compresión. En vigas agrietamientos diagonales y rotura de estribos por cortante o torsión y fisuras verticales, por rotura de esfuerzo longitudinal y aplastamiento del concreto por la flexión de cargas relevadas. En el diafragma se pueden generar hendiduras por punzo amiento alrededor de las columnas y fisuras longitudinales en toda la losa de piso debido a la desmesurada demanda de flexión que efectúa el sismo p. 36

Acurio, Maribel, Zaruma July (2018), En su tesis “Modelamiento de la vulnerabilidad sísmica del edificio del hospital básico IESS de la ciudad de Guaranda, provincia de Bolívar” tiene por objetivo evaluar la vulnerabilidad sísmica del edificio. Para el modelamiento de la estructura utiliza el software de análisis y diseño estructural ETABS, este software nos determina los desplazamientos en los nudos y las acciones finales en sus elementos. Las cargas verticales son aplicadas uniformemente distribuidas sobre las losas. Además, se realiza un modelo virtual para el análisis, teniendo en cuenta la configuración estructural, incluyendo todos los componentes estructurales del edificio, con los resultados obtenidos con este programa se concluye que la estructura resiste al sismo de diseño de la zona p. 6,27,96

Chen, Xie, Li, Xue and Liu (2015), seismic Damage to Structures in the 2015 Nepal Earthquake Sequences. Revista de ingeniería sísmica. 21 (4), 551- 578. El terremoto de 7.8 Mw Gorkha golpeó el este de Lamjung en Nepal, seguido de una secuencia de réplicas poderosas. El Equipo Seis de China, que incluye a los autores, inspeccionó el daño sísmico a estructuras civiles a lo largo de 10 caminos en áreas densamente pobladas con una intensidad sísmica de VII a IX, 40 días después del choque principal. El daño fue categorizado de acuerdo a los tipos de estructura y descrito en detalle. Se hacen varias conclusiones: las réplicas poderosas pueden afectar significativamente los patrones de falla; Las condiciones geológicas, los tipos de estructura y la altura tienen una gran influencia en el nivel de daño; y la técnica local de reequipamiento arriesgada necesita una gran mejora.

Tinman, Quiun, Muñoz and Speicher (2017), seismic protection of buildings in Perú using energy dissipation and base isolation. World Conference on Earthquake. 1 - 11. Los edificios peruanos actualmente incluyen diferentes dispositivos para la protección sísmica, con el fin de reducir en gran medida los daños estructurales, para proteger su contenido en terremotos severos y asegurar su funcionamiento poco después de tales terremotos. Los sistemas que se están implementando son dispositivos de disipación de energía y aislamiento de bases. Este documento desarrolla una breve historia de los recientes terremotos importantes en Perú y una descripción de los edificios típicos que necesitan ser protegidos por dispositivos como los que ya se mencionaron. Se explica la

motivación de este interés reciente en el control de vibraciones estructurales, como edificios de hospitales, edificios de oficinas, bibliotecas, escuelas, edificios de viviendas. Se presentan algunas de las primeras estructuras que utilizan dispositivos de disipación sísmica y aislamiento de bases en Perú. Los resultados de los análisis muestran una reducción significativa en la evolución de la historia y reducciones importantes en las fuerzas sísmicas, lo que garantiza más seguridad y más comodidad para los usuarios

Morales, David Nieto Juan, Rincón Andrea (2017), En su tesis “Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo III en el municipio de Dosquebradas, Risaralda” evalúa la vulnerabilidad estructural de las construcciones del grupo de los centros educativos de la municipalidad de Dosquebradas, su investigación busca establecer las propiedades estructurales de las edificaciones, para determinar el grado de vulnerabilidad ante un movimiento sísmico, en ello describe el comportamiento de las estructuras en estudio, para proponer y sugerir las medidas a considerar para mitigar las estructuras que sean vulnerables y estén en riesgo de fallar. Para el desarrollo de las evaluaciones, visita a todos los centros educativos en estudio con la finalidad de obtener datos históricos de su construcción y otros elementos que certifiquen el involucramiento durante la construcción de la institución educativa. Para la evaluación de las instituciones educativas utiliza un formato de toma de datos en la que se registra todas las informaciones necesarias y determinar si esta edificación cuenta con un diseño sísmo resistente y que se hayan construido en base a las normas NSR-10 que contempla, el sistema estructural, la vulnerabilidad de la edificación y la evaluación de daños. Finaliza indicando que una gran mayoría de las instituciones educativas no tiene soportes técnicos que permitan establecer bajo que norma fueron ejecutados p. 16,35,37,64

Osorio, Alejandro, Osorio A. (2017) En su tesis “Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo III y IV en el municipio de Viterbo, Caldas” Evalúa la vulnerabilidad estructural de las construcciones indispensables de acuerdo a las normas colombianas de sísmo resistencia (NSR-10), ubicados en la periferia urbana del municipio de Viterbo. Toma como muestras a la Plaza de Mercado y la estación de Bomberos, las cuales tiene un estado óptimo para ser sometidas a esta modelación. Concluyendo anotando que 60% de las edificaciones

esenciales estudiadas (estación de bomberos, colegio la Milagrosa y plaza de Mercados) tienen una irregularidad en planta y en altura, lo que desfavorece un comportamiento estructural óptimo p. 14, 63,64 y 76

Salamanca, Lizzett (2015) En su tesis “Metodología para estudios de vulnerabilidad sísmica y patología estructural para edificaciones con carácter patrimonial edificio 21 complejo hospitalario San Juan De Dios” Analiza la metodología utilizado para la construcción del edificio 21 del centro hospitalario San Juan de Dios, lo que permitió identificar los parámetros utilizados en la edificación, la cual nos dará un procedimiento óptimo para el análisis de la fragilidad sísmica y patología estructural en todas las construcciones con condicional patrimonial. Se realizan ensayos en el concreto para determinar su desempeño y sus propiedades, al acero para evaluar su estado actual, también se verifica la calidad de los insumos empleados en la albañilería, en la madera y en las estructuras metálicas. De estos estudios efectuados y con los resultados obtenidos establece medidas correctivas incluyendo la construcción de reforzamiento para mantener vigente el bien cultural de la nación, incluso llegar a la demolición de ser necesaria con el objeto de amparar la integridad física de los ocupantes de estos centros patrimoniales p. 17, 57, 92.

Martínez, Gerson (2015), En su tesis “Vulnerabilidad estructural en edificios del valle de Orizaba” Evalúa como primer objetivo la vulnerabilidad de los edificios y alcanzar las funciones de validez hacia las diversas intensidades sísmicas, mediante el estudio dinámicos por incrementos del índice de degradación de la rigidez secante, como segundo objetivo estudiar y compatibilizar la fragilidad sísmica de un conjunto de edificios a través de funciones fortuitos (probabilísticas), de modo que se intenta establecer estados límite de utilidad y colapso en relación de la vulnerabilidad con la finalidad de utilizar como un criterio de diseño y evaluación de los edificios. Concluyendo que uno de los resultados es el desplazamiento lateral que tiene la edificación respecto al tiempo es de 0.095m. en dirección X y 0.0014m en dirección Z, según norma NTC-2004- Sismo, las discrepancias entre los desplazamientos laterales de pisos sucesivos por las fuerzas cortantes sísmicas de entrepisos, no debe sobrepasar una distorsión de 0.0015 ya que es un edificio de ductilidad limitada p. 6, 97,103.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Ingeniería Sísmica.

Es una ciencia aplicada, encargada de estudiar lo que es el comportamiento de todas las estructuras de una edificación. Que se encuentren bajo la acción de una denominada carga sísmica.

1.3.2. Concepto de Peligro sísmico.

Para Flores Rogelio (2019) El riesgo sísmico está en función de parámetros de sismicidad, tipo de suelo, estudios topográficos y pendientes que presenten las zonas en el que se ubica la edificación, a cada uno de ellos se le da un valor numérico de acuerdo a lo indicado en sus respectivas tablas p. 35

Para Baylon, Michel B& Marco

“La edad de la estructura de una edificación es uno de los factores de la vulnerabilidad al peligro sísmico y con posibilidad de presentar diferentes daños ante un evento sísmico”
p 1

1.3.3. Concepto de Riesgo sísmico.

Para Barbat, Alex, Pujares (2016): Se relaciona con el vaticinio de daños futuros la cual está inmerso en el temperamento de la persona y de la comunidad, por lo mismo que la evaluación del riesgo es muy complicada, aun considerando específicamente su magnitud física, y si se incluye lo relacionado con el entorno aspectos que faciliten la gestión entonces el problema se agudiza y se hace más compleja. También es necesario que el riesgo, la decisión estén convenientemente asociados y con la realización que se debe ejecutar. Y poder utilizar un patrón apropiado para el problema resolver p. 233.

Para Pecori, Carlos y Cruz O (2016) Es el resultado producido por la combinación simultánea del riesgo y la vulnerabilidad sísmica de la edificación, debido al comportamiento de todos los componentes de la estructura y la actuación del suelo ante un eventual sismo. El peligro aumenta por la vulnerabilidad de las estructuras, ya que un fenómeno natural es impredecible ya que no se puede estimar una fecha determinada. p. 261.

1.3.4. Comportamiento sísmico.

“El comportamiento sísmico de los diferentes tipos de edificaciones, es deducida de acuerdo con el nivel de tolerancia de los edificios frente a un peligro sísmico” (Kuroiwa, 2005, p. 122).

La vulnerabilidad es el nivel de deterioro que podría sufrir una edificación u obra de ingeniería, según sean las características de ésta. La vulnerabilidad es muy aparte de la actividad sísmica en el cual se ha ejecutado una construcción, por tal las edificaciones en mal estado y sin las características adecuadas de resistencia lateral, son las más propensas que aquellas otras que fueron analizados y edificados con criterios sismo resistentes, la vulnerabilidad de una edificación será evaluada por ingenieros especialistas (Kuroiwa, 2005, p. 29).

1.3.4.1. Sismo Resistencia.

Es una especialidad de la ingeniería civil cuyo propósito ante un evento sísmico, es minimizar las pérdidas de vidas humanas y materiales, toda edificación debe ser diseñada y construida cumpliendo las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, que presente una adecuada configuración estructural y arquitectónica las cuales deben tener una resistencia lateral y ductilidad durante un sismo. No hay una edificación antisísmica, pero las normas de sismo resistencia nos proporciona requisitos mínimos de diseño para: Evitar pérdida humana, afianzar la permanencia de los servicios primordiales, minimizar los prejuicios de la propiedad. Si una edificación no cuenta con los requisitos básicos de la norma E-030, estas serán altamente vulnerables con consecuencias graves incluso el colapso con terremoto de grado de 07° a 08°.

1.3.5. Concepto de Vulnerabilidad.

Para Andrade, Vargas (2018) La vulnerabilidad sísmica determina el riesgo a causa específicamente de las particularidades de la estructura, por otro lado, el peligro sísmico es la intensidad que cuantifica el riesgo, a causa de la zona geográfica en la que se edifica la estructura. La vulnerabilidad sísmica, el peligro sísmico de una edificación asociado a su ubicación, tanto como el daño sísmico potencial, intervienen para cuantificar el riesgo sísmico asociado a un conjunto p. 33.

Según Cortez, Fernández (2017), considera que, la fragilidad sísmica de la estructura de una edificación viene a ser la escala de daño, ocasionado por el efecto de una actividad sísmica del suelo a una potencia determinada. Las intensidades de daño que puede soportar una estructura son de dos clases:

- **Daño Estructural**, Son la que afectan a los componentes que son parte de una estructura de una edificación, el daño dependerá de la respuesta de los elementos estructurales tales como columnas, placas, vigas, losas, ante la acción de un sismo y que se puede cuantificar a través de un indicador local para posteriormente agrupar a través de indicadores de daños globales de todo el conjunto de elementos de la estructura.
- **Daño no estructural**, se estima en función de las deformaciones y distorsiones experimentadas por la estructura, en algunos casos, a partir de las aceleraciones que tiene la misma p. 12,13.

Según Parillo, E (2015), considera que: El análisis de la vulnerabilidad evalúa el grado de pérdida y daños ocasionados por un evento sísmico a la infraestructura, de bienes de capital y recursos como asentamientos, líneas vitales, instalaciones para la producción, sedes para concentraciones públicas y patrimonio cultural, todos de forma general, se incluye también al a población humana (los alumnos y profesores en este caso) no hay un estudio especial sobre vulnerabilidad de las instituciones educativas estatales. Por ello existe la preocupación respecto a la seguridad que pueda ofrecer las edificaciones de los colegios, ante una probable ocurrencia de un sismo.

CISMID (2012), considera que:

La resolución de la vulnerabilidad sísmica de una edificación es la categoría del daño que pueda tener ante un evento de un terremoto, la cuantificación del daño será denominando como: edificación en buen estado, edificación regular, edificación en mal estado y edificación colapsada, p. 23.

Moreno, Rosangel (2006), Manifiesta que la Vulnerabilidad sísmica, determina la fragilidad o resistencia de una estructura ante las acciones sísmicas, y se califica a través

de un índice que coge valores de 0, muy resistente, 1 muy vulnerable. La vulnerabilidad o fragilidad sísmica se define como el nivel de perjuicio, en una estructura a causa de una intensidad dada (pinto et al., 2004). En este estudio se evalúa la vulnerabilidad de los edificios en función de curvas de capacidad y curvas de fragilidad p.16-17.

Aguirre, Jhon (2018), Indica que la vulnerabilidad sísmica es considerada como una condición que se puede prever, mediante diseño óptimo de desempeño estructural. El nivel de desempeño para una construcción puede instituirse mediante aplicación de las normas y códigos establecidos, con la finalidad de minimizar los daños que puede ocasionar un evento sísmico significativo, las diferentes normas tiene un solo fin que es la de minimizar los daños, pero el nivel de mitigación puede variar p. 6.

Para Gutiérrez Jaime (2017) La vulnerabilidad estructural, es la posibilidad que ante un sismo la edificación pueda sufrir daños leves o superficiales en la mampostería o daños considerables en la estructura, como vigas, columnas y sus refuerzos que ocasionen el colapso parcial o total de la edificación, afectando principalmente la vida de las personas que lo estén ocupando. Particularmente en las construcciones indispensables como las clínicas y hospitales de segundo y tercer nivel, deben ser construidas bajo los parámetros de la Norma Sismo Resistente NSR-10 y los parámetros indicados por la microzonificación sísmica y evitar en lo posible fallas en la estructura en caso de ocurrencia de sismo, por ser sitios de atención primaria y vital para las personas p. 10.

1.3.5.1. Vulnerabilidad en la Instituciones educativas.

Según Núñez, Henry (2004), considera que:

“Las instituciones educativas son edificaciones primordiales para afrontar un eventual desastre dado que cumplen el rol refugio; sin embargo, son edificaciones altamente vulnerables”.

Complejidad. Las instituciones educativas son complejas edificaciones en el cual albergan gran cantidad de alumnos, docentes y administrativos, por ello es primordial sus estructuras tengan el diseño cumplan las normas de sismo resistencia vigentes.

A. Ocupación. Las instituciones educativas son edificaciones que es densamente ocupados ya que albergan gran cantidad de alumnos, entre niños, adolescentes y jóvenes, teniendo mayor cuidado con los niños.

B. Artículos Pesados. En la gran mayoría de las instituciones educativas cuentan con equipos, materiales y útiles escolares, estantes altos, que ponen en riesgo la integridad de los alumnos, porque están en condiciones de riesgo. p. 24.

1.3.5.2. Clasificación de la Vulnerabilidad Sísmica

Para Pecori, Carlos y Cruz O (2016):

Las fragilidades sísmicas de una edificación se agrupan de acuerdo a las características particulares de los elementos primordiales en una edificación tales como:

A. Vulnerabilidad Estructural. Está asociada a la posibilidad que puede sufrir deterioros los elementos de una estructura por efecto de un sismo, llamado daño sísmico estructural. Lo cual abarca el desgaste físico de los elementos estructurales que en muchas oportunidades son ocasionados por la calidad deficiente de los materiales, las características de los componentes estructurales y por la configuración estructural geométrica. p, 26.

Para Gulfo, Aldemaro y Serna, Luis (2015) La fragilidad estructural de una edificación ante un sismo, es referido a la sensibilidad que presenta ante posibles daños en los componentes del sistema estructural que lo mantienen en pie ante una sollicitación sísmica fuerte p. 24.

B. Vulnerabilidad No Estructural. Es relacionado a los elementos que efectúan funciones necesarias como: equipos, muebles, aire acondicionado, gasfitería, equipos entre otros. que son las que intervienen en la funcionabilidad de una edificación. Para el estudio de la vulnerabilidad sísmica de los componentes no estructurales, se tiene por objetivo precisar el grado de fragilidad a los cuales están expuestos los componentes estructurales ante un eventual sismo p. 27.

C. Vulnerabilidad Funcional. Se refiere a la predisposición de la instalación a ser alterado su operatividad debido al desarrollo de la demanda de servicios, son muchos los factores que influyen en este tipo de vulnerabilidad las cuales pueden ser: una inadecuada distribución de las zonas de servicio, no disponer con un protocolo de emergencia, una asignación inapropiada de infraestructura, que permita atender las exigencias de una repentina actividad sísmica, sistema de evacuación inapropiados y accesos de escape. p. 27.

1.3.6. Ductilidad.

La ductilidad tiene que ver con la capacidad de una edificación para soportar y tolerar cargas laterales rango post-elástico, dispersando la potencia del sismo y generando daños de manera moderada de acuerdo al tipo de edificación y de sistema estructural. (Musson, Schwarz, & Stucchi, 2008, pág. 42).

1.3.7. Nivel de Amenaza Sísmica.

La evaluación estructural toma en consideración los tipos de eventos sísmicos que se da a través del tiempo útil de servicio que brinda la edificación. La amenaza se precisa en función del período de retorno (T) del movimiento telúrico o de las probabilidades de excedencia (Pe) del mismo; para una determinada vida útil (t). La relación entre T, Pe y t es la siguiente:

$$Tr = \frac{1}{1 - (1 - Pe)^{\frac{1}{t}}}$$

Probabilidad de excedencia es:

$$Pe = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^t$$

Tr = Período de retorno.

Pe = Probabilidad de excedencia.

t = Número de años.

Se Establecen tres niveles de amenaza sísmica, cada uno con un período de retorno diferente, desde el más habitual hasta lo poco habitual:

- **Sismo Frecuente (F):** Acontecimiento telúrico cíclico con una etapa de regreso de 50 años, lo que es similar a una posibilidad de exceso aproximada de 64% en 50 años de vida útil.
- **Sismo Ocasional (O):** Acontecimiento telúrico que tiene una etapa de regreso de 475 años, lo que es similar a una posibilidad de exceso aproximada de 10% en 50 años de vida útil.
- **Sismo Excepcional (E):** Acontecimiento telúrico que tiene un período de regreso de 2.500 años, lo que es similar a una posibilidad de exceso de aproximada de 2% en 50 años de vida útil.

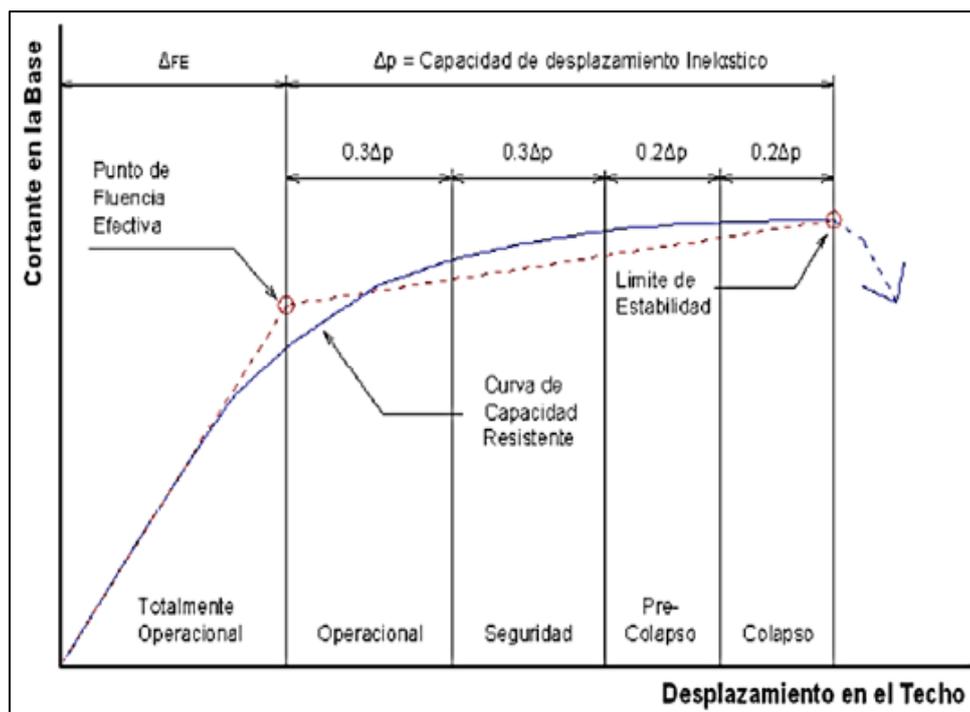
1.3.7.1. Nivel de Desempeño.

Una evaluación estructural determina para uno o más niveles de desempeño, cada una de ellos estará en función de nivel de valor y amenaza sísmica adoptado. Sectorizando la curva de capacidad según estos grados, nos damos una idea de la acción de la edificación, con respecto a las diferentes sollicitaciones externas representadas por Desplazamientos o Cortantes.

Para la sectorización solo se requiere definir el punto de fluencia efectiva, con ello se podrá calcular la capacidad de desplazamiento elástica e inelástica.

- Capacidad de desplazamiento Elástica: es el desplazamiento que se disponía hasta el punto de fluencia efectiva.
- Capacidad de desplazamiento Inelástica: es el desplazamiento que se tuvo a partir del punto de fluencia efectiva hasta el punto de colapso total de la estructura.
- Estos niveles están determinados en la sectorización por fracciones de la capacidad de desplazamiento inelástica y elástica:

Gráfico. 1 Curvas de capacidad mostrando el desempeño esperado.



Sismo	Totalmente Operacional	Operacional	Seguridad de Vida	Pre Colapso	Colapso
Frecuente	Común				
Eventual	Importante	Común			
Raro	Esencial	Importante	Común		
Muy Raro		Esencial	Importante	Común	
Catastrófico			Esencial	Importante	Común

Fuente: Elaboración propia.

1.3.8. Información Requerida.

La investigación necesaria para una apreciación sísmica de una construcción se logra mediante dos vías:

1.3.8.1. Información documental.

Se tiene que recabar todas las informaciones históricas desde la fecha de realización del proyecto, ejecución del mismo para saber con qué norma se realizaron y todos los documentos necesarios como obtener planos de arquitectura y estructura, memoria de cálculo estructural y del diseño de las cimentaciones, ensayos de materiales utilizados durante la ejecución de la edificación. También es útil fotografías aéreas realizadas en

el pasado, o tal vez haya sufrido algunas modificaciones arquitectónicas y estructurales con respecto a la construcción original debido a actividades pasadas, que lograron afectar la construcción, tales como sismos, lluvias, incendios, explosiones, etcétera.

1.3.8.2. Inspecciones al sitio

Para la toma de datos e informaciones debe ir anexado una inspección pormenorizada que permita:

- a. Verificar el lugar de ubicación de la edificación y la relación con su entorno, estudiar las condiciones topográficas y las características geotécnicas del lugar.
- b. Verificar los planos estructurales (geometría, secciones, etcétera) los cuales deben concordar con los datos recabados en el lugar, evaluar la estructura como el concreto mediante ensayos no destructivos.
- c. Evaluar el estado, la calidad de mantenimiento y preservación de la edificación, verificando si presenta, agrietamientos corrosión, deflexiones significativas que afecten su funcionamiento.
- d. Ensayar los materiales empleados en la edificación a través de muestras para su respectivo ensayo en laboratorio con la finalidad de certificar la calidad.
- e. Constatar si existen elementos estructurales que impida el funcionamiento adecuado de la estructura, como columnas cortas, muros de tabiquería sin juntas, pisos blandos etcétera.
- f. Comprobar los riesgos no estructurales tales como parapetos, vidrios, objetos pesados, maquinarias.
- g. Verificar si hay adosamiento con edificaciones contiguas; si cuenta con juntas sísmicas y juntas de construcción.
- h. Verificar si existe asentamientos de terreno en el entorno de la edificación.

Si la edificación no cuenta con planos, por diversos motivos, entonces es necesario realizar un levantamiento general de la edificación que permita elaborar los planos necesarios de estructura y arquitectura para su cálculo y modelos matemáticos, requiriendo además datos de las siguientes actividades:

- i. Investigar el interior de las columnas y vigas con la finalidad de determinar la cantidad, el diámetro y separación de los aceros longitudinales y transversales.

- ii. Resolver la calidad en base a pruebas en el lugar y en laboratorio de los insumos empleados en la edificación.
- iii. Reconocer el suelo y verificar el sistema utilizado en las cimentaciones de la construcción.

1.3.9. Ensayos de campo.

1.3.9.1. Ensayo de Resistencia por corazón diamantino.

Para Cachay Rafael (2018):

Para verificar la resistencia de un concreto en una estructura, y cuando de la muestra sacada en el lugar es baja, lo más recomendable es que se saque una muestra cilíndrica endurecida, y que se dan por falta de curado, aplicación temprana de cargas a la estructura, por incendios, estructuras antiguas en la que no se conoce su resistencia, etcétera.

Estos testigos cilíndricos son extraídos con equipo sondaje provisto de brocas diamantadas, para su posterior ensayo a la compresión.

Extracción diamantina.

- La extracción se tiene que realizar perpendicularmente a la superficie del componente estructural, teniendo en cuenta que la zona no tenga juntas ni de en el acero de refuerzo.
- Se tiene que excluir las probetas que presenten daños o defectos.

Geometría de las probetas

- El diámetro de la muestra debe ser tres veces más grande que el tamaño máximo nominal del agregado grueso empleado en la producción del concreto.
- El largo de la muestra o espécimen deber ser el doble de su diámetro.
- Testigos que sea menor al 95% de su diámetro, no se podrán utilizar.
- Se puede utilizar testigos de 8.75 cm. de diámetro o más, siempre y cuando los agregados empleados sean mayores a una pulgada.

Resultados y su corrección.

- Si las muestras tienen una relación entre el diámetro y su longitud, menor de 2, se tiene que adecuar los resultados del ensayo de compresión, corrigiendo el efecto de “sunchado” que se produce al aplicar las cargas.
- Para el ajuste de la resistencia a un equivalente de la probeta normal, se utilizarán los siguientes coeficientes los cuales esta normados:

Tabla. 2 Factores de correlación para la relación longitud/diámetro.

Relación longitud/diámetro	Factor de corrección según ASTM C 42M-13	Factor de corrección según BSI
2.00	1.00	1.00
1.75	0.98	0.98
1.50	0.96	0.96
1.25	0.93	0.94
1.00	0.87	0.92

Fuente: Norma ASTM C 42

1.3.9.2. Calicatas.

Para, Chanaga, Julián, Ríos, Cuesta, Carpio (2011):

Técnicas de prospección utilizados para facilitar el reconocimiento geotécnico, estudios edafológicos o pedafológicos del suelo, estas son excavaciones de fondo variable y con mínimo 3.00 metros, y que nos permitirán visualizar la estratigrafía o de lo que se desea evaluar, su resultado es más confiable y completa. En zonas de gravas la calicata es el método más confiable, efectivo y a bajo costo.

1.3.9.3. Ensayo SMAW (Análisis multicanal de ondas superficiales).

Es un sismógrafo que efectúa rápidamente los estudios del perfil de velocidad de las ondas de corte. Nos da indicadores más importantes en los estudios geotécnicos como propiedad elástica, rigidez, de los materiales cercanos a las superficies.

“Las mediciones se realizan por medio de un arreglo lineal de geófonos, espaciados de manera equidistante entre sí. La fuente impulsiva corresponde al golpe del martillo a la placa de teflón” (Videla, Ignacio, 2016, p. 17).

El cable empleado para la conexión de los geófonos con la fuente receptora de la señal posee una longitud de 5 [m] entre receptores. Este es un aspecto importante a considerar ya que para casos de estudio es necesario contar con un registro base para compararlo con aquellos que se creen empleando interlace. Cada medición efectuada para incorporar el efecto contará con un espaciamiento entre geófonos equivalente al doble del espaciamiento utilizado en el registro base, por lo tanto, éste último no podrá contar con un espaciamiento intergeofónico mayor a 2.5 [m], de lo contrario se necesitaría disponer de un espaciamiento mayor a 5 [m] en los registros de interlace, lo que no es posible debido al alcance de los cables p. 17.

El espaciamiento entre geófonos puede afectar los resultados de las mediciones ya que está relacionado a la longitud de onda, la que permite definir la máxima profundidad de investigación, que equivale a, aproximadamente, la mitad del largo del arreglo (Park et al, 2002). Es por ello que la cantidad de geófonos y su espaciamiento es de importante consideración dentro de las mediciones. Si bien las distancias entre geófonos para el método MASW pueden variar de 1 a 4 [m] (Cuadra, 2007, Sandoval, 2013), cuando se cree un registro como base de comparación empleando 18 geófonos no será posible emplear espaciamientos mayores a 2.5 [m], debido a que no se podrá incorporar el efecto interlace con 9 geófonos espaciados a más de 5 [m], por lo que éste será el límite para arreglos con fines comparativos. p.17.

1.3.9.4. Efectos de las paredes de relleno.

Ciertos elementos no estructurales, tales como el tabique divisorio, inciden considerablemente en el desempeño sísmico, si están contruidos con material rígido o que tenga resistencia similar a los estructurales. Es el caso de los muros contruidos con unidades de albañilería de arcilla o concreto de uso común.

I.3.9.4.1. Efecto de columna corta.

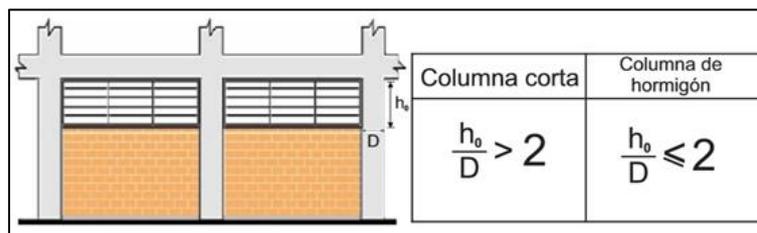
Coronel, Guillermo dice “Las columnas cortas son relativamente rígidas en comparación con otras columnas regulares debido a sus alturas efectivas más bajas, por lo que tienen una alta demanda sísmica. Estas columnas apelan a valores más altos de fuerzas inducidas por terremotos que sus contrapartes; Allí haciéndolo muy vulnerable en terremotos. Este efecto se denomina Efecto de columna corta en la estructura del cuadro. La formación de la columna corta se produce debido a la presencia de vigas” p.16

Figura. 6 Efecto de una columna corta



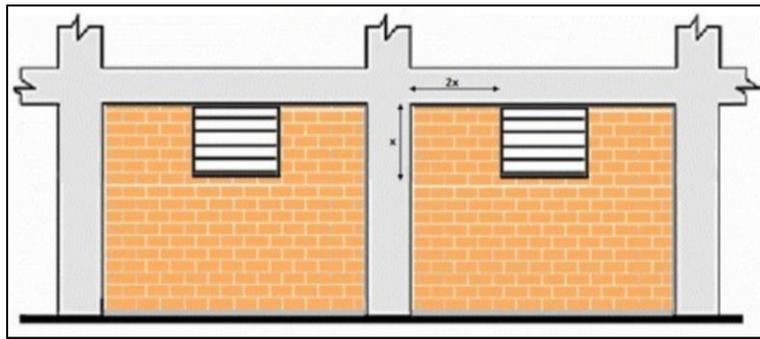
Fuente: <https://www.google.com/search?q=imagenes+de+fallas+en+una+columnacorta>

Figura. 7 Determinación de columna corta.



Fuente: Según método de Hirosawa.

Figura. 8 Recomendación, IPS1 – ACI.



Fuente: ACI.

Según el ACI, recomienda que los muros de la pared se coloquen a dos veces la altura de la ventana desde la columna como se muestra en la figura.

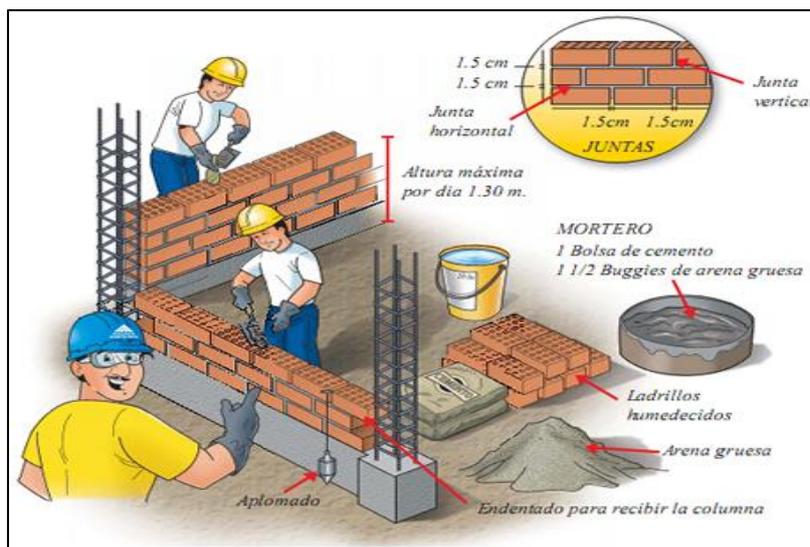
1.3.10. Sistema estructural de las edificaciones.

Para coronel, Guillermo (2019).

A. Albañilería confinada.

Es una edificación construida y diseñada para que sean los muros quienes soporten los movimientos ante un evento sísmico. Debe tener simetría y de forma simple, para que estos muros puedan resistir un sismo tienen que estar bien contruidos y confinados por las columnas y vigas de concreto, losas aligeradas que van apoyadas en las vigas soleras (que son los refuerzos de construcción) p. 14.

Figura. 9 Construcción en albañilería confinada.



Fuente: Aceros Arequipa

B. Sistema estructural a porticado.

Según Rodríguez, Rosario (2018). Este método se constituye por vigas y pilares de concreto armado y que se encuentran entrelazados entre sí a través de nudos rígidos permitiendo la transferencia de los momentos flectores y cargas axiales hacia los pilares. Generalmente los pórticos son rellenos con albañilería de bloques de concreto, arcillas, sílico calcáreo. Tiene la ventaja de ser muy versátil con la distribución de los ambientes, y al ser estructuras bien flexibles, las solicitaciones sísmicas son pequeñas. Entre sus desventajas es que, al ser muy flexibles, tiene poca resistencia ante cargas laterales y producen daños en elementos como los tabiques, el empleo de este sistema es limitado puesto que mientras más alto sea requerirá de elementos más robustos por ende se tendrá proyectos económicos y arquitectónicamente no viable p, 20.

Figura. 10 Edificación de un colegio con el sistema a porticado.



Fuente: Elaboración propia.

1.3.11. Calidad de los materiales y de los procesos constructivos.

Blanco Marianela (2012) considera que:

No solo es acatar las normas vigentes para garantizar un buen desempeño de los elementos estructurales si no también la calidad de los insumos, la asesoría técnica y la parte operativa calificada durante el proceso, son hechos fundamentales para el

comportamiento de la construcción de una estructura y pueda ser lo más próximo al diseño.

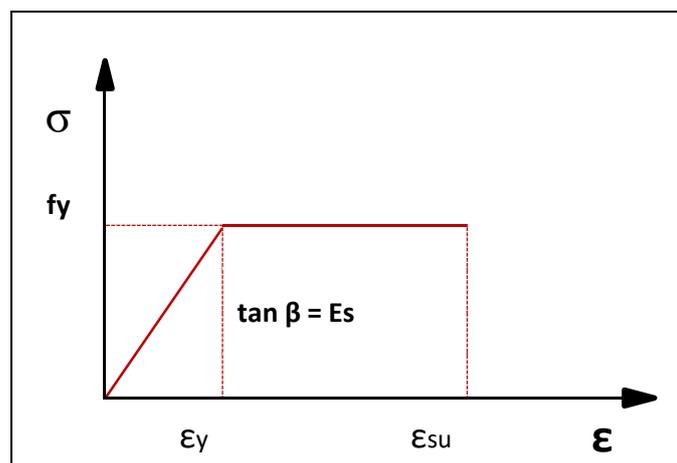
1.3.11.1. Leyes constitutivas de comportamiento del concreto armado.

Según Arone, Juan (2019), señala que:

Uno de los materiales de construcción en obras civiles es el concreto armado insumo esencial para proyectar construcciones de una edificación. Está compuesto por barra de acero como refuerzo y el concreto. El comportamiento de cada uno de sus componentes fue investigado por medio de ensayos y la relación esfuerzo con la formación se presentan de manera simplificada.

- **Ley constitutiva del acero.** Lo más representativo para el comportamiento del acero es el modelo de Park y Paulay (1980) que presenta tres modelos de comportamiento.
 - El modelo Elastoplástico se caracteriza por tener dos líneas rectas. Es decir, solo se presenta la zona elástica y la zona de fluencia constante. Se desprecia el endurecimiento del acero. Para el caso de evaluación de estructuras en el límite plástico no es representativo p. 54.

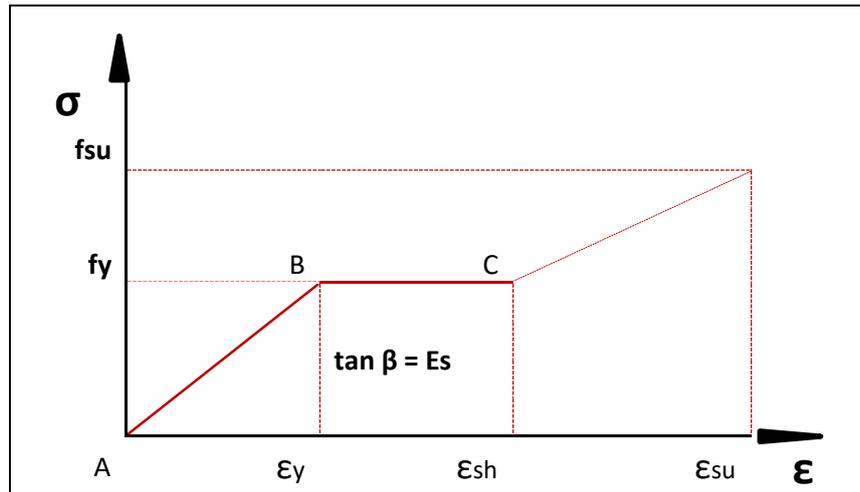
Gráfico. 2 Modelo Elastoplástico.



Fuente: Navarro & Fernández (2006).

- El modelo trilineal se caracteriza por tener tres zonas definidos. Es decir, se presenta la zona elástica (tramo A-B), la zona de fluencia (tramo B C) y la zona de endurecimiento por la deformación (tramo C-D). Para el caso de evaluación de estructuras en el límite plástico este modelo es representativo debido a que tiene el comportamiento inelástico.

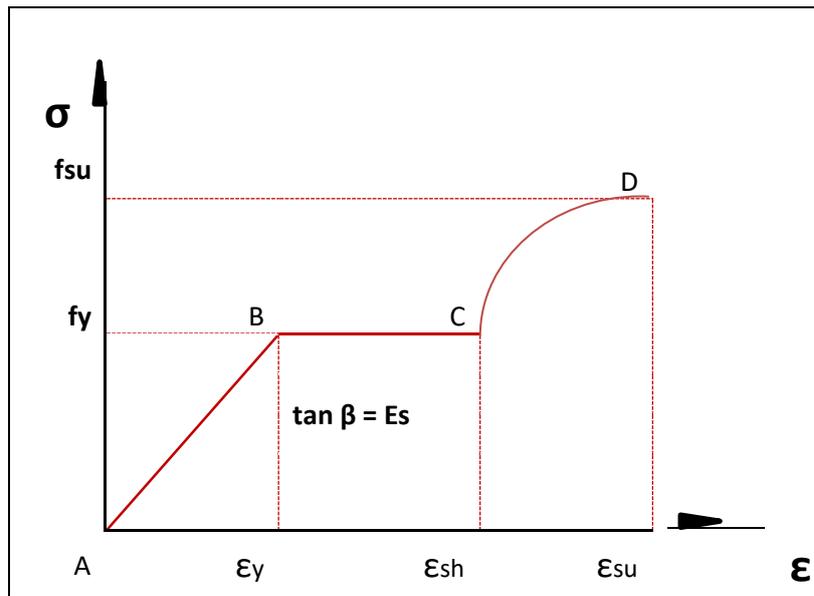
Gráfico. 3 Modelo Trilineal.



Fuente: Navarro & Fernández (2006).

- El modelo de curva completa se caracteriza por tener también tres zonas definidos y es la ideal para simbolizar el comportamiento del acero de refuerzo hasta su rotura. Es decir, se presenta la zona elástica (tramo A-B), la zona de fluencia (tramo B-C) y la zona de endurecimiento por la deformación (tramo C-D). El punto D es la rotura del acero a tracción representado por la deformación unitaria última. Esta ley constitutiva es el más refinado, pero no se usa con frecuencia (Aullaca, 2006).

Gráfico. 4 Modelo Curva completa.



Fuente:(Navarro & Fernández, 2006).

- **Ley constitutiva del concreto.** Para representar la ley constitutiva para el concreto se debe diferenciar el concreto no confinado y el concreto confinado. El uso del concreto no confinado es para realizar diseños y el concreto confinado para evaluar la capacidad que tienen las estructuras ya construidas. En la Figura 16 se muestra las secciones transversales de una viga y una columna existente, donde se puede apreciar la zona confinada por los estribos (parte sombreada) y una pequeña parte de la sección no confinada (recubrimiento).

En cuanto al comportamiento del concreto confinado con respecto al concreto no confinado se puede ver la gran diferencia significativa debido al confinamiento. Los estribos de una sección la mayor capacidad en el esfuerzo de compresión, como también en la deformación unitaria p. 56 (Imagen de concreto confinado y sin confinar) esfuerzo de compresión vs deformación unitaria

1.3.12. Métodos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones.

1.3.12.1. Método Hirosawa

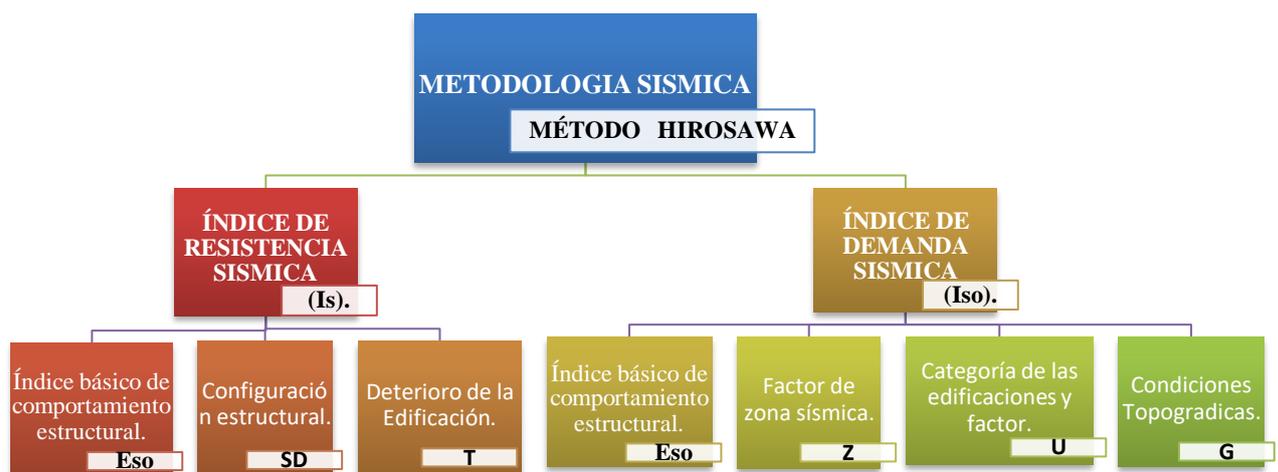
Para Cucho, Herberth (2018) El método de Hirosawa se desarrolla en el año 1992 con la finalidad de precisar el grado de vulnerabilidad sísmica que presentan las estructuras de concreto armado, en la actualidad el uso de este método se ha expandido en el

mundo y también se aplica no solo en hospitales sino también en las instituciones educativas, municipalidades, centros comerciales, Centros educativos , este método puede predecir el riesgo y daño que una edificación podría soportar, la creación de este método se basa en la experiencia japonesa ya que este país es un lugar altamente sísmico, este método también se aplica en edificaciones mixtas y albañilería p. 35.

Para Soto Edelmira (2018), Este es un método que se basa en la experiencia japonesa ante situaciones de movimientos sísmicos. El método de segundo orden se fundamenta básicamente en el estudio de la resistencia última de la armadura, considerando un comportamiento de edificio cortante para el sistema estructural. En virtud al diafragma rígido, la manera de colapso será del tipo panel, fallando los pilares al haber alcanzado su máxima capacidad del sistema calculado, a partir de un análisis espectral del sistema. Este método tiene en cuenta la geología y morfología del procedimiento, además el nivel de daño existente, el deterioro por el tiempo de vida útil y por la influencia de las condiciones climatológicas en la cual se encuentre ubicado la edificación p. 39.

Esta metodología japonesa compara los valores del índice de resistencia sísmica propio de la estructura versus el índice de la demanda sísmica de la edificación.

Gráfico. 5 La vulnerabilidad estructural se establece considerando que.



Fuente: Elaboración propia,

- Si $I_s > I_{so}$, La estructura de la edificación tendrá un comportamiento **sísmico seguro**, ante un eventual sismo.
- Si $I_s < I_{so}$, La estructura de la edificación tendrá un comportamiento **sísmico inseguro**, ante un eventual sismo.

Ambas relaciones solo establecen una suposición

- **Cálculo del índice (I_s)**

Este índice de resistencia sísmica se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$I_s = E_o \times SD \times T.$$

Cálculo de Índice de comportamiento estructura (E_o):

$$E_o = (N_p + 1)/(N_p + 1) \times (\infty_1 \times (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \infty_2 + C_w + \infty_3 \times C_c)$$

- Donde n_p : Número de pisos; i : Piso en evaluación

C_{ma} : Resistencia proporcionada por los muros de albañilería confinada.

$$C_{mar} = \frac{0.6 \times 0.85 \times V \times (x + a)^n \times \sum C_{mar}}{\sum_{j=i}^{n_p} W_j}$$

$$C_{mar} = \frac{0,6 * 0,85 * V' * m * \sum A_{mar}}{n_p \sum_{j=i} W_j}$$

Resistencia proporcionada por las columnas cortas.

$$C_{sc} = \frac{f_c}{200} \left(\frac{15 * \sum A_{sc}}{n_p \sum_{j=i} W_j} \right) =$$

C_a : Resistencia facilitada por las paredes de albañilería parcialmente confinada.

C_w : Resistencia facilitada por las pantallas de hormigón armado.

C_c : Resistencia facilitada por las columnas no cortas.

$$C_c = \left(\frac{fc}{200} \right) \left(\frac{10 * \sum A_{c_1} + 7 * \sum A_{c_2}}{n_p} \right) \sum_{j=i} W_j$$

W: Peso de la edificación en kg

Σ : Sumatoria de área secciones en cm^2

Tabla. 3 Tabla de valores de coeficientes de acuerdo al elemento.

Valores de los coeficientes α_1				
Tipo	α_1	α_2	α_3	Modo de falla
A	1.0	0.7	0.5	Paredes de albañilería como relleno, columnas cortas o paredes de albañilería no fortificadas, parcialmente confinada o paredes de albañilería confinada controlan la deficiencia.
B	0.0	1.0	0.7	Paredes de concreto armado controlan la deficiencia.
C	0.0	0.0	1.0	Pilares de concreto armado controlan la deficiencia.

Fuente: Fundamentos para moderarlos desastres en centros de salud.

F: Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales.

F = 1.0 si, C_{mar} , C_a y C_{sc} , son iguales a cero

F = 0.8 si, C_{mar} , C_a y C_{sc} son distintos de cero

SD: Configuración estructural.

Para la configuración estructural Hirosawa propone la siguiente ecuación, de acuerdo a los datos de la tabla N° 5:

$$S_D = \prod_{i=1}^{i=8} q_i$$

$q_i = \{1, 0 - (1 - G_i) * R_i\}$ para $i = 1, 2, 3, 4, 5, 7$ y 8

$q_i = \{1, 2 - (1 - G_i) * R_i\}$ para $i = 6$

Tabla. 4 Tabla de valores de coeficientes de acuerdo al elemento

ÍTEMS (qi)		Gi			Ri
		1.0	0.9	0.8	
1	Regularidad.	Regular (a1)	Mediano (a2)	Irregular (a3)	1.0
2	Relación largo-ancho.	$m < 5$	$5 < m < 8$	$m > 8$	0.5
3	Contracción de planta.	$c > 0.8$	$0.5 < c < 0.8$	$c < 0.5$	0.5
4	Atrio o patio interior.	$Rap < 0.1$	$0.1 < Rap < 0.$	$Rap > 0.3$	0.5
5	Excentricidad de atrio o patio interior.	$f1 = 0.4$	$f1 < 0.4$	$f1 > 0.4$	0.25
		$f2 = 0.1$	$0.1 < f2 < 0.3$	$f2 > 0.3$	
6	Subterráneo.	$Ras > 1.0$	$0.5 < Ras < 1.0$	$Ras < 0.5$	1.0
7	Junta de dilatación.	$s > 0,01$	$0,005 < s < 0,01$	$s < 0,005$	0.5
8	Uniformidad de altura de Piso.	$Rh > 0.8$	$0,7 < Rh < 0,8$	$Rh < 0,7$	0.5

Fuente: Fundamentos para moderarlos desastres en centros de salud.

T: Deterioro de la estructura

La organización mundial para la salud propone unas tablas con valores sobre el actual estado de la estructura y es proporcionada en la tarjeta de recolección de informaciones.

• Cálculo del índice (Iso)

Este indicador de demanda sísmica se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$I_s = E_o \times G \times Z \times U.$$

G: Condiciones topográficas.

1.00	Para condiciones topográficas sin pendiente
1.10	Para zona de pendiente.

Z: Zonificación sísmica.

4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

U: Uso de instituciones educativas.

Ver nota 1	A1	Construcciones Esenciales.
1.5	A2	
1.3	B	Construcciones Importantes.
1	C	Construcciones Comunes.
Ver nota 2	D	Construcciones Temporales.

1.3.12.2. Análisis estático lineal.

Para López, Oscar Andrés. (2014) En este procedimiento las deformaciones y fuerzas en los componentes estructurales, se hallan por intermedio del análisis estático de la estructura, condicionado a una serie de cargas laterales teniendo en cuenta que el sistema es lineal y elástico. Los efectos inelásticos se incorporan de una manera indirecta al considerar el espectro inelástico de respuesta. Los atributos de rigidez de los componentes estructurales y de atenuación de la estructura, se eligen de tal forma que correspondan a un grado muy cerca al nivel de cedencia.

Este método tiene una mayor confiabilidad en el caso de construcciones regulares de limitado niveles, con un poco demanda de deformaciones inelásticas, evaluándose:

- Fuerza cortante en la base.
- Período esencial de vibración.
- Distribución vertical de fuerzas laterales.
- Fuerzas y deformaciones en elementos estructurales.

Para Cortez, Christopher, Fernández, José. (2017), considerando una rigidez estática lineal. Los insumos que componen la estructura se basan en la Ley de Hooke teniendo en cuenta la linealidad del mismo. Considera la acción sísmica a través de la repartición de cargas horizontales, realizándose el cálculo del cortante basal en el centro de masas en cada nivel. Los pesos en la edificación serán atribuidos gradual y paulatinamente, además alcanzar completamente su magnitud. Entendiéndose que las cargas permanecerán constantes en el tiempo.

Por tanto este estudio es aplicable en edificaciones con estructuras regulares, en el que predominen el primer modo de vibración p. 40

1.3.12.3. Análisis estático no lineal Pushover.

Para Pucuhuayla, Oscar. (2018) Trata en la respuesta de la estructura ante ciertas fuerzas laterales. La acción de la misma ante estas fuerzas, genera el comportamiento de capacidad de la estructura ante el movimiento sísmico, este sistema se fundamenta en aplicar un reparto vertical de fuerza lateral a la estructura de la edificación, y esta debe incrementarse uniformemente logrando que la armadura obtenga el máximo desplazamiento, mediante la gráfica del cortante basal y el desplazamiento en el límite de la estructura p.10.

También Pucuhuayla, Oscar, (2018): En este modelo de investigación, el tipo de la armadura integra directamente las propiedades no lineales de la correspondencia fuerza-deformación de los componentes de la estructura a causa de la respuesta inelástica del material; la importancia más común para el análisis es la curva de capacidad de pesos o curva “Pushover”, lo que significa la relación entre el cortante basal y el desplazamiento en la parte superior de la estructura de la edificación. En este método, el ejemplo matemático incluye las propiedades no lineales que caracterizan la respuesta inelástica de todos los componentes de la estructura p.12.

1.3.12.3.1. Curva de capacidad.

Para Páez, Julio (2015):

La capacidad total de una estructura está en virtud de la capacidad de esfuerzos y deformación de los elementos estructurales. La curva de capacidad se logra aplicando la técnica del pushover mediante un estudio estático no lineal. Al reforzar con FRP se incrementa la inclinación de la curva de capacidad por tanto la estructura es capaz de resistir una mayor sollicitación lateral con un menor desplazamiento en la azotea p.

1.3.12.3.2. Derivas.

También menciona Páez, Julio (2015):

Del estudio de respuesta espectral, se lograron los siguientes resultados referentes a las derivas que muestran, la disminución en porcentajes bajos, lo que indica que el uso práctico del FRP como elemento rigidizador global, es ineficiente, esto se debe a la escasa sección transversal que aporta al elemento; sin embargo al confinar a los elementos, aumenta la resistencia a la compresión, y por lo tanto su módulo de

elasticidad, modificando levemente la rigidez del elemento y de la estructura, permitiendo actuar en los puntos frágiles de la estructura, mejorado la capacidad portante del elemento y contribuyendo al desempeño estructural p. 49.

1.3.12.3.3. Control de desplazamientos laterales.

Para Ortiz, Koki (2017):

La mayor importancia de las edificaciones diseñadas es la respuesta estructural para contrarrestar un evento sísmico es el desplazamiento relativo de los entrepisos estudiados, este valor es el más utilizado en las normas sismo resistentes de diferentes naciones, con estos valores se estima los daños que se podrían presentar la estructura y sus componentes p. 29

1.3.12.4. Análisis dinámico lineal

Para Chao, B, Fangze, X, Gang Chen, Xiaotong Ma, Mingjie Mao y Shaogang Zang (2019):

El estudio dinámico es uno de los sistemas disponibles más poderosos, está basado en el historial dinámico del periodo no lineal, IDA también analiza el nivel de rendimiento sísmico del sistema estructural mediante una considerable cantidad de resultados de cálculos sísmicos. Este método es muy empleado en el proceso de evaluación del desempeño sísmico estructural y análisis de vulnerabilidad p. 2

1.3.12.5. Análisis Dinámico espectral

Para Muhammad Zain, Muhammad Usman, Syad Hassan Farroq, y Tahir Mchmood (2019)

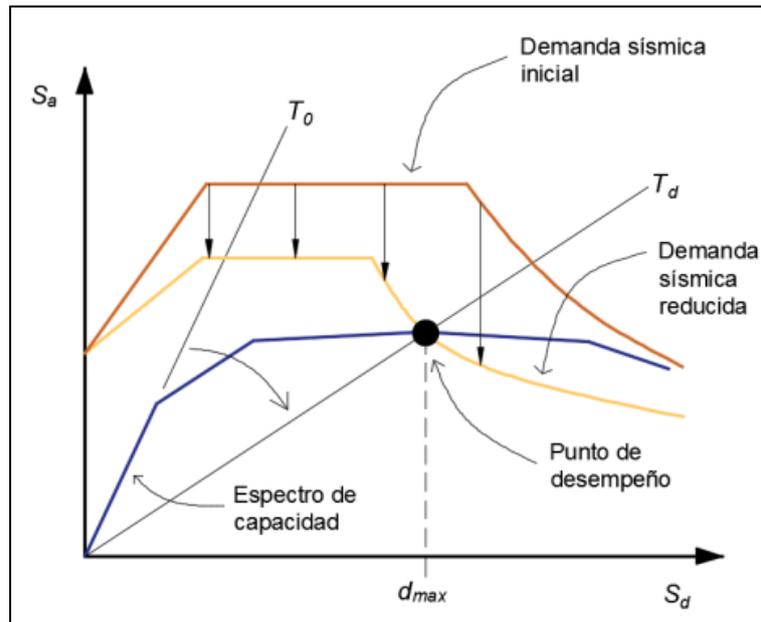
“El análisis dinámico incremental (IDA) sirve como el método más confiable para evaluar el desempeño estructural contra excitaciones sísmicas, IDA ha demostrado ser una herramienta espléndida para vulnerabilidad probabilística y evaluaciones de riesgo” p. 6

1.3.12.6. Método del espectro de capacidad – Norma ATC - 40.

El presente método consiste en la aplicación del Pushover o estudio estático no lineal con el propósito de representar gráficamente la capacidad estructural al soportar

fuerzas laterales, en términos del desplazamiento de la estructura ante un evento sísmico se representa la demanda y la verificación del desempeño conveniente al confrontar la resistencia de la estructura versus la demanda sísmica.

Figura. 11 Representación gráfica del método del espectro de capacidad.



Fuente: Norma ATC- 40.

I.3.12.6.1. Objetivos de desempeño y amenaza sísmica

La finalidad del desempeño es determinar un comportamiento óptimo de la estructura bajo la demanda sísmica.

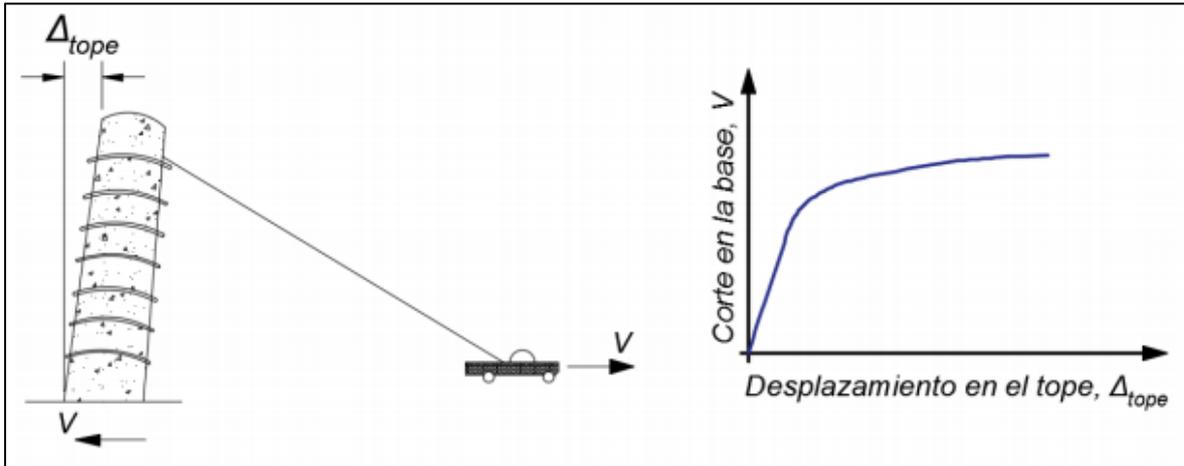
- Se fundamenta al determinar el máximo estado tolerable de daño:

$$\text{Grado de Desempeño} = \text{Grado de Desempeño Estructural} + \text{Grado de Desempeño No Estructural}$$

I.3.12.6.2. Procedimiento para construir la curva de capacidad.

La curva de capacidad Pushover calcula de manera aproximada, la respuesta estructural después de superar su límite elástico. Lográndose ubicar el corte en la base y el desplazamiento en el techo a consecuencia del empleo gradual de un tipo de cargas laterales.

Gráfico. 6 Representación de la curva de capacidad o curva Pushover

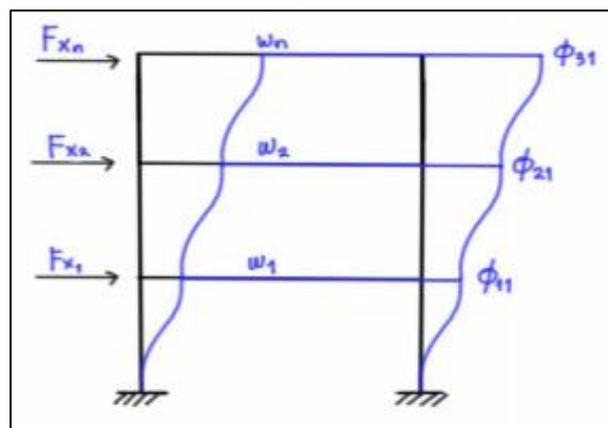


Fuente: Adaptación del ATC-40 (1996).

- Iro. Aplicar fuerzas laterales incrementalmente, hasta que alcance un estado límite en cada nivel de piso de la estructura de la edificación, en proporción del producto de la masa y la forma modal del modo fundamental (modo 1). Este estudio debe incluir cargas gravitacionales.

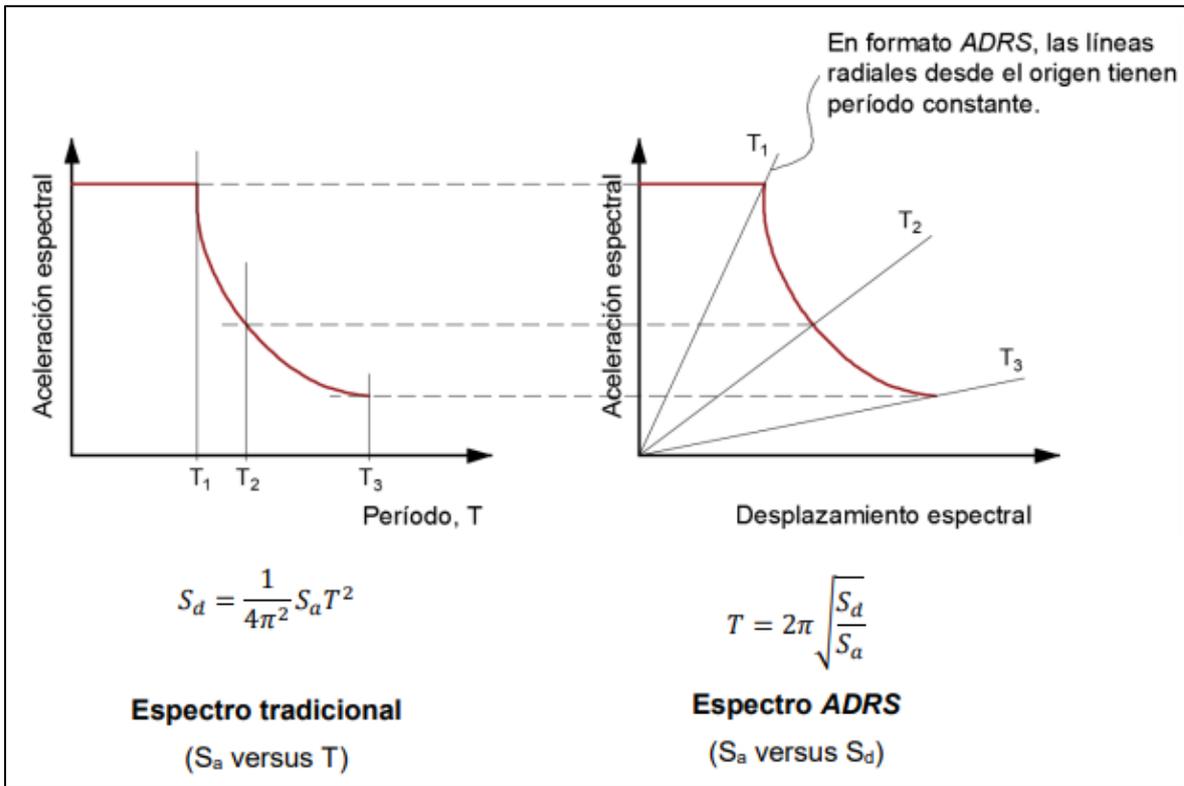
$$F_x = \frac{w_x \phi_x}{\sum w_x \phi_x} V$$

Figura. 12 Patrón de carga lateral para la construcción de la curva Pushover.



Fuente: Adaptación de ATC-40 (1996).

Gráfico. 8 Espectro de respuesta en formato tradicional y formato ADRS



Fuente: ATC-40 (1996)

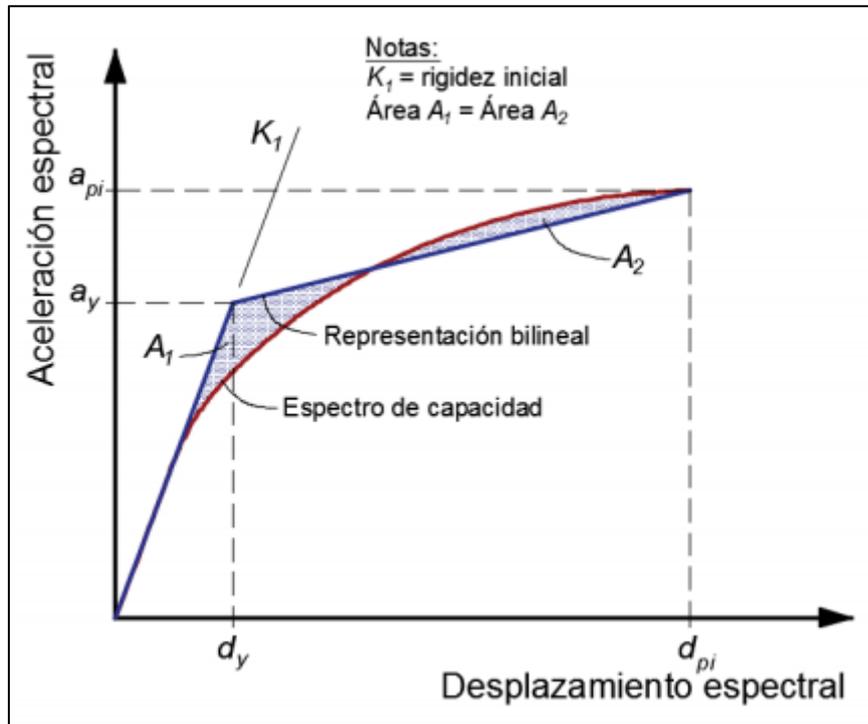
3ro. Construcción de la representación bilineal del espectro de capacidad.

Para determinar el amortiguamiento real y la reducción adecuada de la demanda espectral, se necesita construir una representación bilineal del espectro de capacidad, para ello se requiere definir el punto api , dpi , hallando el posible punto de desempeño, para acrecentar un espectro de demanda reducido. Si interseca el espectro en mención la curva de capacidad en el punto estimado api , dpi , entonces asumiremos que éste será el punto de desempeño.

Para lograr la representación bilineal, el área designada como $A1$ en la figura anterior sea igual al área $A2$. El propósito de tratar igualar gráficamente las áreas $A1$ y $A2$, es el de representar una energía de igual magnitud asociada a cada tramo.

<

Gráfico. 9 Representación bilineal del espectro de capacidad.



Fuente: Adaptación del ATC-40 (1996).

4to. Reducción de la demanda por efectos no lineales

El amortiguamiento que se presenta en la estructura cuando pasa a un rango inelástico producto del movimiento del terreno, se observa como una mezcla de amortiguamiento viscoso inherente a la estructura, más amortiguamiento histerético.

$$\beta_{eq} = \beta_0 + 0.05$$

Dónde:

β_{eq} : amortiguamiento viscoso equivalente

β_0 : Amortiguamiento histerético, puntualizado como amortiguamiento viscoso idéntico 0.05: 5% de amortiguamiento viscoso propio en la estructura (atribuido constantemente).

El término β_0 se calcula como (Chopra 1995):

$$\beta_0 = \frac{1}{4\pi} \frac{E_D}{E_{S0}}$$

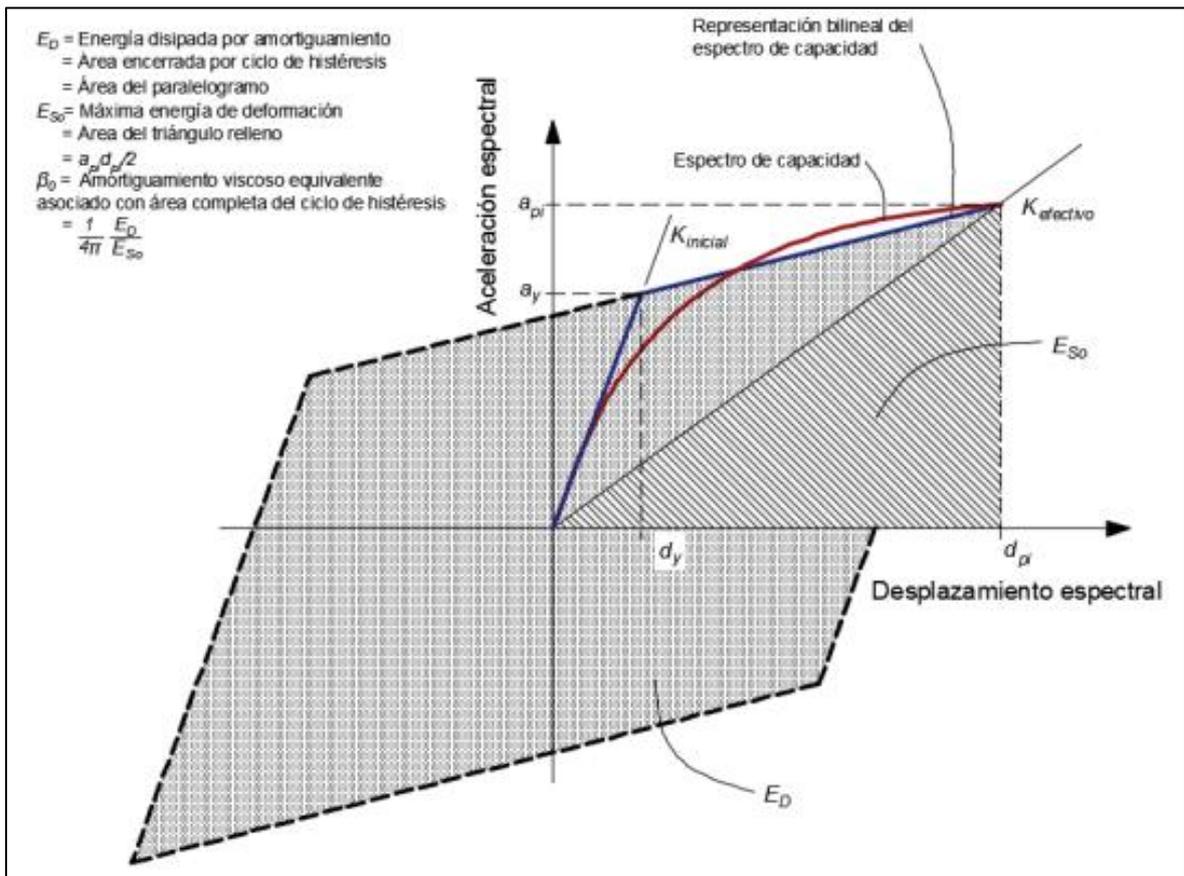
Dónde:

ED = energía disipada por amortiguamiento.

ESo = máxima energía de deformación.

La representación física de esta formulación, se indica en el siguiente gráfico:

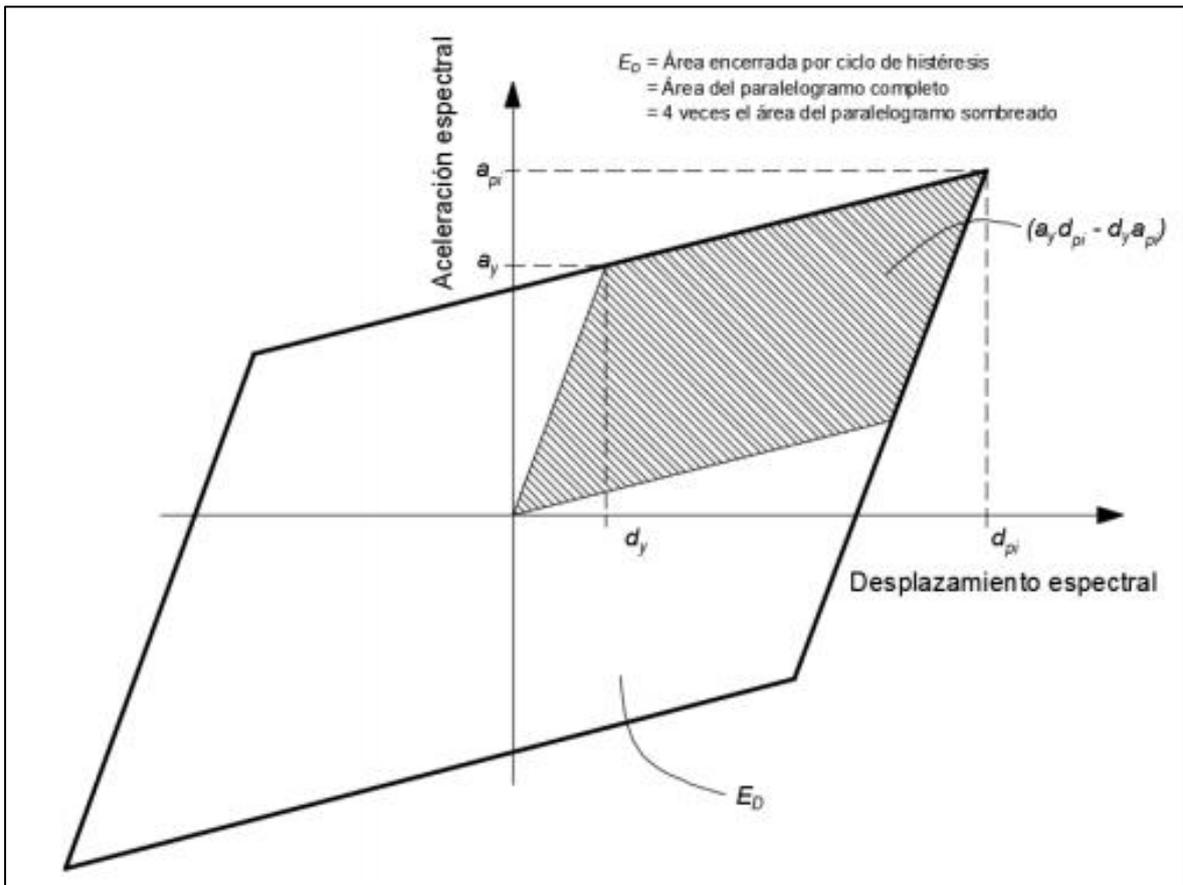
Gráfico. 10 Desarrollo del amortiguamiento para reducción espectral.



Fuente: Adaptación de ATC-40 (1996).

Se establece con la siguiente fórmula la energía disipada: $ED = 4(ayd_{pi} - dyapi)$, mostrada en la figura a continuación.

Gráfico. 11 Derivación de la energía disipada por amortiguamiento, E_D .



Fuente: Adaptación de ATC-40 (1996).

El valor de la máxima energía de deformación puede calcularse como: $E_{So} = a_{pi} d_{pi} / 2$.

El término de β_0 puede escribirse como:

$$\beta_0 = \frac{1}{4\pi} \frac{4(a_y d_{pi} - d_y a_{pi})}{a_{pi} d_{pi} / 2} = \frac{2}{\pi} \frac{a_y d_{pi} - d_y a_{pi}}{a_{pi} d_{pi}}$$

$$\beta_0 = \frac{0.637(a_y d_{pi} - d_y a_{pi})}{a_{pi} d_{pi}}$$

Ecuación en porcentaje de amortiguamiento crítico:

$$\beta_0 = \frac{63.7(a_y d_{pi} - d_y a_{pi})}{a_{pi} d_{pi}}$$

Por lo tanto, el amortiguamiento viscoso (5%) equivalente sería:

$$\beta_{eq} = \beta_0 + 5 = \frac{63.7(a_y d_{pi} - d_y a_{pi})}{a_{pi} d_{pi}}$$

El ciclo de histéresis idealizado es un acercamiento razonable para una edificación con ductilidad, sometido a un sismo de duración relativamente y con amortiguamiento viscoso similar menor a un 30% aproximadamente. En otras condiciones, la representación en mención podría conllevar a errores, porque los lazos de histéresis serían irregulares. En dichos casos, deberá utilizarse un factor de modificación de amortiguamiento de valor κ , de la siguiente manera:

$$\beta_{eff} = \kappa\beta_0 + 5 = \frac{63.7\kappa(a_y d_{pi} - d_y a_{pi})}{a_{pi} d_{pi}} + 5$$

El factor κ se considera en función del comportamiento estructural de la construcción, que a su vez está sujeto a la duración del movimiento telúrico y a la calidad del sistema resistente a carga lateral. Se establecen tres categorías:

Tipo A: Propio de una estructura con lazos de histéresis estables,

Valor de $\kappa = 1$.

Tipo B: Representando la reducción moderada de área.

Valor de $\kappa = 2/3$.

Tipo C: Con un comportamiento histerético pobre con reducción substancial del área del lazo (severamente angosto).

Valor asignado de $\kappa = 1/3$.

Los valores en mención dependen del valor de amortiguamiento histerético ocurrido, afectando a estructuras. Cuando el tipo A es mayor a 16.25% y los del tipo B cuando es mayor a 25%, como se muestra en las tablas a continuación.

Las siguientes ecuaciones nos ayudaran a estimar los factores de reducción SR_A y SR_B , desarrolladas por Newmark y Hall, se presentan a continuación:

$$SR_A \approx \frac{3.21 - 0.68 \ln(\beta_{eff})}{2.12} \qquad SR_B \approx \frac{2.31 - 0.41 \ln(\beta_{eff})}{1.65}$$

En la norma ATC-40 se presentan tabulados dichos valores de reducción espectral de acuerdo con el valor de β_0 y al tipo de comportamiento estructural. Se detalla a continuación.

Tabla. 5 Factores de reducción espectrales.

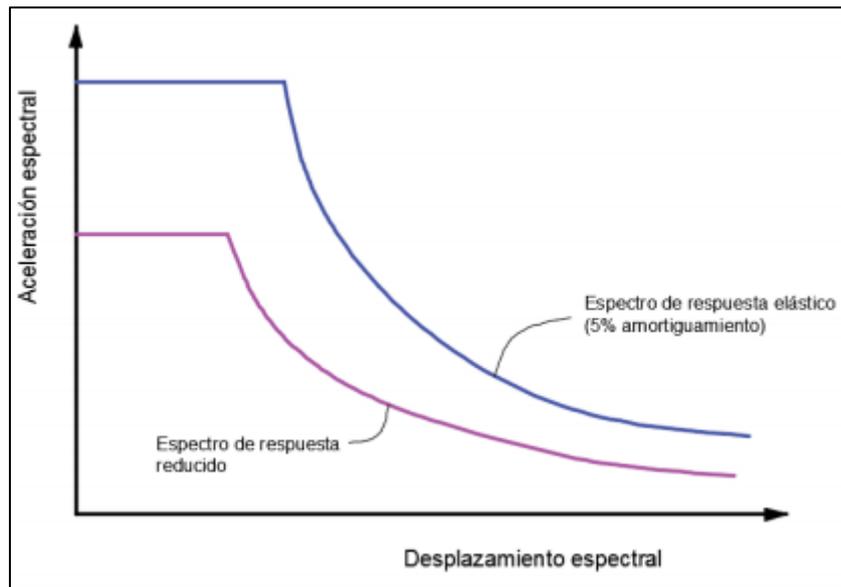
β_0 (percent)	Behavior Type A ¹			Behavior Type B ²			Behavior Type C ¹		
	β_{eff}	SR_A (1/ B_s)	SR_v (1/ B_u)	β_{eff}	SR_A (1/ B_s)	SR_v (1/ B_u)	β_{eff}	SR_A (1/ B_s)	SR_v (1/ B_u)
0	5	1.00	1.00	5	1.00	1.00	5	1.00	1.00
5	10	0.78	0.83	8	0.83	0.87	7	0.91	0.93
15	20	0.55	0.66	15	0.64	0.73	10	0.78	0.83
25	28	0.44	0.57	22	0.53	0.63	13	0.69	0.76
35	35	0.38	0.52	26	0.47	0.59	17	0.61	0.70
≥45	40	0.33	0.50 ²	29	0.44	0.56	20	0.56	0.67 ²

Fuente: ATC-40 (1996)

5to. Desarrollo del espectro de demanda.

Con 5% de amortiguamiento inicial, los valores de las abscisas y ordenadas en el espectro de respuesta deben multiplicarse por los factores de reducción SR_A y SR_B , en orden de obtener el espectro de demanda reducido.

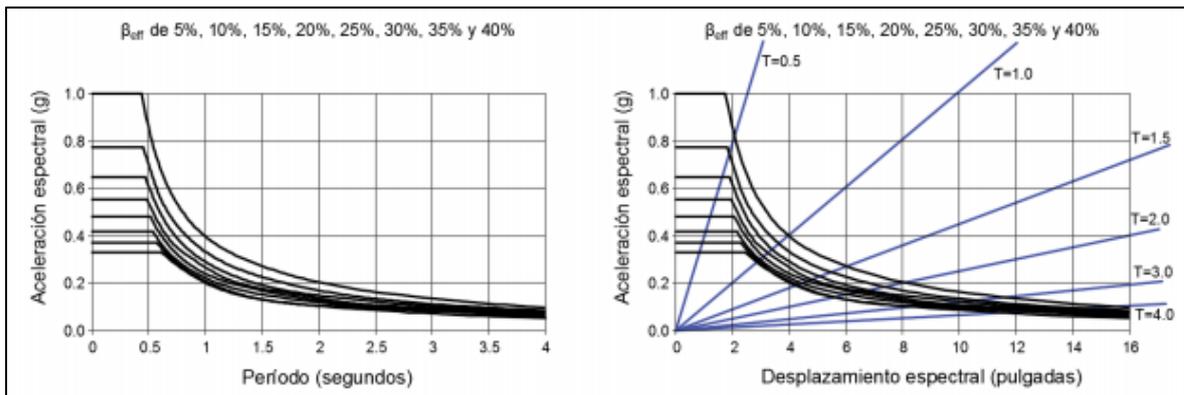
Gráfico. 12 Espectro de respuesta reducido.



Fuente: Adaptación de ATC-40 (1996).

En la siguiente figura, se obtiene una familia de espectros de demanda, donde cada uno representa un nivel diferente de amortiguamiento efectivo, graficado para el nivel requerido de amenaza sísmica. Se muestra en formato tradicional (izquierda) y formato ADRS (derecha).

Gráfico. 13 Familia de espectros de demanda, en formato tradicional y formato ADRS.



Fuente: Adaptación de ATC-40 (1996)

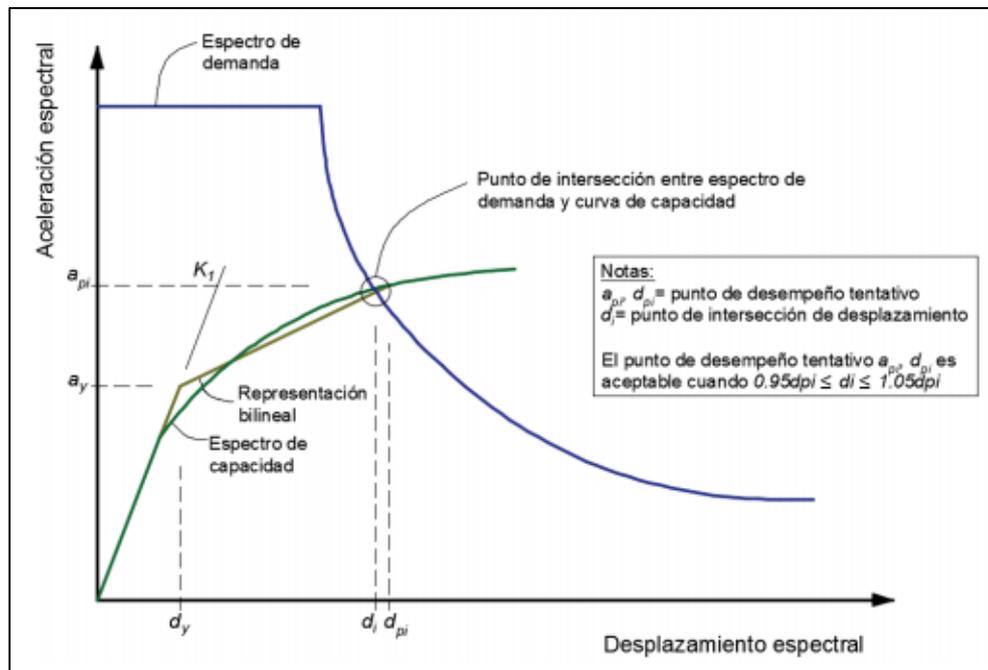
6to. Intersección de Espectro de Capacidad con el Espectro de demanda.

El cálculo del desplazamiento donde la demanda y la capacidad se igualan, requiere un desarrollo interactivo donde, al principio se realiza el análisis entre el espectro de capacidad y el espectro de demanda, representando a través del espectro de respuesta

elástico usando 5% de amortiguamiento, y que progresivamente será ajustado por estos factores de reducción, que consideran de manera compatible la disipación histerética de energía o amortiguamiento efectivo asociado al punto de desplazamiento obtenido en cada etapa.

El **punto de desempeño** representa el máximo desplazamiento estructural deseable para el movimiento del suelo definido como demanda.

Gráfico. 14 Punto de intersección o de desempeño entre los espectros de capacidad y de demanda.

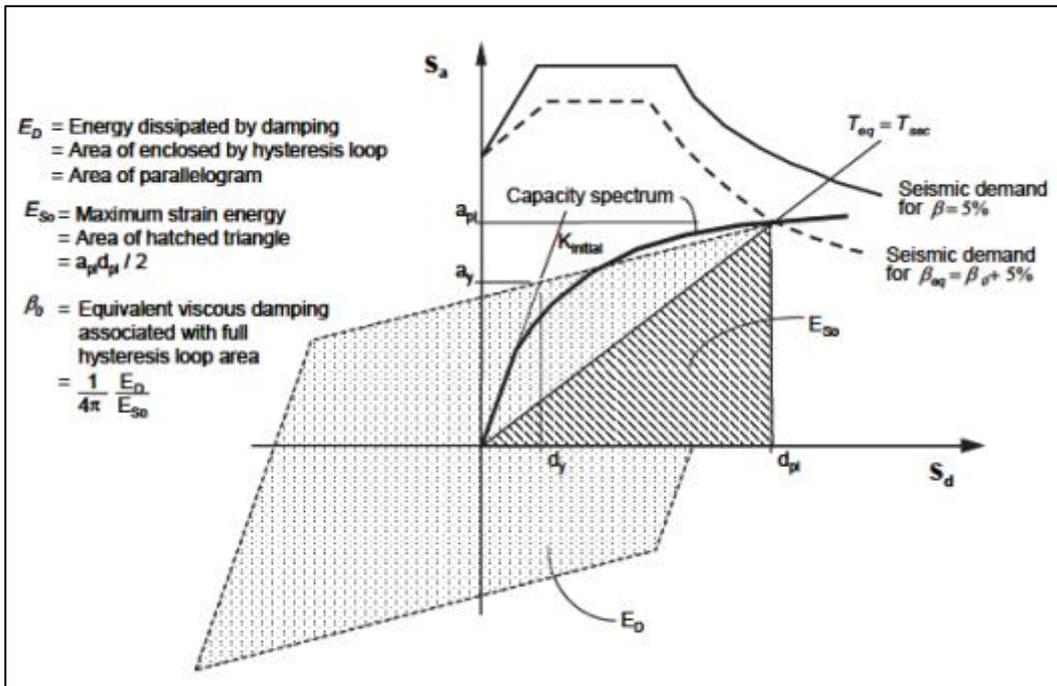


Fuente: Adaptación de ATC-40 (1996).

1.3.12.7. Procedimiento mejorado del método del espectro de capacidad según FEMA 440 (linealización equivalente).

En el documento FEMA 440 establece un procedimiento denominado Linealización Equivalente Mejorada, como modificación al momento del espectro de capacidad del ATC- 40.

Gráfico. 15 Representación gráfica del Método del Espectro de Capacidad del ATC-40.



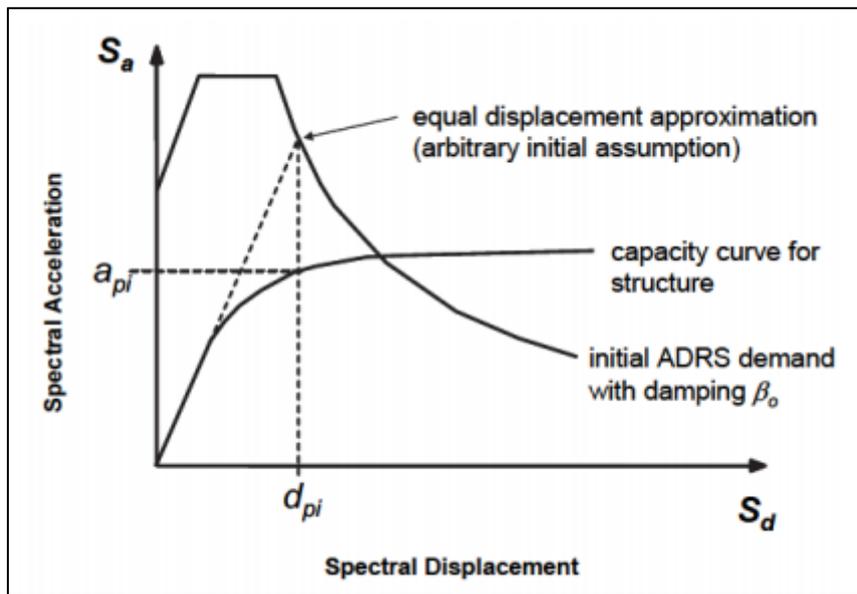
Fuente: FEMA 440, 2005.

Procedimientos de solución.

Son tres los métodos para determinar el punto de desempeño que se exponen en el FEMA 440, y cuentan con los pasos iniciales similares, los cuales incluyen:

- Elegir un espectro característico del movimiento del terreno de interés, con un amortiguamiento inicial (generalmente igual a 5%).
- Cambiar dicho espectro a formato ADRS, considerando los efectos de interacción del suelo estructural cuando corresponda, el cual será nuestra demanda inicial.
- Formar una curva de capacidad para la estructura a ser analizada y transformarla a formato ADRS. Se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico. 16 Espectros iniciales de demanda y capacidad, en formato ADRS.



Fuente: FEMA 440, 2005.

Para la representación bilineal.

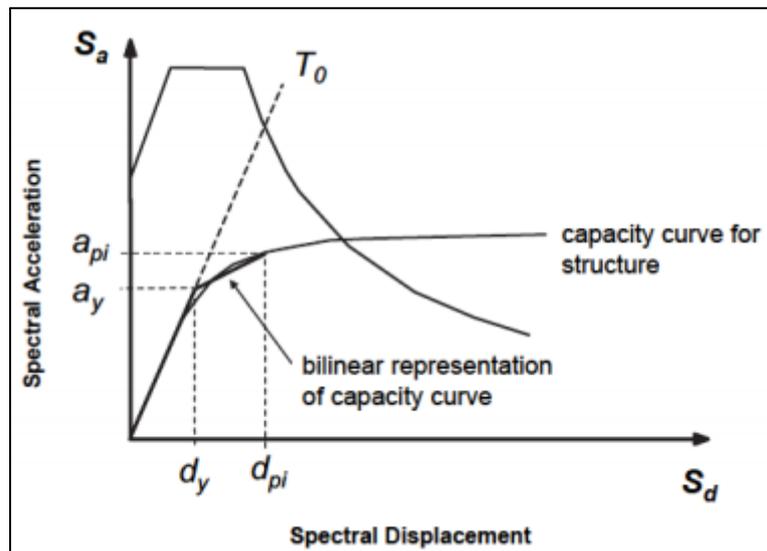
Calcula los valores de la rigidez post-elástica α :

$$\alpha = \frac{\left(\frac{a_{pi} - a_y}{d_{pi} - d_y}\right)}{\left(\frac{a_y}{d_y}\right)}$$

Calcula ductilidad μ :

$$\mu = \frac{d_{pi}}{d_y}$$

Gráfico. 17 Representación bilineal del espectro de capacidad.



Fuente: FEMA 440, 2005.

1.3.13. Modelamiento de la estructura con el software Robot Structural

Según Alzate Alejandro (2015):

“Solo se va realizar la modelación de las estructuras de 2 pisos en el pabellón B, con el fin de determinar cuáles son los elementos más vulnerables y que tipo de refuerzo se propondrá con su respectivo costo aproximado” p.

Las edificaciones de un solo piso, se realizó el diagnostico anterior de manera cualitativa, con el fin de nombrar los aspectos más importantes a tener en cuenta en la toma de decisiones finales en nuestra capital, el problema en Comas, Carabayllo y San Juan de Lurigancho

1.3.14. Reforzamiento estructural.

Según Arone, Juan (2019) Las intervenciones estructurales en las edificaciones existentes son de importancia ya que permite reducir la vulnerabilidad ante eventualidades temporales o permanentes que se puede evaluar sobre ellas y tomar acciones preventivas. Dependiendo de la finalidad que se investiga, las intervenciones pueden ser posibles de dos tipos:

- A. El reforzamiento preventivo,** Esto se da en los componentes estructurales que no tiene deterioro, pero que son vulnerables ante un evento o acción que afecte la estructura y que podrían deberse a cambios en las normas de diseño actualizadas, o algún defecto de diseños desde su concepción original.
- B. El reforzamiento correctivo,** Esto se da en los componentes estructurales que ya están dañados en la cual comprometan su funcionabilidad y seguridad estructural, por lo que es conveniente recuperar sus propiedades originales o restablecerlas con la finalidad de que tenga una adecuada respuesta estructural ante las cargas de demanda p. 87.

1.3.14.1. Reforzamiento de columnas tradicionales.

- C. Encamisado de concreto.** Consiste en el incremento de la sección de una columna existente. Con el aumento de sección se pueden añadir refuerzos longitudinales y transversales (estribos). Es una de las técnicas más elaboradas y preferidas para el reforzamiento del concreto, debido a las ventajas que tiene a comparación otras opciones. En la Tabla 6 se muestran las ventajas y desventajas, lo que se puede rescatar de esta técnica es la ventaja que tiene cuando se requiere reforzar columnas existentes. Lo más común en las columnas con un buen cierto tiempo, tienden a oxidarse por la humedad atmosférica y ello genera la oxidación de los aceros de refuerzo. Entonces es necesario realizar una limpieza de la oxidación antes de aumentar una sección p.88.

Tabla. 6 Ventajas y desventajas del encamisado de concreto

Ventajas.	Desventajas.
<ul style="list-style-type: none"> • Eliminación del óxido existente en los refuerzos longitudinales y transversales. • Disponibilidad de mano de obra no calificada. • El costo es bajo debido a que los materiales se pueden encontrar en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resulta inconveniente cuando no hay mucho espacio. • Para edificaciones de varios pisos, el peso se incrementa. • Cambia la estética de la edificación. • La ejecución de los trabajos impide el servicio del edificio. • El tiempo de ejecución.

Fuente: Arone Quispe Juan (2019)

- a. **Encamisado metálico.** Consiste en el refuerzo de la columna mediante perfiles de metálicos fabricados para tal fin. Los perfiles son colocados en los cuatro bordes de las columnas. Tabla 8 muestra las ventajas y desventajas en el uso de la técnica de reforzamiento con perfiles metálicos. Los encamisados de columnas con los perfiles metálicos son sencillos, sin embargo, requieren personal capacitado para su instalación.

Tabla. 7 Ventajas y desventajas del encamisado metálico

Ventajas.	Desventajas.
<ul style="list-style-type: none"> • Rapidez de la instalación y la estructura reforzada puede entrar en servicio inmediatamente. • Los materiales pueden ser preparados de acuerdo a las dimensiones y estas se pueden encontrar en el mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afecta el aspecto arquitectónico de toda la edificación. • La columna debe estar en buenas condiciones. • Se requiere mano de obra calificada.

Fuente: Arone Quispe Juan (2019)

- b. **Encamisado con fibras de carbono.** Es una técnica moderna empleada para mejorar la resistencia de un elemento estructural. Consiste en envolver a la columna mediante láminas de fibras de carbono y colocados de acuerdo con las especificaciones de los materiales que lo componen. La Tabla 8 muestra las ventajas y desventaja.

Tabla. 8 Ventajas y desventajas del encamisado con fibras de carbono.

Ventajas.	Desventajas.
<p>La edificación mantiene sus dimensiones originales.</p> <p>El tiempo de instalación es menor a los métodos tradicionales.</p> <p>La estructura reforzada puede entrar en servicio inmediatamente, por tanto, no se interrumpe el servicio.</p> <p>Peso liviano y alta resistencia a la tracción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los materiales que se utilizan tienen alto costo. • Para su aplicación el concreto existente debe estar en óptimas condiciones. • Para la ejecución se requiere mano de obra calificada. • Se necesitan equipos especiales para su instalación.

Fuente: Arone Quispe Juan (2019)

- c. **Encamisado con malla electrosoldada.** Es un método similar al encamisado de concreto, variando únicamente en el uso del refuerzo, en este caso se usa mallas electrosoldadas.

Tabla. 9 Ventajas y desventajas del encamisado con malla electrosoldada.

Ventajas.	Desventajas.
<ul style="list-style-type: none"> • El costo es bajo debido a que los materiales se pueden encontrar en el mercado. • No se requiere mano de obra calificada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resulta inconveniente cuando no hay mucho espacio. • Cambia las dimensiones de la estructura. • La ejecución de los trabajos impide el servicio del edificio.

Fuente: Arone Quispe Juan (2019)

- d. **Encamisado de columnas de concreto.** El encamisado de concreto permite incrementar la resistencia a esfuerzos cortante, flexión y esfuerzos axiales de elementos existentes. El encamisado consiste en agregar un refuerzo adicional tanto longitudinal y transversal alrededor de la sección de columna existente y luego realizar el vaciado con concreto premezclado o lanzado (Soto, 2008).

El incremento de la sección beneficia a la resistencia a la cortante por encima de la resistencia a flexión. Permitiendo así la ductilidad en los esfuerzos cortantes p. 90.

1.3.14.2. Reforzamiento de Muros.

Generalmente en muros de albañilería que tengan fallas longitudinal o transversal en el acero, se refuerzan colocando una columna intermedia, con la finalidad de acortar la distancia del tramo de esta forma bajar las cargas aplicadas a los muros de albañilería, esto se puede aplicar a muros internos, externos y muros de contención para reducir las cargas al tramo.

1.3.14.3. Reforzamiento de Vigas.

Estos elementos estructurales son más prácticos para el reforzamiento, según el grado de importancia de la edificación se aplica una determinada técnica de reforzamiento, para el diseño de la viga dependerá de la carga a soportar dicho elemento.

Bajo esta hipótesis, las vigas que muestran defectos en su acero positivo o en la cara inferior pueden ser reforzadas aumentando la cuantía del acero longitudinal requerido de tres maneras. (Agregar tipo de reforzamiento en el colegio Felipe Santiago Estenos)

Caso 1: Picar el recubrimiento del acero de la viga para agregar el acero requerido.

Caso 2: Cuando las fallas considerables por ausencia de acero de refuerzo, a través de sunchos a cada 1,00 m se anexa el acero longitudinal, posterior a ello se resana con concreto las zonas en el que se colocaron el aro.

Caso 3: Se pica longitudinalmente a la vigueta y se adiciona aceros positivos y negativos en cada nueva vigueta adicionado, luego se rellena con concreto utilizando resina epóxica para la unión del acero y del concreto fresco con el concreto antiguo. Cuando la cuantía faltante es por cortante, por medio del desarrollo de surcos los aros se colocan y se rellena con un cemento de alta resistencia. Si ya la estructura es muy deteriorada es preferible la demolición.

1.3.14.4. Reforzamiento de Losas.

Los diafragmas de los entresijos son diseñados para una o dos direcciones, y las fallas comunes es por tener la cuantía de acero insuficiente en la zona de tensión o de compresión. La técnica a utilizar para estos casos es la de adicionar utilizar como técnica de reforzamiento nuevas viguetas, incorporando el acero conveniente y colocando luego concreto expansivo en cada vigueta de refuerzo. Esta labor es tediosa por lo que es recomendable emplear en paños no tan considerables

1.3.14.5. Reforzamiento de Cimientos.

Se originan problemas en la cimentación por defectos del concreto por no tener la resistencia adecuada y por suelos de baja resistencia o porque la cuantía de acero colocado es insuficiente, para ello se emplea una técnica que consiste en ensanchar y

reforzar el cimiento de forma transversal, previniendo las deflexiones excesivas que lleven al concreto a la falla y el acero agregado contribuye a tomar los esfuerzos de flexión.

1.4. Formulación del problema.

1.4.1. Problema general.

¿Cuál será el nivel de vulnerabilidad sísmico del pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019?

1.4.2. Problemas específicos.

PE1: ¿En qué nivel de vulnerabilidad se encuentra el Pabellón B de la Institución educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, según la metodología de Hirosawa y que nivel de desempeño con la metodología Pushover?

PE2: ¿La estructura del Pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, cumplirá las distorsiones permisibles establecidos en la norma E-030 de diseño sismorresistente?

PE3: ¿Los elementos principales del Pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, necesitarán reforzamiento estructural del Pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo 2019?

1.5. Justificación del estudio.

De acuerdo con el estudio y resultados obtenidos de la institución educativa evaluada se brindará información respecto al accionar de la estructura del pabellón en estudio ante un sismo, el cual ayudará a tomar medidas de prevención y reforzamiento para dicho evento.

Los centros educativos son edificaciones importantes debido a que acogen a estudiantes y es de gran relevancia realizar un estudio de vulnerabilidad sísmica, para que cuando llegue el momento en que estas estructuras se enfrenten ante un sismo, estas resistan favorablemente

ya que se encuentran ante la amenaza de un sismo, es por ello que se va realizar este análisis para predecir si la estructura de esta institución educativa responda satisfactoriamente.

1.6. Hipótesis.

1.6.1. Hipótesis general.

El pabellón “B” de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo 2019, presenta un comportamiento inseguro ante un sismo, requiere de un reforzamiento estructural.

1.6.2. Hipótesis específicas.

HE1: Mediante la metodología de Hirosawa el índice de resistencia es menor que el índice de demanda de la estructura del pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo 2019, por tanto, tendrá un comportamiento inseguro, y con la metodología Pushover se obtendrá un desempeño de colapso.

HE2: La Estructura del Pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, no cumple con las distorsiones permisibles que establece la norma E 0.30 de diseño sismorresistente.

HE3: Los elementos estructurales principales del Pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, 2019, necesitan reforzar convenientemente.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo general.

Evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica y plantear el reforzamiento estructural del pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019.

1.7.2. Objetivos específicos.

OE1: Evaluar la vulnerabilidad sísmica mediante la metodología de Hirosawa y Pushover del pabellón B de la Institución educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019.

- OE2: Evaluar el comportamiento estructural del pabellón B de Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, según norma E.030 de diseño sismorresistente.
- OE3: Analizar los elementos estructurales del Pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019 y proponer un reforzamiento al elemento que lo requiera.

II. MÉTODO.

2.1. Diseño de Investigación.

“Es la estrategia que se realiza con la finalidad de obtener informaciones que se requiere para desarrollar una investigación” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014 p.128).

2.2. Tipo de investigación.

Aplicada.

Se basa en obtener adaptaciones prácticas y científicas respecto a los fundamentos teóricos obtenidos en la investigación, siempre con punto de vista práctico y útil, optimizando esfuerzos y costos, maximizando la eficiencia y lograr el mayor aprovechamiento para el bienestar de la colectividad (Gutiérrez, 2010, p. 25-26).

El presente trabajo de investigación es de tipo aplicada por que su objetivo es analizar características determinadas a partir de los conocimientos básicos establecidos y del enfoque cuantitativo, puesto que los valores de nuestras variables son datos medibles, obteniendo resultados numéricos.

Explicativa:

“Los análisis explicativos muy al margen de especificar una noción, fenómenos o de la creación de vínculo entre ideas; están orientados para argumentar las causas de los acontecimientos, hechos y fenómenos concretos o colectivos” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.126).

Se relaciona con el estudio y busca tener una aproximación con el problema, intenta buscar las causas de este, describe fenómenos, busca una explicación del comportamiento de la variable.

Cuantitativa:

Hernández, Fernández y Baptista (2014), considera que:

En la mayor parte de las investigaciones cuantitativas, el desarrollo se aplica progresivamente: empezando con un concepto que se va anotando y cuando está determinada, se instituyen objetivos e interrogantes de investigación, se examina la literatura y se establece un contexto teórico. Posteriormente se evalúa los objetivos y las interrogantes, las respuestas supuestas se interpretan en hipótesis y se establece la muestra. Finalmente se recogen datos empleando uno o más herramientas de medición, estas se analizan y se informan los resultados (a través de análisis estadístico en mayor parte) p.17

Es cuantitativo, debido a recolecta y evalúa datos numéricos con respecto a la variable, usando magnitudes calculables que corresponden a la escala razón.

2.2.1. Diseño de Investigación:

“Definido básicamente por el tipo de investigación a realizar y por la hipótesis que se va a demostrar en el lapso de desarrollo del estudio” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.122).

Diseño No experimental.

La investigación es no experimental cuando no se manipula premeditadamente las variables, porque se evaluó la estructura edificada con una norma de diseño sísmico resistente desactualizada. También es un diseño transversal, es decir se midió las características estructurales en un momento y luego se llevó a cabo el estudio según los procedimientos dados en esta investigación.

2.3. Variables, Operacionalización.

2.3.1. Variable 1: Vulnerabilidad Sísmica.

Según Alonso José (2014):

La vulnerabilidad sísmica es aquel evento que sobrepasa el grado de capacidad de respuesta preparado ante una amenaza de un evento sísmico conocida.

2.3.2. Variable 2: Reforzamiento estructural.

Según Rafael Cañas Ruiz (2010)

El reforzamiento de las estructuras edificadas de concreto que presentan fallas estructurales tiene por objetivo prevenir la demolición de los elementos de concreto que presentan deficiencias en su resistencia diseñada, ya sea por resistencia del concreto, por cuantía de acero insuficiente, por medio de la puesta en marcha de obras complementarias.

Tabla. 10 Operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores					
V.1. Vulnerabilidad Sísmica.	Según Alonso José (2014): La vulnerabilidad sísmica es aquel evento que sobrepasa el grado de capacidad de respuesta preparado ante una amenaza de un evento sísmico conocida.	Metodología de Hirosawa.	<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento sísmico seguro. Si, Índice de resistencia sísmica es mayor al Índice de demanda sísmica $I_s \geq I_{do}$ • Comportamiento sísmico inseguro. Si, Índice de Índice de demanda sísmica es mayor al Índice de Resistencia sísmica. $I_s < I_{do}$ 					
		Análisis estático no lineal. Pushover	<ul style="list-style-type: none"> • Niveles de desempeño <table border="1"> <tr><td>Totalmente de operacional.</td></tr> <tr><td>Operacional.</td></tr> <tr><td>Seguridad.</td></tr> <tr><td>Pre colapso.</td></tr> <tr><td>Colapso.</td></tr> </table>	Totalmente de operacional.	Operacional.	Seguridad.	Pre colapso.	Colapso.
		Totalmente de operacional.						
		Operacional.						
Seguridad.								
Pre colapso.								
Colapso.								
Análisis Sísmico Estático y Dinámico NTP E. 030	<ul style="list-style-type: none"> • Cortante basal. • Modos y Periodos. • Desplazamientos y Derivas. 							
V.2. Reforzamiento estructural.	Según Rafael Cañas Ruiz (2010): El reforzamiento de las estructuras edificadas de concreto que presentan fallas estructurales, tiene por objetivo prevenir la demolición de los elementos de concreto que presentan deficiencias en su resistencia diseñada, ya sea por resistencia del concreto, por cuantía de acero insuficiente, por medio de la puesta en marcha de obras complementarias.	<table border="1"> <tr> <td>Análisis de los elementos estructurales.</td> <td rowspan="2"> <ul style="list-style-type: none"> • Rigidez de los elementos estructurales. </td> </tr> <tr> <td>Diseño de los elementos estructurales.</td> </tr> </table>	Análisis de los elementos estructurales.	<ul style="list-style-type: none"> • Rigidez de los elementos estructurales. 	Diseño de los elementos estructurales.			
Análisis de los elementos estructurales.	<ul style="list-style-type: none"> • Rigidez de los elementos estructurales. 							
Diseño de los elementos estructurales.								

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Población y muestra.

2.4.1. Población.

Según Hernández, *et al.* (2014) “Es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (p 174).

La población estará constituida por la infraestructura de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, Lima 2019. La población presenta las siguientes características:

Tipo de material.

- Edificación sistema estructural mixto.

Niveles.

- 2 piso
- 3 pisos.

Tipo de material	N° Pabellones				Sub Total
	1 piso	2 pisos	3 pisos	4 pisos	
Edificación Sistemas mixto.	0	7	1	0	8
Total, pabellones					8

Fuente: Elaboración propia.

Figura. 13 Ubicación de la población.



Fuente: Google Maps.

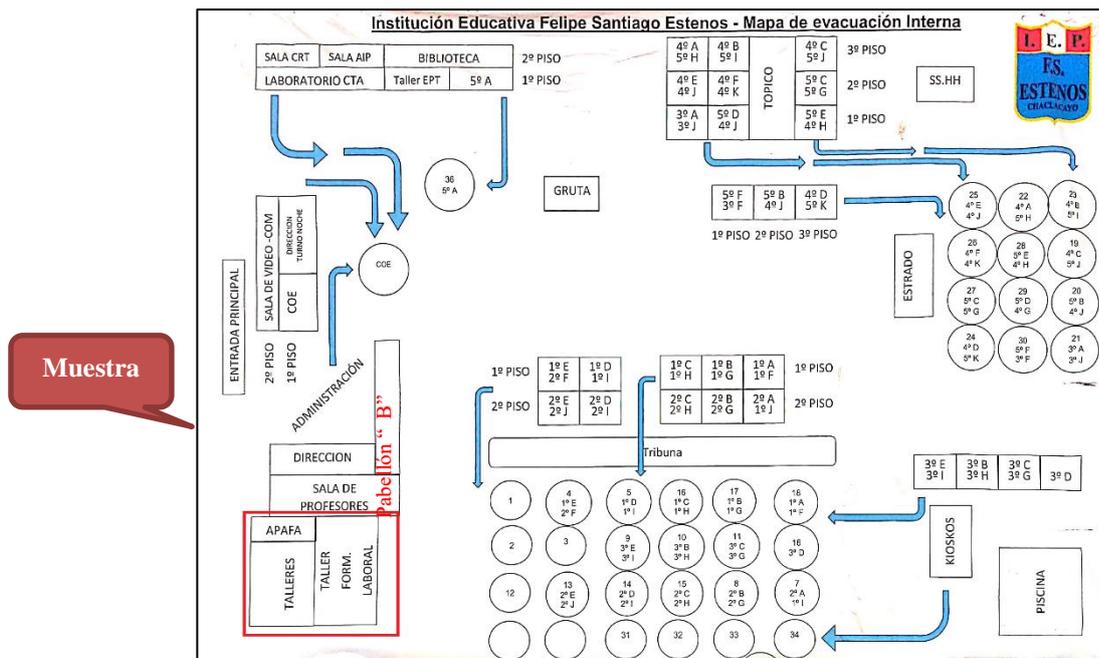
2.4.2. Muestra.

Según Hernández, Fernández y Baptista, (2014),

“La muestra es, una porción esencial de la población. Es decir, es una parte de los componentes que corresponden a ese conjunto denominado población. Debido de que no es posible medir toda la población, se selecciona una muestra teniendo en cuenta que ésta representa al conjunto de la población” (p. 175).

En este trabajo de investigación se efectuó un muestreo no probabilístico porque la muestra para la presente investigación corresponde a las estructuras de los talleres de formación laboral secundario de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo (pabellón B que presenta fallas estructurales).

Figura. 14 Distribución de la población.



Fuente: I.E. Felipe Santiago Estenos.

2.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Existen en estos tiempos una diversidad de herramientas y técnicas de investigación para la recopilación de informaciones a efectuar en el trabajo de campo de una determinada investigación. El procedimiento a utilizar estará en función al tipo de investigación que se va a llevar a cabo, allí se determinará si se utiliza una u otra técnica de recolección de datos (Bernal, 2010, p. 192).

En el presente trabajo las técnicas e instrumentos a utilizar son: Análisis documental (normas del RNE E.020 Cargas, E.030 Diseño sismo resistente, E.050 Suelos y cimentaciones, E.060 Concreto armado, E.070 Albañilería) además del ATC-40, el FEMA, Observación de Campo y ensayos en laboratorio, por medio de ellos se obtuvo la información necesaria para realizar la evaluación de la capacidad portante, calidad del concreto de las estructuras, calidad de los aceros y desplazamiento estructurales de la vulnerabilidad sísmica.

2.4.4. Instrumentos.

“Una herramienta adecuada para realizar una medición debe registrar datos evidentes que representan realmente a los conceptos o las variables que el investigador posee como propósito” (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p. 199).

En este proyecto de investigación se utilizará los protocolos que resultan formatos estándares para el registro de información con la finalidad de obtener la vulnerabilidad sísmica, se aplicaron programas de análisis y cálculo estructural empleando los softwares como el Robot Estructural 2019 y el ETABS 2016.

2.4.5. Validez.

Asimismo, Hernández, et al. 2014 “La autenticidad del contenido es referido al grado en que un instrumento refleja una influencia específica de contenido de lo que se mide” (p. 201).

Los instrumentos que se utilizan en la presente investigación serán validados por el juicio de expertos Ingenieros Civiles de la Universidad César Vallejo.

2.4.6. Confiabilidad del Instrumento.

Por otro lado, Hernández, et. al. (2014) dice “La confiabilidad de una herramienta de medición está referido al nivel en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto de investigación, resultan iguales” (p. 200).

EL experto será la persona que dará el visto bueno a la información obtenida del centro educativo (Planos) y en el cual este firmará su conformidad.

2.5. Métodos de análisis de datos.

“Es el grupo de métodos estadísticos que se relacionan con el resumen y descripción de los datos, como tablas, gráficos y el análisis a través de algunos cálculos”. (Córdoba, 2003, p.1).

Se realizará el análisis con enfoque en las hipótesis, pues se pretende obtener los resultados mediante el uso de los programas de análisis y cálculo estructural teniendo en cuenta los protocolos, los cuales son instrumentos confiables que permiten recoger los datos que dan en la realidad sin alterarlos.

El procedimiento de análisis y diseño estructural presenta las siguientes etapas: Estructuración y pre dimensionamiento, metrado de cargas, análisis estructural (Lineal y no lineal aplicando las normas peruanas de diseño sismo resistente E.030 - 2019) y diseño de los componentes de la estructura en concreto armado.

2.6. Aspectos Éticos.

En este trabajo de investigación se tiene en cuenta la veracidad de la información, se considerará la propiedad intelectual y se detalla las referencias bibliográficas consideradas en el estudio a través de las citas, cumpliendo al mismo tiempo con el protocolo de investigación de la Universidad César Vallejo.

III. RESULTADOS

3.1. Diseño Arquitectónico de la Estructura.

La estructura evaluada está conformada por 08 pabellones de aulas, cada uno de ellos con el objetivo de impartir temas educativos; salas de clases, talleres y oficinas administrativas. En este proyecto de investigación se considera como muestra para la evaluación al pabellón “B”, donde se evidencia la mayor presencia de fallas en sus estructuras presentando mayor vulnerabilidad, por ello se presentó planos de diseño arquitectónico.

3.2. Reglamentos utilizados.

Los procedimientos realizados para el diseño y análisis de las estructuras se consideraron a partir de los requerimientos del Reglamento Nacional de Edificaciones. Las normas que se utilizaron fueron las siguientes:

- Norma técnica E.020 Cargas.
- Norma técnica E.030 Diseño Sismorresistente.
- Norma técnica E.050 Suelos y Cimentaciones.
- Norma técnica E.060 Diseño Concreto Armado.
- Norma técnica E.070 Albañilería.

3.3. Análisis de la vulnerabilidad sísmica según método de Hirosawa.

3.3.1. Ficha de Recojo de Información y evaluación sísmica.

Para la evaluación sísmica por el método de Hirosawa del pabellón “B”, se realizó la recolección de información mediante fichas para calcular el Índice de resistencia sísmica y el Índice de demanda sísmica.

Tabla. 11 Evaluación de la vulnerabilidad SISMICA según Hirosawa.

Esfuerzo Axial Máximo						
	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	P.e. (T/m ³ ó T/m ²)	Cantidad	Parcial (T)
Peso de Muro	7.45	0.23	2.35	1.9	2	15.30
Peso de Viga	7.45	0.25	0.65	2.4	2	5.81
Peso de Losa	7.45	2.67		0.3	2	11.93
Peso de Acabados	7.45	2.67		0.1	2	3.98
Peso de sobrecargas (1)	7.45	2.67		0.35	1	6.96
Peso de sobrecargas (2)	7.45	2.67		0.1	1	1.99
Total (T)						45.98

$$t = 0.23$$

$$L = 7.45$$

$$\sigma_m = \frac{Pm}{t.L} = \frac{45.977}{1.7135} = 2.68 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V'_m = 5.10$$

- Cálculo de "Eo" (Índice básico de comportamiento estructural).

$$E_o = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \{ \alpha_1 * (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c \}$$

Tabla. 12 Índice Básico del Comportamiento Estructural Dirección "X - X"

Piso en Evaluación (p)	Relación de cortante basal y corte de piso $\frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)}$	Índice de muro de albañilería		Índice de muro de albañilería			Índice de columnas c		Índice de columnas de hormigón armado			Coeficientes de acuerdo al modo de falla			Índ. Ductilidad	Índ. Comport. estructural		
		C_{mar}	C_{ma}	C_{sc}	C_c	$\sum A_{sc}$	$f'c$	$\sum A_{c1}$	$\sum A_{c2}$	$f'c$								
		$\frac{0.6 * (0.85 * V'_m) * \sum A_{mar}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$	$\frac{0.6 * (0.45 * V'_m + 0.25 * \sigma_m) * \sum A_{ma}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$	$\frac{f'c * 15 * \sum A_{sc}}{200 * \sum_{j=1}^{n_p} W_j}$	$\frac{f'c * (10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2})}{200 * \sum_{j=1}^{n_p} W_j}$	α_1	α_2	α_3	F	Eo								
Nº Pisos = 2																		
P.1	41,665	5.1	P.1	0	5.1	4.0603	P.1	4050	97.25	P.1	0	4,050	97.25					
P.2	64,415	5.1	P.2	0	5.1	4.0603	P.2	4050	97.25	P.2	0	4,050	97.25					
1	1.00	0.446			0.000			0.121				0.057		1.0	0.7	0.5	0.8	1.595
2	0.75	0.689			0.000			0.121				0.057		1.0	0.7	0.5	0.8	1.589
W edificio	243,240.00	kg.			$C_a = 0$			$C_w = 0$										

Valores de los coeficientes α_1

Tipo	α_1	α_2	α_3	Modo de falla
A	1.0	0.7	0.5	Paredes de rellenos de albañilería o columnas cortas o paredes de albañilería no reforzada y parcialmente confinada o paredes de albañilería confinada, controlan la falla.
B	0.0	1.0	0.7	Paredes de hormigón armado controlan la falla.
C	0.0	0.0	1.0	Columnas de hormigón armado controlan la falla

Fuente: Elaboración propia.

Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales.

F	
1.0	Si, Cmar, Ca y Csc, son iguales a cero (= 0)
0.8	Si, Cmar, Ca y Csc, son iguales a cero ($\neq 0$)

- Cálculo de “SD” (Índice de configuración estructural).

ÍTEMS (qi)		Gi	Ri	qi	Observaciones
1.-	Regularidad.	1	1	1	
2.-	Relación largo-ancho.	1	0.5	1	
3.-	Contracción de planta.				No presenta
4.-	Atrio o patio interior.				No presenta
5.-	Excentricidad de atrio o patio interior.				No presenta
6.-	Subterráneo.				No presenta
7.-	Junta de dilatación.				No presenta
8.-	Uniformidad de altura de Piso.	1	0.5	1	

Fuente: Elaboración propia.

$q_i = \{1.0 - (1 - G_i) * R_i\}$ para $i = 1; 2, 3, 4, 5, 7$ y 8

$q_i = \{1.2 - (1 - G_i) * R_i\}$ para $i = 6$

- Índice de configuración estructural.

$1 = 8$ $S_D = \prod_{i=1} q_i$
SD = 1

- Cálculo de “T” (Índice de deterioro).

Índice de deterioro	
T = 1	No presenta signos de deformación.
	No ha experimentado incendio.
	No contiene sustancias químicas

Fuente: Elaboración propia.

- Zonificación sísmica (Z).

$$Z = 0.45$$

- Factor de influencia de las condiciones topográficas y geotécnicas (G).

$$G = 1.00$$

- Uso categoría de las edificaciones y factor (U).

$$U = 1.50$$

Paellón B Vulnerabilidad estructural **Piso 1** Dirección "X - X"

RESISTENCIA DEL EDIFICIO (Is)			Comportamiento Sísmico >	RESISTENCIA DE DEMANDA (Iso)				
Eo	SD	T		Eo	Z	U	G	
1.60	1	1		1.60	0.45	1.50	1.00	
1.60			SEGURO	1.08				

Paellón B Vulnerabilidad estructural **Piso 2** Dirección "X - X"

RESISTENCIA DEL EDIFICIO (Is)			Comportamiento Sísmico >	RESISTENCIA DE DEMANDA (Iso)				
Eo	SD	T		Eo	Z	U	G	
1.59	1	1		1.59	0.45	1.50	1.00	
1.59			SEGURO	1.07				

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla. 13 Índice Básico del Comportamiento Estructural Dirección "Y - Y"

Piso en Evaluación (p)	Relación de cortante basal y corte de piso $\frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)}$	Índice de muro de albañilería		Índice de muro de albañilería			Índice de columnas c		Índice de columnas de hormigón armado			Coeficientes de acuerdo al modo de falla			Índ. Ductilidad	Índ. Comport. estructural		
		C_{mar}	C_{ma}	C_{sc}	C_c	α_1	α_2	α_3	F	Eo								
		$0.6 * (0.85 * V'_{m1}) + \sum A_{mar} \frac{f'c}{200} * \sum_{j=1}^{n_p} W_j$	$0.6 * (0.45 * V'_{m1} + 0.25 * \sigma_m) + \sum A_{ma} \frac{f'c}{200} * \sum_{j=1}^{n_p} W_j$	$\frac{f'c}{200} * \frac{15 * \sum A_{sc}}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$	$\frac{f'c}{200} * \frac{(10 * \sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2})}{\sum_{j=1}^{n_p} W_j}$	α_1	α_2	α_3	F	Eo								
N° Pisos = 2																		
P.1	0	5.1	P.1	101,430	5.1	2.68	P.1	4050	97.25	P.1	0	4,050	97.25	1.0	0.7	0.5	0.8	2.337
P.2	2,925	5.1	P.2	77,625	5.1	2.68	P.2	4050	97.25	P.2	0	4,050	97.25	1.0	0.7	0.5	0.8	2.156
1	1.00	0.000		0.742				0.121				0.057		1.0	0.7	0.5	0.8	2.337
2	0.75	0.031		0.568				0.121				0.057		1.0	0.7	0.5	0.8	2.156
W edificio	243,240.00	kg.		$C_a = 0$				$C_w = 0$										

Valores de los coeficientes α_1

Tipo	α_1	α_2	α_3	Modo de falla
A	1.0	0.7	0.5	Paredes de rellenos de albañilería o columnas cortas o paredes de albañilería no reforzada y parcialmente confinada o paredes de albañilería confinada controlan la falla.
B	0.0	1.0	0.7	Paredes de hormigón armado controlan la falla.
C	0.0	0.0	1.0	Columnas de hormigón armado controlan la falla

Fuente: Elaboración propia.

Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales.

F	
1.0	Si, Cmar, Ca y Csc, son iguales a cero (= 0)
0.8	Si, Cmar, Ca y Csc, son iguales a cero ($\neq 0$)

Fuente: Elaboración propia.

- Cálculo de “SD” (Índice de configuración estructural).

ÍTEMS (qi)		Gi	Ri	qi	Observaciones
1.-	Regularidad.	1	1	1	
2.-	Relación largo-ancho.	1	0.5	1	
3.-	Contracción de planta.				No presenta
4.-	Atrio o patio interior.				No presenta
5.-	Excentricidad de atrio o patio interior.				No presenta
6.-	Subterráneo.				No presenta
7.-	Junta de dilatación.				No presenta
8.-	Uniformidad de altura de Piso.	1	0.5	1	

Fuente: Elaboración propia.

$$q_i = \{1.0 - (1 - G_i) * R_i\} \text{ para } i= 1;2,3,4,5;7 \text{ y } 8$$

$$q_i = \{1.2 - (1 - G_i) * R_i\} \text{ para } i= 6$$

- Índice de configuración estructural.

$1 = 8$ $S_D = \prod_{i=1} q_i$
SD = 1

- Cálculo de “T” (Índice de deterioro).

Índice de deterioro	
T = 1	No presenta signos de deformación.
	No ha experimentado incendio.
	No contiene sustancias químicas

Fuente: Elaboración propia.

- Zonificación sísmica (Z).

$$Z = 0.45$$

- Factor de influencia de las condiciones topográficas y geotécnicas (G).

$$G = 1.00$$

- Uso categoría de las edificaciones y factor (U).

$$U = 1.50$$

Pabellón B Vulnerabilidad estructural **Piso 1** Dirección "Y - Y"

RESISTENCIA DEL EDIFICIO (Is)			Comportamiento Sísmico ➤	RESISTENCIA DE DEMANDA (Iso)			
Eo	SD	T		Eo	Z	U	G
2.337	1	1		2.337	0.45	1.50	1.00
2.34			SEGURO	1.58			



Pabellón B Vulnerabilidad estructural **Piso 2** Dirección "Y - Y"

RESISTENCIA DEL EDIFICIO (Is)			Comportamiento Sísmico ➤	RESISTENCIA DE DEMANDA (Iso)			
Eo	SD	T		Eo	Z	U	G
2.16	1	1		2.162	0.45	1.50	1.00
2.16			SEGURO	1.46			



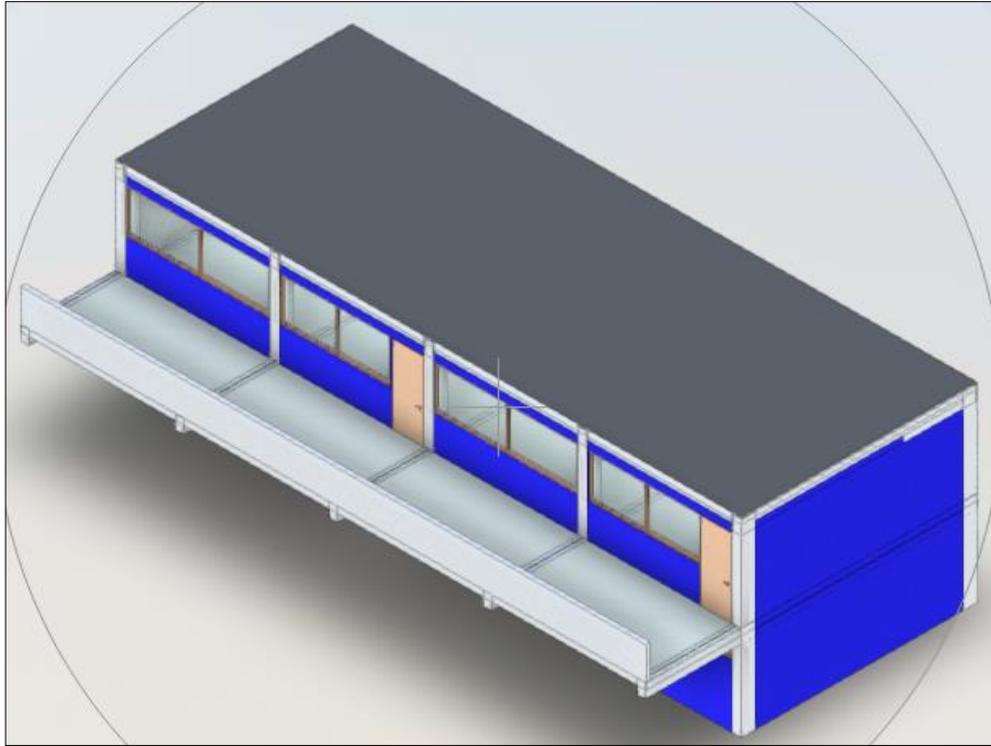
Fuente: Elaboración Propia.

- Habiendo realizado la evaluación del comportamiento sísmico por el método de Hirosawa, se logró obtener un **Comportamiento Sísmico Seguro**.

3.4. Análisis estático no Lineal de Pushover

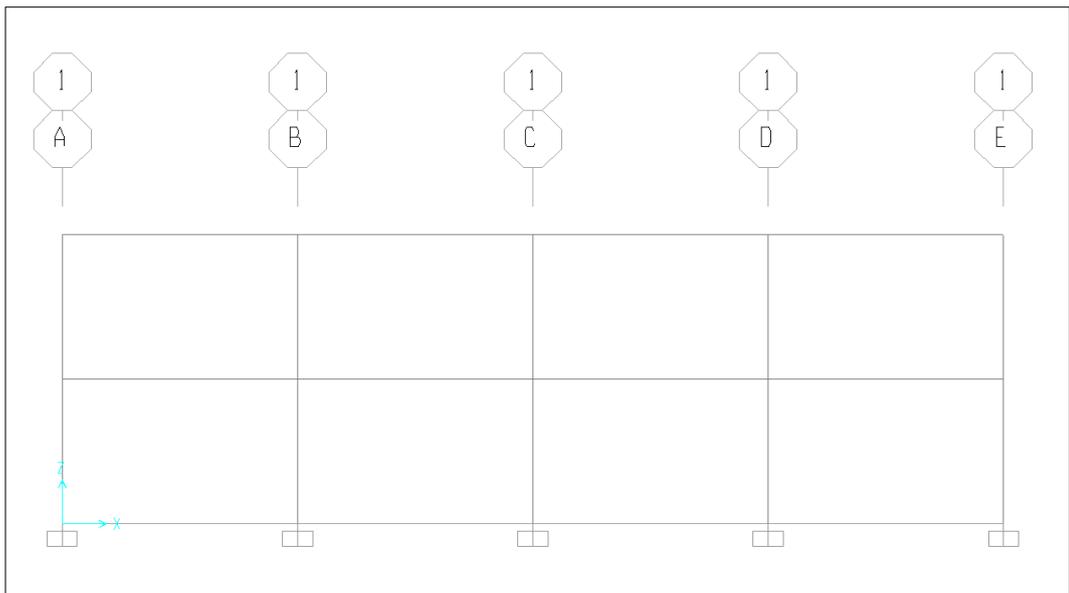
3.4.1. Análisis no lineal de la estructura sin reforzar.

Figura. 15 Estructura inicial no reforzada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura. 16 Pórtico modelado en el software SAP 2000



Fuente: Elaboración propia.

Se representa un pórtico de 2 niveles, con luces de 4.85m. y altura de 3m. Medidas de eje a eje.

Casos de carga

CM: Carga Muerta

CVT: Carga de techo

CV: Carga viva de Aula y corredor

Cargas distribuidas en vigas:

Tabla. 14 Metrado de cargas de acuerdo al área tributaria.

Nivel	Cargas en T/m		
	Dead	CV	CVT
2	1.96	-	0.6
1	4.68	4.12	-

Fuente: Elaboración propia.

Acción sísmica:

Se aplica la Norma peruana. E.030, con los siguientes datos:

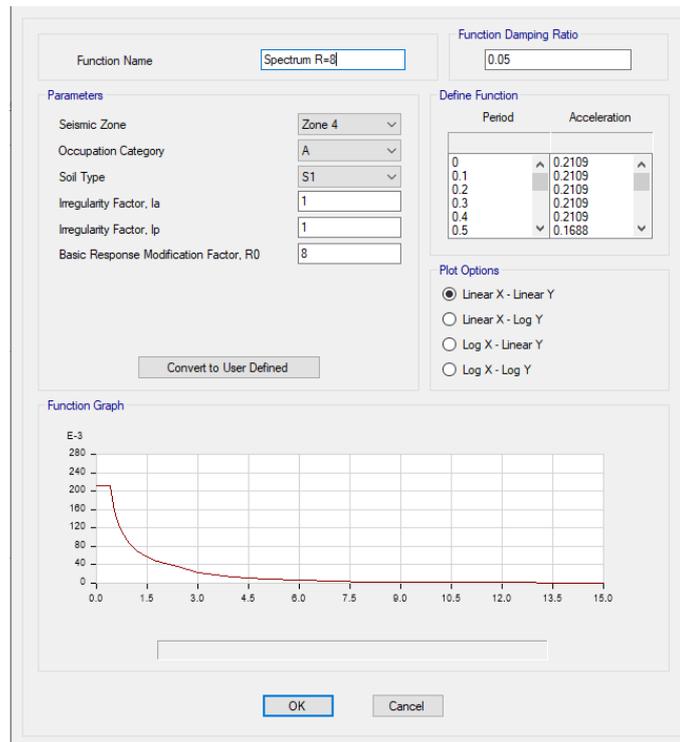
$$Z = 0.45$$

$$U = 1.5$$

$$S = 1$$

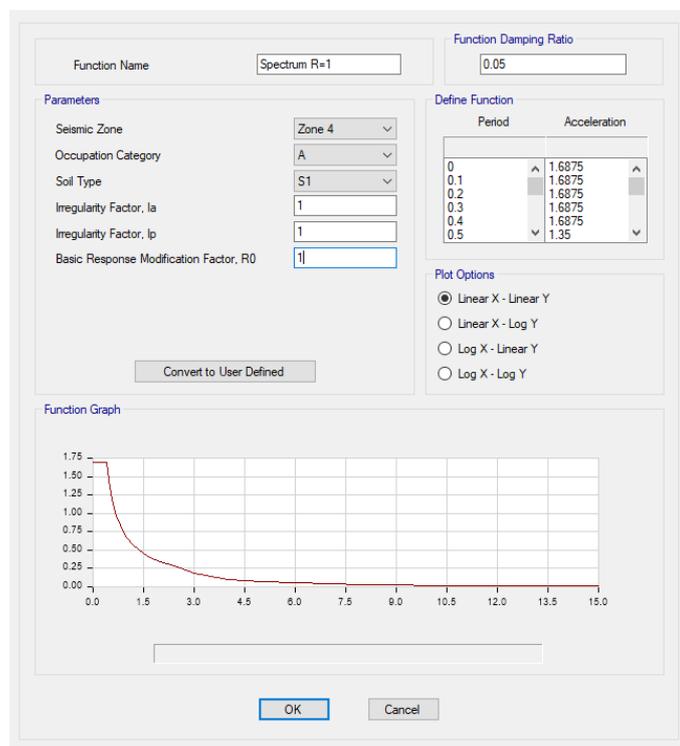
$$R = 1$$

Gráfico. 18 Para evaluación del punto de desempeño se establece un $R=1$



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico. 19 Para fines de diseño estructural se establece un $R=8$



Fuente: Elaboración propia.

Materiales:

Tabla. 15 Resistencia del concreto para vigas promediado del ensayo de diamantinas

Material Property Data

General Data	
Material Name and Display Color	f'c=106.53kg/cm2
Material Type	Concrete
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	2.4
Mass per Unit Volume	0.2447
Units	
	Tonf, m, C
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	1548200.568401
Poisson's Ratio, U	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	9.900E-06
Shear Modulus, G	645083.6
Other Properties for Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f'c	1065.3
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	
<input type="checkbox"/> Switch To Advanced Property Display	
OK Cancel	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla. 16 Resistencia del concreto para columnas promediado del ensayo de diamantinas

Material Property Data

General Data	
Material Name and Display Color	f'c=97.25kg/cm2
Material Type	Concrete
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	2.4
Mass per Unit Volume	0.2447
Units	
	Tonf, m, C
Isotropic Property Data	
Modulus of Elasticity, E	1479231.219248
Poisson's Ratio, U	0.2
Coefficient of Thermal Expansion, A	9.900E-06
Shear Modulus, G	616346.3
Other Properties for Concrete Materials	
Specified Concrete Compressive Strength, f'c	972.5
<input type="checkbox"/> Lightweight Concrete	
Shear Strength Reduction Factor	
<input type="checkbox"/> Switch To Advanced Property Display	
OK Cancel	

Fuente: Elaboración propia.

Barras de refuerzo:

Tabla. 17 Barra de refuerzo transversal

The dialog box is titled "Material Property Data" and is divided into several sections:

- General Data:** Material Name and Display Color: "Acero de refuerzo" (with a blue color swatch); Material Type: "Rebar" (dropdown); Material Notes: "Modify/Show Notes..." button.
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume: "7.849E-03"; Mass per Unit Volume: "8.004E-06"; Units: "Kgf. cm, C" (dropdown).
- Isotropic Property Data:** Modulus of Elasticity, E: "2100000"; Poisson's Ratio, U: "0.3"; Coefficient of Thermal Expansion, A: "1.170E-05"; Shear Modulus, G: "807692.3".
- Other Properties for Rebar Materials:** Minimum Yield Stress, Fy: "4200"; Minimum Tensile Stress, Fu: "6327"; Expected Yield Stress, Fye: "4640"; Expected Tensile Stress, Fue: "6960".

At the bottom, there is a checkbox "Switch To Advanced Property Display" (unchecked) and "OK" and "Cancel" buttons.

Fuente: Elaboración propia.

Secciones:

Tabla. 18 Secciones de columna con área de acero.

The dialog box is titled "Reinforcement Data" and is split into two main panels:

- Rectangular Section (Left Panel):** Section Name: "C 0.25x0.45"; Section Notes: "Modify/Show Notes..."; Properties: "Section Properties..." button; Property Modifiers: "Set Modifiers..." button; Material: "f'c=97.25kg/cm2" (dropdown); Dimensions: Depth (t3): "0.45"; Width (t2): "0.25"; A grid diagram shows a rectangular section with reinforcement bars (red dots) and dimensions (blue arrows); Display Color: unchecked checkbox; "Concrete Reinforcement..." button; "OK" and "Cancel" buttons.
- Reinforcement Data (Right Panel):** Rebar Material: Longitudinal Bars: "+ Acero de refuerzo" (dropdown); Confinement Bars (Ties): "+ Acero de refuerzo" (dropdown); Design Type: Column (P-M2-M3 Design); Beam (M3 Design Only); Reinforcement Configuration: Rectangular; Circular; Confinement Bars: Ties; Spiral; Longitudinal Bars - Rectangular Configuration: Clear Cover for Confinement Bars: "0.04"; Number of Longit Bars Along 3-dir Face: "2"; Number of Longit Bars Along 2-dir Face: "3"; Longitudinal Bar Size: "+ #5" (dropdown); Confinement Bars: Confinement Bar Size: "+ #4" (dropdown); Longitudinal Spacing of Confinement Bars: "0.15"; Number of Confinement Bars in 3-dir: "3"; Number of Confinement Bars in 2-dir: "3"; Check/Design: Reinforcement to be Checked; Reinforcement to be Designed; "OK" and "Cancel" buttons.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla. 19 Secciones de viga con área de acero.

The image shows a software interface for defining a rectangular section and its reinforcement data. It is divided into two main panels: "Rectangular Section" and "Reinforcement Data".

Rectangular Section Panel:

- Section Name:** VIGA 0.45x0.25 m.
- Section Notes:** Modify/Show Notes...
- Properties:** Section Properties...
- Property Modifiers:** Set Modifiers...
- Material:** + F'c=106.53kg/cm2
- Dimensions:**
 - Depth (t3): 0.45
 - Width (t2): 0.25
- Diagram:** A grid showing a rectangular section with reinforcement bars. The width is labeled '2' and the depth is labeled '3'.
- Display Color:**
- Buttons:** Concrete Reinforcement..., OK, Cancel

Reinforcement Data Panel:

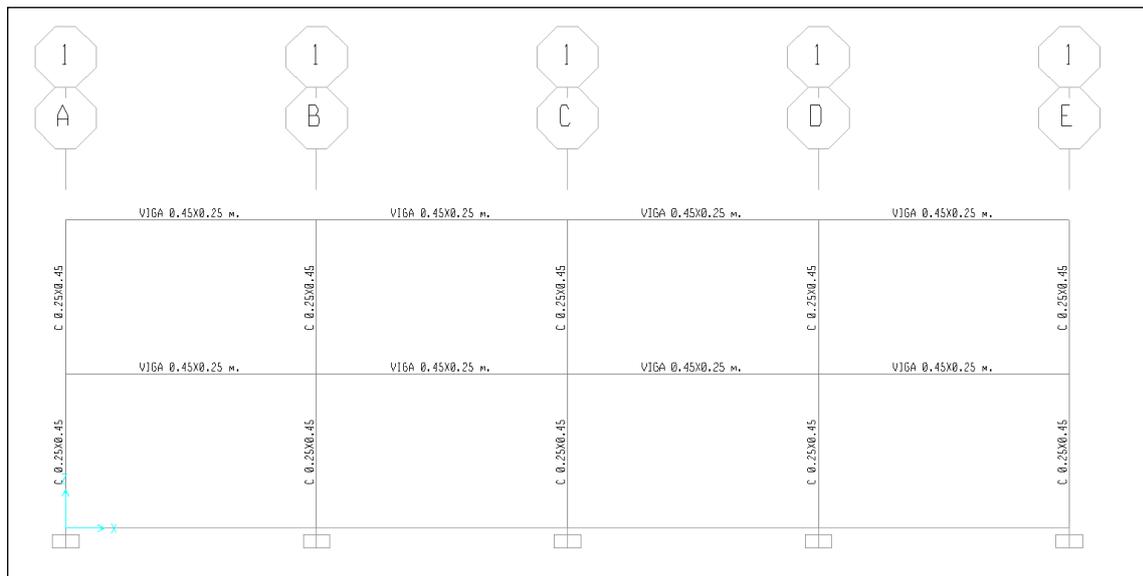
- Rebar Material:**
 - Longitudinal Bars: + Acero de refuerzo
 - Confinement Bars (Ties): + Acero de refuerzo
- Design Type:**
 - Column (P-M2-M3 Design)
 - Beam (M3 Design Only)
- Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center:**
 - Top: 0.04
 - Bottom: 0.04
- Reinforcement Overrides for Ductile Beams:**

	Left	Right
Top	1.986	1.986
Bottom	1.986	1.986
- Buttons:** OK, Cancel

Fuente: Elaboración propia.

Asignación de secciones:

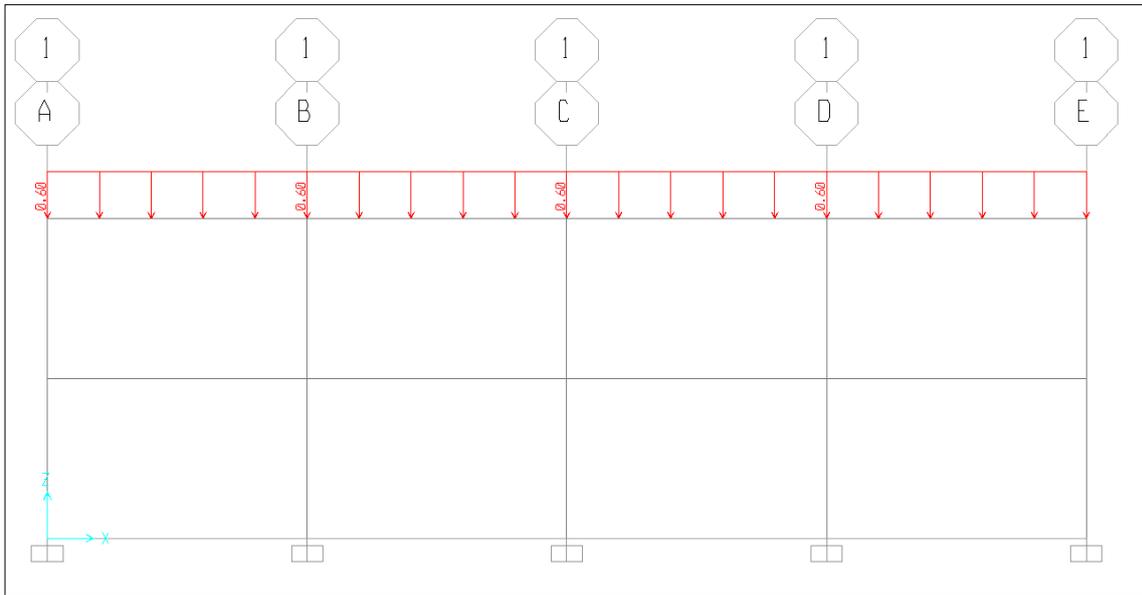
Figura. 17 Asignación de cargas



Fuente: Elaboración propia.

Carga viva de techo:

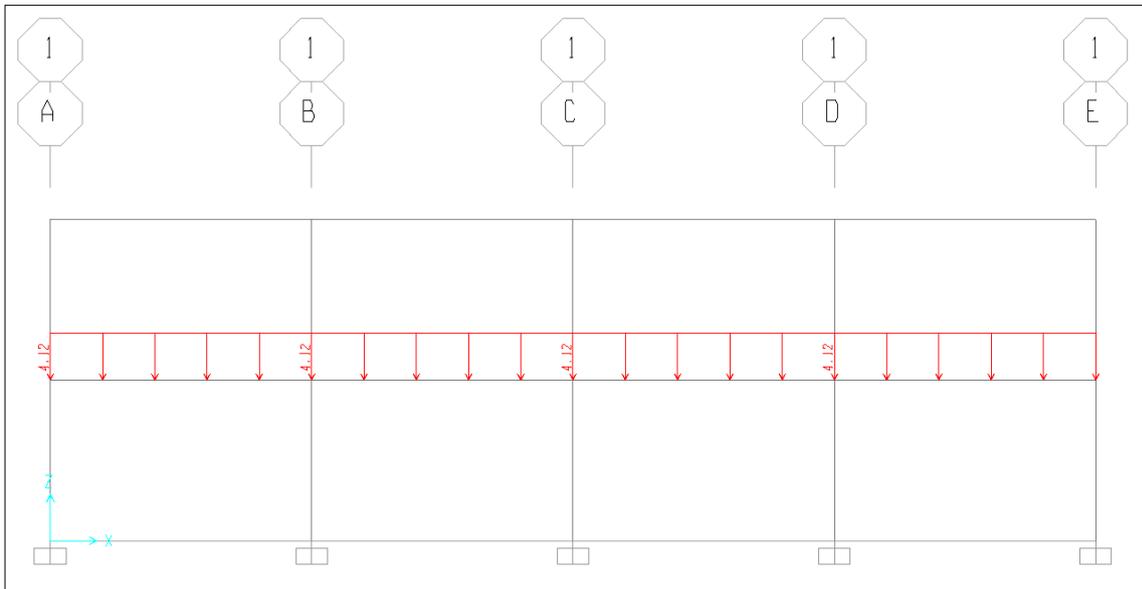
Figura. 18 Asignación de carga viva en el techo.



Fuente: Elaboración propia.

Carga viva de taller:

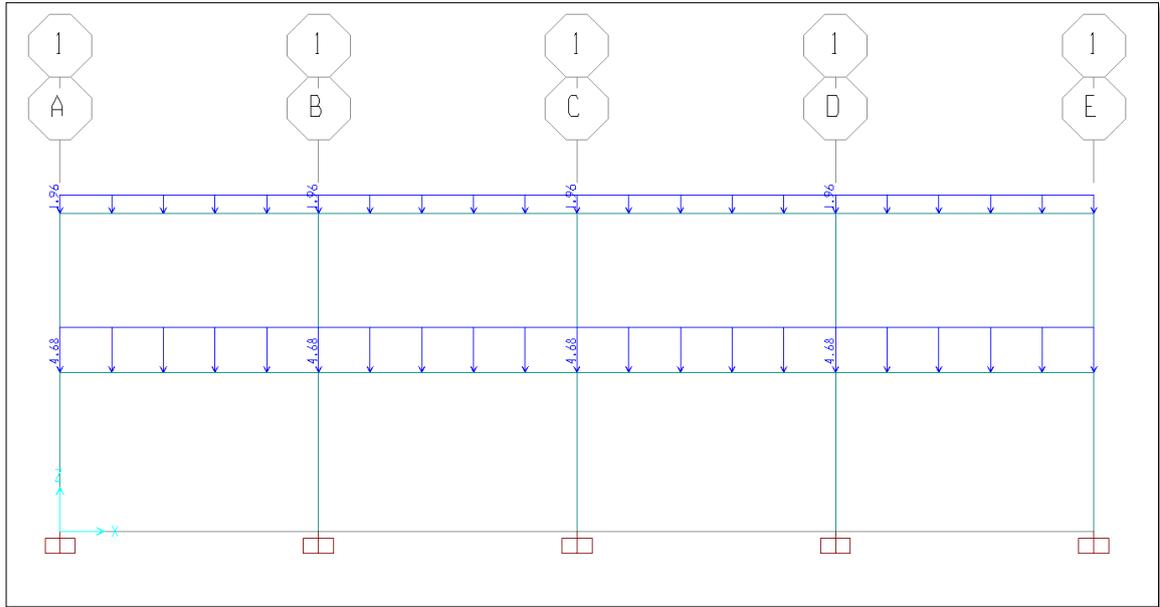
Figura. 19 Asignación de carga viva en el taller.



Fuente: Elaboración propia.

Carga muerta:

Figura. 20 Asignación de cargas muertas.



Fuente: Elaboración propia.

Configuración del análisis estático no lineal:

Tabla. 20 Carga gravitacional (No lineal).

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: CGNL Notes: Load Case Type: Static

Initial Conditions: Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Modal Load Case: All Modal Loads Applied Use Modes from Case: MODAL

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	DEAD	1.
Load Pattern	CV	0.5
Load Pattern	CV	0.25

Other Parameters: Load Application: Full Load; Results Saved: Final State Only; Nonlinear Parameters: Default

Fuente: Elaboración propia.

Participación de las cargas gravitatorias 100% carga muerta, 50% carga viva de taller y 25% carga viva de techo.

Tabla. 21 Pushover con Patrón de carga por Modo 1 (No lineal).

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: PUSH-MODO 1 [Set Def Name] Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Static [Design...]

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case [CGNL]

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear
- Nonlinear Staged Construction

Modal Load Case:

All Modal Loads Applied Use Modes from Case: MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Mode	1	1.
Mode	1	1.

[Add] [Modify] [Delete]

Other Parameters:

Load Application: [Displ Control] [Modify/Show...]

Results Saved: [Multiple States] [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: [User Defined] [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: Elaboración propia.

Tabla. 22 Pushover con Patrón de carga lateral por fuerzas (No Lineal).

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: PUSH-FZAS [Set Def Name] Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Static [Design...]

Initial Conditions:

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case [CGNL]

Important Note: Loads from this previous case are included in the current case

Analysis Type:

- Linear
- Nonlinear
- Nonlinear Staged Construction

Modal Load Case:

All Modal Loads Applied Use Modes from Case: MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	LATERAL	1.
Load Pattern	LATERAL	1.

[Add] [Modify] [Delete]

Other Parameters:

Load Application: [Displ Control] [Modify/Show...]

Results Saved: [Multiple States] [Modify/Show...]

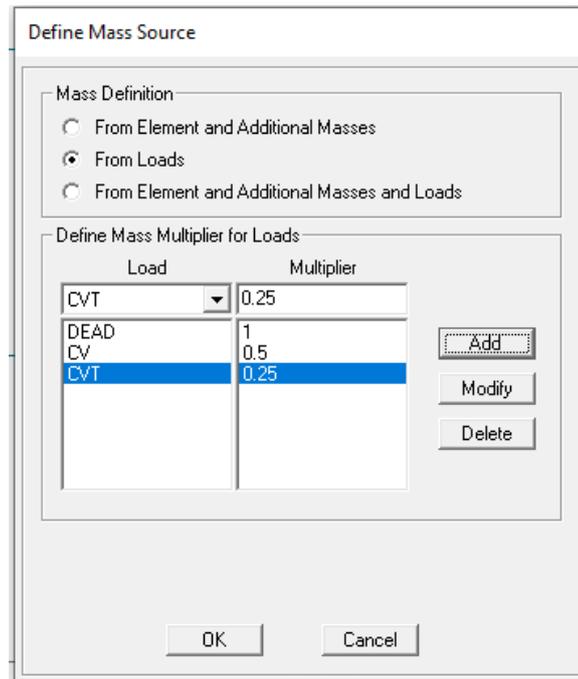
Nonlinear Parameters: [User Defined] [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Fuente: Elaboración propia.

Definición de la masa:

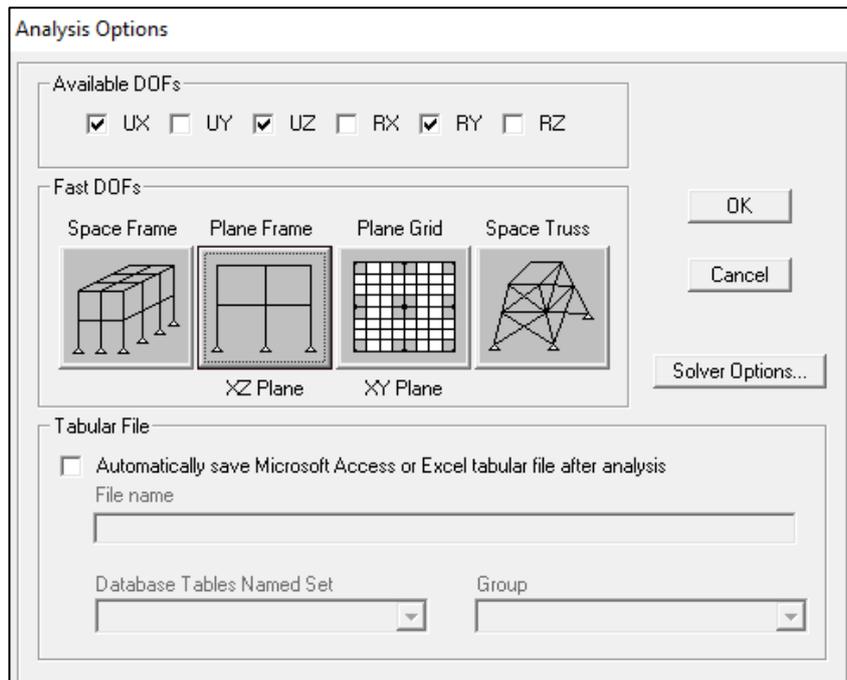
Tabla. 23 Participación de la masa para el análisis.



Fuente: Elaboración propia.

Definición de grados de libertad:

Tabla. 24 Análisis en el plano.



Fuente: Elaboración propia.

Definición del análisis modal:

Tabla. 25 Análisis dinámico para obtener cortantes dinámicas.

Load Case Data - Response Spectrum

Load Case Name: Sismo X Set Def Name Notes: Modify/Show... Load Case Type: Response Spectrum Design...

Modal Combination:

- CQC
- SRSS
- Absolute
- GMC
- NRC 10 Percent
- Double Sum

GMC f1: 1. GMC f2: 0. Periodic + Rigid Type: SRSS

Directional Combination:

- SRSS
- CQC3
- Absolute

Scale Factor: []

Modal Load Case: Use Modes from this Modal Load Case: MODAL

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Spectrum R=	9.81
Accel	U1	Spectrum R=8	9.81

Show Advanced Load Parameters:

Other Parameters: Modal Damping: Constant at 0.05 Modify/Show... OK Cancel

Fuente: Elaboración propia.

Resultado del análisis:

A continuación, se indican las fuerzas de piso de acuerdo al análisis dinámico espectral de superposición modal.

Modos de vibración:

Tabla. 26 Participación modal, primer modo de vibración 90% de la masa.

Modal Participating Mass Ratios

File View Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted Modal Participating Mass Ratios

	OutputCase Text	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless
▶	MODAL	Mode	1	0.449005	0.940027	0	0	0.940027	0
	MODAL	Mode	2	0.159421	0.059942	0	0	0.999969	0
	MODAL	Mode	3	0.076215	0	0	0.000114	0.999969	0
	MODAL	Mode	4	0.060352	0	0	0.716178	0.999969	0
	MODAL	Mode	5	0.059804	1.00000001806	0	0	0.999969	0
	MODAL	Mode	6	0.05902	0	0	0.027739	0.999969	0
	MODAL	Mode	7	0.046913	0	0	0.005581	0.999969	0
	MODAL	Mode	8	0.043455	0.000027	0	0	0.999996	0
	MODAL	Mode	9	0.043085	1.00000003754	0	1.245E-17	0.999996	0
	MODAL	Mode	10	0.043084	0	0	0.234816	0.999996	0
	MODAL	Mode	11	0.033571	0	0	0.0000004702	0.999996	0
	MODAL	Mode	12	0.031044	0.000002847	0	0	0.999999	0

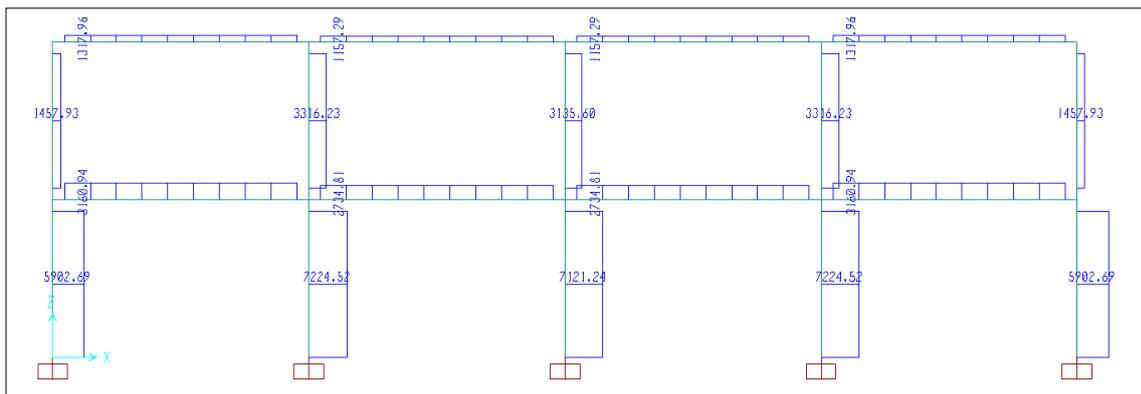
Record: 1 of 12

Add Tables... Done

Fuente: Elaboración propia.

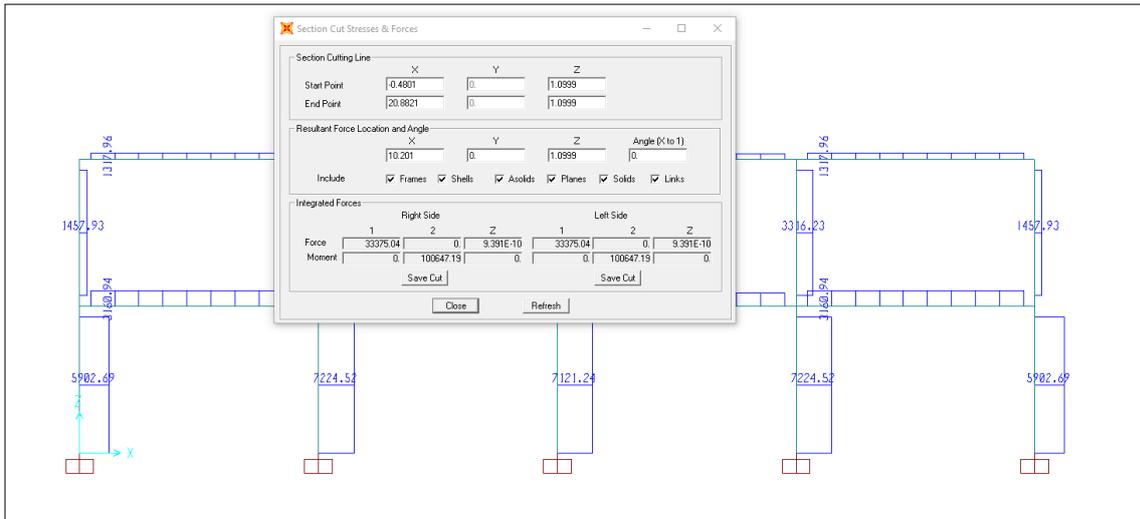
Corte debido al sismo en Kgf:

Figura. 21 Fuerzas cortantes del análisis dinámico



Fuente: Elaboración propia.

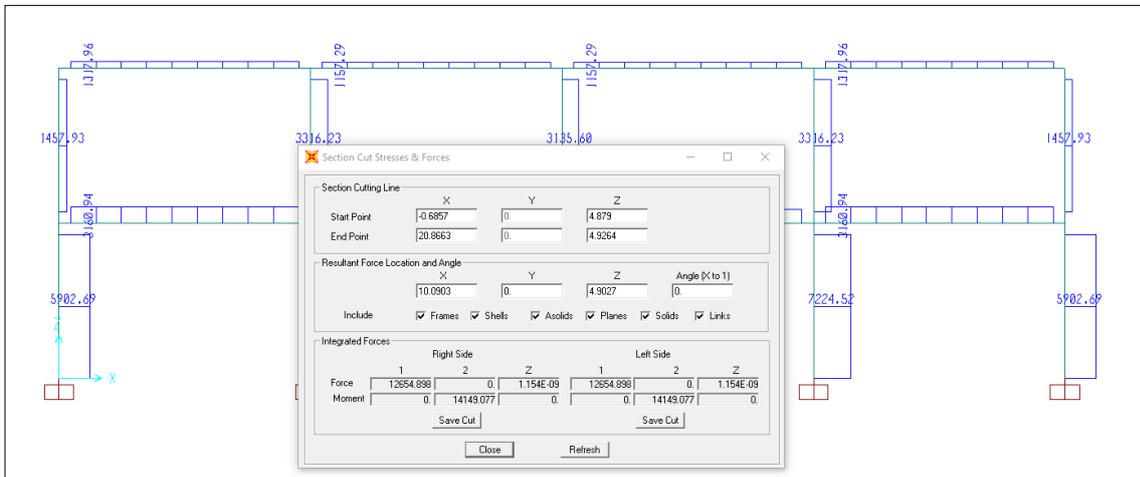
Figura. 22 Corte del piso 1, para la obtención de fuerzas laterales de piso



Fuente: Elaboración propia.

Corte del piso 1=33375.04 kgf

Figura. 23 Corte del piso 2, para la obtención de fuerzas laterales de piso.



Fuente: Elaboración propia.

Corte del piso 2=12654.898 kgf

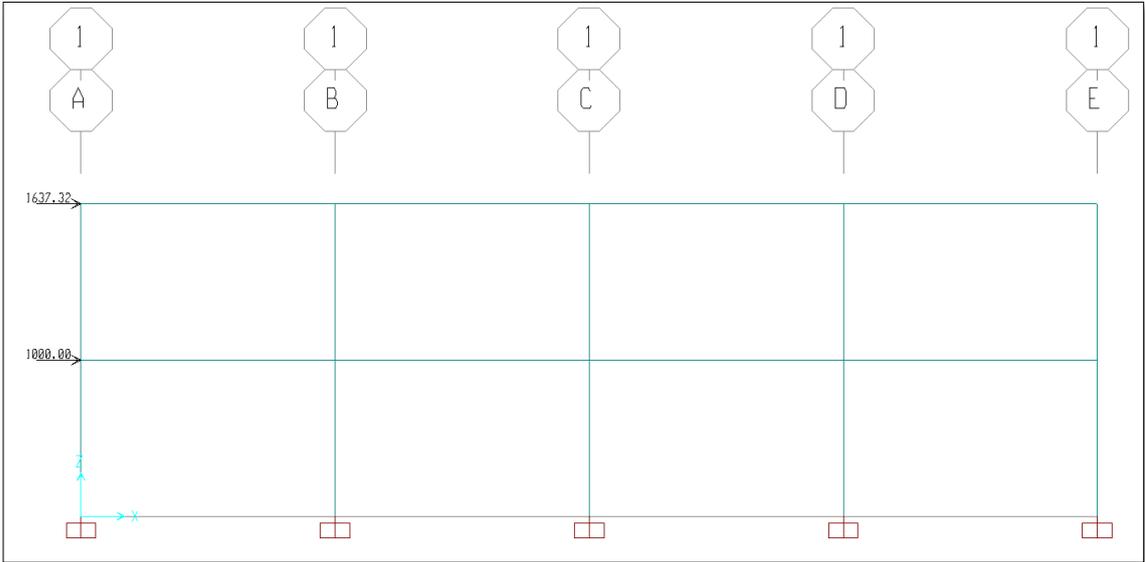
A través de la opción “Section Cut” se pueden obtener los cortantes de piso y, con ello las fuerzas de piso. Que servirán para establecer el patrón de cargas del pushover de fuerzas.

Tabla. 27 Calculo de fuerzas laterales pushover

NIVEL	Corte - Kgf	Fuerza - Kgf	Factor	Push - Fzas Kgf
2	12654.89	12654.89	1.637323596	1637.323596
1	33375.04	20720.15	1	1000
Escala	1000			

Fuente: Elaboración propia.

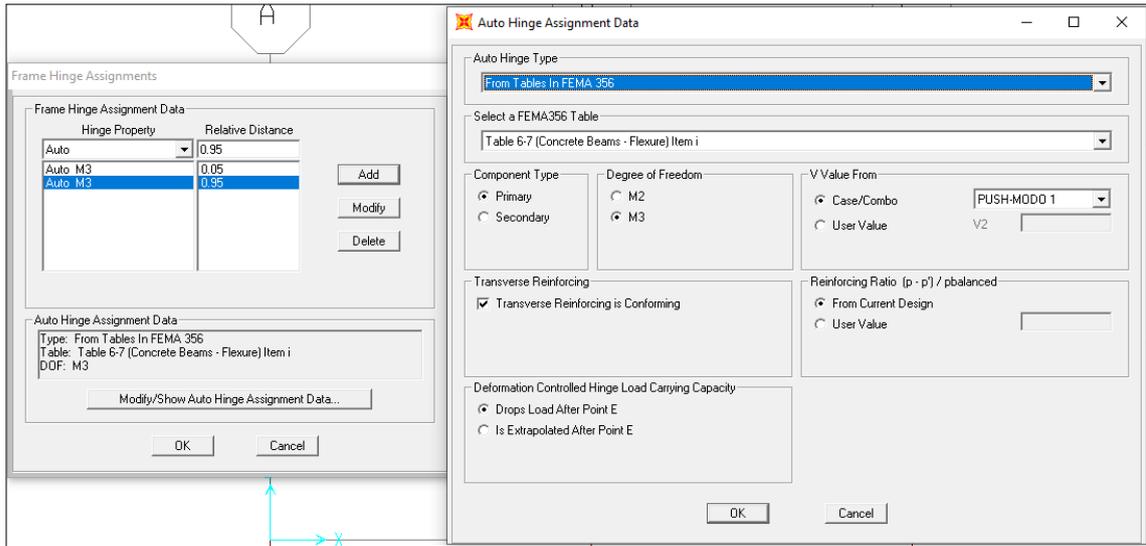
Figura. 24 Representación de las fuerzas de piso.



Fuente: Elaboración propia.

Este patrón de fuerzas laterales se obtiene del análisis dinámico lineal.

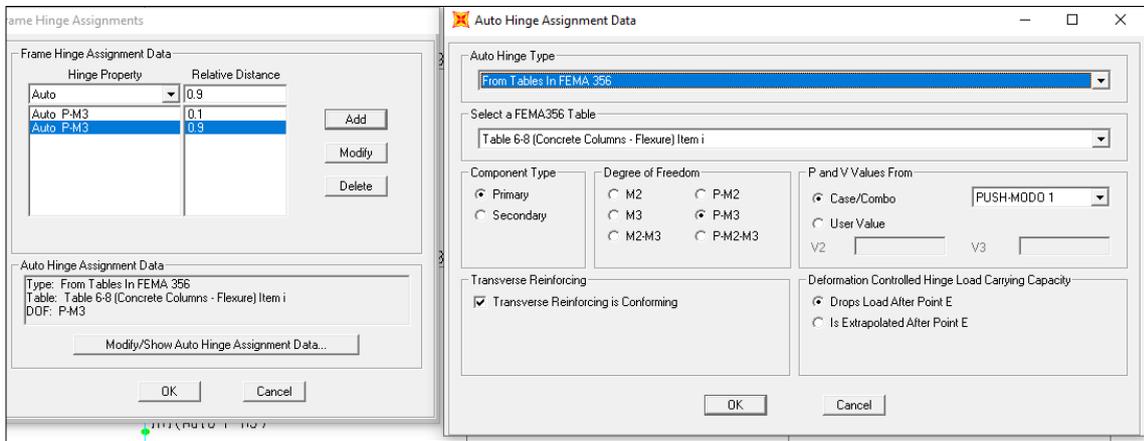
Tabla. 28 Asignación de rótulas en las vigas.



Fuente: Elaboración propia.

Rótulas en las vigas de acuerdo a las tablas 6-7 del FEMA 356

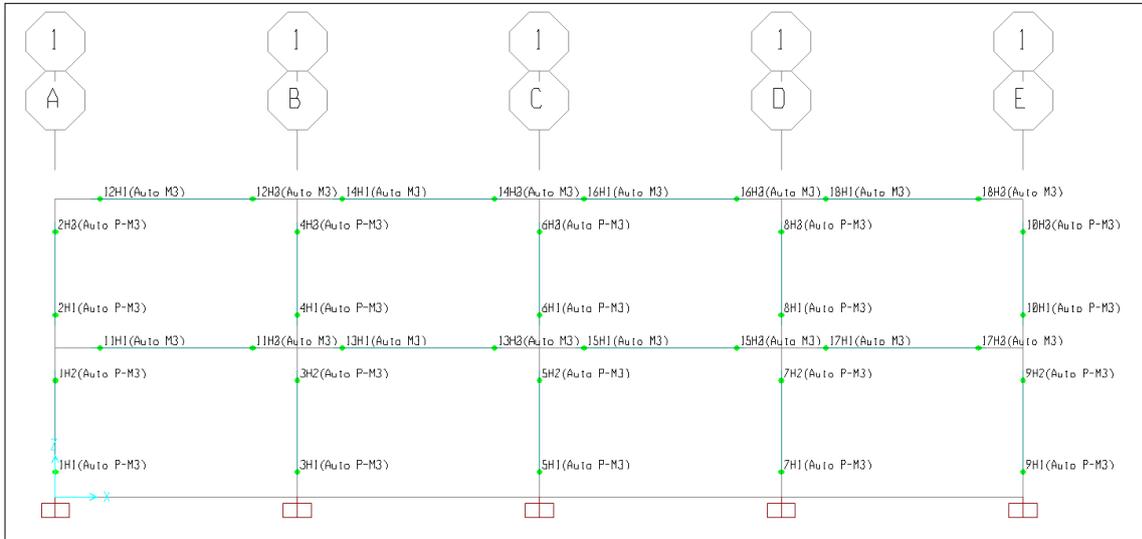
Tabla. 29 Asignación de rótulas en las vigas



Fuente: Elaboración propia.

Rótulas en las columnas de acuerdo a las tablas 6-8 del FEMA 356

Figura. 25 Asignación de rótulas en las columnas y vigas

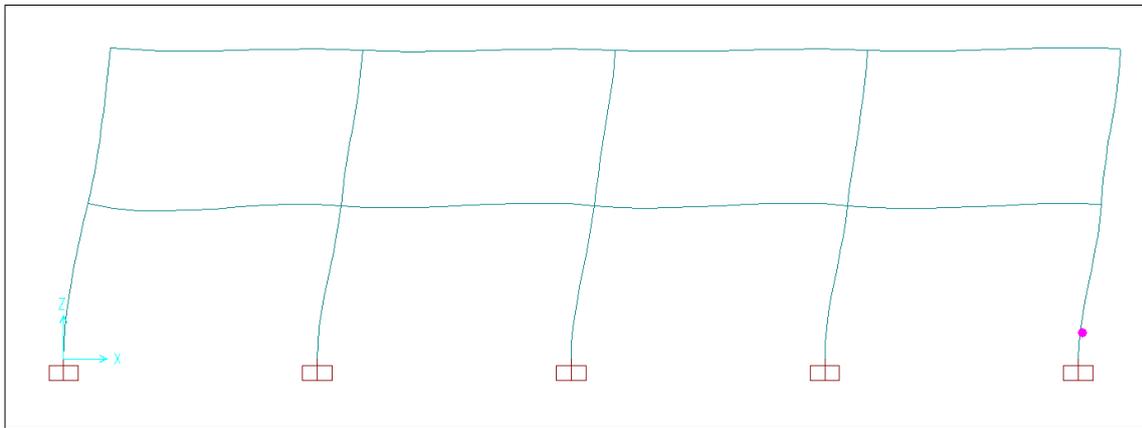


Fuente: Elaboración propia.

Rótulas asignadas en las vigas y columnas

Paso 1.

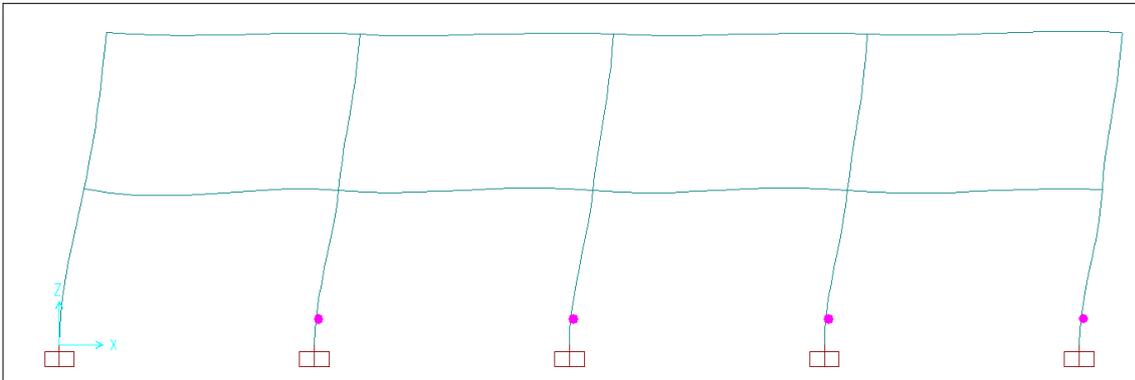
Figura. 26 Presencia de rótula en la columna.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 2.

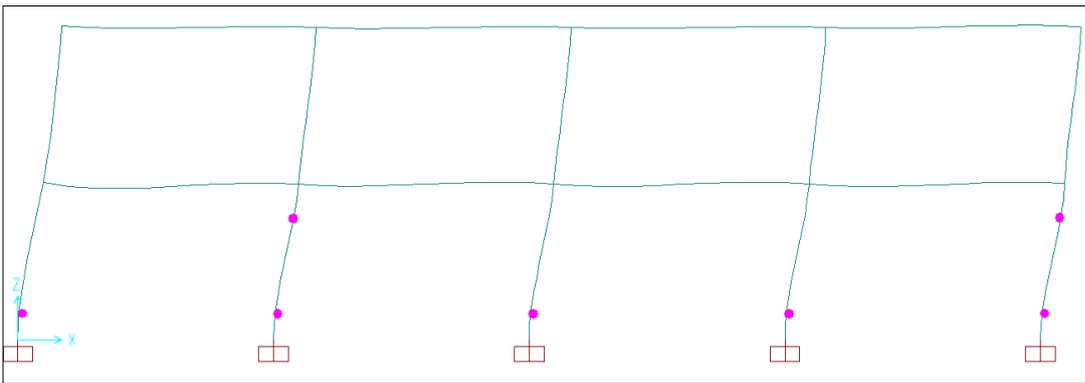
Figura. 27 Presencia de rótula en las columnas inferiores



Fuente: Elaboración propia.

Paso 3.

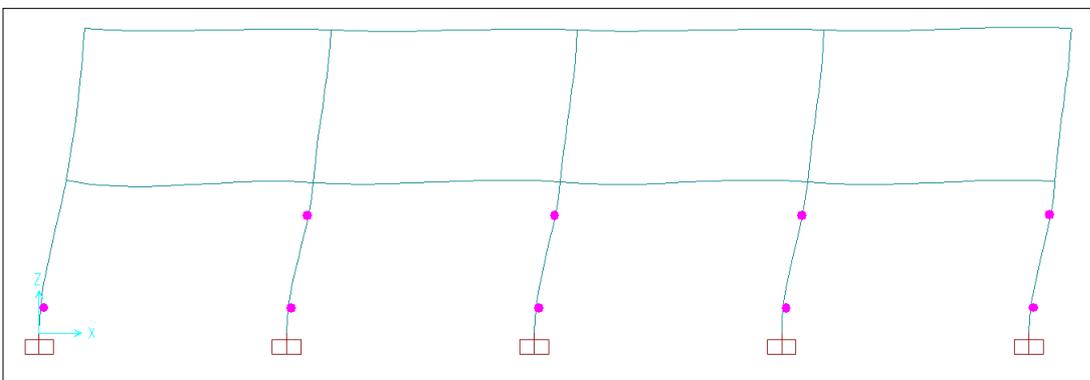
Figura. 28 Presencia de rótula en las columnas inferiores



Fuente: Elaboración propia.

Paso 4.

Figura. 29 Presencia de rótula en la columna inferiores



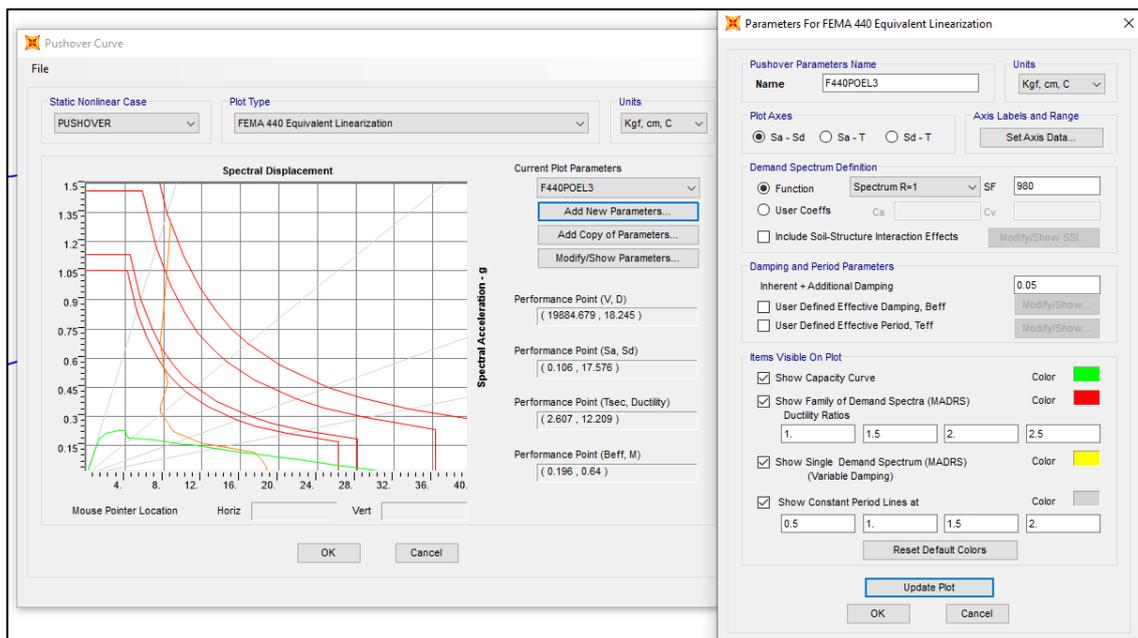
Fuente: Elaboración propia.

Tabla. 30 Límite de deformación según la norma Fema 440

Interstory Drift Limit	Performance Level			
	Immediate Occupancy	Damage Control	Life Safety	Structural Stability
Maximum total drift	0.01	0.01 - 0.02	0.02	$0.33 \frac{V_L}{P_i}$
Maximum inelastic drift	0.005	0.005 - 0.015	no limit	no limit

Fuente: FEMA 440

Tabla. 31 Punto de desempeño antes del reforzamiento de las estructuras.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el máximo desplazamiento es de 17.576 cm, la deriva se calcula dividiendo este desplazamiento entre la altura total ($17.567 / 600 = 0.029$), y de acuerdo a la tabla del FEMA 440. La estructura inicial se encuentra en seguridad de vida.

3.5. Estructuración de la edificación.

Lo que se busca al momento de estructurar una edificación es la disposición de forma apropiada de todos sus elementos estructurales, para que la edificación tenga la capacidad de soportar los esfuerzos a las que será sometida durante su vida útil, como también la estética y su funcionalidad.

La evaluación de la edificación se ha organizado de tal manera que sus principales elementos; como cimentación, columnas, muros de albañilería, vigas peraltadas, y techos aligerados cumplan con los fundamentos principales de estructuración.

3.5.1. Columnas.

La ubicación de las columnas se encuentra de forma ordenada, distanciadas y alineadas respecto a los ejes que indica el plano, la sección de las columnas se mantendrá entre la primera y segunda planta. Encontrándose 3 tipos de columnas C1 (25 cm x 45 cm), C2 (30cm x 45cm), distribuidas en los niveles.

3.5.2. Vigas.

Las vigas presentan un peralte considerable por las grandes luces que se tienen entre columnas conformando de esta manera un pórtico. Se tomó en cuenta en la medida del peralte de la viga en las dos direcciones, para evitar cambiar el diseño arquitectónico de la estructura. Se tiene que en la dirección transversal X - X recibirá momentos importantes por carga sísmica que se transmitirá a las columnas y en la dirección Y-Y. resistirá cargas de gravedad. Se tiene diferentes medidas de vigas: V1 (25 cm x 65 cm), V2 (15 cm x 65 cm), V3 (30 cm x 45 cm), V4 (25 cm x 65 cm).

3.5.3. Losa aligerada (h=20 cm)

Presenta una losa aligerada con un sistema unidireccional y está compuesta por ladrillo con las dimensiones de 30x30x15 cm, que se colocan entre las viguetas de 10 cm de ancho, espaciados a cada 40 cm de eje a eje y la capa de compresión superior de 5 cm. Las viguetas se ubican en la luz más corta adecuadas a la norma.

3.6. Análisis sísmico estático y dinámico mediante el software Robot Estructural 2019.

Las medidas iniciales han sido revisadas considerando puntos de vista mínimos pertinentes en los normas y estándares Internacionales y Nacionales. Esperando que la estructura trabaje dúctilmente, cumpliendo los parámetro necesarios que contempla el reglamento nacional de edificaciones, este patrón matemático informático es la representación a contemplar en la realidad y su simulación es el comportamiento deseado ante sus sollicitaciones, Este método estructural no considera los efectos de temperatura, vibraciones ambientales y niveles freáticos, los factores de seguridad en un diseño

rigen las cargas externas, sin considerar que es concurrente en la forma a diseñar. (Ricardo Bermúdez).

3.6.1. Análisis Sísmico.

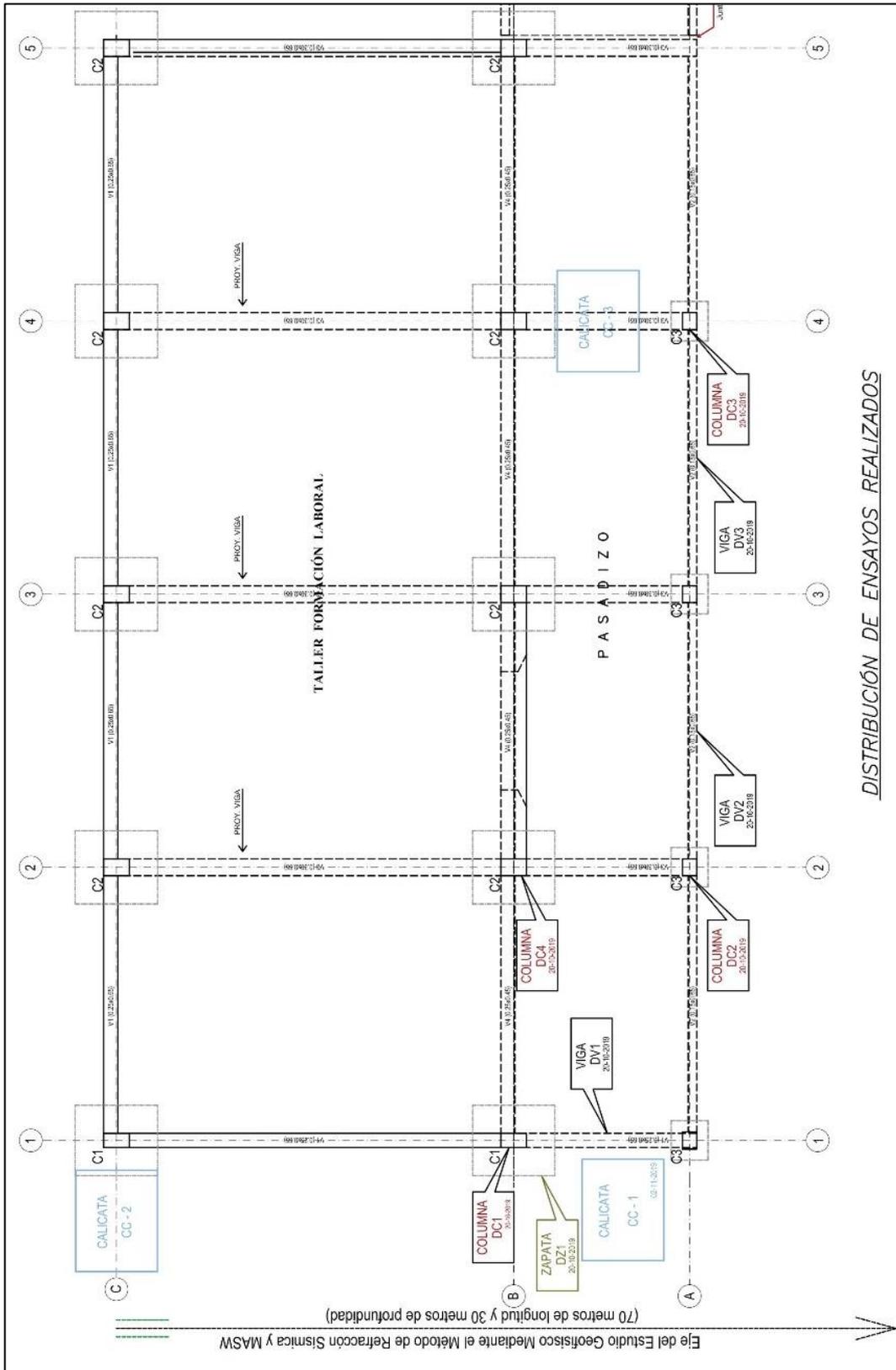
El análisis sísmico de los pabellones de la Institución educativa Felipe Santiago Estenos se modelo utilizando el Software Robot Structural. El pabellón B fue analizado con modelos tridimensionales, con las suposiciones que las losas aligeradas se comportan como un diafragma rígido, para la resistencia de los componentes estructurales se usó los resultados obtenidos de los ensayos diamantinados.

Los elementos de tabiquería fueron definidos como cargas distribuidas tal como se muestras en las tablas de metrado tabiquería

3.6.2. Propiedades de los materiales de concreto, según la N.T. 060:

Según método de prueba estándar para obtener núcleos perforados y vigas aserradas de hormigón ASTM C42 / C42M – 18, realizadas en laboratorio se obtuvo los siguientes resultados a los elementos estructurales.

Figura. 30 Distribución de ensayos realizados.



Fuente: Elaboración propia.

Figura. 31 Extracción de núcleos perforados de vigas, columnas y zapata.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla. 32 Resultados de prueba estándar para obtener núcleos perforados.

Eje	Denominación	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la Compresión Corregida (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
1 - B	Columna Dc1	105.9	104.3	97.25
2 - B	Columna Dc4	90.2	90.2	
2 - A	Columna Dc2	76.3	76.3	69.65
4 - A	Columna Dc3	64.2	63.0	
1 - (A - B)	Viga-1-Dv1	131.0	129.8	106.53
(2 - 3) - A	Viga-2-Dv2	95.9	95.9	
(3 - 4) - A	Viga 3-Dv3	97.5	93.9	
1 - B	Zapata-1-Dz1	40.4	36.8	36.8

Fuente: Elaboración propia.

- **Concreto**

Resistencia a la compresión:

F'c: 97.25 kg/cm² (columnas).

F'c: 106.53 kg/cm² (vigas).

Peso específico:

γ : 2400 kg/cm²

Módulo de elasticidad:

$E_c: 15000 * \sqrt{f'c} \text{ kg/cm}^2$

$E_c: 147,923.122 \text{ kg/cm}^2$ (columnas).

$E_c: 154820.057 \text{ kg/cm}^2$ (vigas).

Módulo de corte:

$$G: \frac{Ec}{2*(1+\nu)}$$

$$\nu = 0.20$$

$$G: \frac{Ec}{2.40}$$

G: 61,634.63 kg/ cm² (columnas).

G: 64,508.36 kg/ cm² (vigas).

- **Acero.**

Esfuerzo de fluencia:

Fy: 4200 kg/ cm².

Peso específico:

γ : 7850 kg/ m³.

Deformación unitaria máxima:

Ds: 0.021 Módulo de elasticidad:

Es: 2'000,000 kg/ cm².

- **Albañilería.**

Resistencia a la compresión:

F'm: 35 kg/ cm².

Módulo de elasticidad:

Em: 500 * (f'm)

Em: 17500 kg/ cm².

Módulo de corte:

Gm: 0.4 (Em).

Gm: 7000 kg/ cm².

3.6.3. Cuadro de elementos estructurales.

Tabla. 33 Cuadro de secciones de columnas

Descripción	B. (m)	A. (m)
COLUMNA C1	0.25	0.45
COLUMNA C2	0.30	0.45

Fuente: Elaboración propia.

Tabla. 34 Cuadro de secciones de vigas.

Descripción	Base. (m)	Peralte. (m)
VIGA-1	0.25	0.65
VIGA-2	0.15	0.65
VIGA-3	0.3	0.65
VIGA-4	0.25	0.45

Fuente: Elaboración propia.

- Losa e = 0.20 m.

3.6.4. Metrado de cargas.

Es importante considerar las cargas gravitatorias que intervienen sobre diferentes puntos en los elementos estructurales con la cual está compuestas la estructura, las que estudiaremos de acuerdo a las normas vigentes. La norma vigente E - 0.20 dispone que las cargas mínimas a la que un componente estructural puede ser sometida. En la tabla 11 se detalla las cargas unitarias empleadas en el metrado de las cargas:

Tabla. 35 Pesos Unitarios

Materiales.	Peso
Piso terminado.	100 kg/m ²
Acabados.	100 kg/m ²
Albañilería Ladrillo Solido.	1800 kg/m ²
Concreto armado.	2400 kg/m ³
Peso específico del terreno.	1900 kg/m ³

Fuente: Diario El Peruano (Normas Legales), adaptado.

Tabla. 36 Espesores de losas.

Espesor del aligerado (m)	Espesor de losa superior en metros	Peso propio (kgf/m²)
0.20	0.05	300 kgf/m ²

Fuente: Diario El Peruano (Normas Legales), adaptado.

Se tiene las cargas vivas que se contemplan en la norma vigente E.0.20, donde se estipula:

Tabla. 37 Cargas vivas mínimas repartidas.

Ocupación o Uso	Cargas Repartidas (kgf/m²)
Centros de Educación	
Aulas	250 kgf/m ²
Talleres	350 kgf/m ²
Laboratorios	300 kgf/m ²
Corredores y escaleras	400 kgf/m ²

Fuente: Diario El Peruano (Normas Legales), adaptado.

3.6.5. Parámetros sísmicos.

Los parámetros sísmicos son coeficientes que alteran el espectro de aceleraciones de diseño.

3.6.5.1. Factor de Zona.

$$Z = 0.45$$

La I.E. por ubicarse en el distrito de Chaclacayo, se encuentra en la zona 4

3.6.5.2. Factor de uso e importancia.

$$U = 1.50$$

Por ser un centro educativo se encuentra en una categoría A2 (Edificaciones esenciales).

3.6.5.3. Factor de suelo.

$$S_1 = 1.00$$

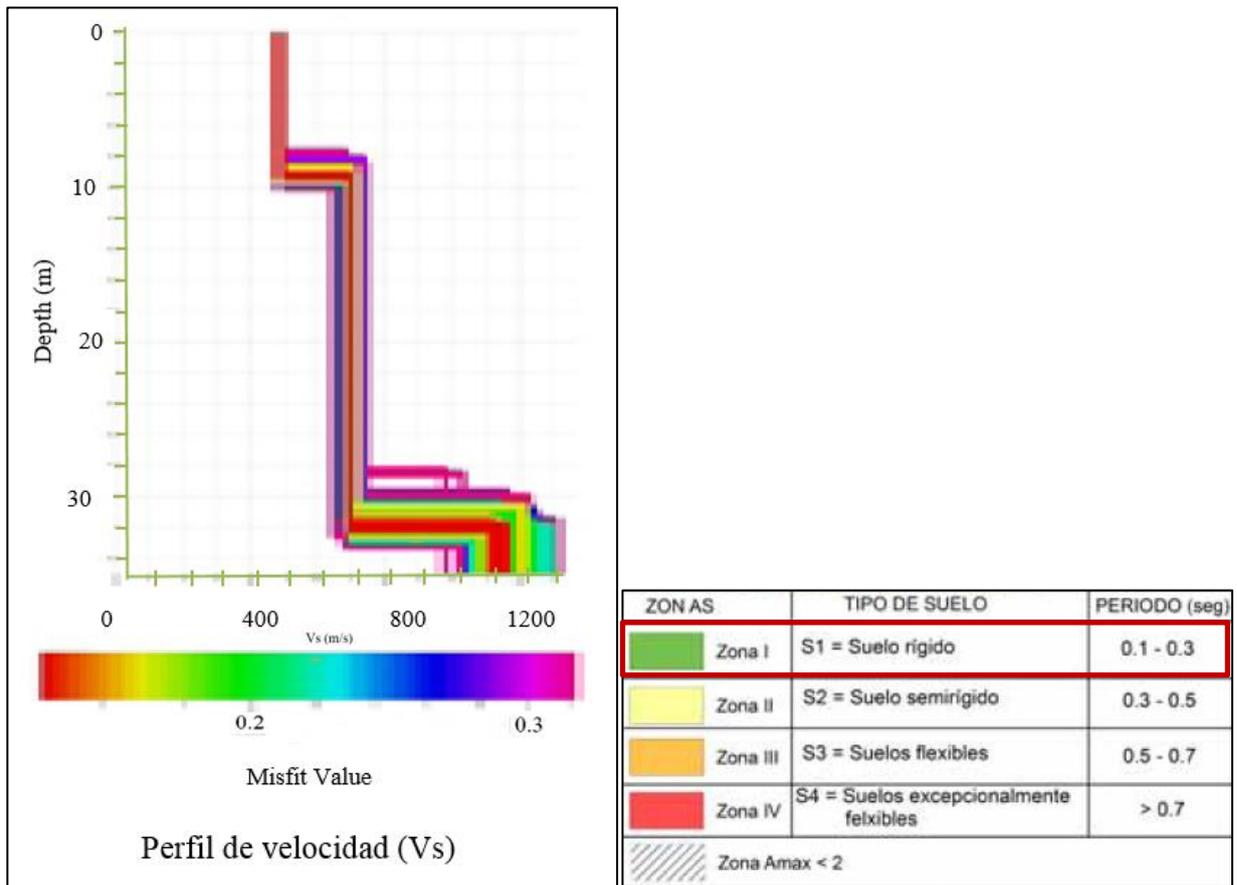
Roca o Suelos Muy Rígidos (Ensayo Mas W).

Estudio Geofísico Mediante el Método de Refracción Sísmica y MASW.

El estudio de presente trabajo de investigación fue determinar la velocidad de propagación de las ondas P (V_p) y ondas S (V_s) del subsuelo de cimentación de la Instrucción Educativa Felipe Santiago Estenos, mediante ensayos de Refracción sísmica superficial, los cuales nos permitió determinar el perfil sísmico de ondas P (V_p) y mediante los ensayos MASW, nos permitió obtener el perfil unidimensional de ondas S (V_s). Dicho estudio permitió obtener un perfil sísmico de ondas S (V_s).

- Según los estudios realizados por el Instituto Geofísico del Perú en el distrito de Chaclacayo el 2012 utilizaron la técnica de arreglos lineales, considerando el registro en arreglos lineales de ondas de volumen y superficiales, ocasionados por fuentes artificiales con la finalidad de conocer la celeridad de las ondas de corte utilizando el método MASW.
- Clasificándose en la zona S_1 (suelo rígido) con un periodo T_s . (0.1 – 0.3).

Figura. 32 Perfil unidimensional distrito de Chaclacayo 2012



Fuente: Mapa Geofísico del Perú (2012).

- Al realizar nuestro ensayo, el informe logrado es de mucha utilidad para establecer en forma indirecta los espesores y las características estratigráficas de los suelos que se encuentran a diferentes profundidades en el área de estudio. Asimismo; calcular los parámetros Elásticos.

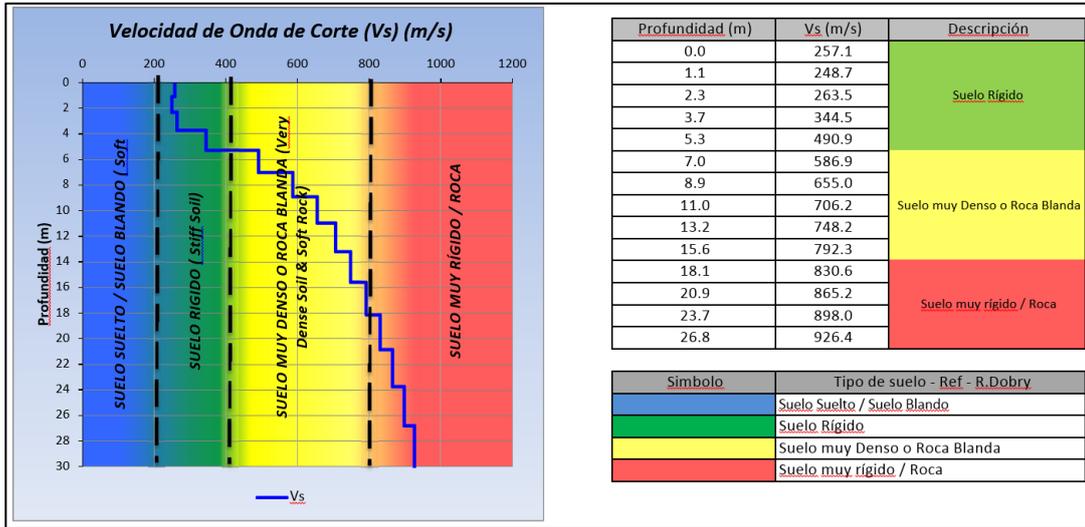
Figura. 33 Estudio Geofísico Mediante el Método de Refracción Sísmica y MASW.



Fuente: Elaboración propia.

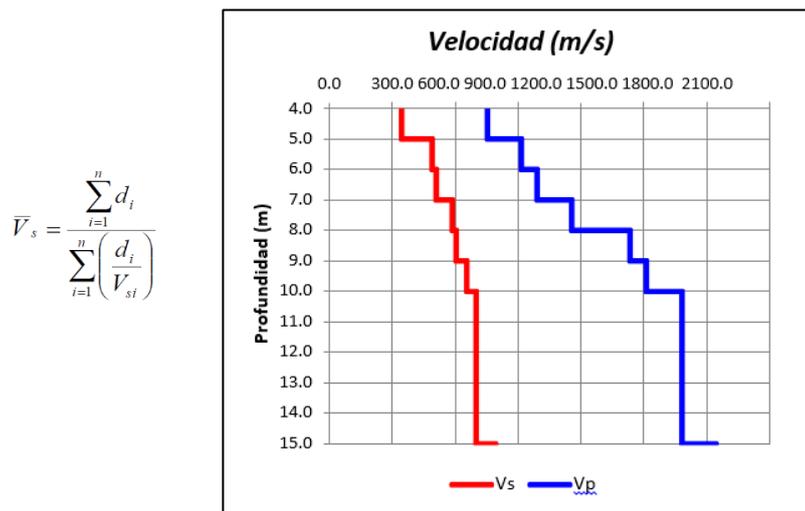
Obteniéndose una velocidad V_s de 552.54 m/s. y un periodo de $T = 0.22$ s. Según la clasificación sísmica NTP E- 030 - 2018, se clasifica como rocas o suelo muy rígido S_1 ($500 < 552.24 < 1500$).

Gráfico. 20 Perfil unidimensional distrito de Chaclacayo 2019.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico. 21 Velocidad promedio de las Ondas de Corte, \bar{V}_s



Fuente: Elaboración propia.

Tabla. 38 Clasificación Sísmica NTP E- 030 - 2018

Ensayo	Prof. (m)	Coordenadas (UTM-WGS 1984 datum, Zone 17 South)		Vs30 (m/s)	To (s)	IBS	Norma	Descripción
		Este (m)	Norte (m)					
MASW-01	30	306340.79	8675260.04	552.54	0.22	552.54	552.54	Roca o suelo muy Rígidos

Fuente: Elaboración propia.

3.6.5.4. Período Fundamental de Vibración.

El período fundamental de vibración en cada dirección se considerará con la siguiente expresión:

Dónde:

- f_i : Es la fuerza lateral en el nivel i propia a una distribución en altura igual a la del primer modo en la dirección de análisis.
- d_i : es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i . Los desplazamientos se calcularán asumiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de hormigón armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar. Cuando el análisis no considere la rigidez de los elementos no estructurales, el período fundamental T deberá tomarse como **0,85** del valor obtenido con la fórmula siguiente.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i * d_i^2)}{(g * \sum_{i=1}^n f_i * d_i)}}$$

Dirección “X”.

Piso	Vi Tonf	Pi Tonf	fi Tonf	di (CM) m	Pi x di ² seg	fi x di
Piso 2	30.3917	99.69	30.3917	0.014654	0.021407	0.44536
Piso 1	61.5455	205.1802	31.1538	0.008781	0.015821	0.273562
				Σ	0.03723	0.71892

$$T_x = 0.456 \text{ seg}$$

$$0.85 T_x = 0.388 \text{ seg}$$

Dirección “Y”.

Piso	Vi Tonf	Pi Tonf	fi Tonf	di (CM) m	Pi x di ² seg	fi x di
Piso 2	54.0297	99.69	54.0297	0.003377	0.001137	0.182458
Piso 1	109.4142	205.1802	55.3845	0.001981	0.000805	0.109717
				Σ	0.00194	0.29217

$$T_y = 0.164 \text{ seg}$$

$$0.85 T_y = 0.139 \text{ seg}$$

3.6.5.5. Valores de T_p y T_L según el factor de suelo.

Para el tipo de suelo S_1 se obtienen los valores para los periodos de T_p y T_L , respectivamente.

$$\underline{S_1}$$

$$T_p (s): 0.4$$

$$T_L (s): 2.5$$

3.6.5.6. Factor de amplificación sísmica (C).

El periodo obtenido en los ejes “X”, “Y” fueron:

$$T_x = 0.1388 \quad ; \quad T_y = 0.139$$

Cumple la condición:

$$T < T_p \quad ; \quad C = 2.5$$

Dirección “X”:

$$0.388 < 0.4 \quad C = 2.5$$

Dirección “Y”:

$$0.139 < 0.4 \quad C = 2.5$$

3.6.5.7. Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R0)

- Eje “X”: Sistema Estructural Pórticos de hormigón armado $R = 8$.
- Eje “Y”: Sistema Estructural Albañilería confinada $R = 3$.

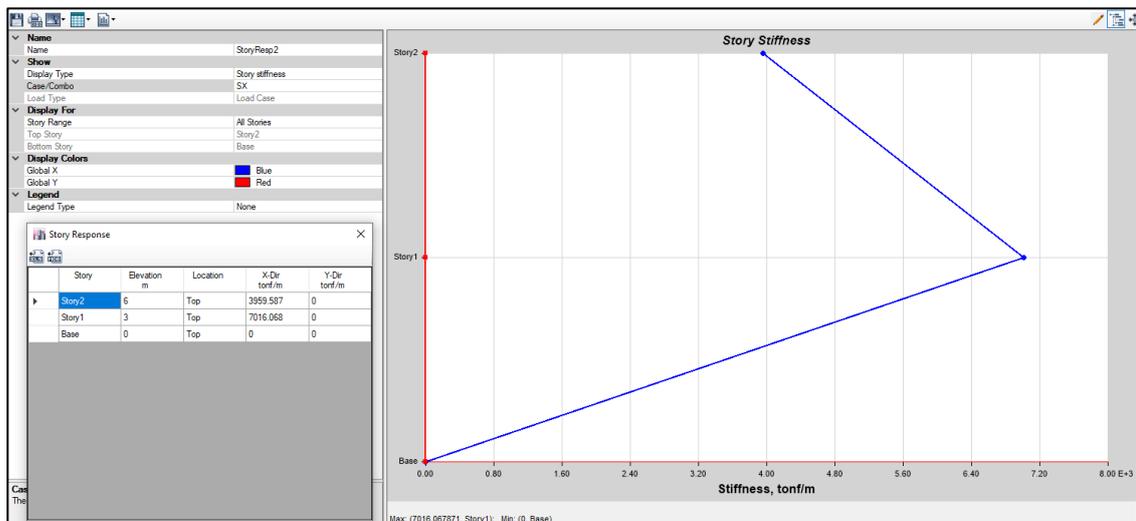
3.6.5.8. Factores de irregularidades (Ia, Ip).

3.5.5.8.1 Irregularidades Estructurales en Altura.

- **Irregularidad de Rigidez – Piso Blando.**

Hay irregularidad de rigidez debido a que, en cualquiera de las direcciones de estudio en un entrepiso, la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales podrán efectuarse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, los dos fue evaluado con la misma condición de carga.

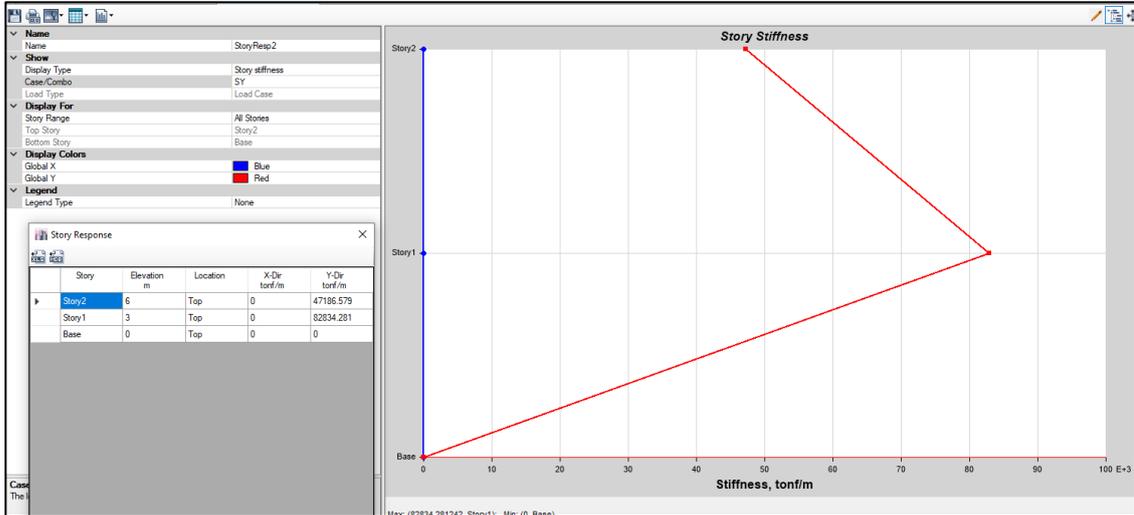
Gráfico. 22 Evaluación de Irregularidades de rigidez en el eje “X”.



Fuente: Elaboración propia.

- No presenta Irregularidades de rigidez en el eje “X” la edificación.

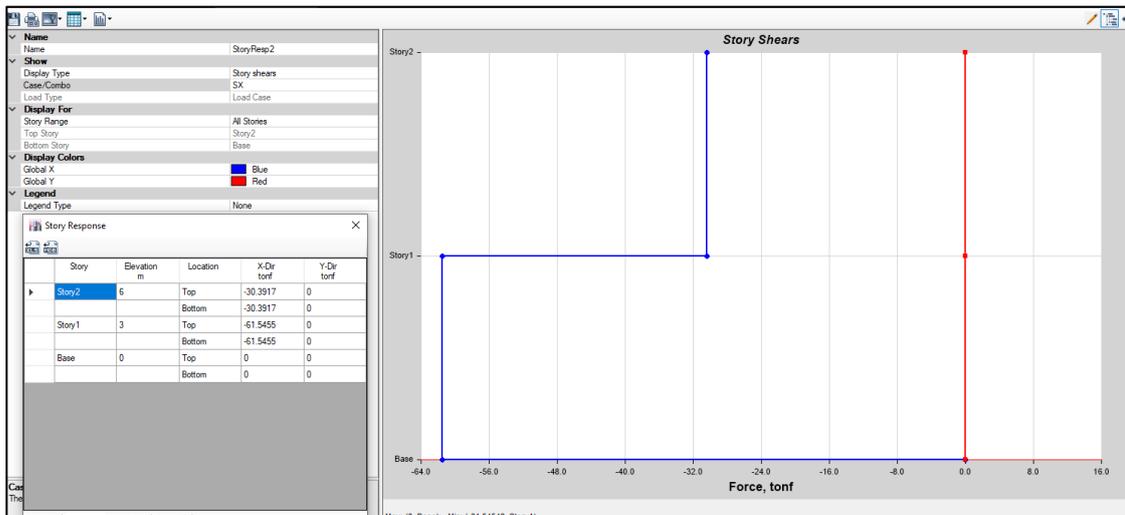
Gráfico. 23 Evaluación de Irregularidades de rigidez en el eje “Y”.



Fuente: Elaboración propia.

- No presenta Irregularidades de rigidez en el eje “Y” la edificación.
- **Irregularidades de Resistencia – Piso Débil**
Hay irregularidad de resistencia porque en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.

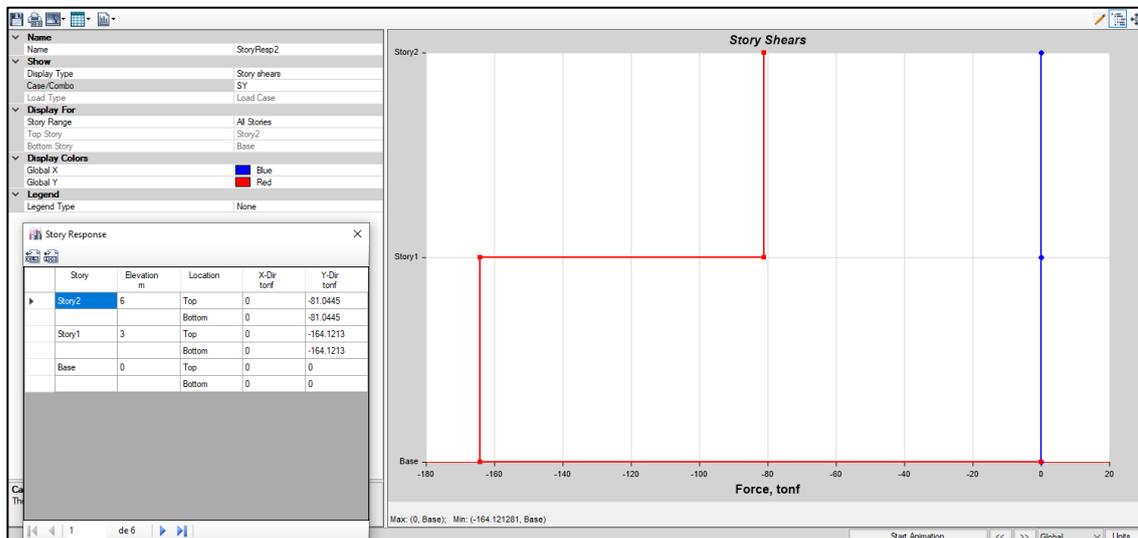
Gráfico. 24 Evaluación de Irregularidades de resistencia en el eje “X”.



Fuente: Elaboración propia.

- No presenta Irregularidades de resistencia en el eje “X” la edificación.

Gráfico. 25 Evaluación de Irregularidades de resistencia en el eje “Y”.



Fuente: Elaboración propia.

- No presenta Irregularidades de resistencia en el eje “Y” la edificación.
- **Irregularidad de Masa o Peso**

Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{99.69}{205.1802} = 0.486 < 1.5$$

- No presenta Irregularidades de Masa.
- **Irregularidad Geométrica Vertical.**

La configuración geométrica es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la magnitud en planta de la estructura resistente a cargas laterales, es mayor que 1,3 veces la respecto a la dimensión en un piso adyacente.

$$\frac{A_2}{A_1} = \frac{135.8}{195.4} = 0.695 < 1.3$$

- No presenta Irregularidades geométrica.

- **Discontinuidad en los Sistemas Resistentes**

- Los elementos estructurales no presentan desalineamiento en su eje vertical, porque presentan continuidad de un nivel al otro.

Por lo tanto:

$$I_a = 1$$

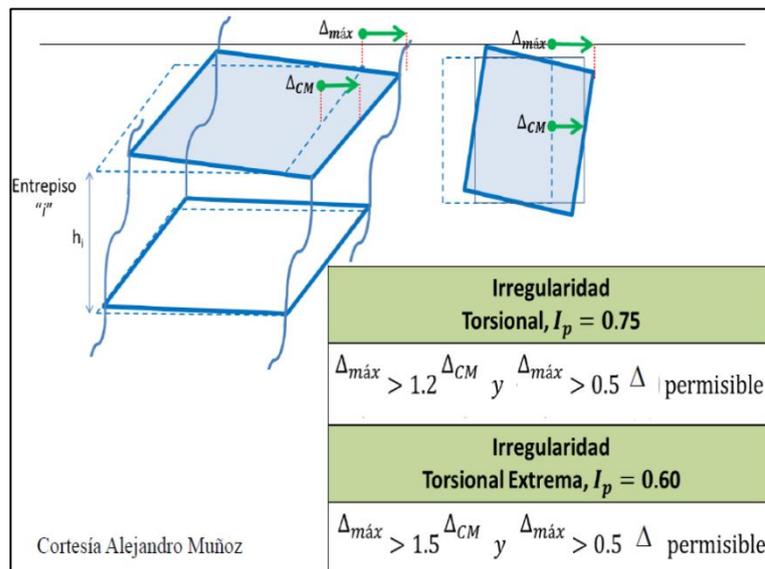
3.5.5.8.2 Irregularidades Estructurales en Planta.

- **Irregularidad Torsional**

Hay irregularidad torsional debido a que, en cualquiera de las direcciones de estudio, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado considerando la excentricidad accidental ($\Delta_{m\acute{a}x}$), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del entrepiso referido contemplando la misma condición de carga (Δ_{CM}).

Este punto de vista sólo se aplica en edificaciones con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento aceptable.

Figura. 34 Derivas de centro de masa.



Fuente: Alejandro Muñoz.

Sentido Eje "X"

Tabla. 39 Derivas de centro de masa.

0.75*R

	Altura (cm)	Desplazamiento (cm)	corregido	deriva corregida	Deriva Máx Entrepiso	1.2▲CM	1.5▲CM	0.5▲ Permissible
piso 2	600	1.53	9.18	0.0120	0.0118	0.0144	0.0180	0.0035
piso1	300	0.93	5.58	0.0186	0.0188	0.0223	0.0279	0.0035

Fuente: Elaboración propia.

Sentido Eje "Y"

0.75*R

	Altura (cm)	Desplazamiento (cm)	corregido	deriva corregida	Deriva Máx Entrepiso	1.2▲CM	1.5▲CM	0.5▲ Permissible
piso 2	600	0.33	0.743	0.0008	0.0010	0.0010	0.0012	0.0025
piso1	300	0.22	0.495	0.0017	0.0015	0.0020	0.0025	0.0025

Fuente: Elaboración propia.

- No presenta Irregularidad Torsional.
- **Esquinas Entrantes**
 - No muestra esquinas entrantes la estructura.
- **Discontinuidad del Diafragma**
 - No muestra diafragmas discontinuos abruptos ni aberturas mayores que 50 % del área total bruta del diafragma.
- **Sistemas no Paralelos**
 - No hay irregularidad por sistemas no paralelos debido a que no existen pórticos que se encuentren orientados en direcciones diferentes a los ejes principales X-X e Y-Y.

Por lo tanto:

$$I_p = 1$$

3.6.5.9. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R

Al no presentar irregularidades tanto en altura y planta I_a y $I_p = 1$.

$$R = R_o * I_a * I_p.$$

En el eje X: $R = 8 * 1 * 1$ $R = 8$

En el eje Y: $R = 3 * 1 * 1$ $R = 3$

Tabla. 40 Espectro E.030

TABLA N° 1 ZONIFICACION SISMICA	
Departamento	: LIMA.
Provincia	: LIMA
Distrito	: ATE
Region Geografica	: COSTA
Zonif. Sismica	: ZONA 4
Factor de Zona	: Z = 0.45

TABLA N° 2 - 3 - 4 CONDICIONES LOCALES	
Perfil de Suelo	: S1
Descripcion del perfil de Suelo	: Roca o Suelos Muy Rigidos; Roca Fracturada, Arena muy Densa o Grava Aranzosa Densa, Arcilla muy Compacta.
V Prom. Ond. de C. V_s	: 500 m/s - 1500 m/s
Prom. Pond SPT N_{60}	: > 50
Prom. Pond RCCND S_u	: > 100 kPa
Factor de Suelo	: S = 1.00
Periodo TP	: TP = 0.40 seg.
Periodo TL	: TL = 2.50 seg.

NOTA	
Los valores de Z se interpreta como la aceleracion maxima horizontal en suelo rigido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años	

TABLA N° 5 CATEGORIA DE LA EDIFICACION	
Descripcion	: EDIFICACIONES.ESENCIALES
Tipo de Edificacion	: INSTITUCIONES EDUCATIVAS
Categoria	: A2
Factor de uso	: U = 1.50
Observaciones	: ---

MAPA DE ZONIFICACIÓN SISMICA	FORMULAS
	Coef. de reduc. F. sísmica
	$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$
	Factor de amplif. Sísmica H
	$T < T_p \quad , C = 2.5$ $T_p < T < T_L \quad , C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$ $T > T_L \quad , C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p - T_L}{T - T_L}\right)$ Donde: $C \leq 2.5$
	Factor de amplif. Sísmica V
$T < 0.2 \cdot T_p \quad , C = 1 + 7.5 \cdot \left(\frac{T}{T_p}\right)$	
Aceleración espectral	
$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot \beta$	

TABLA N° 7 SISTEMA ESTRUCTURAL X - X	
Material	: CONCRETO ARMADO
Sist. Estructural	: Pórticos de Concreto Armado
Coef. De Reduccion	: $R_0 = 8.00$

TABLA N° 7 SISTEMA ESTRUCTURAL Y - Y	
Material	: ALBAÑILERIA ARMADA O CONFINADA
Sist. Estructural	: Albañilería Armada o Confinada
Coef. De Reduccion	: $R_0 = 3.00$

TABLA N° 6 CATEGORIA Y SISTEMA ESTRUCTURAL	
Material	: CONCRETO ARMADO
Sist. Estruct. Dominante	: Pórticos de Concreto Armado
Verificacion	: Sist. Estructural No Adecuado

TABLA N° 10 CATEGORIA Y REGULARIDAD DE LA EDIFICACION	
Restricciones en la estructura	: No se permiten Irregularidades en Planta y Altura

TABLA N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			
No Presenta Irregularidades	AMBAS DIRECCIONES	I_a Dir X-X	I_a Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez - Piso Blando	DIR X-X	-	-
Irregularidad de Resistencia - Piso Débil	DIR X-X	-	-
Irregularidad Extrema de Rigidez	DIR X-X	-	-
Irregularidad Extrema de Resistencia	DIR X-X	-	-
Irregularidad de Masa o Peso	AMBAS DIRECCIONES	-	-
Irregularidad Geométrica Vertical	DIR X-X	-	-
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	AMBAS DIRECCIONES	-	-
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	AMBAS DIRECCIONES	-	-
FACTOR DE IRREGULARIDAD I_a :		1.00	1.00

TABLA N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			
No Presenta Irregularidades	AMBAS DIRECCIONES	I_p Dir X-X	I_p Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	DIR X-X	-	-
Irregularidad Torsional Extrema	DIR X-X	-	-
Esquinas Entrantes	DIR X-X	-	-
Discontinuidad del Diafragma	AMBAS DIRECCIONES	-	-
Sistemas no Paralelos	DIR X-X	-	-
FACTOR DE IRREGULARIDAD I_p :		1.00	1.00

DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
<i>Norma Técnica de Edificación E 030 - 2018</i>				
Z	0.45	R ₀	8.00	3.00
U	1.50	I _a	1.00	1.00
S	1.00	I _p	1.00	1.00
T _r	0.40	R _{h-y}	8.00	3.00
T _l	2.50	Config.	REGULAR	REGULAR
0.2T _p	0.08	ε	9.81 m/s ²	

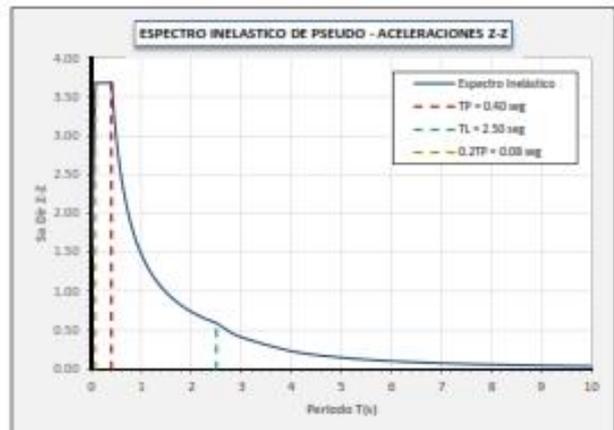
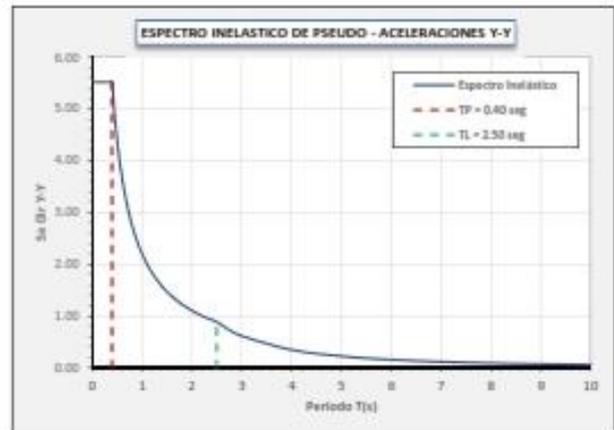
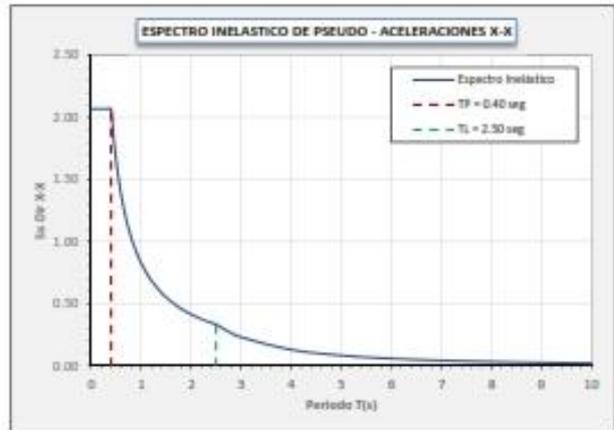
T	C _u	C _v	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y	Sa Dir Z-Z
0.00	2.500	1.000	2.06930	5.51813	1.47150
0.01	2.500	1.188	2.06930	5.51813	1.74741
0.02	2.500	1.373	2.06930	5.51813	2.02331
0.03	2.500	1.563	2.06930	5.51813	2.29922
0.04	2.500	1.750	2.06930	5.51813	2.57513
0.05	2.500	1.938	2.06930	5.51813	2.85103
0.06	2.500	2.125	2.06930	5.51813	3.12694
0.08	2.500	2.500	2.06930	5.51813	3.67875
0.10	2.500	2.500	2.06930	5.51813	3.67875
0.12	2.500	2.500	2.06930	5.51813	3.67875
0.14	2.500	2.500	2.06930	5.51813	3.67875
0.16	2.500	2.500	2.06930	5.51813	3.67875
0.18	2.500	2.500	2.06930	5.51813	3.67875
0.20	2.500	2.500	2.06930	5.51813	3.67875
0.25	2.500	2.500	2.06930	5.51813	3.67875
0.30	2.500	2.500	2.06930	5.51813	3.67875
0.35	2.500	2.500	2.06930	5.51813	3.67875
0.40	2.500	2.500	2.06930	5.51813	3.67875
0.45	2.222	2.222	1.83938	4.90500	3.27000
0.50	2.000	2.000	1.65544	4.41450	2.94300
0.55	1.818	1.818	1.50494	4.01318	2.67545
0.60	1.667	1.667	1.37953	3.67875	2.45250
0.65	1.538	1.538	1.27341	3.39577	2.26385
0.70	1.429	1.429	1.18246	3.15321	2.10214
0.75	1.333	1.333	1.10363	2.94300	1.96200
0.80	1.250	1.250	1.03465	2.75906	1.83938
0.85	1.176	1.176	0.97379	2.59676	1.73118
0.90	1.111	1.111	0.91969	2.45250	1.63500
0.95	1.053	1.053	0.87128	2.32342	1.54895
1.00	1.000	1.000	0.82772	2.20725	1.47150
1.10	0.909	0.909	0.75247	2.00639	1.33773
1.20	0.833	0.833	0.68977	1.83938	1.22625
1.30	0.769	0.769	0.63671	1.69788	1.13192
1.40	0.714	0.714	0.59123	1.57661	1.05107
1.50	0.667	0.667	0.55181	1.47150	0.98100
1.60	0.625	0.625	0.51732	1.37953	0.91969
1.70	0.588	0.588	0.48689	1.29838	0.86559
1.80	0.556	0.556	0.45984	1.22625	0.81730
1.90	0.526	0.526	0.43564	1.16171	0.77447
2.00	0.500	0.500	0.41386	1.10363	0.73575
2.25	0.444	0.444	0.36788	0.98100	0.63400
2.50	0.400	0.400	0.33109	0.88290	0.58800
2.75	0.331	0.331	0.27363	0.72967	0.48645
3.00	0.278	0.278	0.22992	0.61313	0.40875
4.00	0.156	0.156	0.12933	0.34488	0.22992
5.00	0.100	0.100	0.08277	0.22073	0.14715
6.00	0.069	0.069	0.05748	0.15328	0.10219
7.00	0.051	0.051	0.04223	0.11261	0.07508
8.00	0.039	0.039	0.03233	0.08622	0.05748
9.00	0.031	0.031	0.02555	0.06813	0.04542
10.00	0.025	0.025	0.02069	0.05518	0.03679

ACELERACION ESPECTRAL

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

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

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales, excepto para la zona de periodos muy cortos $T < 0,2 T_p$, $C = 1 + 7,5 \left(\frac{T}{T_p}\right)$



3.6.6. Análisis Estático.

Este presente método también se le conoce como de fuerzas laterales equivalentes y se aplica una fuerza a cada nivel del edificio en el centro de masa cuya sumatoria total es igual al cortante basal.

3.6.6.1. Fuerza Cortante en la Base

Se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot (CM + 0.50 CV)$$

En el eje X:

$$V_x = \frac{0.45 \times 1.50 \times 2.50 \times 1.00 \times 435.8504}{8.00}$$

$$V_x = 91.9372 \text{ Tn}$$

- El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C_x}{R} = \frac{2.50}{8.00} = 0.31 > 0.11 \quad \text{Cumple}$$

En el eje Y:

$$V_y = \frac{0.45 \times 1.50 \times 2.50 \times 1.00 \times 435.8504}{3.00}$$

$$V_y = 163.4439 \text{ Tn}$$

- El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

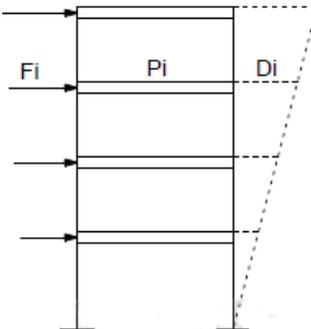
$$\frac{C_y}{R} = \frac{2.50}{3.00} = 0.83 > 0.11 \quad \text{Cumple}$$

3.6.6.2. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i \cdot (h_i)^k}{\sum P_i \cdot (h_i)^k}$$



Para $T \leq 0,5$ segundos: $k = 1,0$.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2)}{(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i)}}$$

El periodo obtenido en los ejes “X”, “Y” fueron:

$$T_x = 0.1388 \leq 0,5 \quad ; \quad T_y = 0.139 \leq 0,5 \quad ; \quad \text{entonces } k = 1,0.$$

En el eje X:

$$\sum P_i \cdot (h_i)^k = 205.18 \times 3.00 + 99.69 \times 6.00 = 1213.68$$

$$\alpha_1 = \frac{205.18 \times 3.00}{1213.68} \quad \alpha_2 = \frac{99.69 \times 6.00}{1213.68}$$

$\alpha_1 = 0.507$

$\alpha_2 = 0.493$

$$F_1 = 0.507 \times 171.489 = 86.97 \text{ T}$$

$$F_2 = 0.493 \times 171.489 = 84.52 \text{ T}$$

F_1	=	86.97	T
F_2	=	84.52	T

En el eje Y:

$$\sum P_i (h_i)^k = 205.18 \times 3.00 + 99.69 \times 6.00 = 1213.68$$

$$\alpha_1 = \frac{205.18 \times 3.00}{1213.68} \quad \alpha_2 = \frac{99.69 \times 6.00}{1213.68}$$

α_1	=	0.507
------------	---	-------

α_2	=	0.493
------------	---	-------

$$F_1 = 0.507 \times 64.309 = 32.62 \text{ T}$$

$$F_2 = 0.493 \times 64.309 = 31.69 \text{ T}$$

F_1	=	32.62	T
F_2	=	31.69	T

3.6.7. Modelamiento pabellón B.

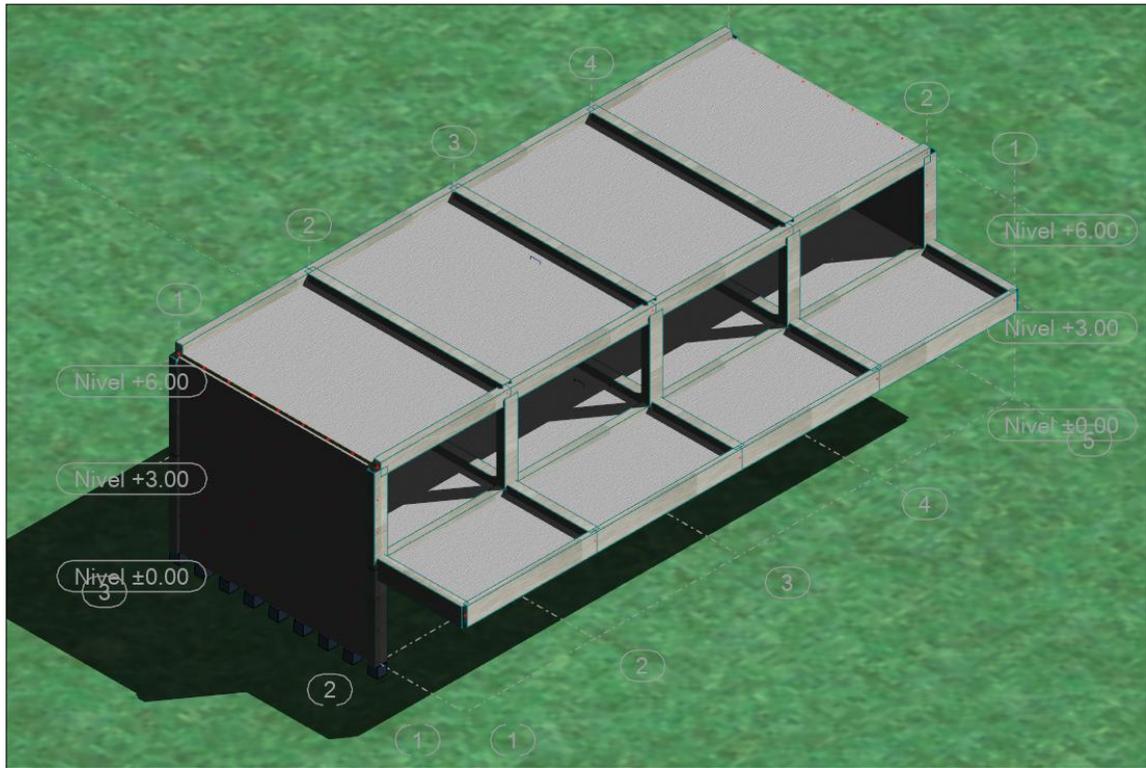
Se realizó el modelamiento del pabellón “B” con el apoyo del software Robot estructural, ingresando las dimensiones de los elementos estructurales levantadas según ficha de campo y resultados de resistencia obtenidos de los análisis realizados en el laboratorio. Considerando el metrado de carga distribuida de tabiquería por cada piso (ancho, largo, alto y multiplicando por su peso específico se pudo hallar el peso por metro lineal de tabiquería). Seguidamente se obtuvo los periodos y las frecuencias desde el primer modo de vibración, las cortantes estáticas y dinámicas, finalmente se obtuvo las derivas. El análisis se realizó tanto en el eje “X” como en el eje “Y” por cada piso.

Tabla. 41 Tabla de distribución de carga de la tabiquería del Pabellón B.

Metrado de carga distribuido de tabiquería					
Eje	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Peso específico T/m ³	Peso por metro lineal (T/m)
A	0.13	1	1.05	1.8	0.2457
B	0.13	1	2.1	1.8	0.4914
C	0.13	1	1.28	1.8	0.29952

Fuente: Elaboración propia.

Figura. 35 Modelamiento estructural del Pabellón B



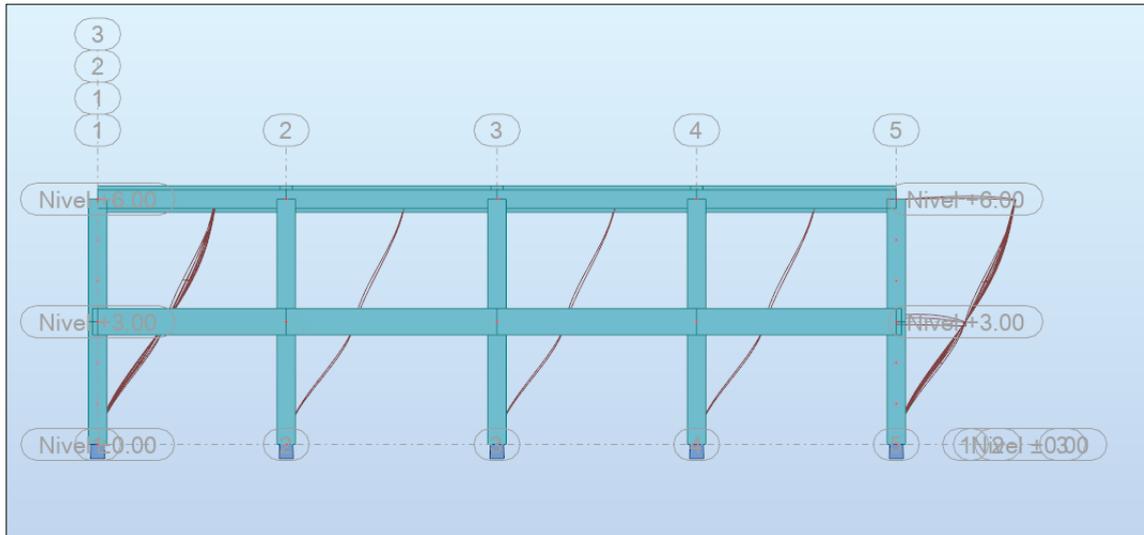
Fuente: Elaboración propia

Tabla. 42 Tabla de periodos y frecuencias del Pabellón B:

Caso/Modo	Frecuencia (Hz)	Periodo (sec)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	Total masas UX (kg)	Total masas UY (kg)	Total masas UZ (kg)
3/ 1	2.1897503	0.4566731	89.7749891	0.0000000	0.0000001	89.7749891	0.0000000	0.0000001	247893.10	247893.10	508313.70
3/ 2	5.7342456	0.1743909	95.8130480	0.0000383	0.0001181	6.0380589	0.0000383	0.0001180	247893.10	247893.10	508313.70
3/ 3	5.9258520	0.1687521	95.8131364	2.4891518	6.6854114	0.0000884	2.4891135	6.6652933	247893.10	247893.10	508313.70
3/ 4	6.7132114	0.1489600	95.8217158	2.4896223	6.6655265	0.0085794	0.0004705	0.0001151	247893.10	247893.10	508313.70
3/ 5	7.7570762	0.1289146	95.8217158	22.1946159	6.9775981	0.0000000	19.7049936	0.3120715	247893.10	247893.10	508313.70
3/ 6	8.8341465	0.1131971	95.8217168	88.3267945	7.5809702	0.0000010	66.1321786	0.6033721	247893.10	247893.10	508313.70

Fuente: Elaboración propia.

Figura. 36 Primer modo de vibración del Pabellón B



Fuente: Elaboración propia.

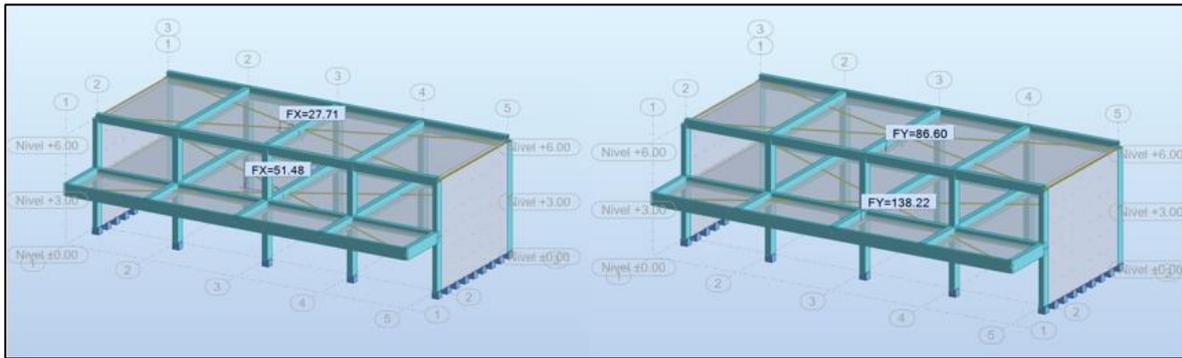
Se observa que el primer modo de vibración se da de forma trasnacional en el eje “X” y con un periodo de 0.45667 segundos.

Tabla. 43 Tabla de fuerzas cortantes del Pabellón B.

Cortante Estática y Dinámica		
	V_x (Ton)	V_y (Ton)
Cortante estática	63.337	171.566
Cortante Dinámica	41.22	104.71
E: 0.30, Artículo 29 - 29.4.1: Cortante dinámica mínima 80% de cortante estática		
80 % Estática	51.4696	137.2528
Condición: No cumple		
Factor de escalamiento	1.248656	1.31079
Cortante Dinámica Corregida.	51.48	138.22

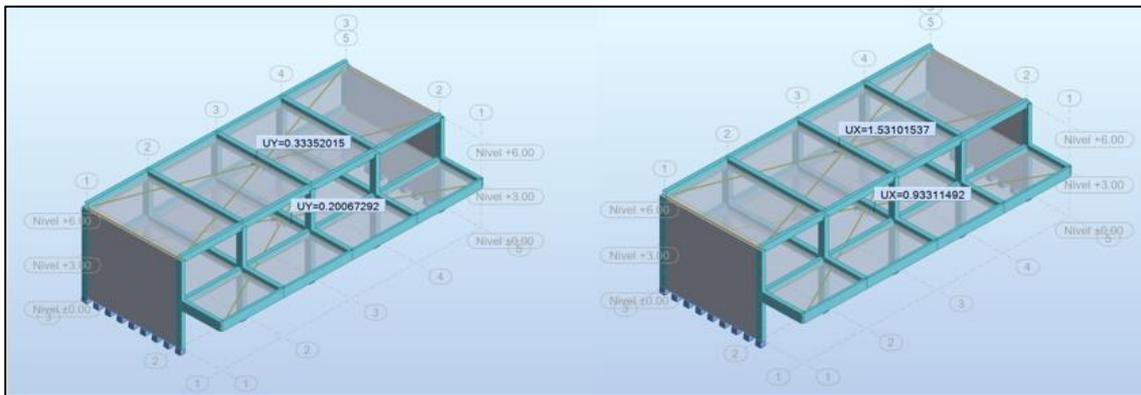
Fuente: Elaboración propia.

Figura. 37 Fuerzas cortantes del Pabellón B: Eje X, Eje Y.



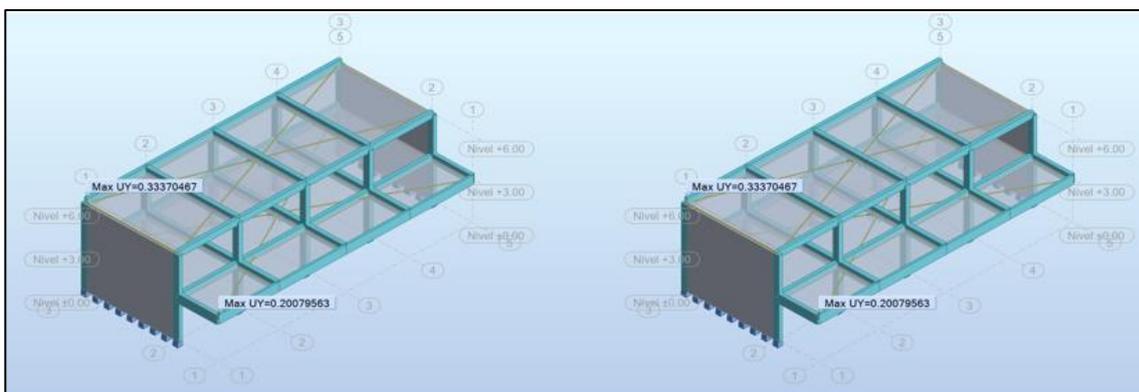
Fuente: Elaboración propia.

Figura. 38 Desplazamientos del centro de masa del Pabellón B (cm): Eje X, Eje Y.



Fuente: Elaboración propia.

Figura. 39 Desplazamientos relativo entre piso del Pabellón B (cm): Eje X, Eje Y.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla. 44 Tabla de control de derivas del Pabellón B: Eje X, Eje Y

CONTROL DE DERIVAS - PABELLÓN B- DIRECCIÓN X APORTICADO						
Piso	Altura (cm)	Desplazamiento (D) cm.	Corrección 0.75xRxD	Deriva	Deriva permisible E.030	Condición
piso 2	600	1.53	9.18	0.0118	0.007	NO CUMPLE
piso1	300	0.94	5.64	0.0188	0.007	NO CUMPLE

CONTROL DE DERIVAS - PABELLÓN B - DIRECCIÓN Y ALBAÑILERÍA						
Piso	Altura (cm)	Desplazamiento (D) cm.	Corrección 0.75xRxD	Deriva	Deriva permisible E.030	Condición
piso 2	600	0.33	0.7425	0.0010	0.005	SI CUMPLE
piso1	300	0.2	0.4500	0.0015	0.005	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que las derivas permisibles no cumplen en el sentido del eje “X”, y todo lo contrario en el sentido del eje “Y” si cumplen.

Al concluir el análisis estático y dinámico de las estructuras del pabellón B, podemos observar que en el eje “X” no cumple con los límites permisibles las derivas, según lo establece la NTP E.030. Por esta razón podemos determinar que las estructuras son vulnerables sísmicamente.

3.7. Evaluación de las estructuras principales del pabellón “B”.

Los elementos estructurales responsables de soportar las solicitaciones sísmicas deberán cumplir con las magnitudes adecuadas para soportar las cargas de uso. Tomando en consideración que la rigidez y resistencia lateral depende básicamente de las secciones de vigas, columnas y muros.

3.7.1. Esfuerzo Axial de muros.

La estructura está compuesta por muros confinados en su dirección del eje “Y”. Por lo tanto, evaluaremos el esfuerzo axial.

- Esfuerzo actuante:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L.t}$$

- Esfuerzo admisible:

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0.2 f'_m \left[1 - \left(\frac{h}{35 t} \right)^2 \right] \leq 0.15 f'_m$$

Donde:

L: longitud total del muro incluyendo columnas ($L > 1.20 \text{ m}$)

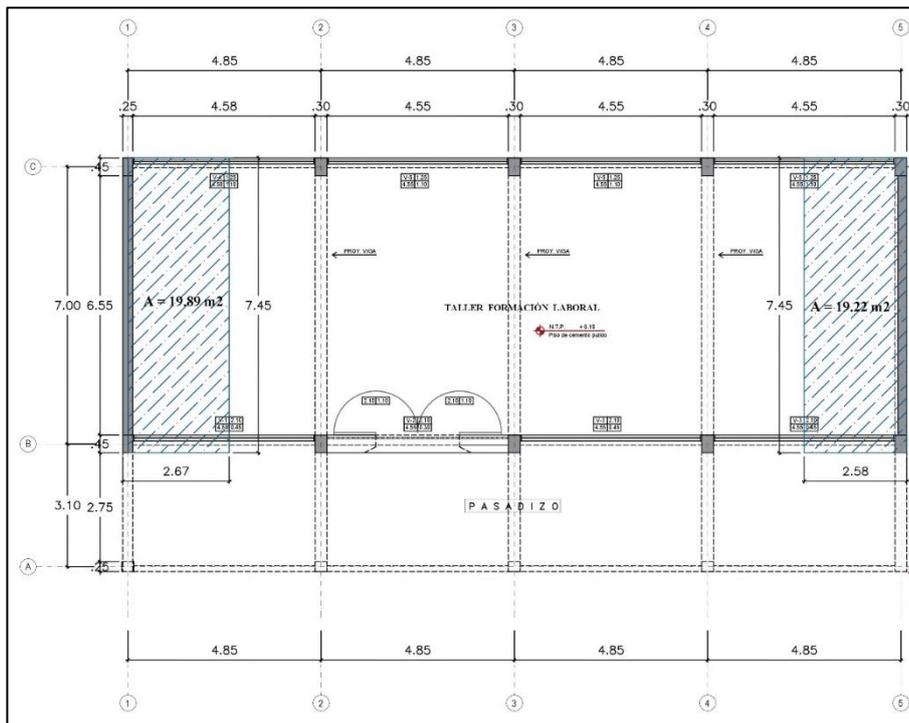
t: espesor efectivo = 0.13 m o 0.23 m

P_m: carga axial actuante

h: altura libre del muro

f'_m: resistencia a la compresión axial de la albañilería

Figura. 40 Área tributaria considerada para el análisis de los muros.



Fuente: Elaboración propia.

- Cálculo del esfuerzo Axial máximo en el tramo B C.

Tabla. 45 Metrado de cargas muertas y cargas vivas

	Longitud (m)	Ancho (m)	Alto (m)	P.e. (T/m ³ ó T/m ²)	Cantidad	Parcial (T)
Peso de Muro	7.45	0.13	2.35	1.9	2	8.65
Peso de Viga	7.45	0.25	0.65	2.4	2	5.81
Peso de Losa	7.45	2.67		0.3	2	11.93
Peso de Acabados	7.45	2.67		0.1	2	3.98
Peso de sobrecargas (1)	7.45	2.67		0.35	1	6.96
Peso de sobrecargas (2)	7.45	2.67		0.1	1	1.99
Total (T)						39.32

Fuente: Elaboración propia.

Dónde:

$$t = 0.13$$

$$L = 7.45$$

$$V'_m = 5.10$$

$$f'_m = 35.0$$

$$\sigma_m = \frac{39.32408}{0.13 \times 7.45} = 4.06 \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 0.20 \times 35.00 \times \left| 1 - \frac{2.35}{35 \times 0.13} \right|^2 = 5.13 \text{ Kg/cm}^2$$

$$= 0.15 \times 35.00 = 5.25 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_m = 4.06 \leq 5.13 \leq 5.25 \quad \text{Cumple}$$

- Por lo tanto, se pudo comprobar que el esfuerzo axial de los muros cumple con la condición.

3.7.2. Análisis de losa aligerada.

Las losas aligeradas se encuentran en función a la luz más corta, porque a mayor luz genera mayor esfuerzo y deflexión sobre la losa. Por lo que se utilizó losa aligerada de 20 cm de espesor en todos los paños de la edificación.

Se analizará el área de acero que requiere la losa aligerada en el área del pasadizo.

1 Losa.

$$h_T = \frac{4.85}{25} = 0.194 = 0.2 \text{ m}$$

Datos:

Espesor de losa:	0.20	m
Sobre carga:	400.00	kg/cm ²
Concreto $f'c$ =	106.53	kg/cm ²
Acero f_y =	4200.00	kg/cm ²
Carga Permanente (acabados):	100.00	kg/cm ²
Peso propio de losa aligerada:	300.00	kg/cm ²
Ancho tributario:	0.40	m

2 Metrado de Cargas.

Carga Muerta

Peso propio de losa aligerada:	0.4	x	0.3	tn/m	=	0.12	tn/m
Peso de carga permanente:	0.4	x	0.1	tn/m	=	<u>0.04</u>	tn/m
				C.M.	=	0.16	tn/m

Carga Viva

Sobre carga de uso (S/C)	0.4	x	0.4	tn/m	=	<u>0.16</u>	tn/m
				C.V.	=	0.16	tn/m

Combinación: Según norma E.060 Concreto Armado

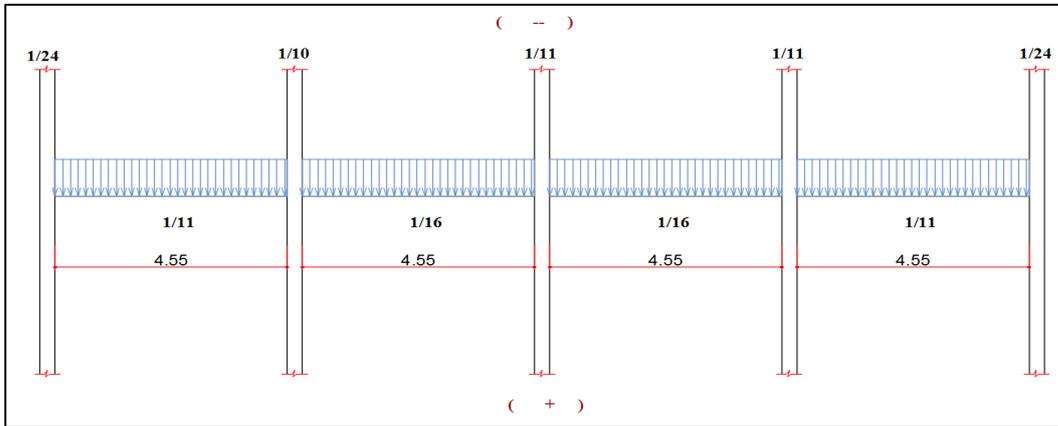
Carga Ultima (Wu) = 1.4 CM + 1.7 CV

$$W_u = 1.4 \times 0.16 + 1.7 \times 0.16 = 0.496 \text{ tn/m}$$

Método de los Coeficientes según E. 060 (4 tramos)

Se ha seleccionado las viguetas del aligerado del pasadizo para representar el metrado, ubicada entre los ejes A-B y los ejes 1-5.

Gráfico. 26 Método de los Coeficientes según E. 060 (4 tramos)



Fuente: Elaboración propia.

3 Momentos de Diseño:

$$1. M^- = \frac{WuLn^2}{24} = \frac{0.496 \times 4.58^2}{24} = 0.434 \text{ tn/m} = 43351.23 \text{ kg.cm}$$

$$2. M^+ = \frac{WuLn^2}{11} = \frac{0.496 \times 4.58^2}{11} = 0.946 \text{ tn/m} = 94584.49 \text{ kg.cm}$$

$$3. M^- = \frac{WuLn^2}{10} = \frac{0.496 \times 4.565^2}{10} = 1.034 \text{ tn/m} = 103362.56 \text{ kg.cm}$$

$$4. M^+ = \frac{WuLn^2}{16} = \frac{0.496 \times 4.55^2}{16} = 0.642 \text{ tn/m} = 64177.75 \text{ kg.cm}$$

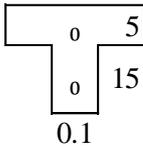
$$5. M^- = \frac{WuLn^2}{11} = \frac{0.496 \times 4.55^2}{11} = 0.933 \text{ tn/m} = 93349.45 \text{ kg.cm}$$

$$6. M^+ = \frac{WuLn^2}{16} = \frac{0.496 \times 4.55^2}{16} = 0.642 \text{ tn/m} = 64177.75 \text{ kg.cm}$$

$$7. M^- = \frac{WuLn^2}{10} = \frac{0.496 \times 4.55^2}{10} = 1.027 \text{ tn/m} = 102684.40 \text{ kg.cm}$$

$$8. M^+ = \frac{WuLn^2}{11} = \frac{0.496 \times 4.55^2}{11} = 0.933 \text{ tn/m} = 93349.45 \text{ kg.cm}$$

$$9. M^- = \frac{WuLn^2}{24} = \frac{0.496 \times 4.55^2}{24} = 0.428 \text{ tn/m} = 42785.17 \text{ kg.cm}$$

Base	=	0.1	=	10	cm	(b)	0.4 m	
Peralte	=	0.2	=	20	cm	(h)		d = 17
Recubrimiento	=	0.04	=	4	cm	(r)	0.1	
Peralte efectivo	=	$d = H - r - \frac{\text{Ø estribos} - \text{Ø acero}}{\text{longitudinal}}$						= 17 cm

2

4 Diseño por flexión.

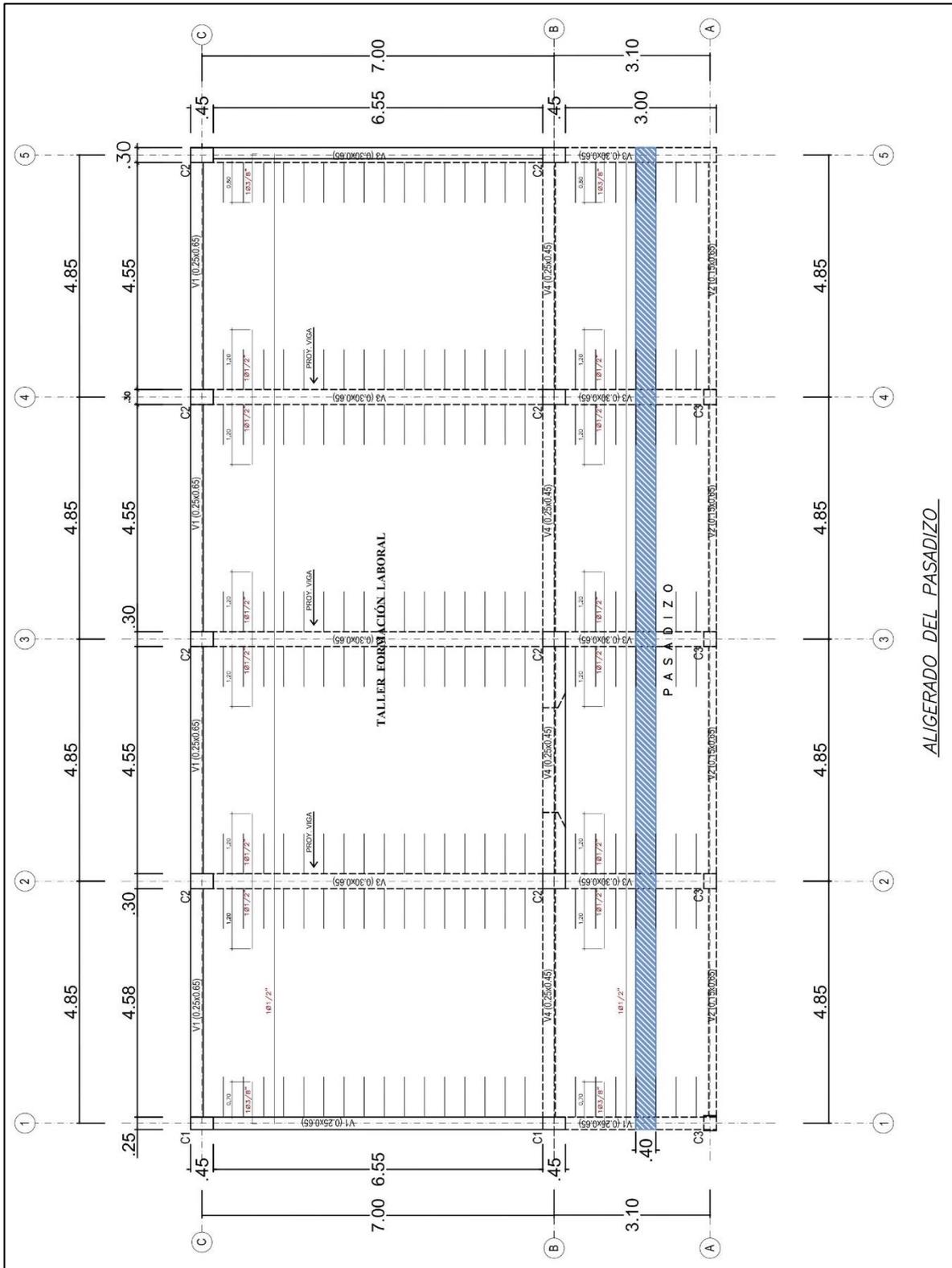
$$f'_c = 106.53 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}; f_y = 4,200.00 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}; b = 40.00 \text{ cm}; d = 17.00 \text{ cm}; \Phi = 0.90$$

$$A_s = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} - \sqrt{\frac{1.7 \cdot f'_c \cdot b}{f_y^2} \cdot \left(\frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}{2} - \frac{M_u}{\Phi} \right)}$$

1. $Mu^- = 43,351.23 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 0.69 \text{ kgf*cm}$	$\text{Ø } 3/8'' \text{ Fierro} = 0.97 = 1. \text{ Var.}$
2. $Mu^+ = 94,584.49 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.55 \text{ kgf*cm}$	$\text{Ø } 1/2'' \text{ Fierro} = 1.22 = 1. \text{ Var.}$
3. $Mu^- = 103,362.56 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.71 \text{ kgf*cm}$	$\text{Ø } 1/2'' \text{ Fierro} = 1.34 = 1. \text{ Var.}$
4. $Mu^+ = 64,177.75 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.04 \text{ kgf*cm}$	$\text{Ø } 1/2'' \text{ Fierro} = 0.82 = 1. \text{ Var.}$
5. $Mu^- = 93,349.45 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.53 \text{ kgf*cm}$	$\text{Ø } 1/2'' \text{ Fierro} = 1.21 = 1. \text{ Var.}$
6. $Mu^+ = 64,177.75 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.04 \text{ kgf*cm}$	$\text{Ø } 1/2'' \text{ Fierro} = 0.82 = 1. \text{ Var.}$
7. $Mu^- = 102,684.40 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.70 \text{ kgf*cm}$	$\text{Ø } 1/2'' \text{ Fierro} = 1.34 = 1. \text{ Var.}$
8. $Mu^+ = 93,349.45 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.53 \text{ kgf*cm}$	$\text{Ø } 1/2'' \text{ Fierro} = 1.21 = 1. \text{ Var.}$
9. $Mu^- = 42,785.17 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 0.68 \text{ kgf*cm}$	$\text{Ø } 3/8'' \text{ Fierro} = 0.96 = 1. \text{ Var.}$

- Por lo tanto, el área de acero cumple con el área requerido.

Figura. 41 Plano de losa aligerada.



Fuente: Elaboración propia.

- Se analizará el área de acero que requiere la losa aligerada en el área del pasadizo.

1. Losa

$$h_T = \frac{4.85}{25} = 0.194 = 0.2 \text{ m}$$

Datos:

Espesor de losa:	0.20	m
Sobre carga:	350.00	kg/cm ²
Concreto $f'c$ =	106.53	kg/cm ²
Acero f_y =	4200.00	kg/cm ²
Carga permanente (Acabados):	100.00	kg/cm ²
Peso propio de losa aligerada:	300.00	kg/cm ²
Ancho tributario:	0.40	m

2 Metrado de Cargas

Carga Muerta

Peso Propio de Losa Aligerada:	0.4	x	0.3	tn/m	=	0.12	tn/m
Peso de Carga Permanente:	0.4	x	0.1	tn/m	=	<u>0.04</u>	tn/m
				C.M.	=	0.16	tn/m

Carga Viva

Sobre Carga de uso (S/C)	0.4	x	0.35	tn/m	=	<u>0.14</u>	tn/m
				C.V.	=	0.14	tn/m

Combinación: Según norma E.060 Concreto Armado

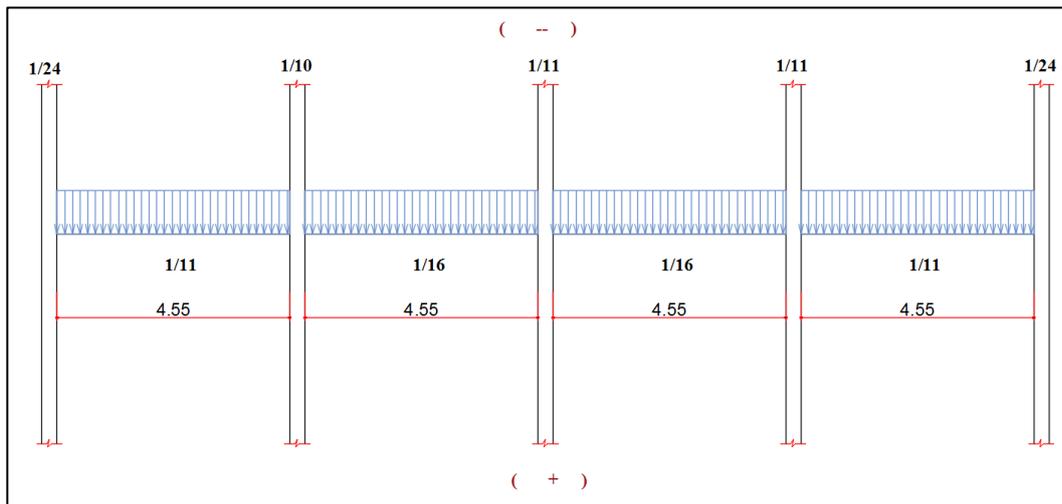
Carga Última (Wu) = 1.4 CM + 1.7 CV

$$W_u = 1.4 \times 0.16 + 1.7 \times 0.14 = 0.462 \text{ tn/m}$$

Método de los coeficientes según E. 060 (4 tramos)

Se ha seleccionado las viguetas del aligerado de talleres, para representar el metrado, ubicada entre los ejes B-C y los ejes 1-5.

Gráfico. 27 Método de los coeficientes según E. 060 (4 tramos)



Fuente: Elaboración propia.

3 Momentos de Diseño:

$$1 \quad M^- = \frac{WuLn^2}{24} = \frac{0.462 \times 4.58^2}{24} = 0.404 \text{ tn/m} = 40379.57 \text{ kg.cm}$$

$$2 \quad M^+ = \frac{WuLn^2}{11} = \frac{0.462 \times 4.58^2}{11} = 0.881 \text{ tn/m} = 88100.88 \text{ kg.cm}$$

$$3 \quad M^- = \frac{WuLn^2}{10} = \frac{0.462 \times 4.565^2}{10} = 0.963 \text{ tn/m} = 96277.22 \text{ kg.cm}$$

$$4 \quad M^+ = \frac{WuLn^2}{16} = \frac{0.462 \times 4.55^2}{16} = 0.598 \text{ tn/m} = 59778.47 \text{ kg.cm}$$

$$5 \quad M^- = \frac{WuLn^2}{11} = \frac{0.462 \times 4.55^2}{11} = 0.870 \text{ tn/m} = 86950.50 \text{ kg.cm}$$

$$6 \quad M^+ = \frac{WuLn^2}{16} = \frac{0.462 \times 4.55^2}{16} = 0.598 \text{ tn/m} = 59778.47 \text{ kg.cm}$$

$$7 \quad M^- = \frac{WuLn^2}{10} = \frac{0.462 \times 4.55^2}{10} = 0.956 \text{ tn/m} = 95645.55 \text{ kg.cm}$$

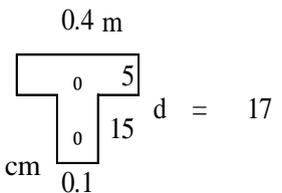
$$8 \ M^+ = \frac{W_u L n^2}{11} = \frac{0.462 \times 4.55^2}{11} = 0.870 \text{ tn/m} = 86950.50 \text{ kg.cm}$$

$$9 \ M^- = \frac{W_u L n^2}{24} = \frac{0.462 \times 4.55^2}{24} = 0.399 \text{ tn/m} = 39852.31 \text{ kg.cm}$$

Base = 0.1 = 10 cm (b)

Peralte = 0.2 = 20 cm (h)

Recubrimiento = 0.04 = 4 cm (r)



Peralte efectivo = d = H - r - $\frac{\emptyset \text{ estribos} - \emptyset \text{ acero longitudinal}}{2}$ = 17 cm

4 Diseño por flexión.

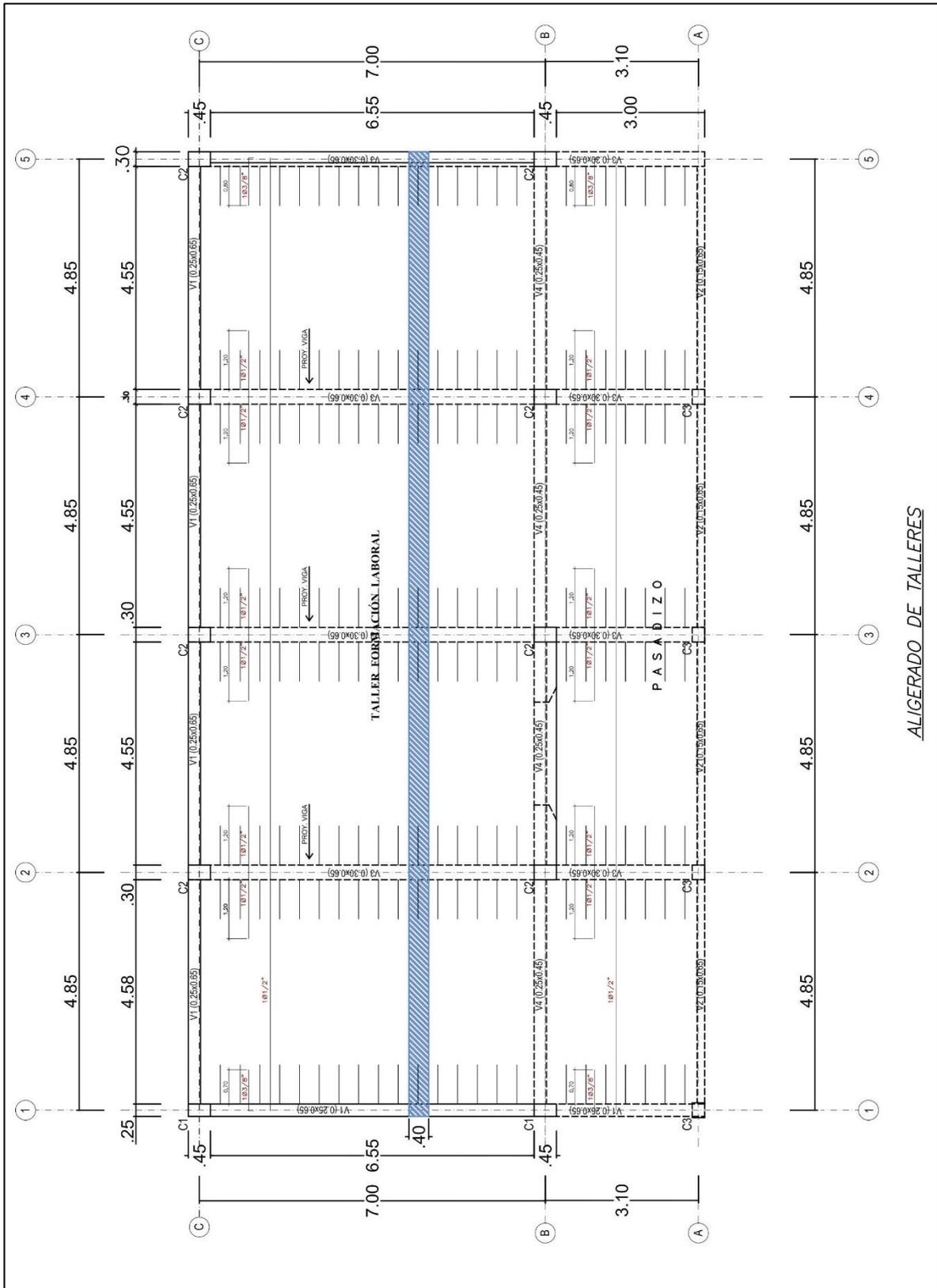
$f'_c = 106.53 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$; $f_y = 4,200.00 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$; b = 40.00 cm ; d = 17.00 cm ; $\Phi = 0.90$

$$A_s = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} - \sqrt{\frac{1.7 \cdot f'_c \cdot b}{f_y^2} * \left(\frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}{2} - \frac{M_u}{\Phi} \right)}$$

1	$M_u^- = 40,379.57 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 0.64 \text{ kgf*cm}$	$\emptyset \ 3/8''$ Fierro = 0.90 = 1. Var.
2	$M_u^+ = 88,100.88 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.44 \text{ kgf*cm}$	$\emptyset \ 1/2''$ Fierro = 1.14 = 1. Var.
3	$M_u^- = 96,277.22 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.58 \text{ kgf*cm}$	$\emptyset \ 1/2''$ Fierro = 1.25 = 1. Var.
4	$M_u^+ = 59,778.47 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 0.96 \text{ kgf*cm}$	$\emptyset \ 1/2''$ Fierro = 0.76 = 1. Var.
5	$M_u^- = 86,950.50 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.42 \text{ kgf*cm}$	$\emptyset \ 1/2''$ Fierro = 1.12 = 1. Var.
6	$M_u^+ = 59,778.47 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 0.96 \text{ kgf*cm}$	$\emptyset \ 1/2''$ Fierro = 0.76 = 1. Var.
7	$M_u^- = 95,645.55 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.57 \text{ kgf*cm}$	$\emptyset \ 1/2''$ Fierro = 1.24 = 1. Var.
8	$M_u^+ = 86,950.50 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 1.42 \text{ kgf*cm}$	$\emptyset \ 1/2''$ Fierro = 1.12 = 1. Var.
9	$M_u^- = 39,852.31 \text{ kgf*cm}$	$A_s = 0.63 \text{ kgf*cm}$	$\emptyset \ 3/8''$ Fierro = 0.89 = 1. Var.

- Por lo tanto, el área de acero cumple con el área requerido.

Gráfico. 28 Plano de losa aligerada.



Fuente: Elaboración propia.

3.7.1. Análisis de Viga.

La norma E.060 de concreto armado establece que el espesor mínimo para vigas es de 25 cm que cumplen con responsabilidad sísmica. El peralte debe soportar cargas de tal manera que no produzcan deflexiones importantes.

- Se analizará el área de acero que requiere la viga.

1 Losa.

$$h_T = \frac{4.85}{25} = 0.194 = 0.2 \text{ m}$$

Datos:

Espesor de losa:	0.20	m
Sobre carga:	350.00	kg/cm ²
Concreto $f'c$ =	106.53	kg/cm ²
Acero f_y =	4200.00	kg/cm ²
Carga permanente (acabados):	100.00	kg/cm ²
Peso propio de losa aligerada:	300.00	kg/cm ²
Ancho tributario:	4.85	m

2 Metrado de Cargas.

Carga Muerta

Viga:	0.3	x	0.65	x	2.4	tn/m	=	0.468	tn/m
Peso propio de losa aligerada:	4.85	x	0.3	tn/m	=	1.455	tn/m		
Peso de carga permanente:	4.85	x	0.1	tn/m	=	<u>0.485</u>	tn/m		
					C.M.	=	2.408	tn/m	

Carga Viva

Sobre Carga de uso (S/C)	4.85	x	0.35	tn/m	=	<u>1.698</u>	tn/m	
					C.V.	=	1.698	tn/m

Combinación: Según norma E.060 Concreto Armado

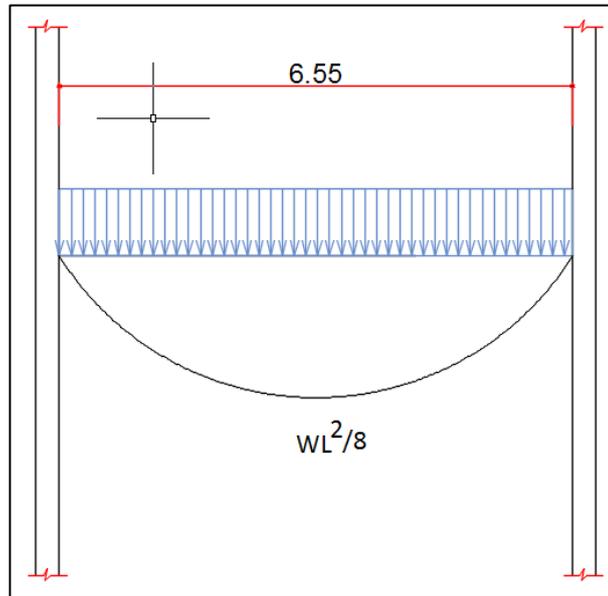
Carga Última (Wu) = 1.4 CM + 1.7 CV

$$W_u = 1.4 \times 2.408 + 1.7 \times 1.698 = 6.257 \text{ tn/m}$$

Método de los Coeficientes según E. 060.

Se ha seleccionado la viga V-03 para representar el metrado de vigas peraltadas ubicada en el Eje 3 y entre los ejes B - C.

Grafico. 29 Cálculo del momento en la viga.



Fuente: Elaboración propia.

3 Momentos de Diseño:

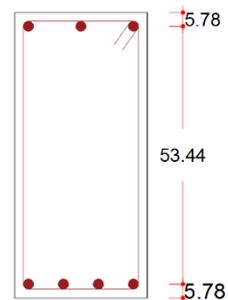
$$M^+ = \frac{WuLn^2}{8} = \frac{6.257 \times 6.55^2}{8} = 33.555 \text{ Tn.m}$$

$$M^+ = 3,355,484.97 \text{ kg.cm}$$

$$\text{Base} = 0.3 = 30 \text{ cm (b)}$$

$$\text{Peralte} = 0.65 = 65 \text{ cm (h)}$$

$$\text{Recubrimiento} = 0.04 = 4 \text{ cm (r)}$$



$$\text{Peralte efectivo} = d = H - r - \frac{\text{Ø estribos} - \text{Ø acero longitudinal}}{2} = 53.44 \text{ cm}$$

4 Diseño por flexión.

$$f'c = 106.53 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} ; f'y = 4,200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} ; b = 30 \text{ cm} ; d = 59.22 \text{ cm} ;$$

$$\Phi = 0.90 ; B1 = 0.85 ; \epsilon = 0.003 ; d'' = 5.78 ; \epsilon_s = 2,000,000$$

$$As * fy = 0.85 * f'c * b * B1 * c + A'sfy$$



As (cm ²)	2	∅ 5/8"	Fierro = 3.96	=	6.50
	2	∅ 1/2"	Fierro = 2.54	=	

A's (cm ²)	2	∅ 5/8"	Fierro = 3.96	=	5.23
	1	∅ 1/2"	Fierro = 1.27	=	

$$6.5 \times 4,200 = 0.85 \times 106.53 \times 30 \times 0.85 \times c + 5.23 \times 4,200$$

$$c = 2.31$$

a = B1 x c
a = 0.85 x 2.31
a = 1.964

Cálculo de las deformaciones unitarias en compresión para verificar la hipótesis de que esta fluyendo

$\epsilon' = \frac{c - d''}{c} \times 0.003$
--

$$\epsilon' = \frac{2.31 - 5.78}{2.31} \times 0.003$$

$$\epsilon' = -0.00451$$

$\epsilon_y = \frac{fy}{\epsilon_s} < \epsilon'$
--

$$\epsilon_y = \frac{4,200}{2,000,000} = 0.0021 < \frac{-}{0.004506} \quad \text{No se cumple (El acero no fluye)}$$

Cuando el acero no fluye se evaluará el Equilibrio sin fluencia

$$As * fy = 0.85 * f'c * B1 * c * b + A's \left[\frac{c - d''}{c} \right] (0.003) \epsilon_s$$

$$6.50 \times 4,200 = 0.85 \times 106.53 \times 0.85 \times c \times 30 + 5.23 \times \frac{c - 5.78}{c} \times 0.003 \times 2,000,000$$

$$c = 7.99$$

$$a = B1 \quad x \quad c$$

$$a = 0.85 \quad x \quad 7.99$$

$$a = 6.792$$

Cálculo de las deformaciones unitarias, esfuerzos y áreas de acero.

$$\dot{\epsilon}_s = \frac{c - d''}{c} \times 0.003$$

$$\dot{\epsilon}_s = \frac{7.99 - 5.78}{7.99} \times 0.003$$

$$\dot{\epsilon}_s = 0.00083$$

$$\dot{\epsilon}_s < \epsilon_y$$

$$0.00083 < 0.0021$$

$$f's = \dot{\epsilon}_s \times \epsilon_s$$

$$f's = 0.00083 \times 2,000,000$$

$$f's = 1659.57$$

$$As_2 = \left[\frac{A's - f's}{f'y} \right]$$

$$As_2 = \frac{5.23 \times 1659.57}{4,200}$$

$$As_2 = 2.067$$

$$As_1 = As - As_2$$

$$As_1 = 6.50 - 2.067$$

$$As_1 = 4.43$$

Luego hallaremos la resistencia por momento de diseño.

$$\Phi M_n = \Phi \left[A_{s1} * f'_y \left(d - \frac{a}{2} \right) + A'_s * f'_s * (d - d') \right]$$

$$\Phi M_n = 0.90 \times \left| 4.43 \times 4,200 \times \left| 59.22 - \frac{6.792}{2} \right| + 5.23 \times 1659.57 \times \left| 59.22 - 5.78 \right| \right|$$

$$\Phi M_n = 1,352,976.97 \quad \text{kgf*cm}$$

$M_n = \frac{\Phi M_n}{\Phi}$

$$M_n = \frac{1,352,976.97}{0.90}$$

$$M_n = 1,503,307.75 \quad \text{kgf*cm}$$

$$M_n = 15.03 \quad \text{Tn*m} \quad \text{No cumple nuestra viga a las solicitaciones.}$$

- **Diseño de una nueva viga.**

Para controlar la deflexión en la viga predimensionaremos con un peralte en el orden de 1/10 de la luz libre, con un $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$$f'_c = 210 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$h = 70 \quad \text{cm}$$

$$b = 30 \quad \text{cm}$$

$$d = 70 - 6 = 64 \quad \text{cm}$$

$$a = \frac{64}{5}$$

$$a = 12.8$$

$$A_s = \frac{M_u}{\Phi * f'_y * \left(d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$a = \frac{A_s * f'_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$A_s = \frac{3355484.967}{0.90 \times 4,200 \times \left[64 - \frac{12.8}{2} \right]}$$

$$a = \frac{15.41 \times 4,200}{0.85 \times 210 \times 35}$$

1ra. Interacción

$$A_s = 15.411$$

$$a = 10.36$$

2da. Interacción

$$A_s = 15.092$$

$$a = 10.15$$

3ra. Interacción

$$A_s = 15.064$$

$$a = 10.13$$

- La nueva viga cumplirá las siguientes características.



$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$h = 70 \text{ cm}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

As	4	Ø 3/4" Fierro	= 11.40	= 15.36 cm ²
	2	Ø 5/8" Fierro	= 3.96	

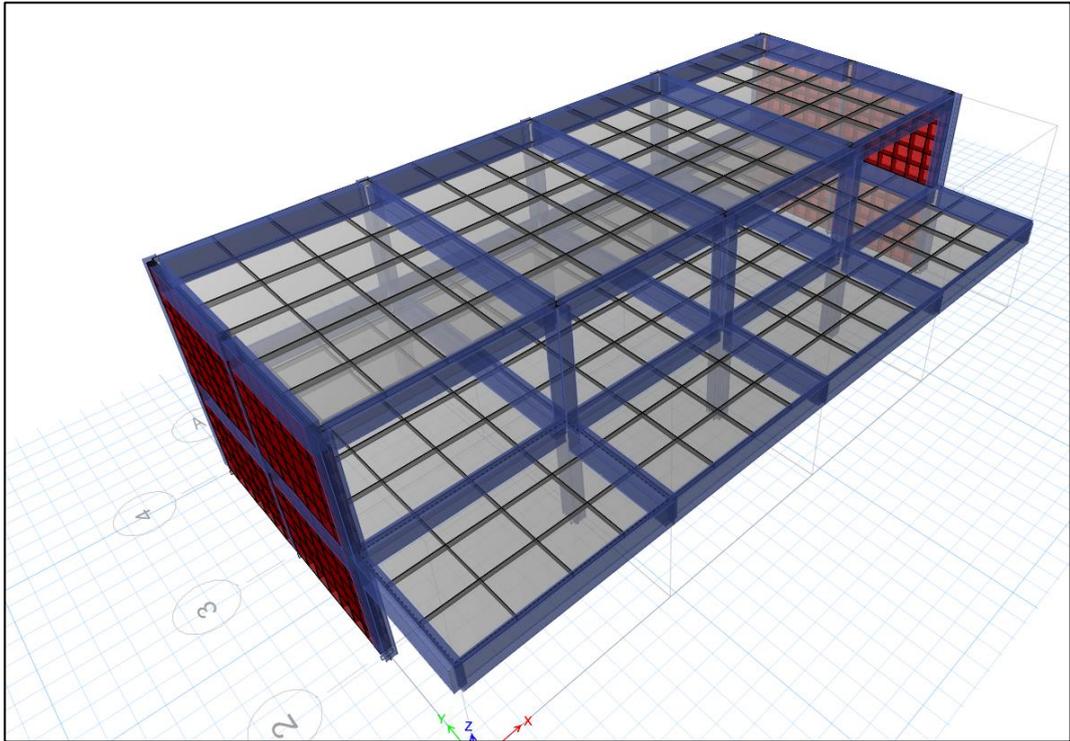
3.7.1. Análisis de Columnas.

El análisis del dimensionamiento de las columnas se realizó en base a la carga axial que soporta, porque son elementos estructurales sometidos a flexión y fuerza axial (flexo compresión).

3.7.1.1. Análisis de columnas existentes.

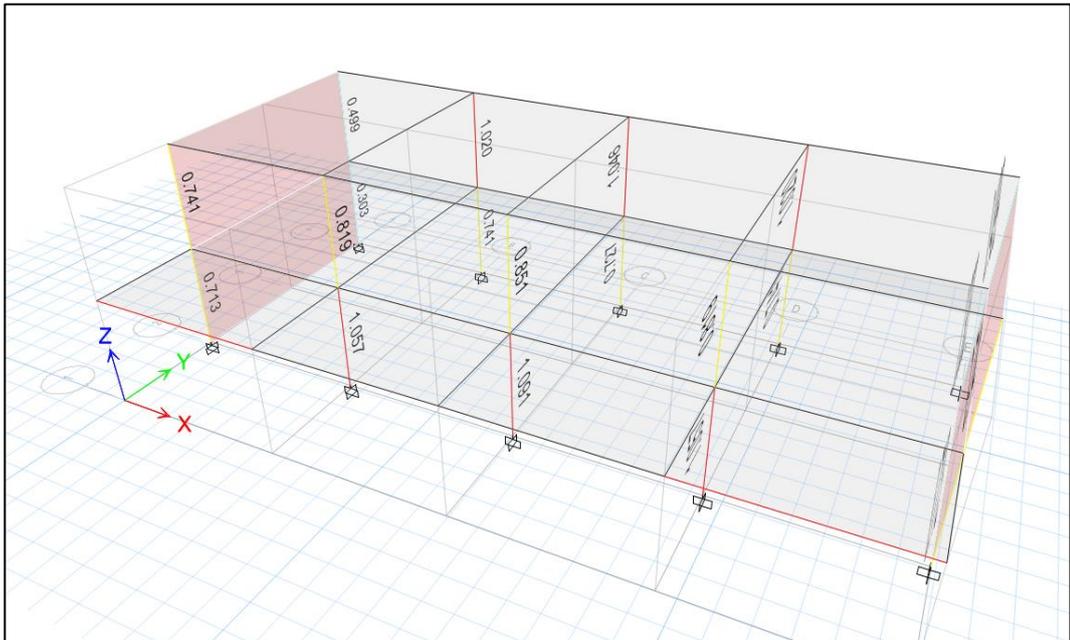
El análisis de las columnas se realizó con el apoyo del software para la evaluación del diagrama de interacción y los esfuerzos (demanda & capacidad).

Figura. 42 Diagrama de interacción de columnas antiguas.



Fuente: Elaboración propia.

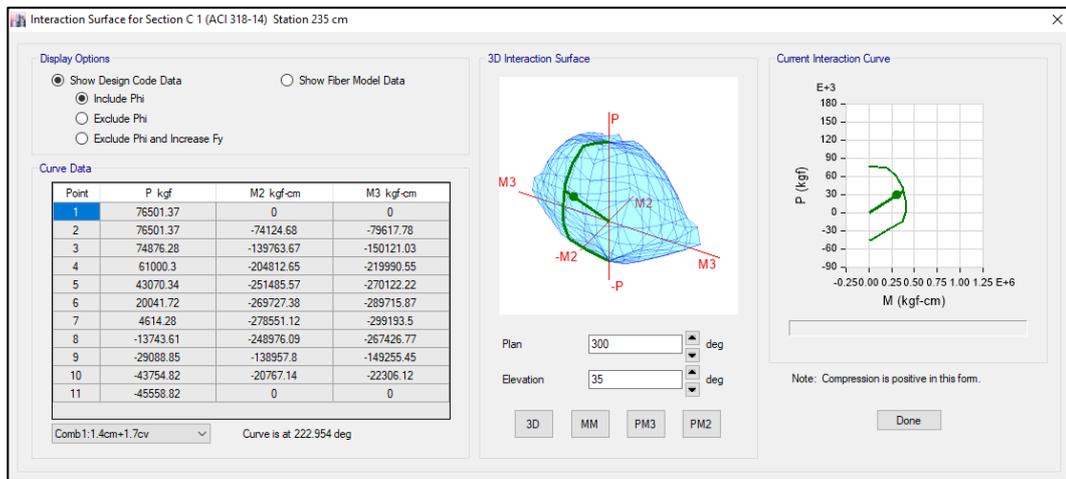
Figura. 43 Análisis de esfuerzos en columnas demanda & capacidad.



Fuente: Elaboración propia.

- Columna B 1.

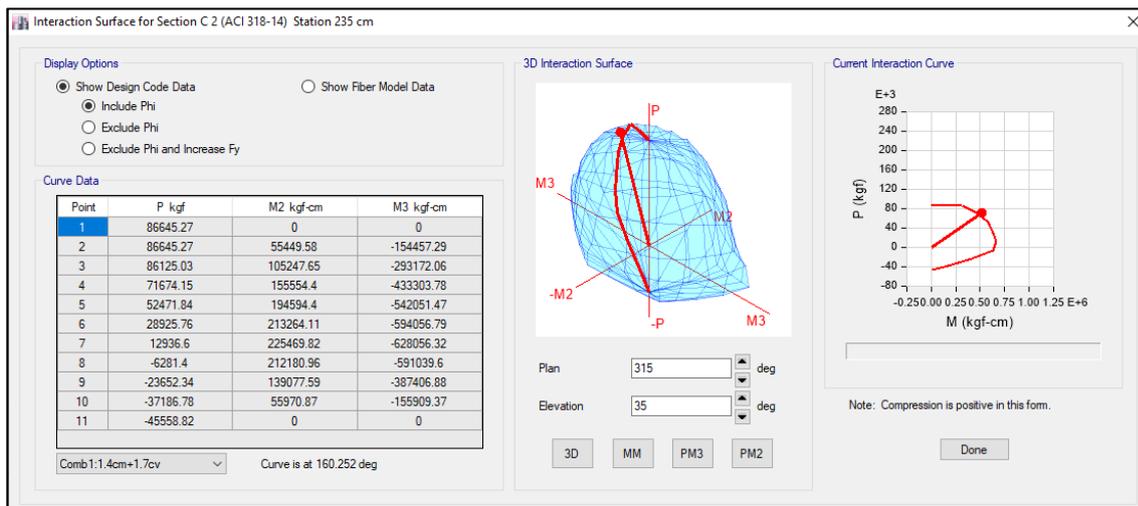
Gráfico. 30 Interacción de columna B1.



Fuente: Elaboración propia.

- Columna B 2.

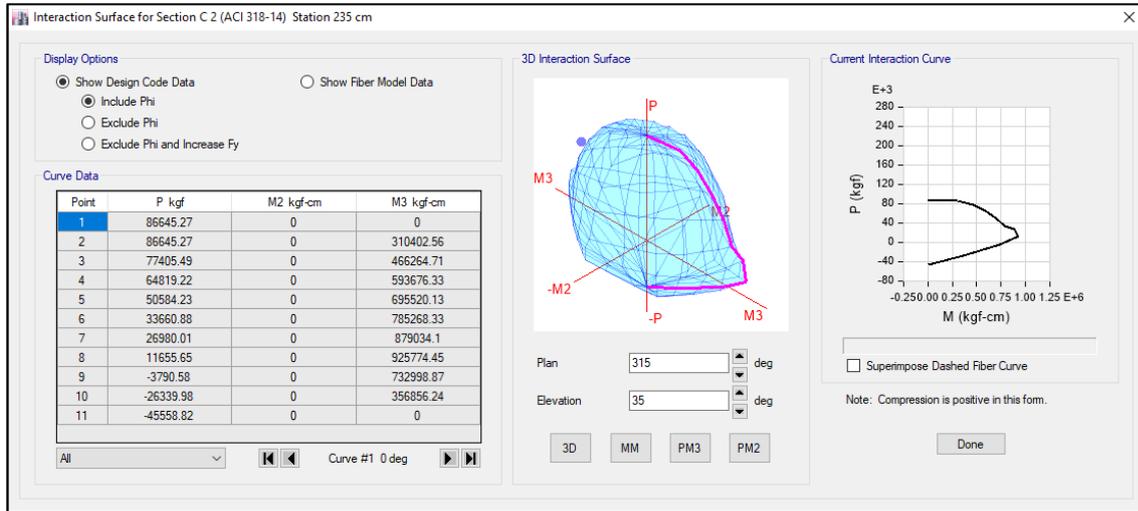
Gráfico. 31 Interacción de columna B2.



Fuente: Elaboración propia.

- Columna B 3.

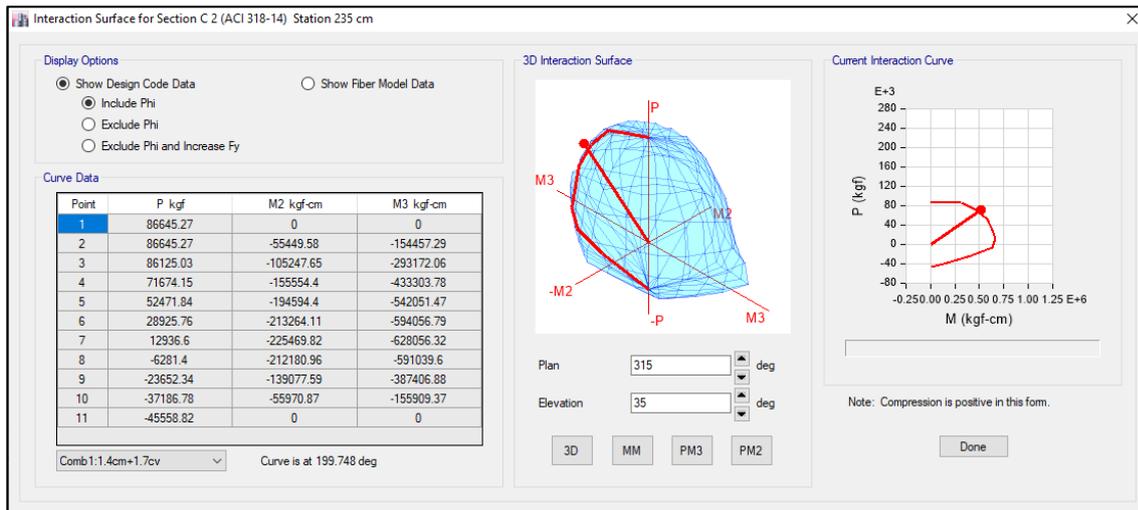
Gráfico. 32 Interacción de columna B3



Fuente: Elaboración propia.

- Columna B 4.

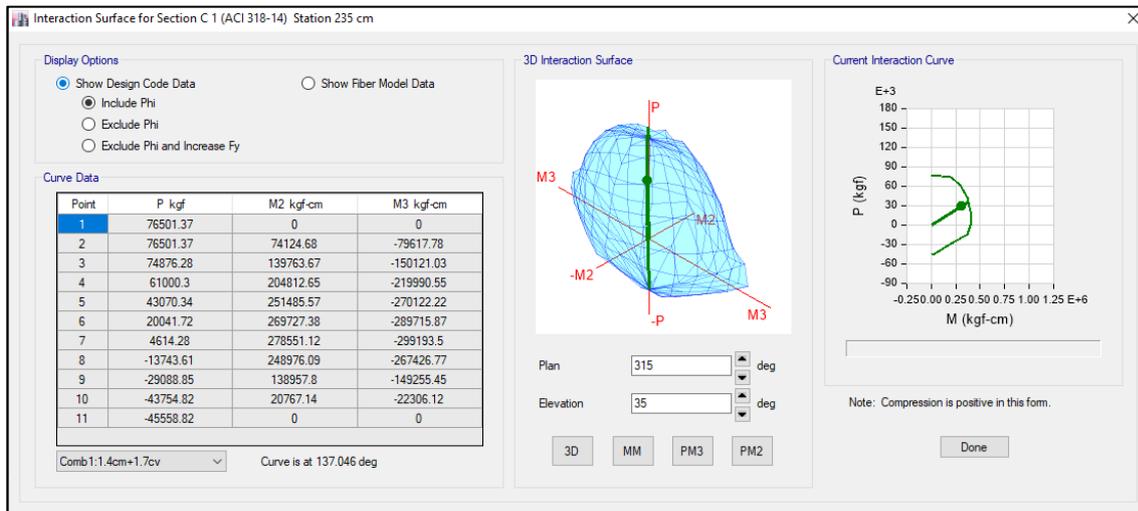
Gráfico. 33 Interacción de columna B4.



Fuente: Elaboración propia.

- Columna B 5.

Gráfico. 34 Interacción de columna B5



Fuente: Elaboración propia.

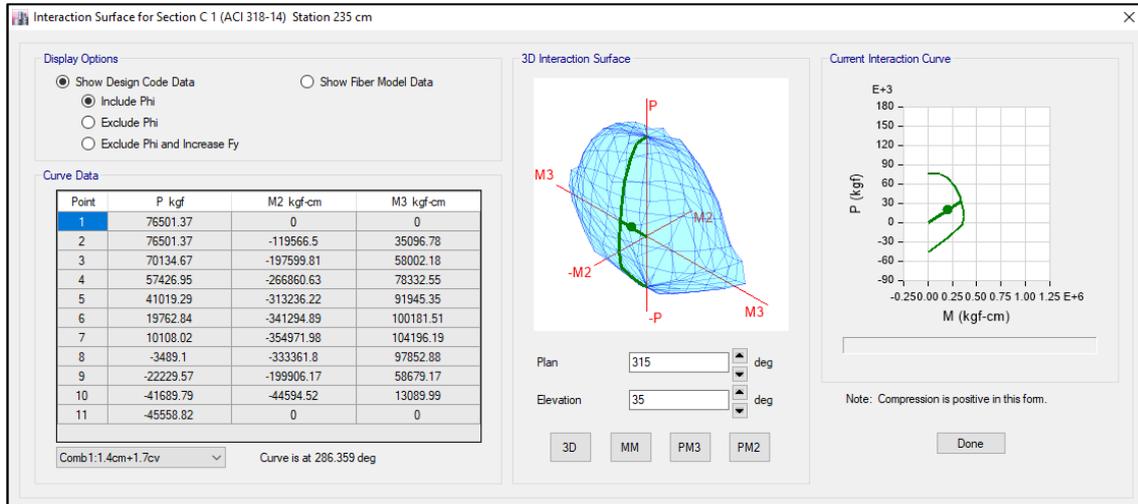
- Se logró determinar que en las columnas en los ejes B2, B3 y B4 la demanda de las cargas es mayor que su capacidad de resistencia, por lo tanto, necesitan ser reforzadas.

3.7.1.2. Análisis de columnas nuevas.

El diseño propuesto para la incorporación de las columnas en los ejes B1, B2, B3, B4 y B5, se tendrá que considerar su $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. La cuantía de las barras longitudinales será de 0,04 veces el área neta de la sección de concreto.

- Columna Nueva B 1.

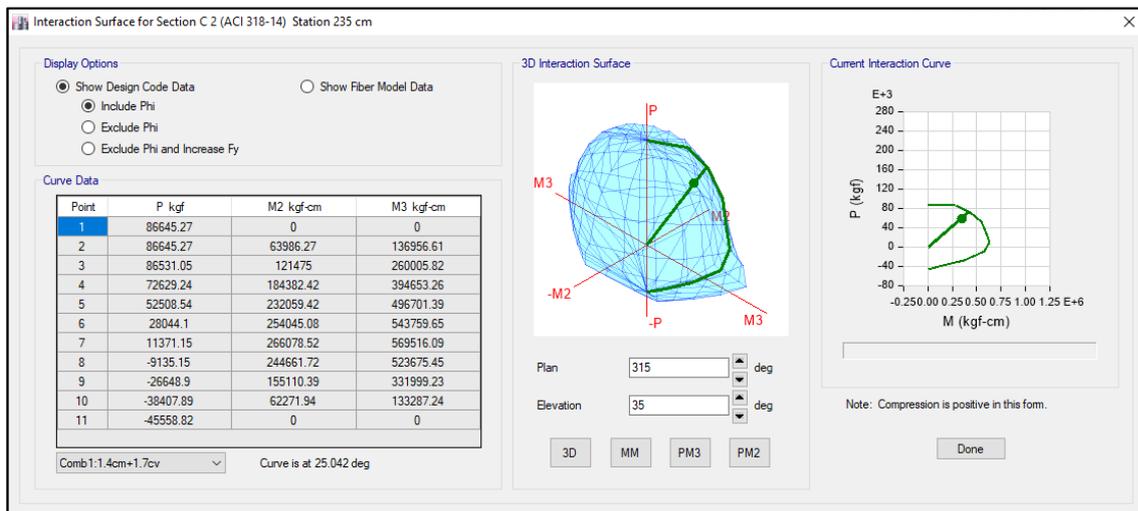
Gráfico. 35 Interacción de columna nueva B1



Fuente: Elaboración propia.

- Columna Nueva B 2.

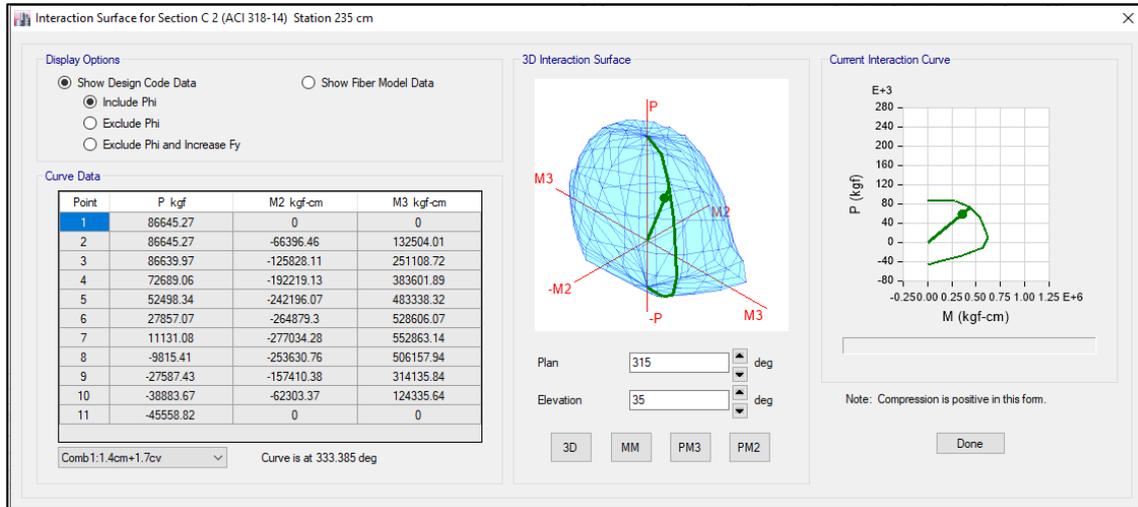
Gráfico. 36 Interacción de columna nueva B2



Fuente: Elaboración propia.

- Columna Nueva B 3.t5rg

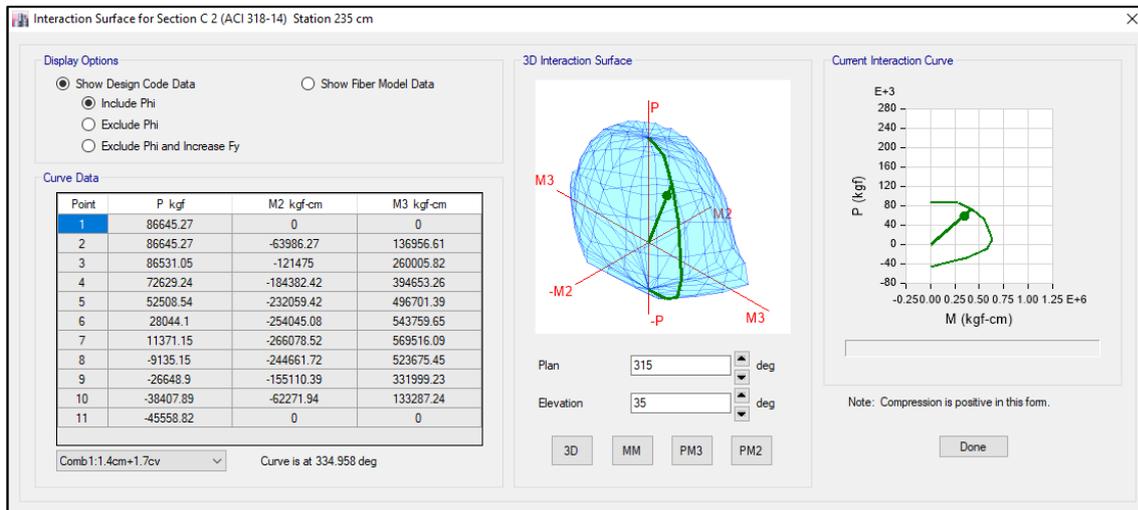
Gráfico. 37 Interacción de columna nueva B3



Fuente: Elaboración propia.

- Columna Nueva B 4.

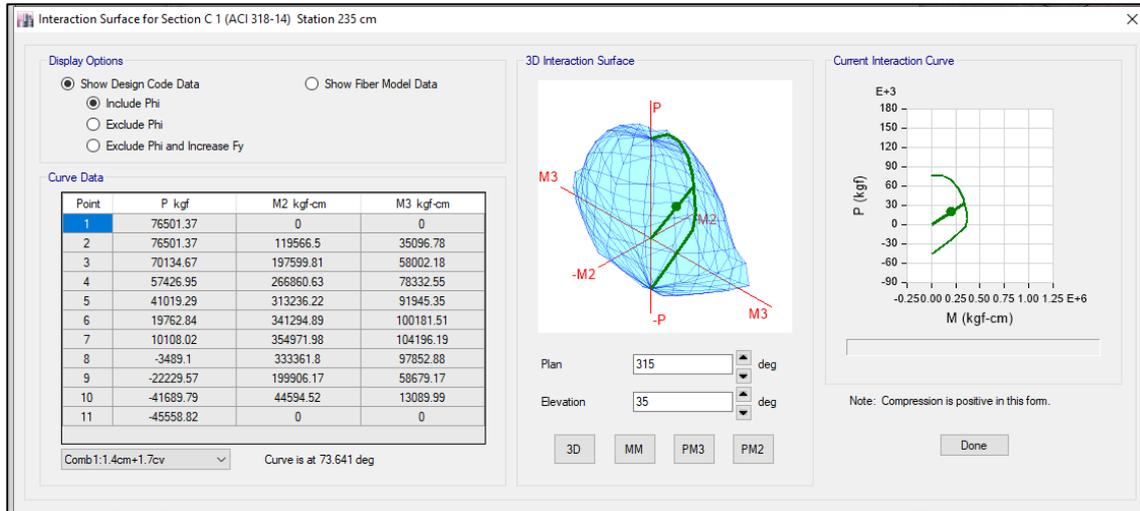
Gráfico. 38 Interacción de columna nueva B4



Fuente: Elaboración propia.

- Columna Nueva B 5.

Gráfico. 39 Interacción de columna nueva B5



Fuente: Elaboración propia.

Diseño de nueva Columnas.

1 Cálculo de acero

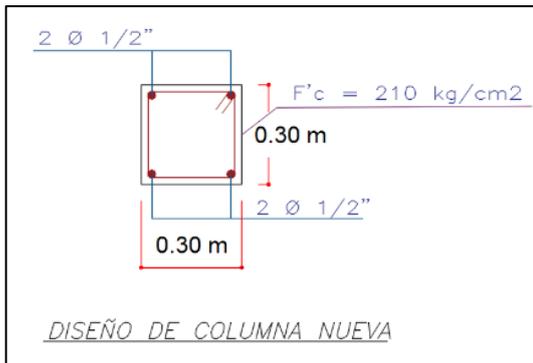
$$f'c = 210.00 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} ; f_y = 4,200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} ; P_u = 11.94 \text{ Tn} ;$$

$$\phi = 0.70 ; B1 = 0.85 ; A_s = ? ;$$

$$A_s = \frac{P_u}{\phi[0.85(f'c) + f_y]}$$

$$A_s = \frac{11.94 \cdot 1000}{0.70 \cdot [0.85 \cdot (210) + 4200]} = 3.89 \text{ cm}^2$$

- La nueva columna cumplirá las siguientes características.



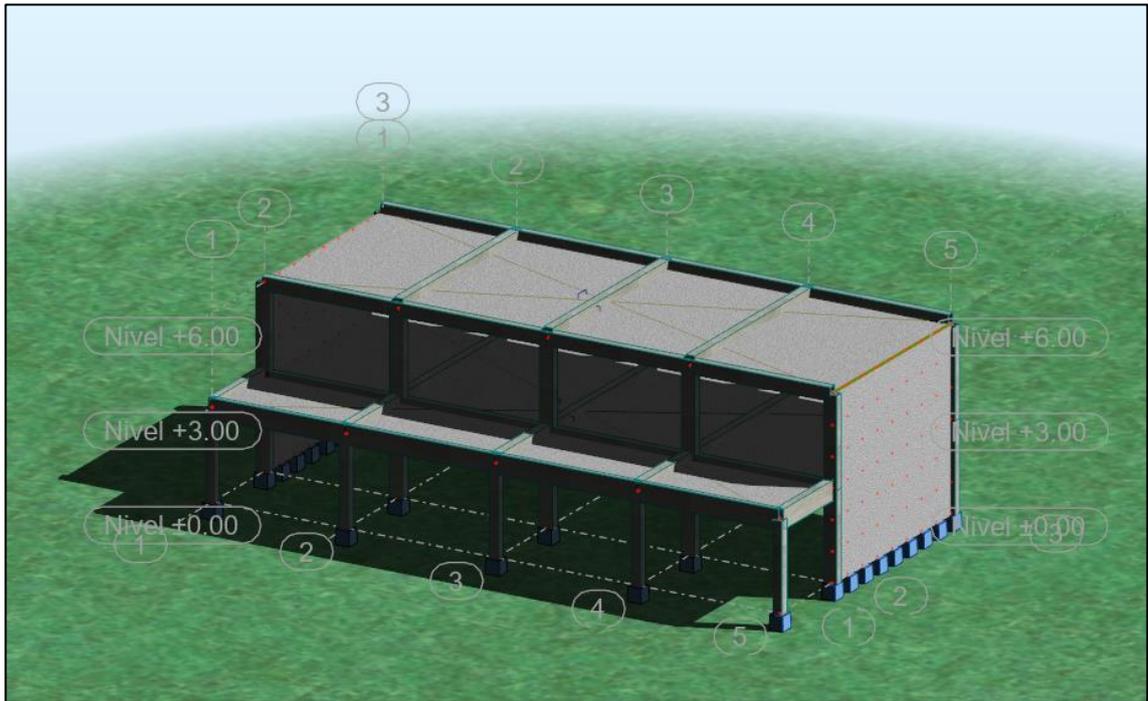
As	4	Ø 1/2" Fierro	=	5.08 cm ²
----	---	---------------	---	----------------------

- Como se observa se ha dispuesto de un ancho mínimo de 30 cm, porque nuestra nueva viga diseñada tendrá un fondo de las mismas dimensiones y además para que no interfiera con la configuración arquitectónica, lo que beneficia a la estructura con mayor rigidez.

3.7.1.3. Modelamiento pabellón B con su estructura reforzada.

Se realizó el modelamiento del pabellón "B" con el apoyo del software Robot estructural, ingresando las dimensiones de los elementos estructurales reforzados. Considerando el metrado de carga distribuida de tabiquería por cada piso (ancho, largo, alto y multiplicando por su peso específico se pudo hallar el peso por metro lineal de tabiquería). Seguidamente se obtuvo los periodos y las frecuencias desde el primer modo de vibración, las cortantes estáticas y dinámicas, finalmente se obtuvo las derivas. El análisis se realizó tanto en el eje "X" como en el eje "Y" por cada piso.

Figura. 46 Modelamiento estructural del Pabellón “B” reforzado.



Fuente: Elaboración propia

Figura. 47 Tabla de periodos y frecuencias del Pabellón “B” Reforzado

Caso/Modo	Frecuencia (Hz)	Periodo (sec)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	Total masas UX (kg)	Total masas UY (kg)	Total masas UZ (kg)
3/ 1	3.3836959	0.2955348	85.9563315	0.0000004	0.0000000	85.9563315	0.0000004	0.0000000	250713.97	250713.97	513352.34
3/ 2	8.3527367	0.1197212	85.9563388	88.9496124	0.0003638	0.0000073	88.9496120	0.0003638	250713.97	250713.97	513352.34
3/ 3	8.6192069	0.1160200	95.2837126	88.9496543	0.0003689	9.3273738	0.0000419	0.0000051	250713.97	250713.97	513352.34
3/ 4	11.9127123	0.0839439	95.3391320	88.9496555	0.0003693	0.0554194	0.0000013	0.0000004	250713.97	250713.97	513352.34
3/ 5	16.9364316	0.0590443	95.3391540	88.9496624	0.0014967	0.0000220	0.0000069	0.0011274	250713.97	250713.97	513352.34
3/ 6	17.2609260	0.0579343	95.8294571	88.9496644	0.0015646	0.4903031	0.0000020	0.0000679	250713.97	250713.97	513352.34
4/ 1	3.3836959	0.2955348	85.9563315	0.0000004	0.0000000	85.9563315	0.0000004	0.0000000	250713.97	250713.97	513352.34
4/ 2	8.3527367	0.1197212	85.9563388	88.9496124	0.0003638	0.0000073	88.9496120	0.0003638	250713.97	250713.97	513352.34
4/ 3	8.6192069	0.1160200	95.2837126	88.9496543	0.0003689	9.3273738	0.0000419	0.0000051	250713.97	250713.97	513352.34
4/ 4	11.9127123	0.0839439	95.3391320	88.9496555	0.0003693	0.0554194	0.0000013	0.0000004	250713.97	250713.97	513352.34
4/ 5	16.9364316	0.0590443	95.3391540	88.9496624	0.0014967	0.0000220	0.0000069	0.0011274	250713.97	250713.97	513352.34
4/ 6	17.2609260	0.0579343	95.8294571	88.9496644	0.0015646	0.4903031	0.0000020	0.0000679	250713.97	250713.97	513352.34
5/ 1	3.3836959	0.2955348	85.9563315	0.0000004	0.0000000	85.9563315	0.0000004	0.0000000	250713.97	250713.97	513352.34
5/ 2	8.3527367	0.1197212	85.9563388	88.9496124	0.0003638	0.0000073	88.9496120	0.0003638	250713.97	250713.97	513352.34
5/ 3	8.6192069	0.1160200	95.2837126	88.9496543	0.0003689	9.3273738	0.0000419	0.0000051	250713.97	250713.97	513352.34
5/ 4	11.9127123	0.0839439	95.3391320	88.9496555	0.0003693	0.0554194	0.0000013	0.0000004	250713.97	250713.97	513352.34
5/ 5	16.9364316	0.0590443	95.3391540	88.9496624	0.0014967	0.0000220	0.0000069	0.0011274	250713.97	250713.97	513352.34
5/ 6	17.2609260	0.0579343	95.8294571	88.9496644	0.0015646	0.4903031	0.0000020	0.0000679	250713.97	250713.97	513352.34

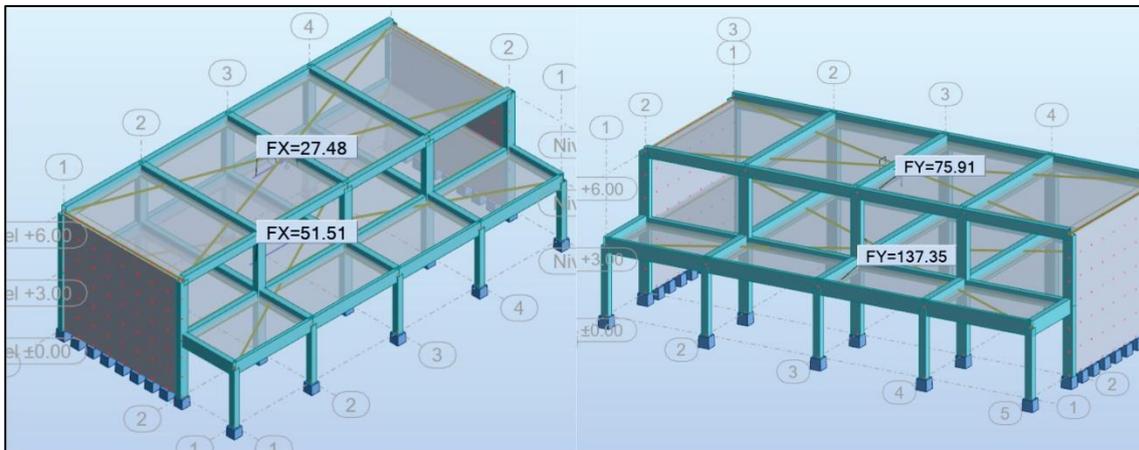
Fuente: Elaboración propia

Tabla. 46 Tabla de fuerzas cortantes del Pabellón “B” Reforzado.

Cortante Estática y Dinámica		
	V_x (Ton)	V_y (Ton)
Cortante estática	64.3833984	171.6890625
Cortante Dinámica	45.62	106.55
E: 0.30, Artículo 29 - 29.4.1 : Cortante dinámica mínima 80% de cortante estática		
80 % Estatica	51.5067188	137.35125
Condición : No cumple		
Factor de escalamiento	1.12903811	1.289077898
Cortante Dinámica Corregida	51.55	137.35

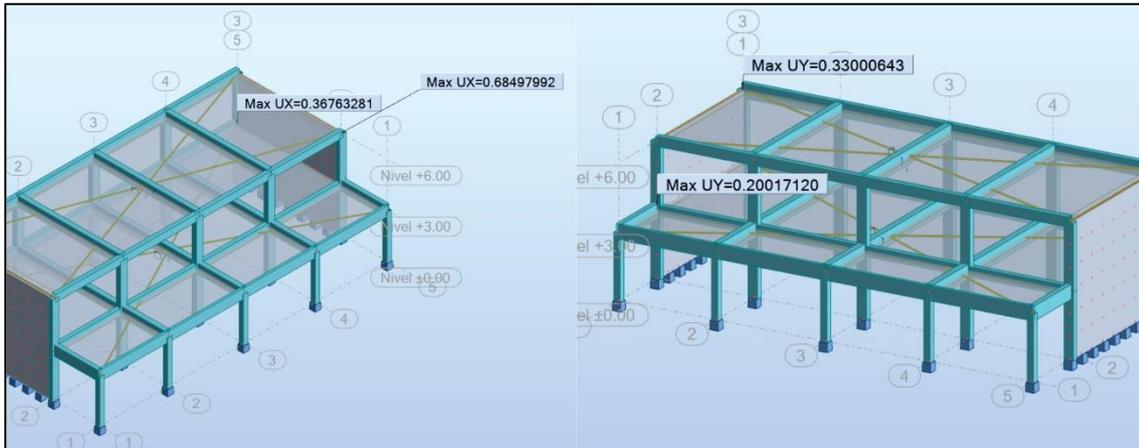
Fuente: Elaboración propia

Figura. 48 Fuerzas cortantes del Pabellón “B” Reforzado: Eje X, Eje Y



Fuente: Elaboración propia

Figura. 49 Desplazamientos laterales del Pabellón "B" Reforzada (cm)



Fuente: Elaboración propia

Tabla. 47 Tabla de control de derivas del Pabellón "B" Reforzado: Eje X, Eje Y.

CONTROL DE DERIVAS - PABELLÓN "B" REFORZADO - DIRECCIÓN X APORTICADO						
Piso	Altura (cm)	Desplazamiento (D) cm.	Corrección 0.75xRxD	Deriva	Deriva permisible E.030	Condición
2	600	0.69	4.14	0.00646	0.007	SI CUMPLE
1	300	0.367	2.202	0.007	0.007	SI CUMPLE
CONTROL DE DERIVAS - PABELLÓN "B" REFORZADO - DIRECCIÓN Y ALBAÑILERÍA						
Piso	Altura (cm)	Desplazamiento (D) cm.	Corrección 0.75xRxD	Deriva	Deriva permisible E.030	Condición
2	600	0.33	0.7425	0.000975	0.005	SI CUMPLE
1	300	0.2	0.45	0.0015	0.005	SI CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

- Por lo tanto, se observa que las derivas permisibles cumplen en el sentido "X", e "Y".

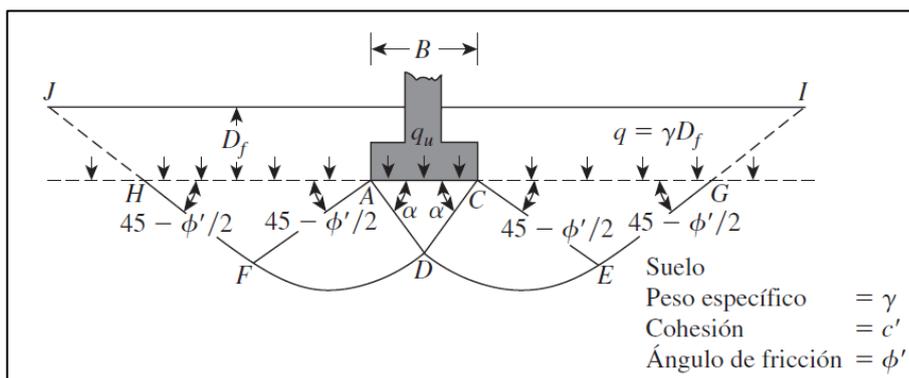
3.7.2. Cimentaciones superficiales: capacidad de carga última.

Figura. 50 Análisis de suelo - calicatas.



Fuente: Elaboración propia

Figura. 51 Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación rígida continua (corrida)



Fuente: Braja M. Das

Dónde:

Ángulo de fricción:	ϕ'	=	25.1°
cohesión del suelo:	c'	=	0.14 kg/cm ²
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación:	y	=	0.0019 kg/cm ³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación:	y	=	0.0019 kg/cm ³
Ancho de la cimentación:	B	=	Variable cm
Profundidad de la cimentación:	D_f	=	150 cm
$y \times D_f$:	q	=	0.285 kg/cm ²
Factor de seguridad:	F_s	=	3

- Cálculo de los factores de capacidad de carga.

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right) \tan \phi'}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$N_c = \cot \phi' \left[\frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right) \tan \phi'}}{2 \cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2}\right)} - 1 \right] = \cot \phi' (N_q - 1)$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{K_p \gamma}{\cos^2 \phi'} - 1 \right) \tan \phi'$$

Factores de capacidad de carga:	$N_c = 25.32$ $N_q = 12.86$ $N_\gamma = 8.466$
---------------------------------	--

- Calculando la capacidad de carga de Terzaghi:

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada})$$

Tabla. 48 Dimensiones de zapatas

Zapatas	P _{estructura} (kgf)	Dimensiones	
		a cm	b cm
Z - 1	6,880.00	60	60
Z - 2	11,940.00	70	70
Z - 2	11,620.00	70	70
Z - 2	11,810.00	70	70
Z - 1	7,330.00	60	60
Z - 3	21,060.00	90	110
Z - 5	59,300.00	140	160
Z - 5	60,520.00	140	160
Z - 5	59,240.00	140	160
Z - 3	21,980.00	90	110
Z - 3	16,600.00	90	110
Z - 4	47,220.00	130	150
Z - 4	48,490.00	130	150
Z - 4	47,140.00	130	150
Z - 3	17,370.00	90	110

Fuente: Elaboración propia.

Tabla. 49 Cálculo del peso total de actuante.

Zapatas	P _{estructura}	Peso del suelo				P _{terreno}	Peso del concreto de zapata				P _{concreto}	P _{Total}
		a'	b'	h	γ		a	b	h	γ		
Z	(kgf)	cm	cm	cm	kg/cm ³	kg/cm ³	cm	cm	cm	kg/cm ³	(kgf)	(kgf)
Z - 1	6,880.00	30	120	80	0.0019	547.20	60	60	70	0.0024	605	8,032
Z - 2	11,940.00	40	120	80	0.0019	729.60	70	70	70	0.0024	823	13,493
Z - 2	11,620.00	40	120	80	0.0019	729.60	70	70	70	0.0024	823	13,173
Z - 2	11,810.00	40	120	80	0.0019	729.60	70	70	70	0.0024	823	13,363
Z - 1	7,330.00	30	120	80	0.0019	547.20	60	60	70	0.0024	605	8,482
Z - 3	21,060.00	60	105	80	0.0019	957.60	90	110	70	0.0024	1,663	23,681
Z - 5	59,300.00	110	105	80	0.0019	1,755.60	140	160	70	0.0024	3,763	64,819
Z - 5	60,520.00	110	105	80	0.0019	1,755.60	140	160	70	0.0024	3,763	66,039
Z - 5	59,240.00	110	105	80	0.0019	1,755.60	140	160	70	0.0024	3,763	64,759
Z - 3	21,980.00	60	105	80	0.0019	957.60	90	110	70	0.0024	1,663	24,601
Z - 3	16,600.00	60	105	80	0.0019	957.60	90	110	70	0.0024	1,663	19,221
Z - 4	47,220.00	100	105	80	0.0019	1,596.00	130	150	70	0.0024	3,276	52,092
Z - 4	48,490.00	100	105	80	0.0019	1,596.00	130	150	70	0.0024	3,276	53,362
Z - 4	47,140.00	100	105	80	0.0019	1,596.00	130	150	70	0.0024	3,276	52,012
Z - 3	17,370.00	60	105	80	0.0019	957.60	90	110	70	0.0024	1,663	19,991

Fuente: Elaboración propia.

- Cálculo de la capacidad de carga permisible bruta.

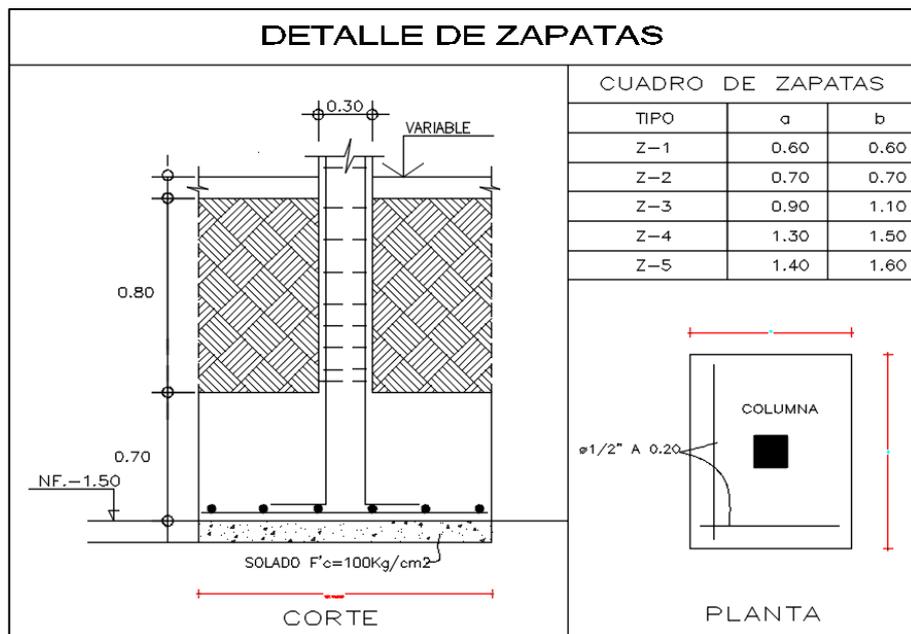
La capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última bruta,

$$q_{perm} = \frac{q_u}{FS}$$

Tabla. 50 Capacidad admisible del terreno & Esfuerzo actuante.

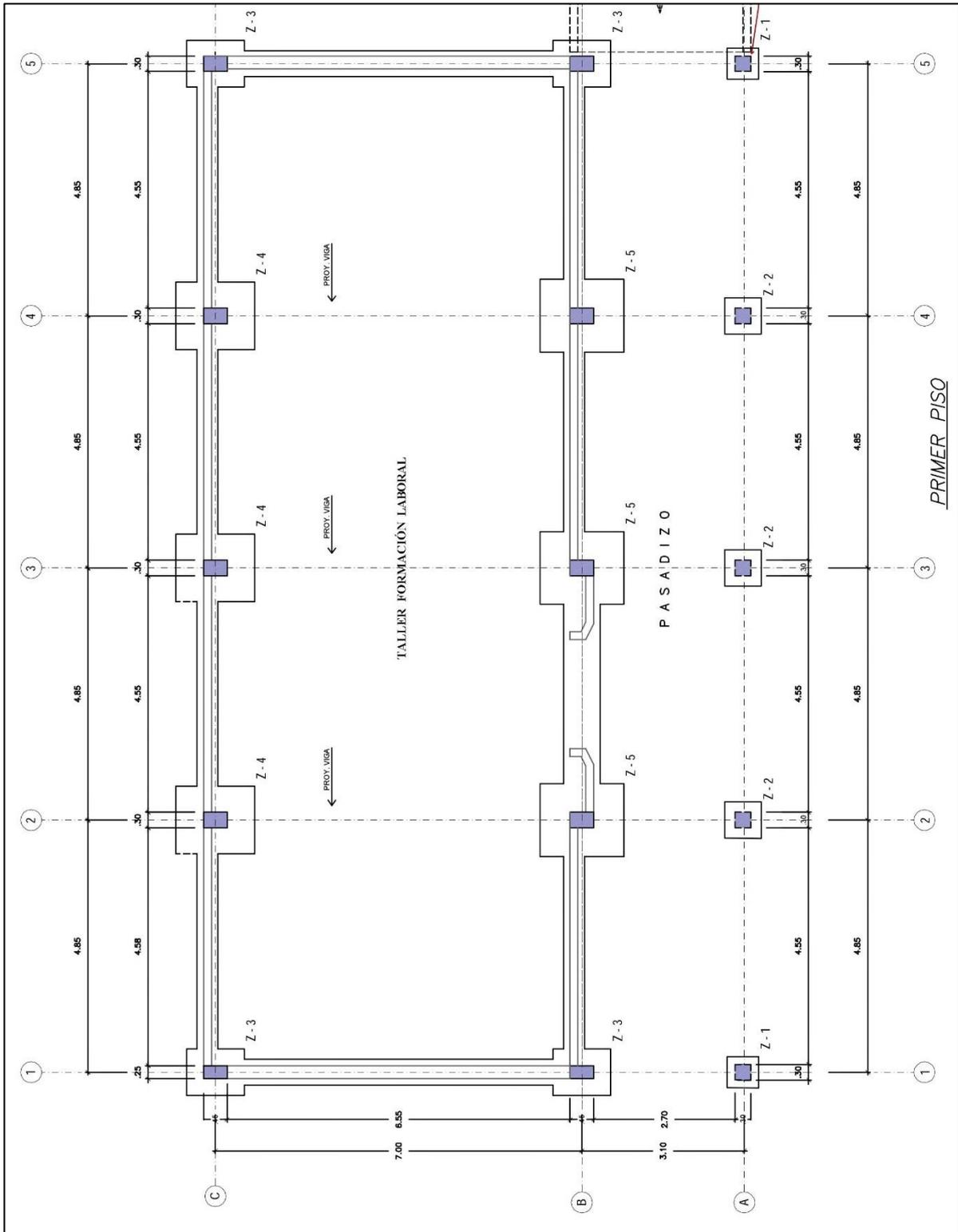
Z	q_u	Factor de seguridad	q_{adm}	P_{total}	a	b	σ_t
			kg/cm ²	kgf	cm	cm	kg/cm ²
Z - 1	8.659	3	2.886	8,032.00	60	60	2.231
Z - 2	8.724	3	2.908	13,492.80	70	70	2.754
Z - 2	8.724	3	2.908	13,172.80	70	70	2.688
Z - 2	8.724	3	2.908	13,362.80	70	70	2.727
Z - 1	8.659	3	2.886	8,482.00	60	60	2.356
Z - 3	8.852	3	2.951	23,680.80	90	110	2.392
Z - 5	9.174	3	3.058	64,818.80	140	160	2.894
Z - 5	9.174	3	3.058	66,038.80	140	160	2.948
Z - 5	9.174	3	3.058	64,758.80	140	160	2.891
Z - 3	8.852	3	2.951	24,600.80	90	110	2.485
Z - 3	8.852	3	2.951	19,220.80	90	110	1.941
Z - 4	9.110	3	3.037	52,092.00	130	150	2.671
Z - 4	9.110	3	3.037	53,362.00	130	150	2.737
Z - 4	9.110	3	3.037	52,012.00	130	150	2.667
Z - 3	8.852	3	2.951	19,990.80	90	110	2.019

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

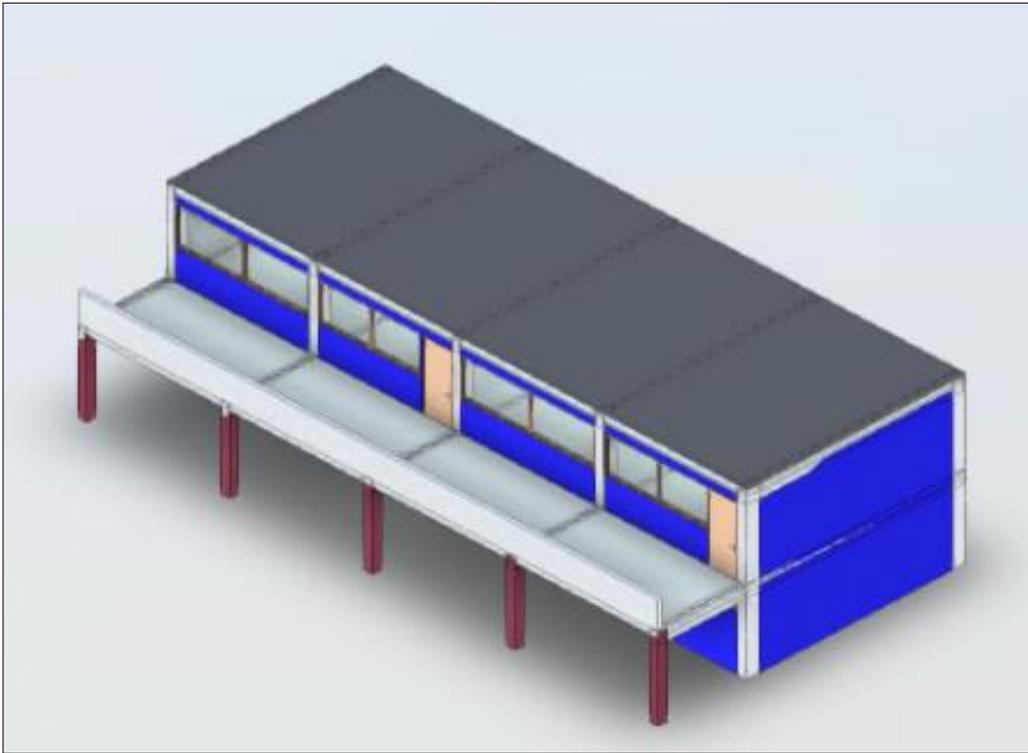
Figura. 52 Plano de cimentación.



Fuente: Elaboración propia.

3.8. Análisis no lineal de estructura con incorporación de columnas.

Figura. 53 Estructura con columnas propuestas para su reforzamiento



Fuente: Elaboración propia.

La principal propuesta consiste en agregar 5 columnas en el corredor de esta forma las columnas del pórtico “X” tendrá menor área tributaria.

Para evaluación del desempeño de la estructura se utilizó la misma metodología que para la evaluación de la estructura existente. Con diferente asignación de carga a las vigas.

Casos de carga

CM: Carga Muerta

CVT: Carga de techo

CV: Carga viva de Aula y corredor

Cargas distribuidas en vigas:

Tabla. 51 Tabla del Metrado de cargas de acuerdo al área tributaria

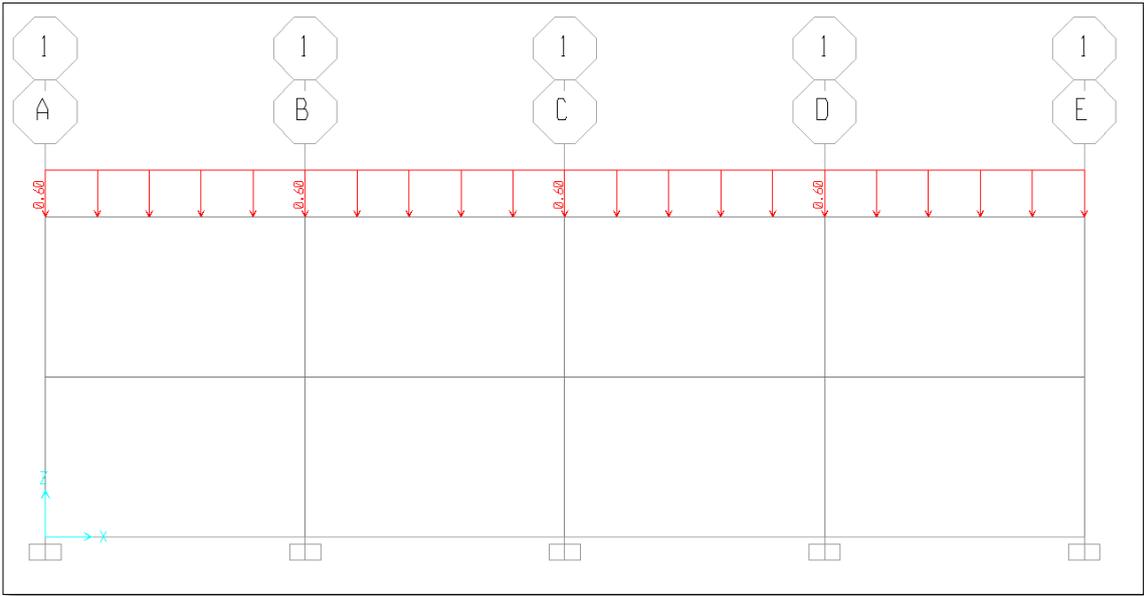
Nivel	Cargas en T/m		
	Dead	CV	CVT
2	1.96	-	0.6
1	4.68	4.12	-

Fuente: Elaboración propia.

Asignación de cargas:

- Carga viva de techo.

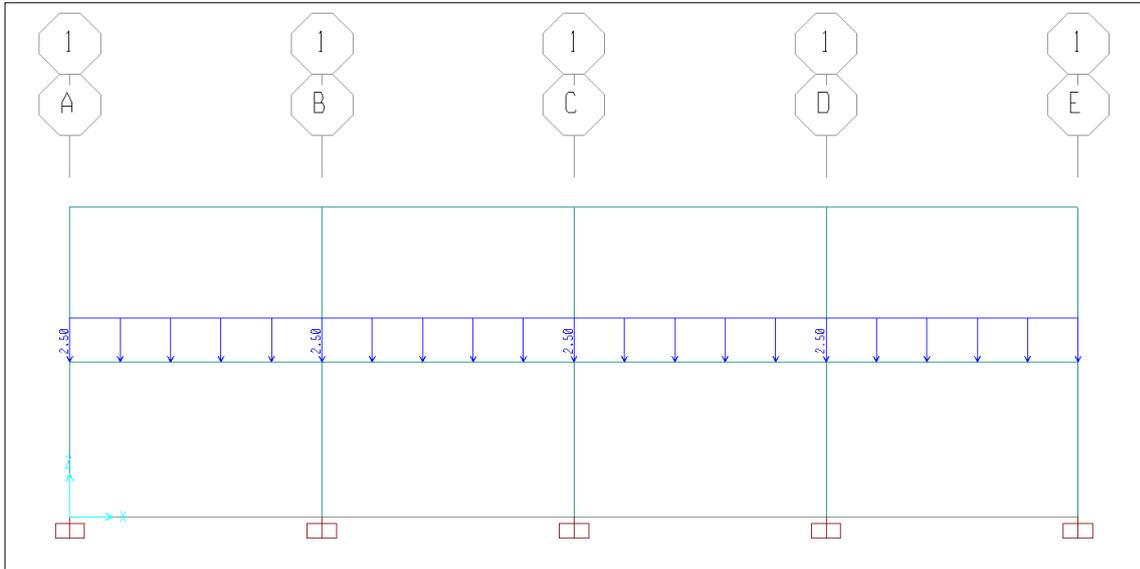
Figura. 54 Asignación de carga viva en el techo.



Fuente: Elaboración propia.

- Carga viva de taller:

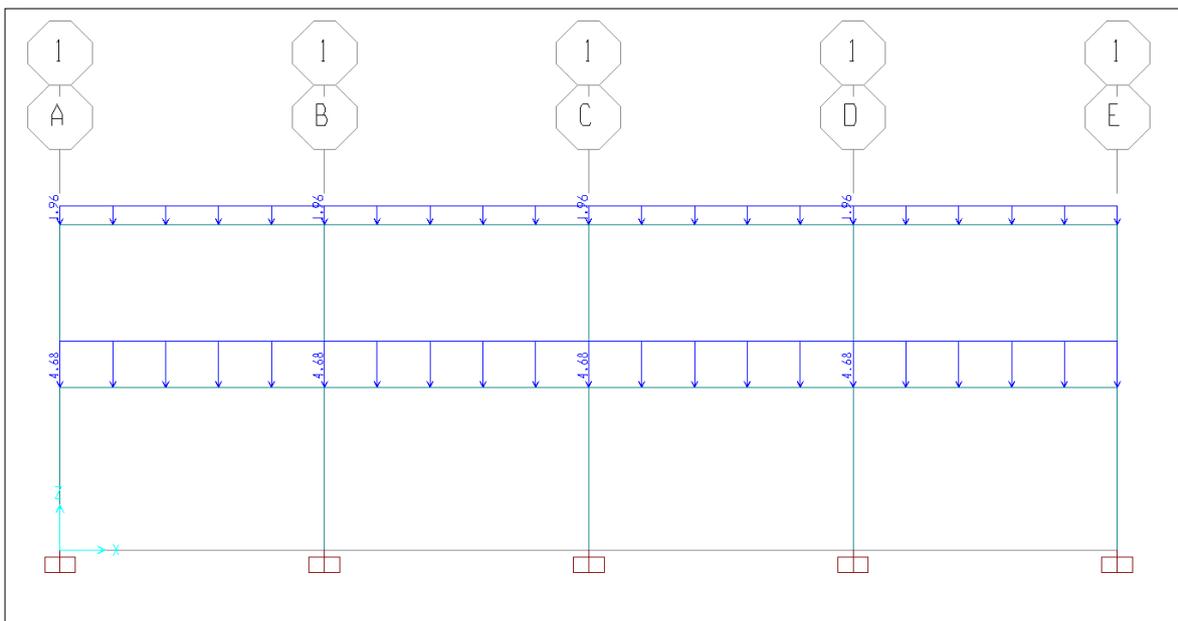
Figura. 55 Asignación de carga viva en el taller



Fuente: Elaboración propia.

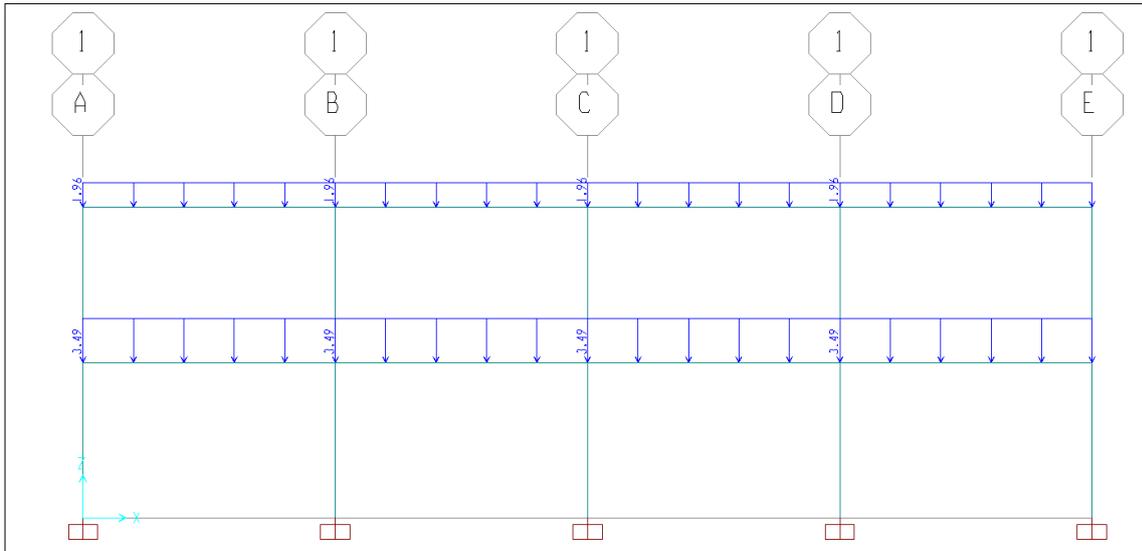
- Carga muerta:

Figura. 56 Asignación de cargas muertas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura. 57 Asignación de cargas muertas.



Fuente: Elaboración propia.

Resultado del análisis

A continuación, se indican las fuerzas de piso de acuerdo al análisis dinámico espectral de superposición modal.

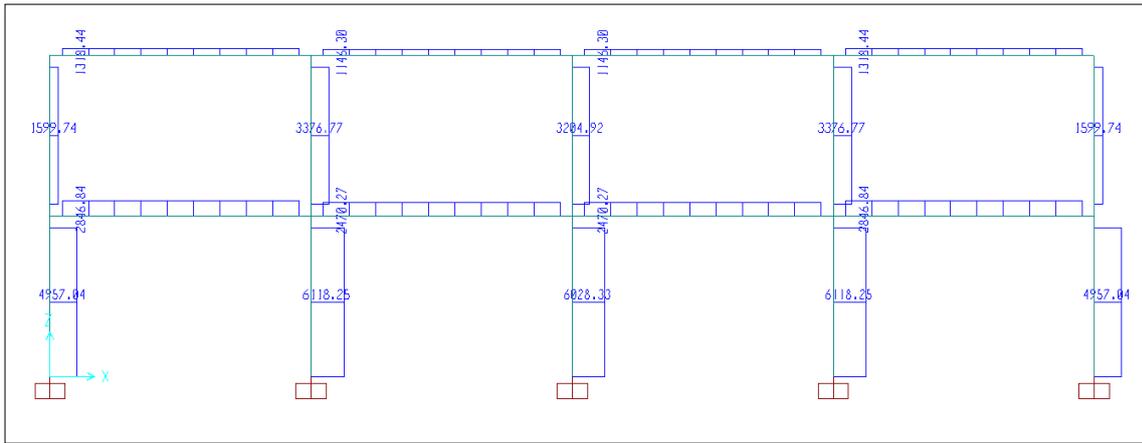
- Modos de vibración:

Tabla. 52 Participación modal, primer modo de vibración 90% de la masa.

Modal Participating Mass Ratios									
File View Format-Filter-Sort Select Options									
Units: As Noted									
Modal Participating Mass Ratios									
	OutputCase Text	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless
▶	MODAL	Mode	1	0.417017	0.924863	0	0	0.924863	0
	MODAL	Mode	2	0.14594	0.075109	0	0	0.999972	0
	MODAL	Mode	3	0.064947	0	0	0.000249	0.999972	0
	MODAL	Mode	4	0.054953	0	0	0.705852	0.999972	0
	MODAL	Mode	5	0.054437	0.00000007455	0	0	0.999972	0
	MODAL	Mode	6	0.0537	0	0	0.027218	0.999972	0
	MODAL	Mode	7	0.046832	0	0	0.00418	0.999972	0
	MODAL	Mode	8	0.039372	0.000002463	0	1.203E-20	0.999974	0
	MODAL	Mode	9	0.039351	0	0	0.235799	0.999974	0
	MODAL	Mode	10	0.036957	0.000022	0	0	0.999996	0
	MODAL	Mode	11	0.028576	0	0	0.00000009643	0.999996	0
	MODAL	Mode	12	0.028598	0.00000000000	0	0	0.999996	0

Fuente: Elaboración propia.

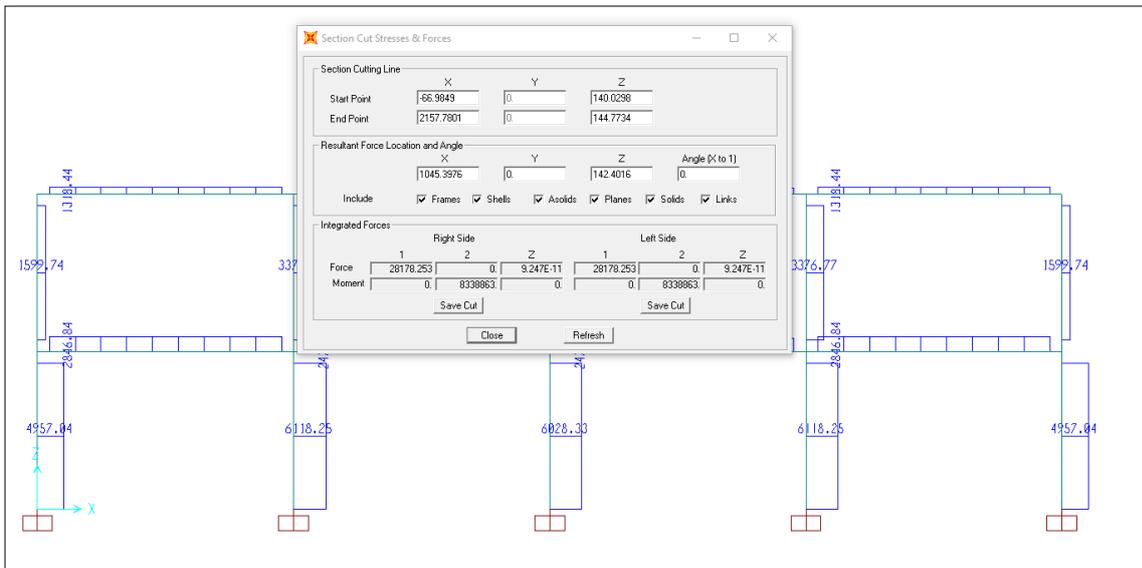
Figura. 58 Corte debido al sismo en Kgf



Fuente: Elaboración propia.

- Fuerzas cortantes del análisis dinámico

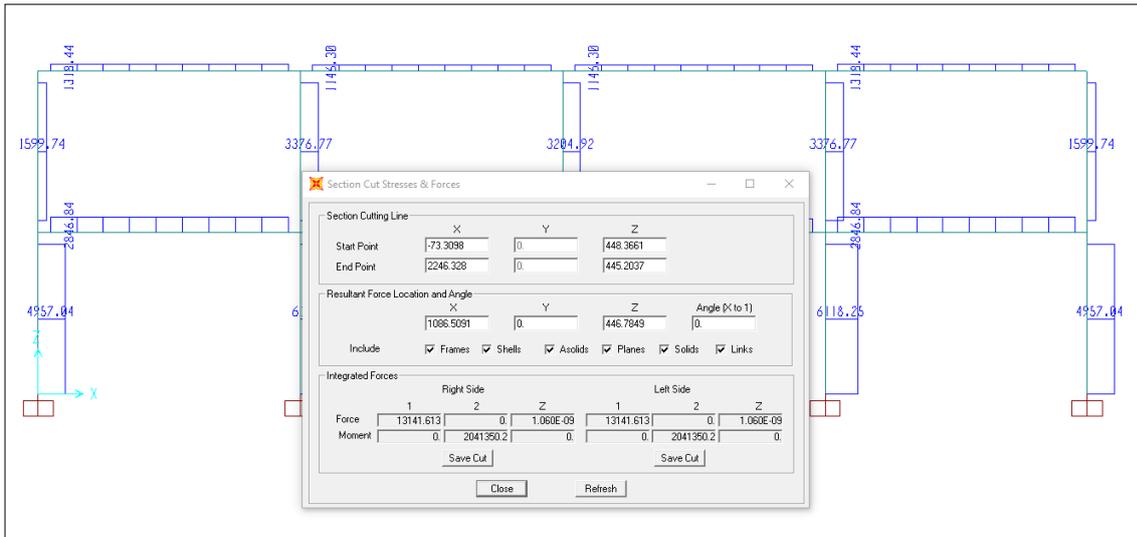
Figura. 59 Corte del piso 1, para la obtención de fuerzas laterales de piso



Fuente: Elaboración propia.

Corte del piso 1= 28178.253 kgf

Figura. 60 Corte del piso 2, para la obtención de fuerzas laterales de piso.



Fuente: Elaboración propia.

Corte del piso 2= 13141.613kgf

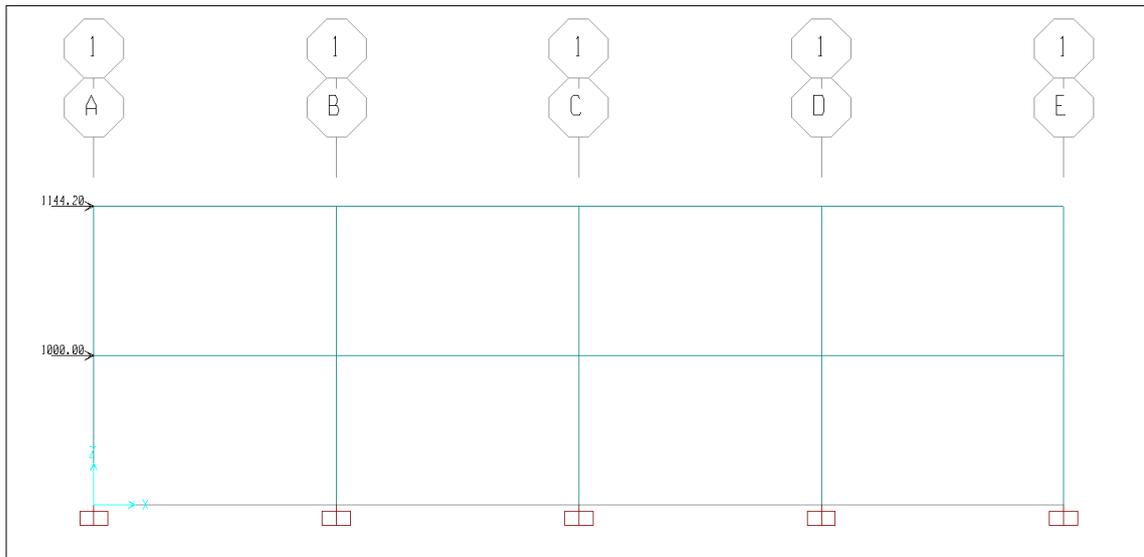
A través de la opción “Section Cut” se pueden obtener los cortantes de piso y, con ello las fuerzas de piso. Que servirán para establecer el patrón de cargas del pushover de fuerzas.

Tabla. 53 Cálculo de fuerzas laterales Pushover

NIVEL	Corte - Kgf	Fuerza - Kgf	Factor	Push - Fzas Kgf
2	13141.613	13141.613	1.14420049	1144.20049
1	28178.253	15036.64	1	1000
Escala	1000			

Fuente: Elaboración propia.

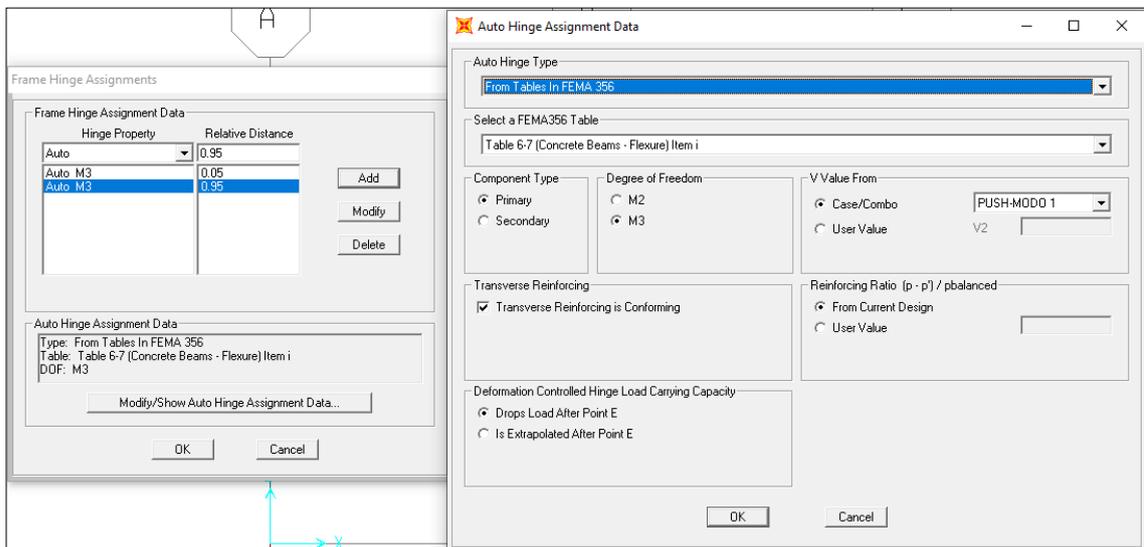
Figura. 61 Representación de las fuerzas de piso.



Fuente: Elaboración propia.

Este patrón de fuerzas laterales se obtiene del análisis dinámico lineal

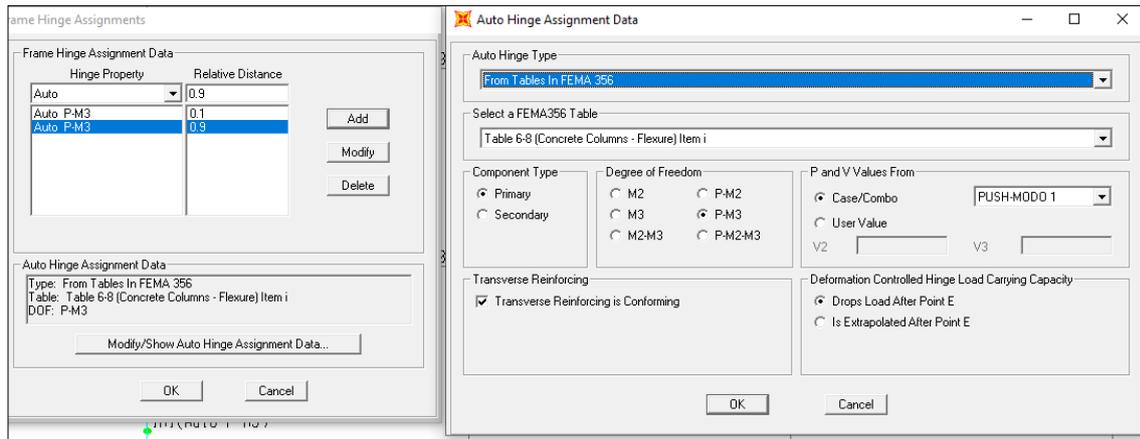
Tabla. 54 Asignación de rótulas en las vigas



Fuente: Elaboración propia.

Rótulas en las vigas de acuerdo con las tablas 6-7 del FEMA 356

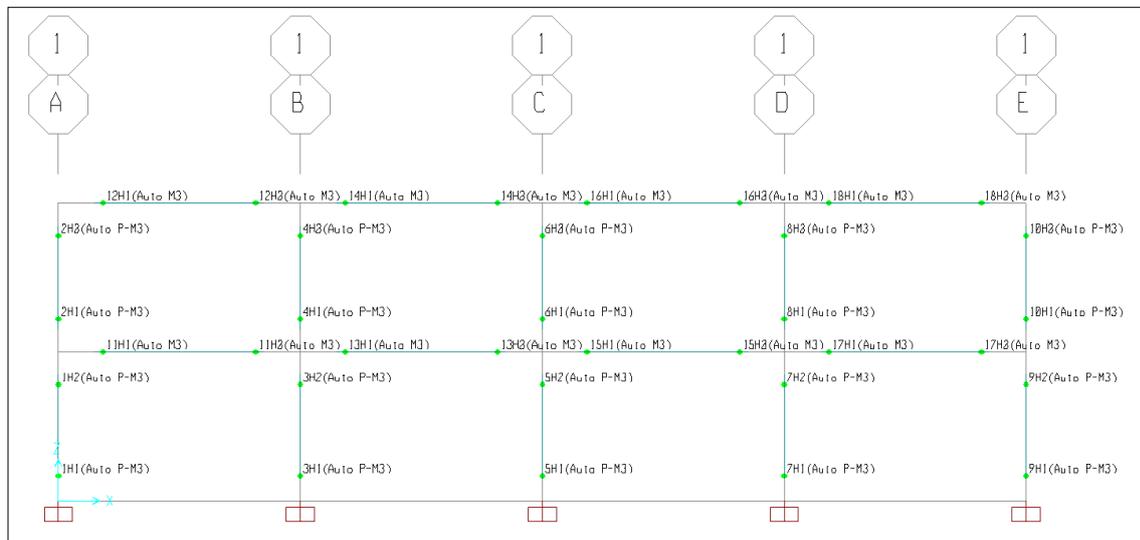
Tabla. 55 Asignación de rótulas en las vigas.



Fuente: Elaboración propia.

Rótulas en las columnas de acuerdo a las tablas 6-8 del FEMA 356.

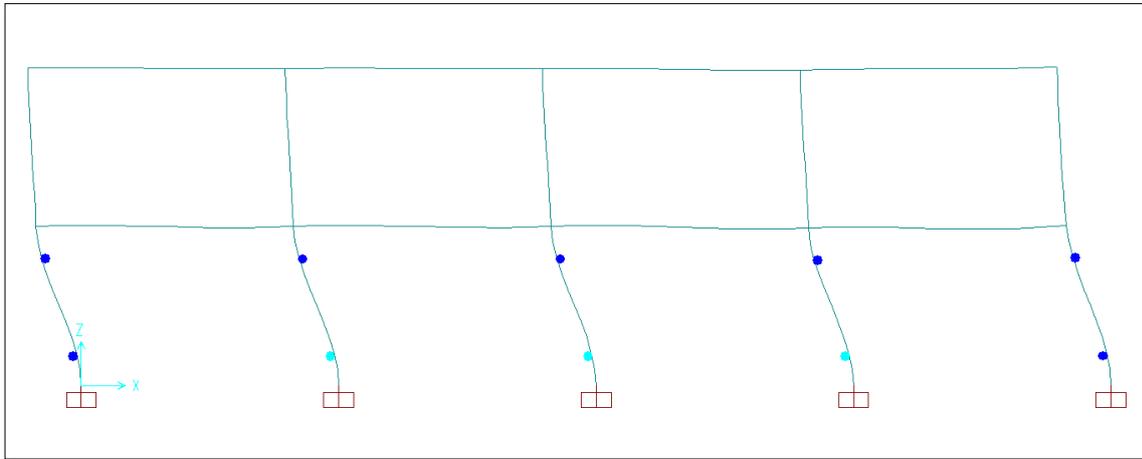
Gráfico. 40 Asignación de rótulas en las columnas y vigas



Fuente: Elaboración propia.

- Paso 1

Gráfico. 41 Rótulas asignadas en las vigas y columnas

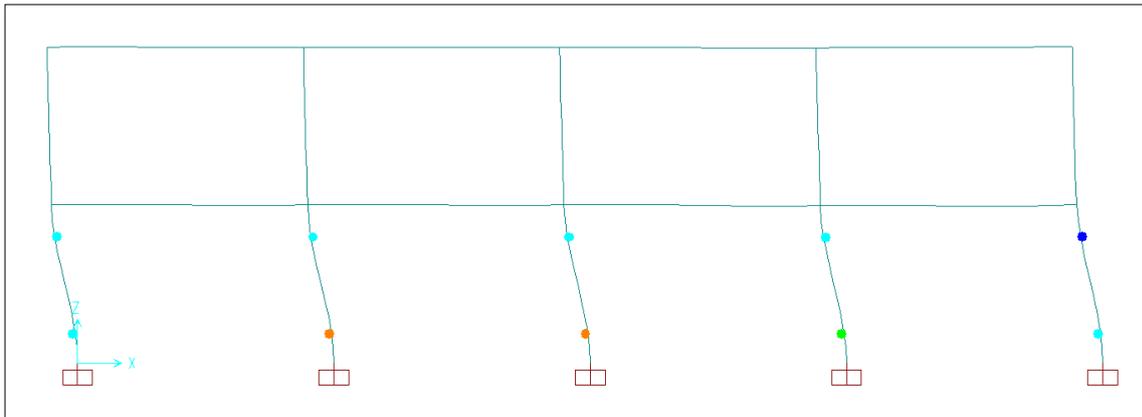


Fuente: Elaboración propia.

Presencia de rótula en la columna

- Paso 2

Gráfico. 42 Rótulas asignadas en las vigas y columnas.

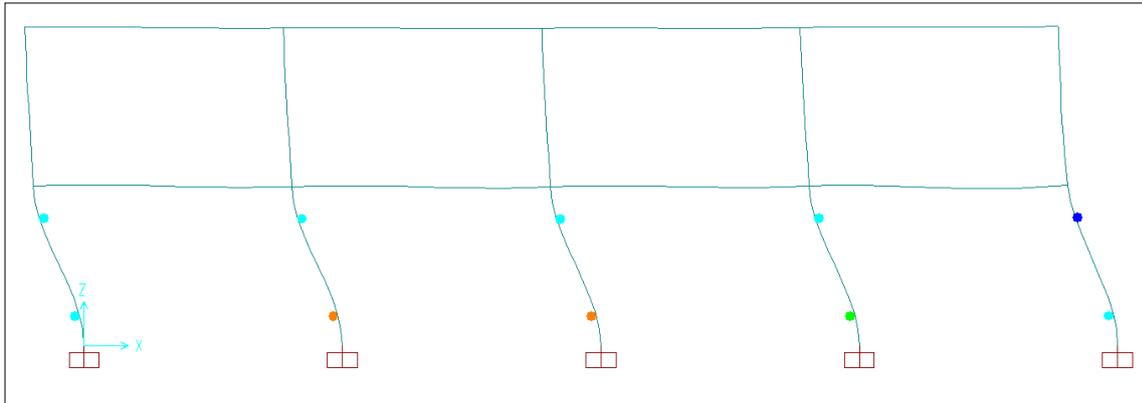


Fuente: Elaboración propia.

Presencia de rótula en las columnas inferiores

- Paso 3

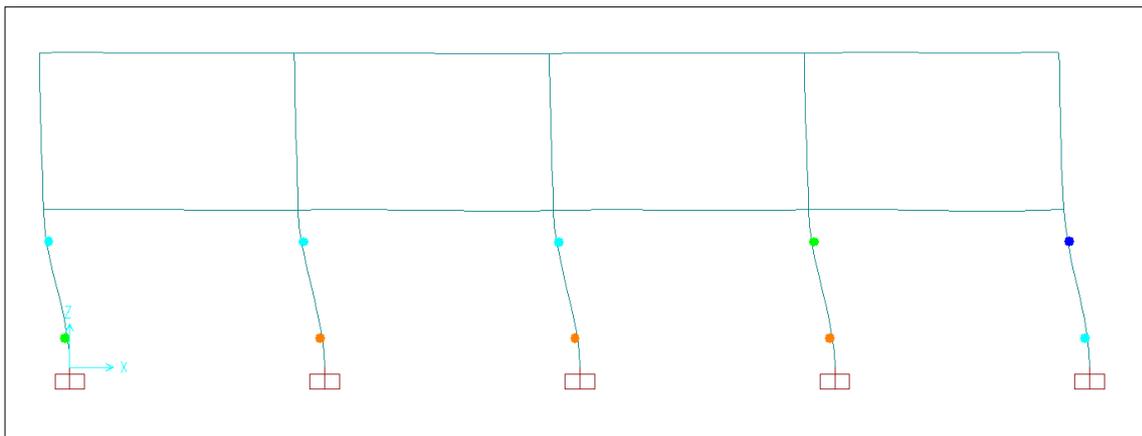
Gráfico. 43 Rótulas asignadas en las vigas y columnas.



Fuente: Elaboración propia.

Paso 4

Gráfico. 44 Rótulas asignadas en las vigas y columnas.



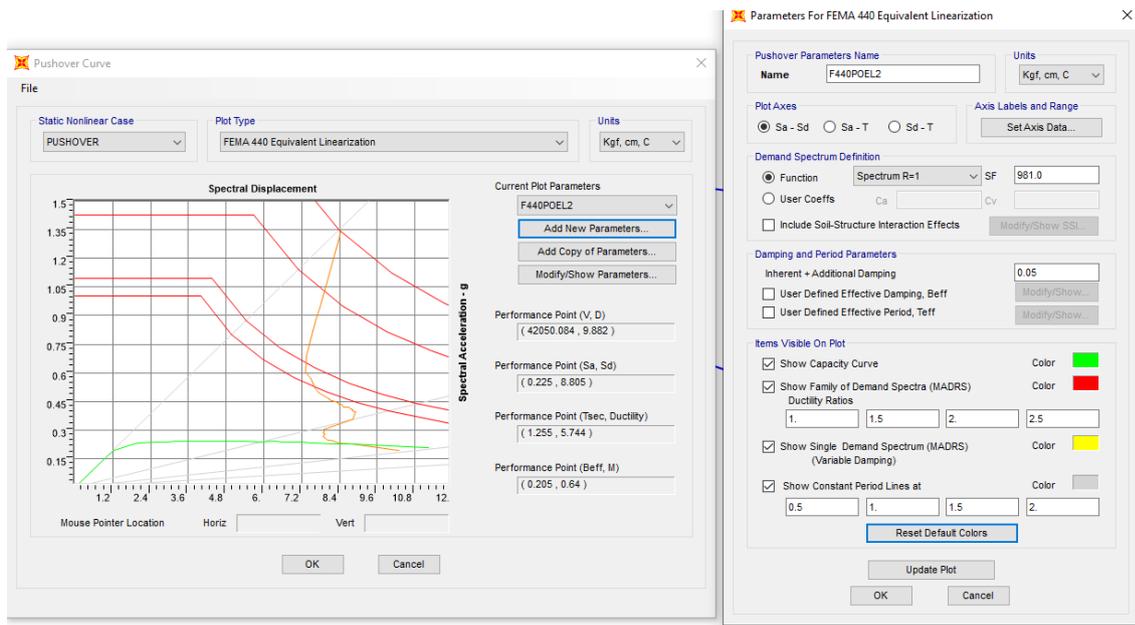
Fuente: Elaboración propia.

Tabla. 56 Limites de deformación.

Interstory Drift Limit	Performance Level			
	Immediate Occupancy	Damage Control	Life Safety	Structural Stability
Maximum total drift	0.01	0.01 - 0.02	0.02	$0.33 \frac{V_L}{P_L}$
Maximum inelastic drift	0.005	0.005 - 0.015	no limit	no limit

Fuente: Fema 440

Tabla. 57 Punto de desempeño después del reforzamiento de las estructuras.



Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el máximo desplazamiento es de 8.805 cm, la deriva se calcula dividiendo este desplazamiento entre la altura total $(8.805 / 600) = 0.014675$, y de acuerdo a la tabla del FEMA 440. La estructura inicial se encuentra en control de daños.

IV. DISCUSIÓN

1. Para Soto, Edelmira (2018): En su tesis Comparación de los métodos: fema 154, Hirosawa y demanda - resistencia para evaluar vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa – Baños del Inca obtiene resultados que el comportamiento sísmico de las estructuras de la institución educativa Baños del Inca es seguro ante un eventual movimiento sísmico, A igual que Soto, en esta investigación con la metodología de Hirosawa se obtiene resultados de comportamientos seguro del pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019.
2. Kemper, Kevin (2019), en su tesis “Determinación de la vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Republica Federal socialista de Yugoslavia del nivel secundaria” utilizando la metodología de un análisis estático no lineal, ‘Pushover’, determino que la estructura está en el rango del colapso, además realizo un modelamiento con el apoyo de un software teniendo en cuenta los parámetros de la norma E. 030; obteniendo resultados que estas estructuras cumplen con las distorsiones en el eje de albañilería sin embargo en el eje porticado no. En nuestra investigación el pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019 las distorsiones permisibles cumplen en su eje de albañilería confinada y analizando con la metodología de Pushover se obtiene control de daños., Los resultados de Kemper se asemejan a los obtenidos en esta presente tesis.
3. Gameros, Jesús menciona (2015) En su tesis “Análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural para pabellones de aulas de locales escolares de dos pisos y tres aulas por piso” Su finalidad es la de tener diversas formas de reforzamiento en los colegios. Gameros en sus tesis propone tres tipos de reforzamientos y estos cumplen ante sollicitaciones sísmicas, sin embargo, cabe señalar que Gameros asume un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. En la presente tesis se realizó estudios de diamantinados de testigos de concreto obteniendo resultados de $f'c=97.25 \text{ kg/cm}^2$ para columnas y $f'c=106.53 \text{ kg/cm}^2$ para vigas. Bajo estos resultados se modelo en el software obteniendo resultados muy distintos que Gameros.

V. CONCLUSIONES

1. Se determinó que utilizando la metodología de Hirosawa los pabellones de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019. Tienen un comportamiento seguro. La cual nuestra hipótesis planteada no se cumple. En todos los pabellones en el eje X y Y, el índice de resistencia es mayor que el índice de la demanda.
2. El pabellón B luego de ser analizado con el Software Robot Structural, teniendo en cuenta los parámetros sísmicos de la Norma E. 030 y los ensayos diamantinados de resistencia del concreto, estas no cumplen con las derivas permisibles que señala la Norma E.030 en el eje “X” (sistema aporticado).
3. Apoyándonos de la metodología de Pushover, la curva de capacidad si intersecta con el espectro de capacidad, generando el punto de desempeño operacional, se aprecia que las rotulas plásticas se presentan en las columnas, siendo estas las primeras en fallar y ocasionando daños.
4. Después de analizar los elementos estructurales se concluye que, la viga no cumple con el máximo momento requerido, se recomienda una nueva viga, Las columnas al ser analizadas se encuentran en el límite permisible de demanda sobre capacidad, se concluye que es necesario reforzar con pilares en el pasadizo.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda emplear dos o más metodologías (Hirosawa y Pushover) de evaluación sísmica para tener una certeza óptima de la vulnerabilidad sísmica de la estructura de la edificación.
2. Se recomienda realizar análisis sísmico de acuerdo a la norma sísmorresistente y comparar las metodologías de vulnerabilidad sísmica.
3. Se recomienda realizar un análisis sismo tanto estático y dinámico de acuerdo a las normas vigentes, y así poder determinar si estas cumplen con las distorsiones permisibles que señala la Norma E. 030
4. Se recomienda realizar el reforzamiento de las columnas y las vigas del pabellón “B” de acuerdo a lo determinado en nuestra investigación.

REFERENCIAS

1. AGUIRRE SÁNCHEZ, Jhon Jairo; RAMÓN, Bone; LUIS, Jorge. Evaluación sísmica y propuesta de diseño de reforzamiento estructural para el edificio de la facultad de Ingeniería en Geología y Petróleos de la Escuela Politécnica Nacional, Quito-Ecuador. 2018. Tesis de Licenciatura. Quito, 2018.
2. ANDRADE BRICEÑO, Melissa María; VARGAS BENITEZ, Danna Sofia. Análisis de vulnerabilidad sísmica y reforzamiento estructural para la nueva sollicitación de carga generada por un sistema fotovoltaico en la sala de sistemas de la Institución educativa Simón Bolívar del municipio de Coello-Tolima. 2018. Tesis Doctoral
3. ARANA ALMANZA, Joel Rodrigo. Propuesta de reforzamiento estructural para devolverle la funcionalidad al pabellón P-3 de la Institución Educativa Santa Fortunata en el distrito de Moquegua. 2018.
4. ARANA VASQUEZ, Víctor Ernesto; PALOMINO BENDEZÚ, Juan Samuel. Priorización del reforzamiento de colegios públicos de Lima para la mitigación del riesgo sísmico. 2016.
5. ARONE QUISPE, Juan. Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Estructural de la IE N 1199 Mariscal Ramón Castilla, UGEL N 6 del Distrito de Chaclacayo. 2019-
6. ARTEAGA, Kemper. Determinación de la vulnerabilidad sísmica en la IE República federal Socialista de Yugoslavia del nivel Secundaria-Nuevo Chimbote. 2019
7. BARBAT, Alex; PUJADES, Luis. Evaluación de la Vulnerabilidad y del riesgo sísmico en zonas urbanas. Aplicación a Barcelona. En Sísmica 2004: 6º Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Sísmica. 2004. p. 229-252.
8. BAYLON, Michael B. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los edificios de la Universidad de Adamson construidos utilizando curvas de fragilidad. Revista Global de Investigación en Ingeniería, 2018
9. BLANCO, Marianela. Criterios fundamentales para el diseño sismorresistente. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, 2012, vol. 27, no 3, p. 071-084.
10. CUCHO SALINAS, Herbert Martin; NUÑEZ CUSMA, Karen Melanyth. Evaluación de la vulnerabilidad estructural aplicando el método Hirosawa para determinar la seguridad sísmica del Hospital Regional de Lambayeque. 2018.
11. Chanaga, Julián, Ríos, Cuesta, Carpio <https://es.slideshare.net/hernandezchanaga/calicata>
12. CHEN, Hao, et al. Daño sísmico a estructuras en las secuencias del terremoto de 2015 en Nepal. Revista de Ingeniería Sísmica, 2017, vol. 21, no 4, p. 551-578.

13. CORTEZ SÁNCHEZ, Christopher José Félix; FERNANDEZ VALDIVIEZO, José Manuel. Análisis de la vulnerabilidad sísmica en el pabellón" D" de la universidad privada Antenor Orrego. 2017.
14. Flores, Oscar 2015, Perú 21, <https://peru21.pe/lima/situacion-colegios-lima-mitad-planteles-capital-tipo-dano-397093-noticia/>
15. GAMEROS MONCADA, Santiago Jesús. Análisis comparativo de tres tipos de refuerzo estructural para pabellones de aulas de locales escolares de dos pisos y tres aulas por piso.
16. GARCÍA TAMAYO, Daniel; JIMÉNEZ POSADA, Alejandro; REINALES PEÑA, Carlos Andrés. Evaluación de la vulnerabilidad estructural para el sector educativo en el municipio de Dosquebradas. 2015
17. GUTIERREZ ACOSTA, Jaime Andrés, et al. Vulnerabilidad sísmica en estructuras de edificaciones indispensables en Santiago de Cali.
18. HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, et al. Metodología de la investigación. 2010
19. KUROIWA Julio, Manual para la de Reducción del riesgo sísmico de viviendas en el Perú, focalizado en viviendas de Material noble (Albañilería) desarrolladas por autoconstrucción en los asentamientos humanos que rodean Lima metropolitana. <http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA%20PUBLICAR/MINISTERIOS/Manual%20para%20la%20Reduccion%20del%20Riesgo%20Sismico%20de%20Viviendas%20en%20el%20Peru.pdf>
20. MARTÍNEZ GUEVARA, Gerson Omar. Vulnerabilidad estructural en edificios de la zona del Valle de Orizaba. 2015.
21. MEJÍA MÁRQUEZ, Luis Abel. Diseño de edificio de viviendas de concreto armado aplicando las normas sismorresistentes de 2003 y 2016.
22. MENDOZA, A.; SERNA, L. Vulnerabilidad sísmica de la infraestructura escolar urbana en Girardot-Cundinamarca. Ingenierías, 2015, vol. 18, no 68, p. 23-31.
23. MESTA CORNETERO, Carlos Augusto. Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones comunes en la ciudad de Pimentel. 2014.
24. MORALES BETANCOURT, David Fernando; NIETO DUQUE, Juan Felipe; RINCÓN QUINTERO, Andrea Catalina. Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo III en el municipio de Dosquebradas, Risaralda. 2017. Tesis Doctoral. Universidad Libre Seccional Pereira.
25. MORALES, Roberto, et al. Diseño Sísmico de Construcciones de Adobe. UNI. Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres. CISMID, 1993.

26. MORENO GONZÁLEZ, Rosangel. Evaluación del riesgo sísmico en edificios mediante análisis estático no lineal: aplicación a diversos escenarios sísmicos de Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya, 2006
27. NAVARRO, César; FERNANDEZ, A. Desempeño sísmico de un edificio aporticado de seis pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones. Lima-Perú: PUCP, 2006.
28. NÚÑEZ GONZÁLEZ, Henry Marlon. Evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificaciones escolares en el Distrito de San Martín de Porres. 2004.
29. LÓPEZ, Oscar Andrés; CORONEL, Gustavo; ROJAS, Romme. Índices de priorización para la gestión del riesgo sísmico en edificaciones existente. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, 2014, vol. 29, no 4, p. 107-126.
30. Reglamento Nacional de Edificaciones actualizado 2019, <https://es.scribd.com/document/405364457/RNE-2019-Actualizado-pdf>
31. RODRIGUEZ LAURET, Rosario Félix. Determinación y evaluación de patologías en sistema aporticado: columnas y vigas, del pabellón b de la institución educativa “Gran Mariscal Toribio De Luzuriaga” del distrito de independencia, provincia de Huaraz, departamento de Ancash-2017. 2018.
32. OSORIO GAVIRIA, Alejandro; OSORIO RAMÍREZ, Andrés Felipe. Evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo III y IV en el municipio de Viterbo, Caldas. 2017. Tesis Doctoral. Universidad Libre Seccional Pereira.
33. PARILLO, E. Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de los Centros Educativos Primarios Estatales de la Ciudad de Juliaca–2015. Revista Científica Investigación Andina, 2016, vol. 16, no 1, p. 114-128.
34. PECORI ZAVALA, Carlos Gabriel; CRUZ MIRANDA, Octoniel. Estudio de vulnerabilidad sísmica de la IE emblemática San Juan de la ciudad de Trujillo. 2018.
35. SALAMANCA NONZOQUE, Lizzett, et al. Metodología para estudios de vulnerabilidad sísmica y patología estructural para edificaciones con carácter patrimonial. Caso de estudio: Edificio 21 Complejo Hospitalario San Juan de Dios.
36. SÁENZ AZORSA, Uver Hernán. Vulnerabilidad sísmica en edificaciones esenciales mediante curvas de fragilidad analíticas–edificio administrativo de la Universidad Nacional del Centro del Perú. 2019.
37. SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth. Comparación de los métodos: fema 154, Hirosawa y demanda-resistencia para evaluar vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa–Baños del Inca. 2018.

38. TINMAN, M., et al. Protección sísmica de edificios en el Perú utilizando la disipación de energía y el aislamiento base.
39. VILCA YUJRA, Alan Dieter; COLLAO FLORES, Carlos Marcial. Evaluación Estructural y Propuesta de Reforzamiento de la Institución Educativa Inicial 336 Virgen de la Natividad, Tacna 2018. 2018.
40. ZAIN, Muhammad, et al. Evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificios escolares en la zona sísmica 4 de Pakistán. Avances en Ingeniería Civil, 2019
41. ACURIO VELASCO, Yomayra Maribel; ZARUMA HUILCA, July Johanna. Modelamiento de la vulnerabilidad Sísmica del edificio del Hospital Básico IESS de la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar. 2018. Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano. Carrera de Gestión del Riesgo.

ANEXOS.

Anexo 1: Matriz de consistencia.

“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PABELLÓN “B” DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019”

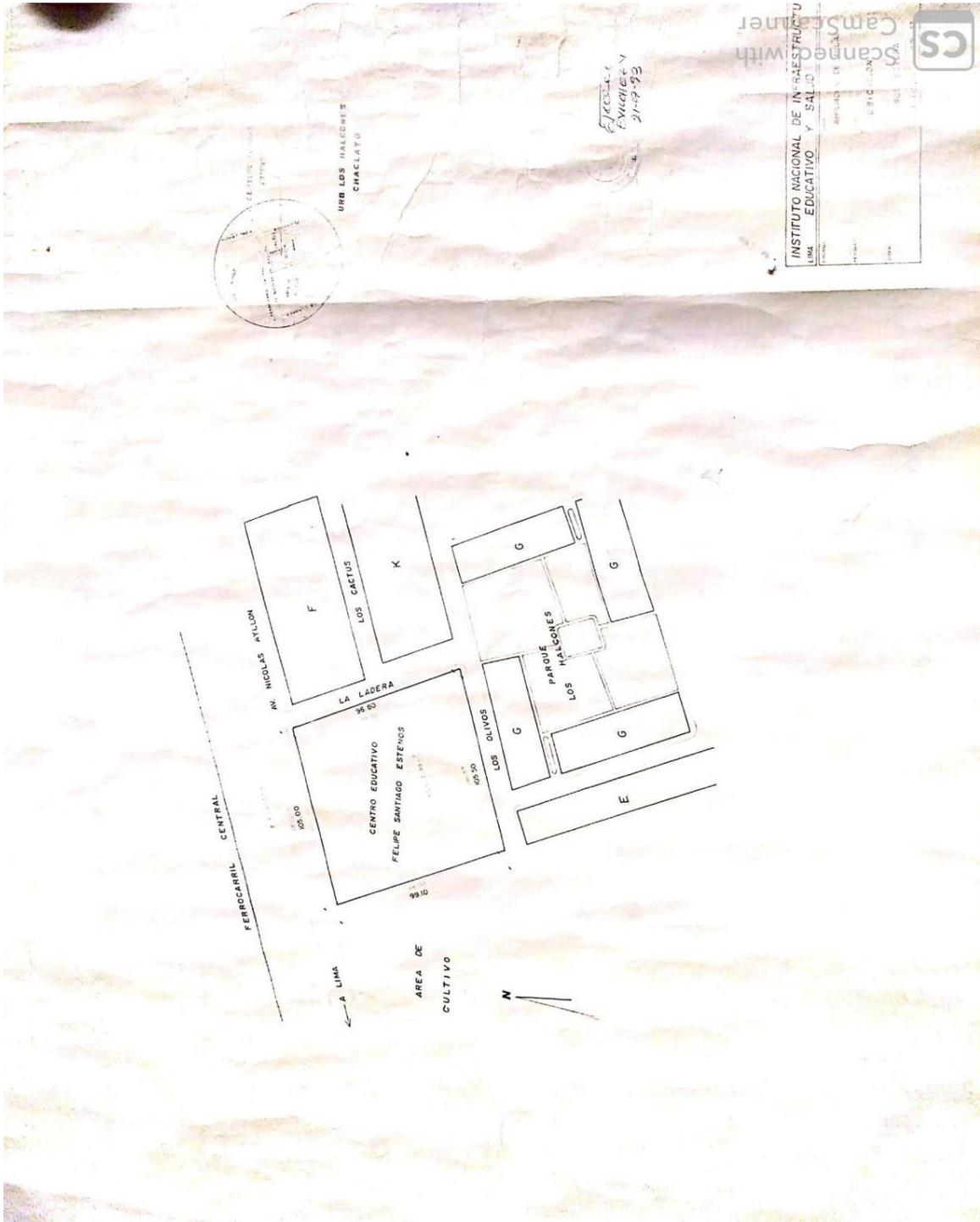
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO
¿Cuál será el comportamiento estructural del pabellón B de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, ante un evento sísmico?	Evaluar el nivel de vulnerabilidad sísmica y plantear el tipo de reforzamiento estructural en el pabellón B de la Institución educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019.	El Pabellón B de la de la I.E. Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, Lima 2019, presenta un comportamiento inseguro ante un sismo, requiere de un reforzamiento.				
PROBLEMAS ESPECÍFICOS PE1: ¿Qué comportamiento estructural tendrá el Pabellón B de la	OBJETIVOS ESPECÍFICOS OE1: Evaluar la vulnerabilidad sísmica mediante la metodología de Hirosawa y Pushover	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS HE1: Mediante la metodología de Hirosawa el índice de resistencia es	VARIABLES I	Metodología de Hirosawa.	<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento sísmico seguro. Si, el Índice de Resistencia mayor al Índice de demanda sísmica $I_s \geq I_o$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de investigación: Aplicada y explicativa. • Diseño de investigación:

Institución educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, según la metodología de Hiroswawa y que nivel de desempeño con la metodología Pushover?	del pabellón B de la Institución educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019.	menor que el índice de demanda de la estructura del Pabellón B de la Institución educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo 2019, por lo tanto, tendrá un comportamiento sísmico inseguro. Y con la metodología Pushover se tendrá un desempeño de colapso,
PE2: ¿La estructura del Pabellón B de la Institución educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, cumplirá las distorsiones permisibles establecidas en la norma E. 030 de diseño sismorresistente?	OE2: Evaluar el comportamiento estructural del pabellón B de la Institución educativa Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, según la norma E. 030 de diseño sismorresistente.	HE2: La estructura del Pabellón B de la I.E. Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, Lima 2019, no cumple con las distorsiones permisibles que establece la norma E. 030 de diseño sismorresistente.

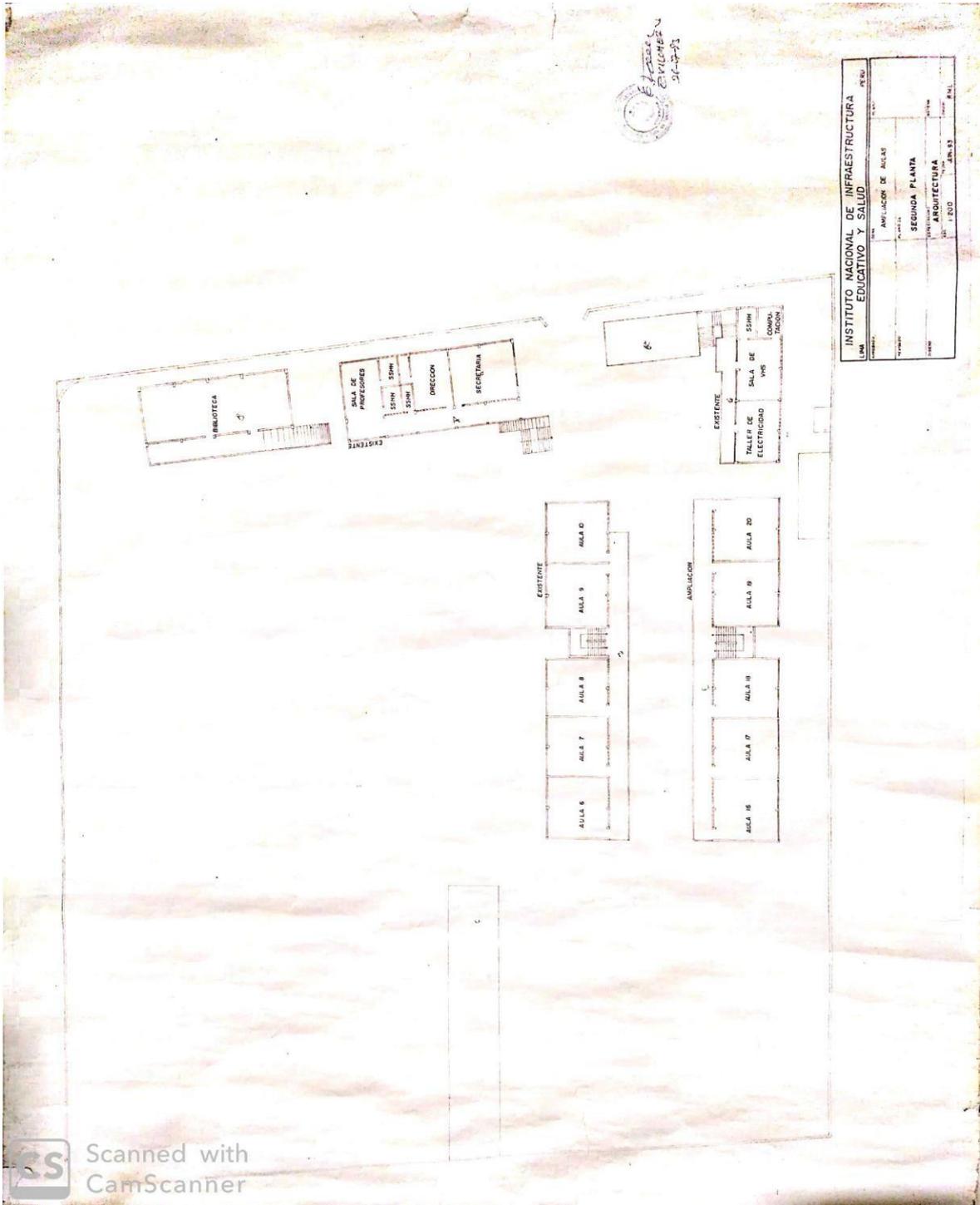
Vulnerabilidad Sísmica.		<ul style="list-style-type: none"> • Comportamiento sísmico inseguro. <p>Si, el Índice de demanda sísmica es mayor al Índice de Resistencia</p> <p style="text-align: center;">$I_s < I_{so}$</p>	<ul style="list-style-type: none"> - No experimental - Cuantitativo • Población:
	Análisis estático no lineal Pushover	<p>Niveles de desempeño.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Totalmente de operacional. • Operacional. • Seguridad. • Pre colapso. • Colapso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Los pabellones de la I.E. Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, Lima 2019. • Muestra: - Pabellón B de la I.E. Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, • Técnica:
	Análisis Sísmico Estático y Dinámico E 030	<ul style="list-style-type: none"> • Cortante basal. • Modos y Periodos. • Desplazamientos y Derivas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Modelamiento. - Análisis estático, lineal, no lineal. • Instrumentos: - Fichas. - Estudio de mecánica de suelos - Estudio geofísico.

<p>PE3: ¿Los elementos principales del Pabellón B de la Institución educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, necesitarán reforzamiento estructural?</p>	<p>OE3: Analizar los elementos estructurales del pabellón B de la Institución educativa. Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019 y proponer el reforzamiento al elemento que lo requiera.</p>	<p>HE3: Los elementos estructurales principales del Pabellón A B de la Institución educativa Felipe Santiago Estenos, Chaclacayo, 2019, necesitan reforzar convenientemente.</p>	<p>VARIABLE II</p> <p>Reforzamiento estructural.</p>	<p>Análisis de los elementos estructurales.</p> <p>Diseño de los elementos estructurales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Rigidez de los elementos estructurales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ensayo de diamantina - Ensayo en tracción y fluencia del acero - Software Robot Estructural 2019.
---	---	--	---	---	---	---

Anexo 2: Plano general de la primera planta.

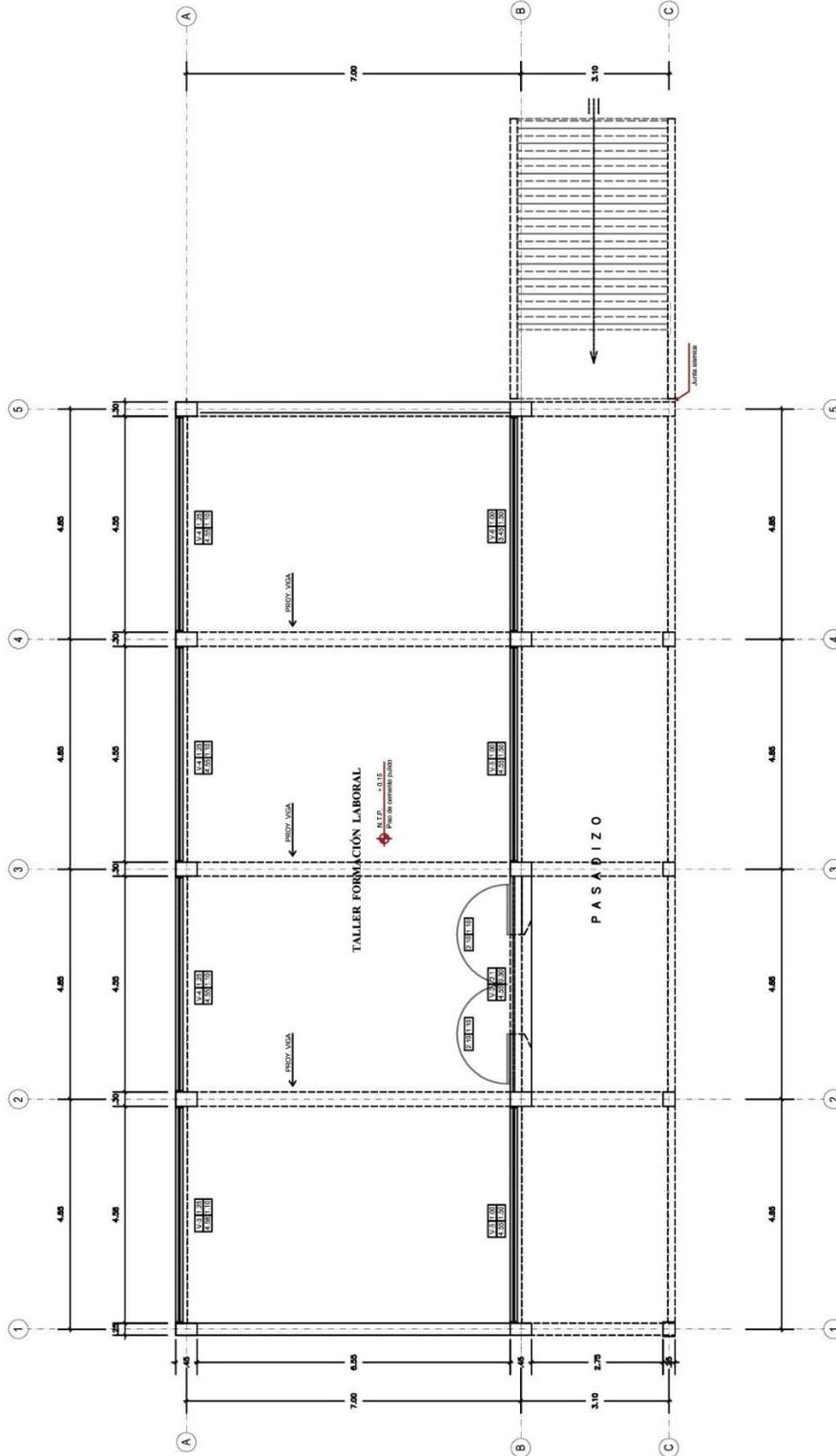


Anexo 3: Plano general de la segunda planta.



Scanned with CamScanner

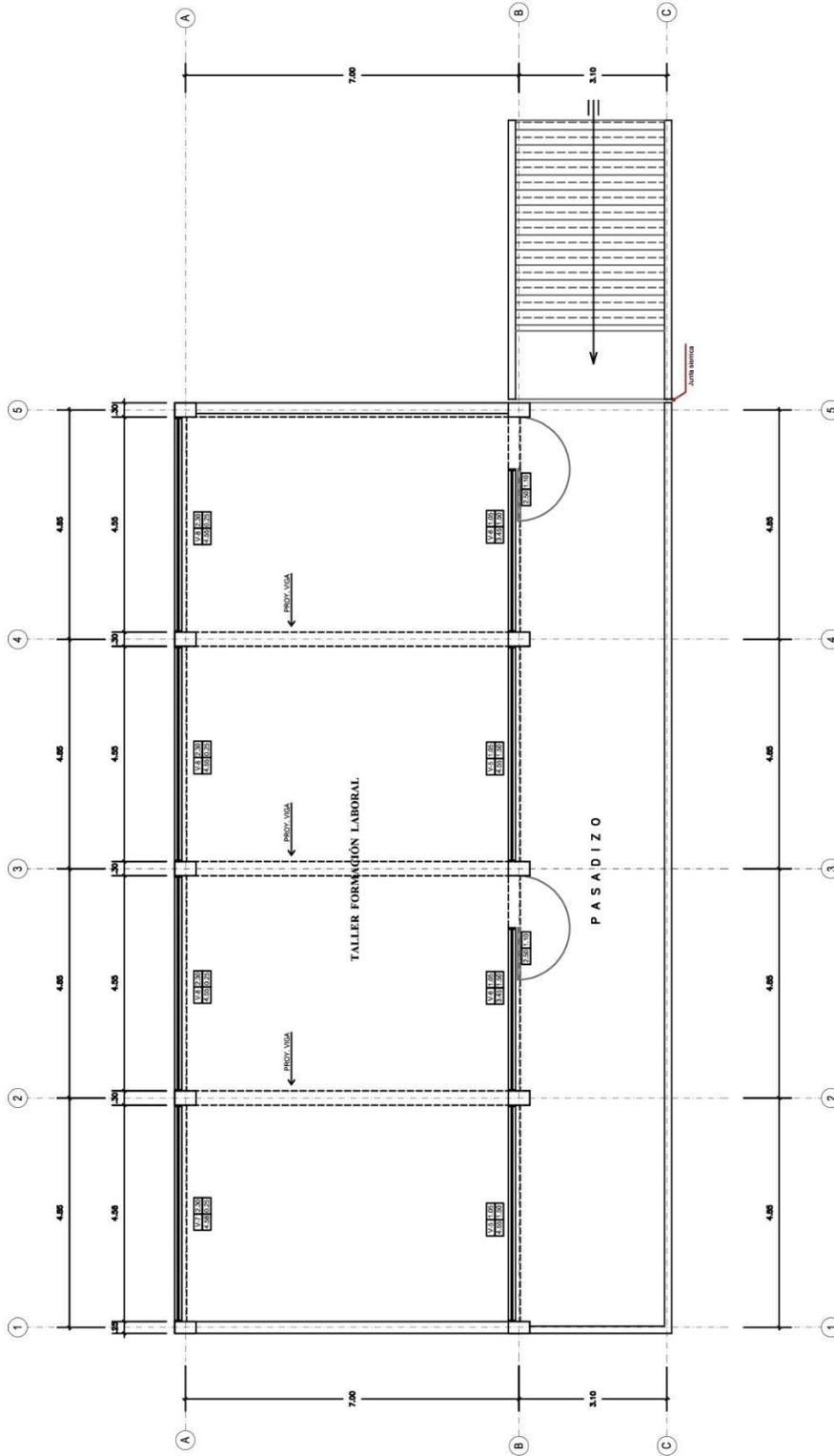
Anexo 4: Plano del Primer Piso.



PRIMER PISO

 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		LÁMINA:	
		A-1	
TESIS: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón "30" de la Institución Educativa Felipe Santiago Héroles, para su reforzamiento estructural, Chachabayo, Lima 2019*		UBICACIÓN: Avenida La Libertad 1321-140, distrito de Chachabayo, provincia de Lima.	
PLANO: ARQUITECTURA Plano Primer Piso		ASESOR: Mg. Leopoldo Choque Diaz.	
NOMBRE: Willy C. Cuatrecasas Landa, Felipe C. Rentería Aguado		ESCALA: 1:100	
		FECHA: DICIEMBRE 2019	

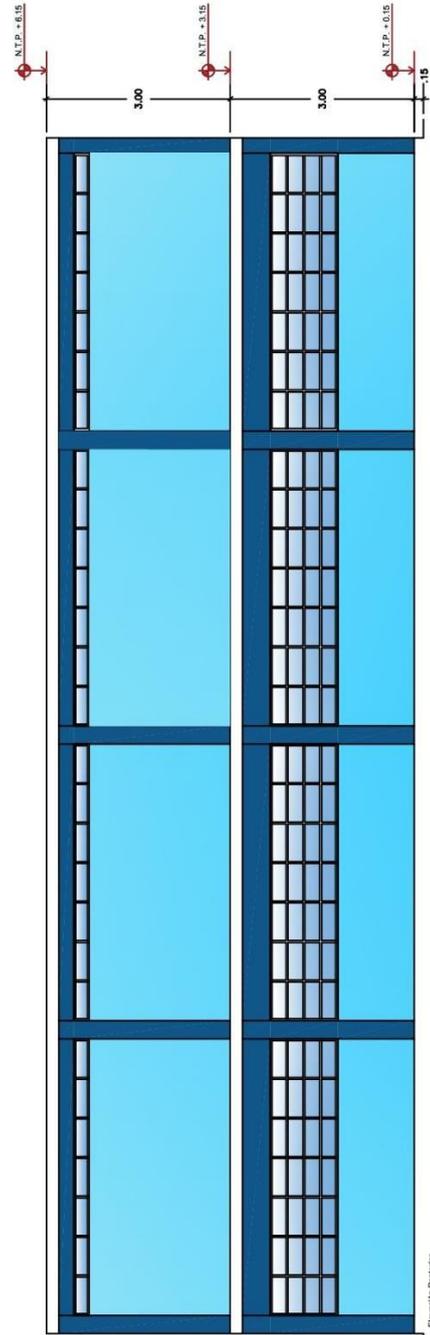
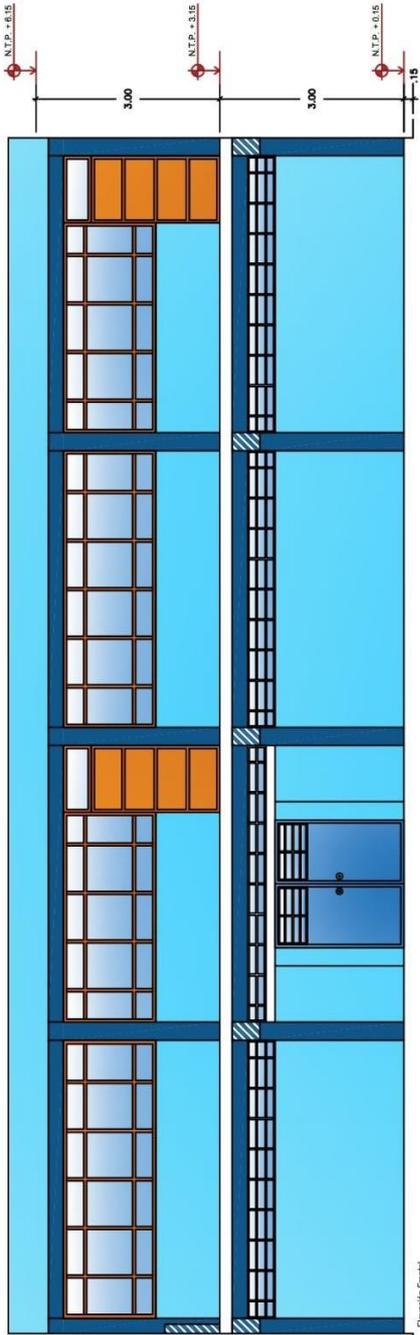
Anexo 5: Plano del Segundo Piso.



SEGUNDO PISO

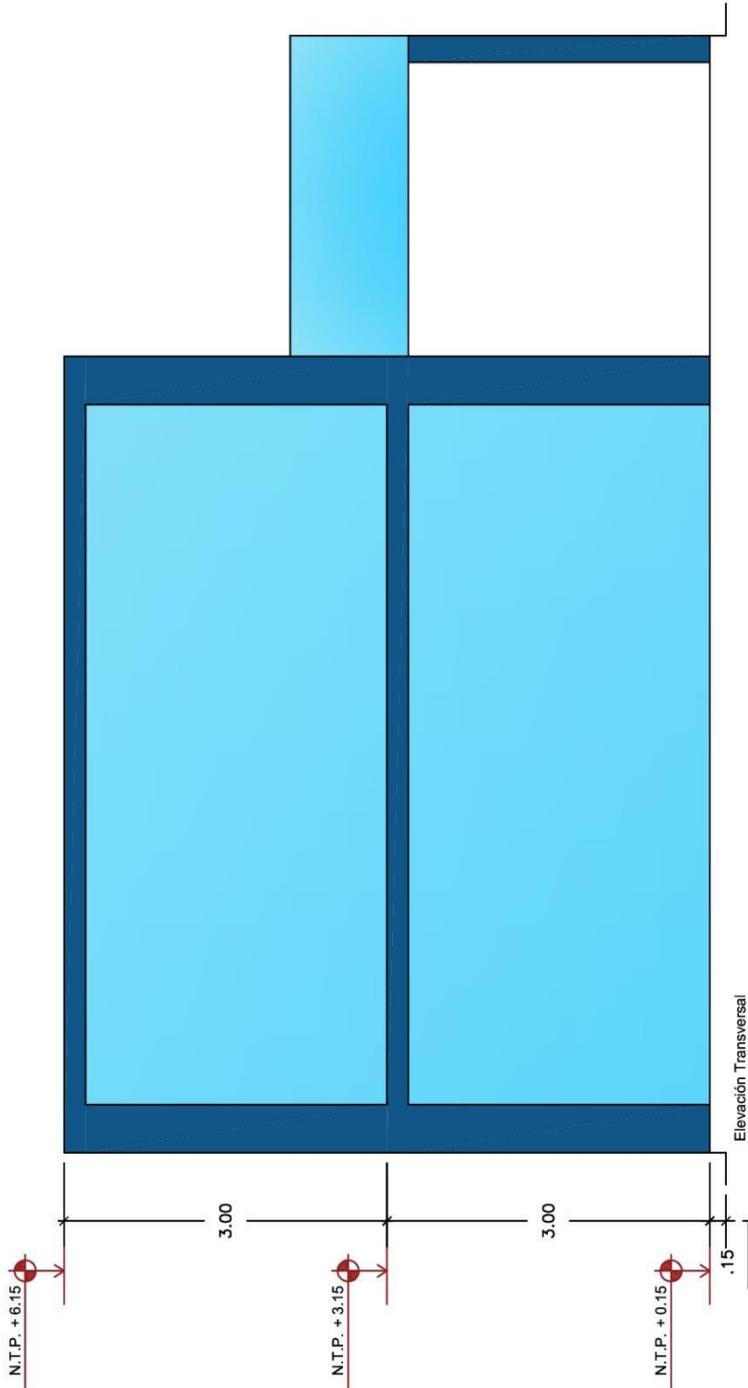
 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		LÁMINA:	
		A-2	
<p>TESIS: "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón "IP" de la Institución Educativa Felipe Santiago Tenorio, para su reforzamiento estructural, Chiclayo, Lima 2019"</p>		<p>UBICACIÓN: Avenida La Ladera 132-149, distrito de Chiclayo, provincia de Lima.</p>	
<p>PLANO: ARQUITECTURA Plano Segundo Piso</p>		<p>ASESOR: Mg. Leopoldo Choque Flores</p>	
<p>NOMBRE: Willy C. Cuatrecasas Landis Felipe C. Nájera Aguado</p>		<p>ESCALA: 1/100</p>	
		<p>FECHA: DICIEMBRE 2019</p>	

Anexo 6: Plano Elevación frontal y posterior.



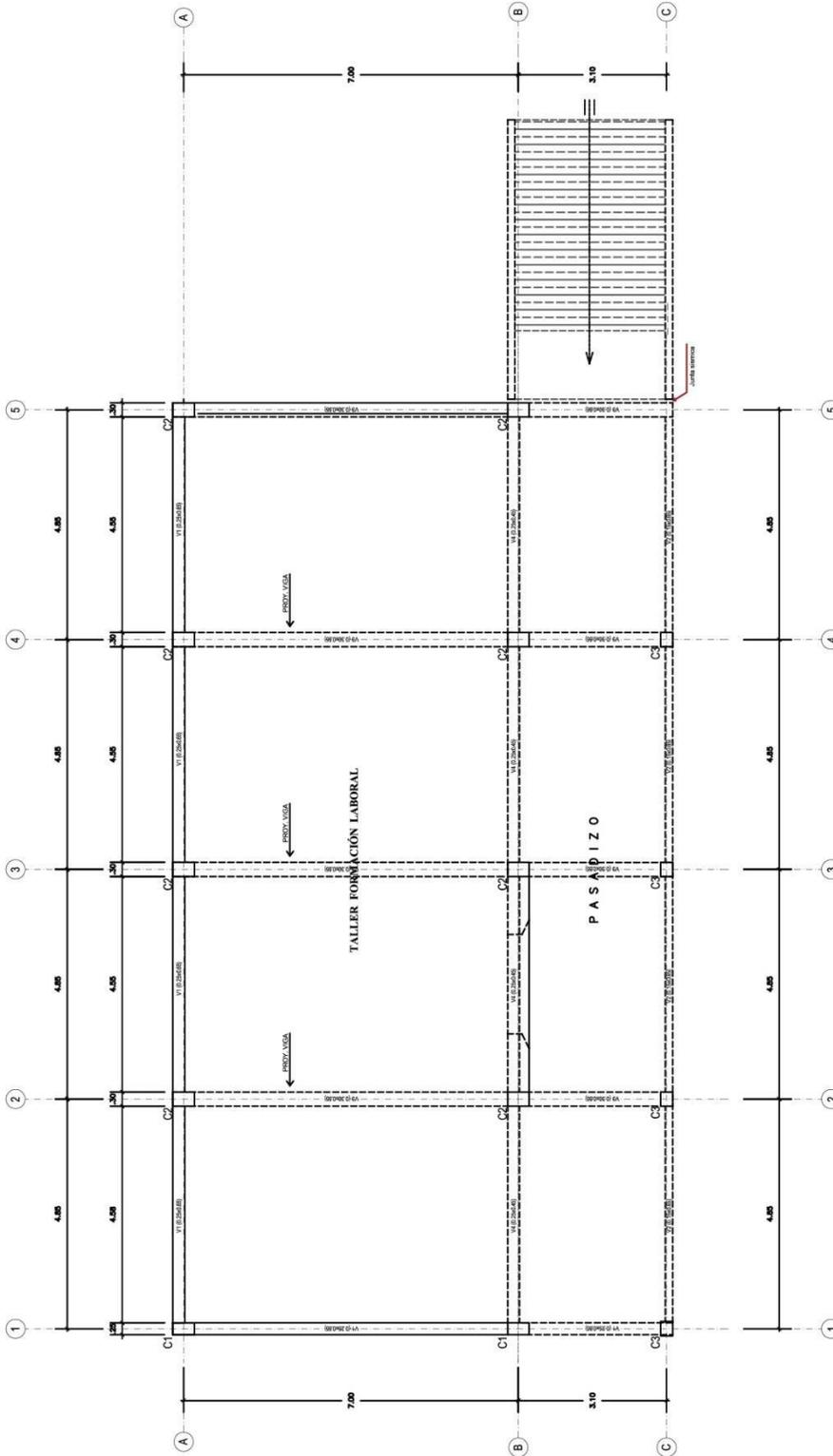
 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		LÁMINA:	
		A-3	
TESIS: "Diseño de la viabilidad técnica del proyecto "P" de la Inversión Educativa Felipe Santiago López, para su implementación en la zona de Chacabuco, distrito de Chacabuco, provincia de Lima, departamento de Lima."		FECHA:	
PLANO: ARQUITECTURA Elevación frontal y posterior		UBICACIÓN: Avenida La Libertad 135, 139, distrito de Chacabuco, provincia de Lima, departamento de Lima.	
NOMBRE: Willy C. Cusado Landi, Felipe C. Nator Aguado		ASesor: Mg. Leopoldo Chuqui Flores.	
		ESCALA: 1:100	
		FECHA: DICIEMBRE 2019	

Anexo 7: Plano Elevación transversal.



 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		LAMINA: <h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">A-4</h1>	
TESIS: "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón "B" de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, para su reforzamiento estructural, Chachabayo, Lima 2019"			
PLANO: ARQUITECTURA Elevación transversal	UBICACIÓN: Avenida La Ladera 132-J-99, distrito de Chachabayo, provincia de Lima.	ASESOR: Mg. Leopoldo Choque Flores.	ESCALA: 1/100
NOMBRE: Willy C. Caudrindo Landin, Felipe C. Navez Aguiado		FECHA: DICIEMBRE 2019	

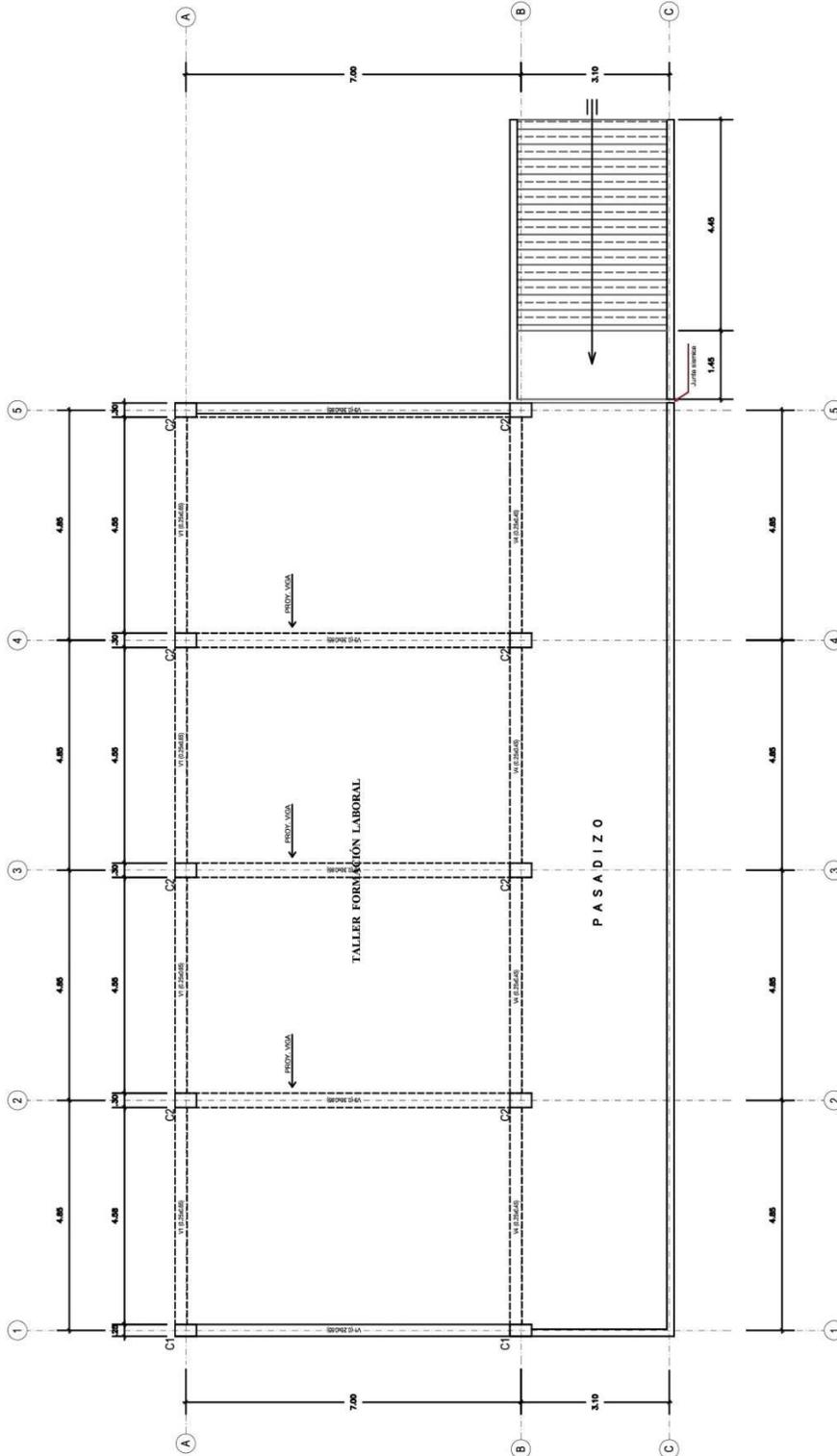
Anexo 8: Plano Estructuras –Viga y columna.



PRIMER PISO

 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		LÁMINA:	
		E-1	
TESIS: "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del poblado "P" de la Institución Educativa Felipe Santiago Estévez, para su reforzamiento estructural, Chiclayo, Lima 2019"		UBICACIÓN: Avenida La Ladera 132-149, distrito de Chiclayo, provincia de Lima.	
PLANO: ESTRUCTURAS Plano Primer Piso - Vigas y Columnas		ASesor: Mg. Leopoldo Chayay Pared.	
NOMBRE: Willy C. Córdoba Landa Felipe C. Nolasco Aguado		ESCALA: 1/100	
		FECHA: DICIEMBRE 2019	

Anexo 9: Plano Elevación transversal.



SEGUNDO PISO

 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</p>		LAMINA:	E-2
		FECHA:	DICIEMBRE 2019
TESIS: "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón "99" de la Institución Educativa Felipe Santiago Huanca, para su reforzamiento estructural, Chachacayo, Lima 2019"		ASISOR:	Mg. Leopoldo Choque Flores
PLANO: ESTRUCTURAS Planta Segundo Piso - Vigas y Columnas		ESCALA:	1/100
NOMBRE: Willy C. Cuadado Landa Felipe C. Salas Aguado		FECHA:	DICIEMBRE 2019

Anexo 010: Ficha de recojo de información.

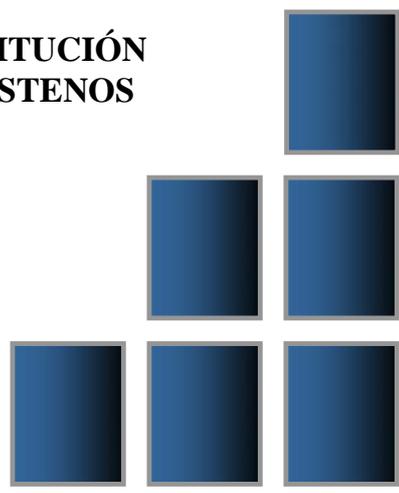
INSTRUMENTO: GUÍA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.		
1. Datos Generales: Pabellón “B”		
1.1. Guía N°: 01		
1.2. Tesis: “Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón “B” de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, para su reforzamiento estructural, Chaclacayo, Lima 2019”.		
1.3. Tesistas: Willy C. Cuadrado Landa / Felipe C. Ñañez Aguado.		
1.4. Fecha: 10 de octubre del 2019		
1.5. Dirección: Av. La Ladera 132-149		
1.6. Distrito: Chaclacayo	1.7. Provincia: Lima	1.8. Departamento: Lima
1.9. Año del Proyecto: 2019	1.10. Número de pisos: 2 pisos.	
1.11. Área de la I.E.: 10,552.00 m2	1.12. Área Techada Estudiada: 331.74 m2	
1.13. Normativa Vigente:		
<ul style="list-style-type: none"> - Para la determinación de las cargas estáticas se han observado los requerimientos de la norma NTE-E. 020. - Para la determinación de las fuerzas de sismo y el tipo de análisis se ha usado la norma NTE-E-030. - Para determinar los esfuerzos internos en los muros de albañilería confinada se ha usado los criterios enmarcado dentro de lo especificado por la norma NTE-E. 070. 		
1.14. Croquis de Ubicación:		
		

2. Parámetros Sísmicos (Norma E.030):					
2.1. Zona Sísmica:	Z1		2.2. Categoría de la Edificación	A: E. Esenciales.	
	Z2			B: E. Importante.	
	Z3			C: E. comunes.	
	Z4	X		D: E. Temporales.	
2.3. Perfil del Suelo:	S0: Roca Dura.		2.4. Sistema Estructural:	A: Pórticos.	X
	S1: Roca o Suelo muy Rígido.	X		B: Muros Estructurales.	
	S2: Suelos Intermedios.			C: Dual.	
	S3: Suelos Blandos.			D: Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada.	
	S4: Condiciones Excepcionales.				
2.5. Dimensiones típicas de elementos (m)					
Columnas.	Vigas.	Espesor de Muros.	NPT. Cielo Raso.		
<u>Primer Piso:</u>	<u>Primer Piso:</u>	<u>Primer Piso:</u>	<u>Área Primer Piso:</u>		
C1: 0.25 x 0.45	V1: 0.25 x 0.65	Espesor: 0,25 m ²	A1: 195.40 m ²		
C3: 0.30 x 0.45	V3: 0.30 x 0.65				
	V4: 0.25 x 0.45				
	V5: 0.25 x 0.65				
	Volados:				
C2: 0.30 x 0.25	V1: 0.25 x 0.65		A1: 135.80 m ²		
	V2: 0.15 x 0.65				
<u>Segundo Piso:</u>	<u>Segundo Piso:</u>	<u>Segundo Piso:</u>	<u>Segundo Piso:</u>		
C1: 0.25 x 0.45	V1: 0.25 x 0.65	Espesor: 0,25 m ²	A1: 195.40 m ²		
C3: 0.30 x 0.45	V3: 0.30 x 0.65				
	V4: 0.25 x 0.45				
	V5: 0.25 x 0.65				

	Volados:		

Fuente: Reyes, Flor y Mercedes Liliana, 2018.

**AUTORIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS**



Anexo 8: Solicitud de recolección de datos.



“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

Ate, 07 de octubre del 2019

CARTA N° 001-2019/EP-ING.CIVIL.UCV-ATE

I.E FELIPE SANTIAGO ESTENOS
DIRECTORA: MARÍA TERESA CHUMBIMUNE ZANABRIA
CHACLACAYO

Presente. -

De nuestra mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarla(o) cordialmente en representación de la Universidad César Vallejo - Filial Ate, para manifestarle que, nuestro alumno del X Ciclo, está desarrollando el curso de **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**; por lo que recurrimos a usted, para solicitarle la autorización para el ingreso de nuestro alumno, a fin de aplicar el instrumento de Tesis: **“EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PABELLÓN “B” DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019”**, información que será de suma importancia para elaborar su trabajo de investigación para la titulación.

Por lo anteriormente expuesto y para dicho fin, me permito presentar a los alumnos:

NOMBRES Y APELLIDOS	N° D.N.I.
-CUADRADO LANDA, WILLY	40763118
-ÑAÑEZ AGUADO, FELIPE	15377987

Segura de contar con su autorización y apoyo, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi mayor consideración y estima personal.

Atentamente,



Mg. Dixon Gróby Añazo Escobar
Coordinador del Programa de Formación para Adultos
Universidad Cesar Vallejo – Campus Ate

Somos la universidad de los
que quieren salir adelante.



ucv.edu.pe

Anexo 9: Carta de Aceptación para recolección de datos.

Institución Educativa Pública
"Felipe Santiago Estenos"
Chaclacayo



CARTA DE ACEPTACIÓN

Lima, 10 de octubre del 2019.

Mg. LEOPOLDO, CHOQUE FLORES.
Coordinador de la E.P. Ingeniería Civil
Universidad Cesar Vallejo.

Presente.

Por medio de la presente me dirijo a Usted, para hacer de su conocimiento que el Sr. Cuadrado Landa Willy Cervando, con código N° 6500087402 y el Sr. Ñañez Aguado Felipe Cleto, con código N° 6500077576, alumnos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo. Realizaran el desarrollo de su proyecto de investigación "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón "B" de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, para su reforzamiento estructural, Chaclacayo, Lima 2019", en nuestra institución educativa.

Nos comprometemos en brindarles toda información y permisos requeridos para las pruebas de laboratorio que se requiera y de esa manera se pueda desarrollar con éxito el proyecto en mención.

Agradeciendo la atención que brinde a la presente, y reiterándole mis cordiales saludos quedo de Ud.

Atentamente.


Lic. Maria Teresa Chumbumune Zanabria
DIRECTORA



Scanned with
CamScanner

Anexo 10: Cotización para pruebas requeridas.



Municipalidad
de Chaclacayo

Gerencia de Desarrollo Económico
Sub Gerencia de Gestión del Riesgo de Desastres

"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"

OFICIO N° 043-2019-SGGRD/GDE-MDCH

Chaclacayo 01 de Julio

Señor(a) Director:
MARÍA TERESA CHUMBIMUNE ZANABRIA
DE I.E. "FELIPE SANTIAGO ESTENOS"
Calle La Ladera N° 132 - Urb. Los Halcones - Chaclacayo
Presente. -

Referencia: OFICIO N° 089 - 2019 - MINEDU/UGEL 06-IEP" FSE" - DIR
OFICIO N° 177 - 2019 - MINEDU/UGEL 06-IEP" FSE" - DIR
I.E. "Felipe Santiago Estenos"

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, en nombre Sr. Manuel Javier Campos Sologuren, Alcalde de la Municipalidad del Distrito de Chaclacayo, y del mío propio en calidad de Subgerente de Gestión del Riesgo de Desastres.

Le enviamos la información solicitada de acuerdo a la Visita a campo realizada a la infraestructura de la I.E. "Felipe Santiago Estenos", por lo tanto, remitimos el Informe N° 038 - 2019 - NNS - SGGRD - GDE - MDCH, además de que requiere realizar el trámite regular de una Inspección Técnica de Seguridad en Edificaciones (ITSE), según el D.S. 002 - 2018 - PCM.

Todo trámite para Inspecciones Técnicas de Seguridad es a través de la oficina de la Subgerencia de Gestión del Riesgo de Desastres, que se encuentra ubicado en la Carretera Central N° 912, Chaclacayo.

Sin otro particular, me despido no sin antes reiterar mi consideración y estima personal.

Atentamente,



MUNICIPALIDAD DE CHACLACAYO

Sr. ~~Sr. Manuel Javier Campos Sologuren~~
Sub Gerente de Gestión del Riesgo de Desastres

ECRO/



201907
10:00

201907



Scanned with
CamScanner



MUNICIPALIDAD DE CHACABUCO
SUBGERENCIA DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE
"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

INFORME N° 038-2019 – NNS – SGGRD – GDE - MDCH

A : EDUAR RECABARREN OROPEZA
SUB GERENCIA DE GESTION DEL RIESGO DE DESASTRES

DE : NEHEMIAS NEIRA SUAÑA
BACHILLER DE ARQUITECTURA

ASUNTO : INFORME DE VISITA A CAMPO

REFERENCIA : OFICIO N° 089 – 2019 – MINEDU/UGEL 06-IEP" FSE" – DIR

FECHA : 28 DE JUNIO DEL 2019



Mediante el presente documento me dirijo a usted para presentar el informe de visita a campo del día 27 de junio del 2019, frente al problema que se registra en el expediente mencionado en la referencia, se expone lo siguiente:

A. DATOS GENERALES

Solicitante : María Teresa Chumbimune Zanabria – Director
Dirección : Calle La Ladera N° 132 – Urb. Los Halcones - Chacabuco
Edificación : I.E. "Felipe Santiago Estenos"

B. LA EDIFICACION

La I.E. "Felipe Santiago Estenos", ocupa un área de aprox. 10, 000 m2, con un área techada aprox. Con edificaciones hasta de 3 pisos, la infraestructura cuenta con 05 pabellones de aulas, Tiendas escolares, Talleres, Área de oficinas administrativas, 04 patios, Servicios Higiénicos, 01 cocina, 01 piscina y almacenes.

Actualmente no se encuentra en proceso de construcción, y cuenta con los servicios de agua y electricidad.

C. IDENTIFICACION DE RIESGOS

B.1. Riesgos de Incendio

- o Sobre Los medios de evacuación, la infraestructura no cuenta en varias áreas de la edificación, con la señalización completa de seguridad (direccionales de salida, salida, riesgo eléctrico, zona segura en caso de sismo, botiquín, otros). RNE A.130, Art. 39; NTP 399.010 -1.
- o La infraestructura no cuenta con la cantidad necesaria de luces de emergencia. RNE A - 130 Art. 40.
- o No cuenta con extintores operativos y en cantidad adecuada de acuerdo al riesgo existente en el establecimiento, no cuenta con mantenimiento extintores de secretaría, dirección, y pabellones de aulas. NTP 350.043:2011
- o En diversas áreas de la infraestructura se utiliza conductores flexibles (tipo mellizo) en tomacorriente. CNE-U 030.010.3

B.2. Riesgos de Colapso

E. RECOMENDACIONES

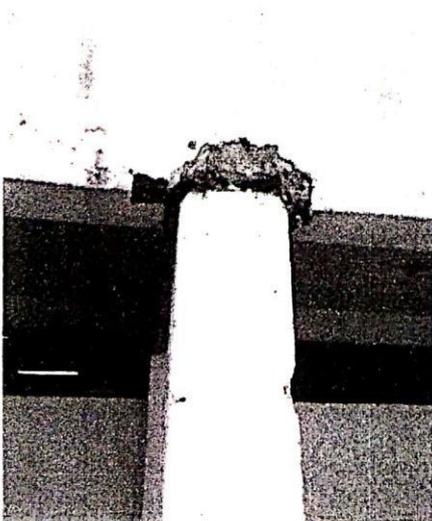
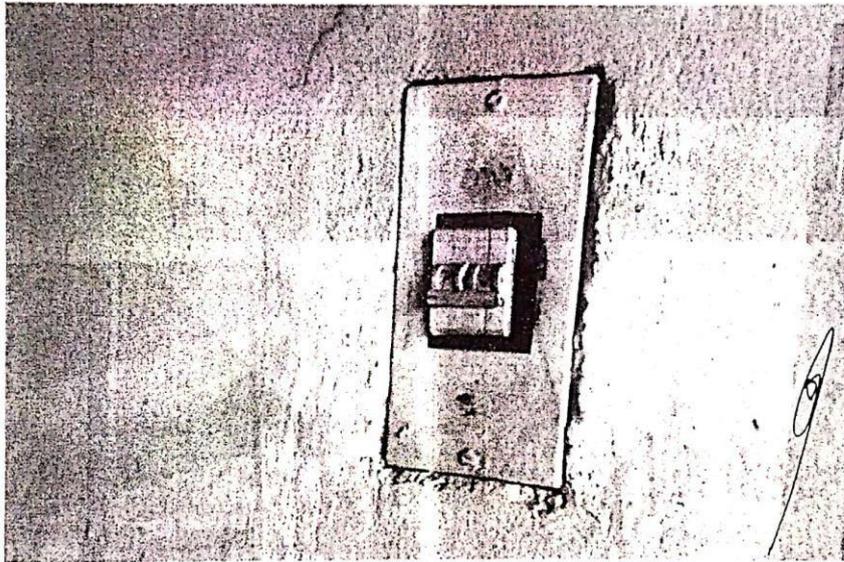
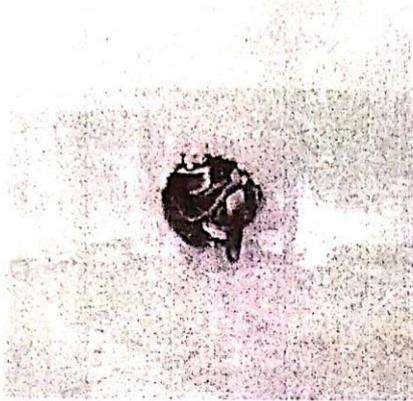
1. Derivar al solicitante para informar la situación de riesgo de su edificación.
2. El solicitante requiere complementar la señalética de seguridad. RNE A.130, Art. 39; NTP 399.010 -1.
3. El solicitante requiere de implementar y realizar mantenimiento de los extintores de acuerdo al nivel de riesgo de la edificación. NTP 350.043:2011
4. El solicitante deberá solicitar a un profesional del Colegio de Ingenieros del Perú, para que realice un análisis estructural general, para que identifique detalladamente las zonas críticas de la infraestructura, y las probables propuestas, según la normativa vigente. (RNE E 0.60, E 0.20, E 0.70, E 0.10)
5. El solicitante deberá implementar los pisos antideslizantes en las vías de evacuación (escaleras y rampas)
6. El solicitante deberá solicitar a un profesional del Colegio de Ingenieros del Perú, para que realice una evaluación para una instalación eléctrica completa hacia el pozo a tierra. (CNE 060)
7. El solicitante deberá realizar el trámite de Inspección Técnica de Seguridad en Edificaciones (ITSE), según el D.S. 002 – 2018 – PCM, a través de la Subgerencia de Gestión de Riesgo de Desastres, de la Municipalidad de Chaclacayo.

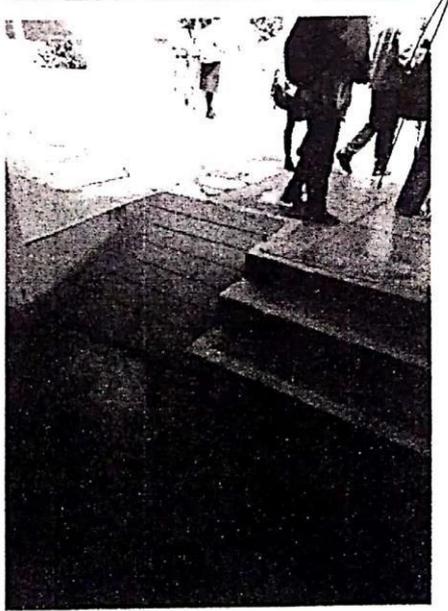
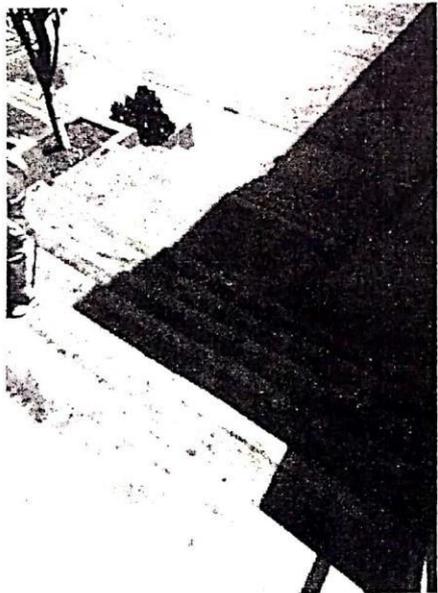
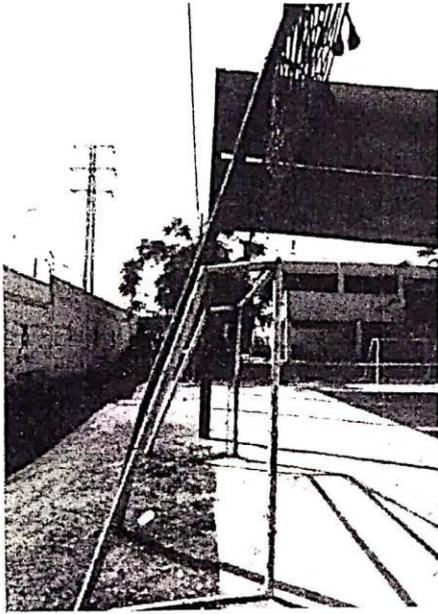
Se adjunta:

1. PANEL FOTOGRAFICO

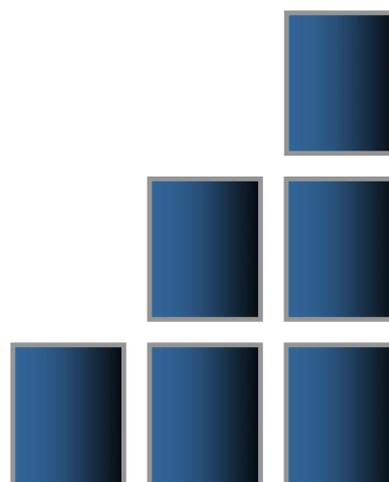


NELEMAS NEIRA SUAÑA.
BACHILLER ARQUITECTURA





ENSAYO DE CALICATA



Anexo 11: Resumen de Resistencias obtenida de los elementos estructurales.

 HOL PERÚ CONSULTORES EIRL <small>Geotecnia - Construcción - Laboratorio de Materiales</small>		STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18		REGISTRO FCON - 002 VERSION : 1.1 VIGENCIA : 31/12/2019			
SOLICITANTE : WILLY C. CUADRADO LANDA PROYECTO : FELIPE GLETO NÁNEZ AGUADO UBICACIÓN : INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTIAGO ESTENOS : CALLE LAS LADERAS CUADRA 1, CRUCE CON LA CARRETERA CENTRAL		INFORMACIÓN DE LA PREENSA DE CONCRETO MARCA Y MODELO : ELE INTERNACIONAL, 36-065006 NUMERO DE SERIE : 1105000043 CAPACIDAD : 100000 kgf INDICADOR DIGITAL		FECHA : 25/10/2019			
REFERENCIAS DE LA MUESTRA ESTRUCTURAL : La indicada DESCRIPCIÓN : Testigos cilíndricos de concreto		FECHA DE EXTRACCIÓN		FECHA DE ROTURA			
DENOMINACIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN	FECHA DE ROTURA	ALTURA (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CORREGIDA (kg/cm²)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm²)
COLUMNA C1	20/10/2019	25/10/2019	12.6	7.0	4,040	105.9	104.3
COLUMNA C2	20/10/2019	25/10/2019	14.5	7.0	2,910	76.3	76.3
COLUMNA C3	20/10/2019	25/10/2019	12.4	7.0	2,450	64.2	63.0
COLUMNA C4	20/10/2019	25/10/2019	14.6	7.0	3,440	90.2	90.2
VIGA-1-V1	20/10/2019	25/10/2019	13.1	7.0	5,000	131.0	129.8
VIGA-2-V2	20/10/2019	25/10/2019	15.1	7.0	3,660	95.9	95.9
VIGA-3-V3	20/10/2019	25/10/2019	10.7	7.0	3,720	97.5	93.9
ZAPATA-1-Z1	20/10/2019	25/10/2019	8.2	7.0	1,540	40.4	36.8
REFERENCIA : ASTM C 39/C 39 M-04 a Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete		OBSERVACIONES : Los testigos cilíndricos de concreto fueron muestreados por el solicitante.					
		 FELIPE GLETO NÁNEZ AGUADO INGENIERO GEOLOGO Reg. CIP N° 148564					

Anexo 12: Resistencias obtenida a la columna C1.



STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18	CÓDIGO : FCON - 001
	VERSIÓN : 1.1
	VIGENCIA : 31/12/2019

SOLICITANTE : WILLY C. CUADRADO LANDA	REGISTRO : 092-2019/HOL
FELIPE CLETO ÑANEZ AGUADO	
PROYECTO : INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTIAGO ESTENOS	
UBICACIÓN : CALLE LAS LADERAS CUADRA 1, CRUCE CON LA CARRETERA CENTRAL	FECHA : 25/10/2019

TESTIGO DIAMANTINO

DESCRIPCION VISUAL	IDENTIFICACION
En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia , junto a arena limpia de grano medio a fino, presenta una matriz porosa de coloracion gris, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.	COLUMNA C1



(Handwritten Signature)
JOSE JAIR
ALDERON DE LOS SANTOS
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramirez Peña 316 Urb. Garagay
 San Martin de Porres - Lima - Perú
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

Anexo 13: Resistencias obtenida a la columna C2.



HOL PERÚ
CONSULTORES EIRL
GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18	CÓDIGO : FCON - 001
	VERSIÓN : 1.1
	VIGENCIA : 31/12/2019

SOLICITANTE : WILLY C. CUADRADO LANDA	REGISTRO : 092-2019/HOL
PROYECTO : INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTIAGO ESTENOS	
UBICACIÓN : CALLE LAS LADERAS CUADRA 1, CRUCE CON LA CARRETERA CENTRAL	FECHA : 25/10/2019

TESTIGO DIAMANTINO	
DESCRIPCIÓN VISUAL	IDENTIFICACIÓN
En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia , junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloración gris, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.	COLUMNA C2



[Handwritten Signature]
OSCAR SAIR
CALDERÓN DE LOS SANTOS
INGENIERO GEOLOGO
 Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay
 San Martín de Porres - Lima - Perú
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

Anexo 14: Resistencias obtenida a la columna C3.



HOL PERÚ
CONSULTORES EIRL
GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE		CÓDIGO : FCON - 001
ASTM C42 / C42M - 18		VERSIÓN : 1.1
		VIGENCIA : 31/12/2019
SOLICITANTE	WILLY C. CUADRADO LANDA	REGISTRO : 092-2019/HOL
	FELIPE CLETO ÑANEZ AGUADO	
PROYECTO	INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTIAGO ESTENOS	
UBICACIÓN	CALLE LAS LADERAS CUADRA 1, CRUCE CON LA CARRETERA CENTRAL	FECHA : 25/10/2019

TESTIGO DIAMANTINO	
DESCRIPCION VISUAL	IDENTIFICACION
En el cuerpo del testigo se observa con poca piedra natural subangulosa de baja resistencia, junto a arena limpia de grano medio a fino, presenta una matriz porosa de coloración gris, culminado al ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.	COLUMNA C3



(Signature)
CALDERON DE LOS SANTOS
INGENIERO GEOLOGO
 Reg. OIP N° 148564

Jr. B. Ramirez Peña 316 Urb. Garagay
 San Martín de Porres - Lima - Perú
 Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

Anexo 15: Resistencias obtenida a la columna C4.



HOL PERÚ
CONSULTORES EIRL
GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE
ASTM C42 / C42M - 18

CÓDIGO : FCON - 001
VERSIÓN : 1.1
VIGENCIA : 31/12/2019

SOLICITANTE : WILLY C. CUADRADO LANDA
 FELIPE CLETO NANEZ AGUADO
PROYECTO : INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTIAGO ESTENOS
UBICACIÓN : CALLE LAS LADERAS CUADRA 1, CRUCE CON LA CARRETERA CENTRAL

REGISTRO : 092-2019/HOL
FECHA : 25/10/2019

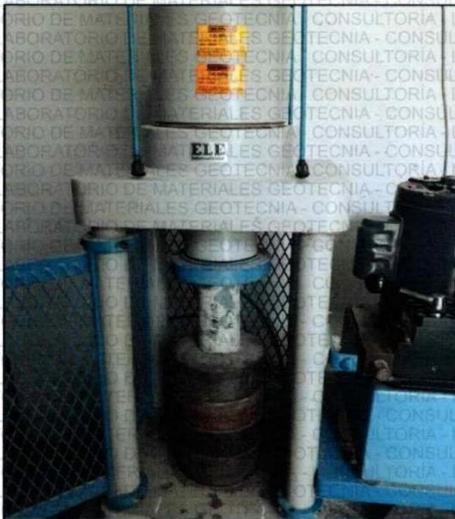
TESTIGO DIAMANTINO

DESCRIPCION VISUAL

IDENTIFICACION

En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia , junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloracion gris, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.

COLUMNA C4



CALDERÓN DE LOS SANTOS
 INGENIERO GEOLOGO
 Reg. OIP N° 148564

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay
 San Martín de Porres - Lima - Perú
 Tel. +511.01-5676991, RPM: 954050569
 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

Anexo 16: Resistencias obtenida a la viga V1.

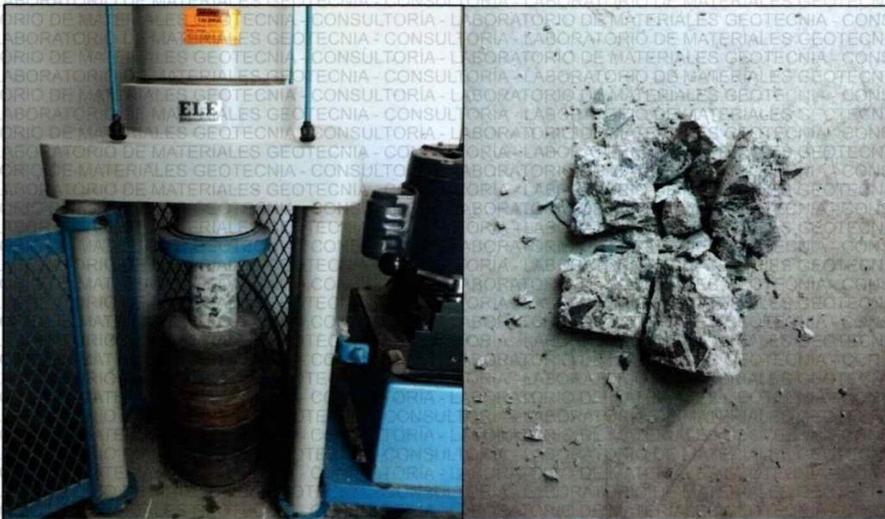


HOL PERU
CONSULTORES EIRL
GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES

STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18		CÓDIGO : FCON - 001
		VERSIÓN : 1.1
		VIGENCIA : 31/12/2019
SOLICITANTE	WILLY C. CUADRADO LANDA FELIPE CLETO NANEZ AGUADO	REGISTRO : 092-2019/HOL
PROYECTO	INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTIAGO ESTENOS	
UBICACIÓN	CALLE LAS LADERAS CUADRA 1, CRUCE CON LA CARRETERA CENTRAL	FECHA : 25/10/2019

TESTIGO DIAMANTINO

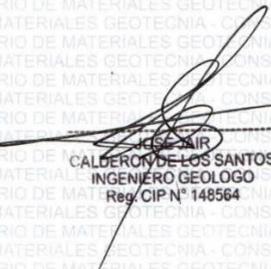
DESCRIPCION VISUAL	IDENTIFICACION
En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de buena resistencia , junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloracion gris, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.	VIGA-1-V1



CALDERÓN DE LOS SANTOS
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramirez Peña 316 Urb. Garagay
San Martín de Porres - Lima - Perú
Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569
RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

Anexo 17: Resistencias obtenida a la viga V2.

		STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18		CÓDIGO : FCON - 001 VERSIÓN : 1.1 VIGENCIA : 31/12/2019
SOLICITANTE : WILLY C. CUADRADO LANDA FELIPE CLETO NANEZ AGUADO		REGISTRO : 092-2019/HOL		
PROYECTO : INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTIAGO ESTENOS		FECHA : 25/10/2019		
UBICACIÓN : CALLE LAS LADERAS CUADRA 1, CRUCE CON LA CARRETERA CENTRAL				
TESTIGO DIAMANTINO				
DESCRIPCIÓN VISUAL			IDENTIFICACIÓN	
En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia , junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloración gris, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.			VIGA-2-V2	
				
			 CALDERÓN DE LOS SANTOS INGENIERO GEOLOGO Reg/ CIP N° 148564	
Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garagay San Martín de Porres - Lima - Perú Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569 RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe				

Anexo 18: Resistencias obtenida a la viga V3.

	STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE ASTM C42 / C42M - 18	CÓDIGO : FCON - 001 VERSIÓN : 1.1 VIGENCIA : 31/12/2019
SOLICITANTE : WILLY C. CUADRADO LANDA FELIPE CLETO NANEZ AGUADO	REGISTRO : 092-2019/HOL	
PROYECTO : INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTIAGO ESTENÓS	FECHA : 25/10/2019	
UBICACION : CALLE LAS LADERAS CUADRA 1, CRUCE CON LA CARRETERA CENTRAL		
TESTIGO DIAMANTINO		
DESCRIPCION VISUAL En el cuerpo del testigo se observa piedra natural subangulosa de moderada resistencia , junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloracion gris, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.	IDENTIFICACION VIGA-3-V3	
		
 JOSE JAIR CALDERÓN DE LOS SANTOS INGENIERO GEOLOGO Reg. CIP N° 148564		
Jr. B. Ramirez Peña 316 Urb. Garagay San Martín de Porres - Lima - Perú Tel. +511 01-5676991, RPM: 954050569 RPC: 994618850 e-mail: hollivera@holperu.pe		

Anexo 19: Resistencias obtenida a la zapata Z1.



HOL PERÚ
CONSULTORES EIRL
GEOTECNIA - CONSULTORIA - LABORATORIO DE MATERIALES GEOTECNIA

STANDARD TEST METHOD FOR OBTAINING AND TESTING DRILLED CORES AND SAWED BEAMS OF CONCRETE		CÓDIGO : FCON - 001
ASTM C42 / C42M - 18		VERSIÓN : 1.1
		VIGENCIA : 31/12/2019
SOLICITANTE	: WILLY C. CUADRADO LANDA FELIPE CLETO ÑÁNEZ AGUADO	REGISTRO : 092-2019/HOL
PROYECTO	: INSTITUCIÓN EDUCATIVA SANTIAGO ESTENOS	
UBICACIÓN	: CALLE LAS LADERAS CUADRA 1, CRUCE CON LA CARRETERA CENTRAL	FECHA : 25/10/2019

TESTIGO DIAMANTINO	
DESCRIPCIÓN VISUAL	IDENTIFICACIÓN
En el cuerpo del testigo se observa poca piedra natural subangulosa de baja resistencia, junto a arena limpia de grano grueso a fino, presenta una matriz porosa de coloración gris, culminado el ensayo los fragmentos se desintegran facilmente.	ZAPATA-1-Z1



(Signature)
LOPE SAUR
CALBERÓN DE LOS SANTOS
INGENIERO GEOLOGO
Reg. CIP N° 148564

Jr. B. Ramírez Peña 316 Urb. Garayay
San Martín de Porres - Lima - Perú
Tel +511 01-5676991, RPM: 954050569
RPC: 994618850 e-mail: holivera@holperu.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 025 - 2019Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

CONCRETO HIDRAULICO

Jr. B. Ramírez Peña N° 316 Urb. San Amadeo de Garagay San Martín de Porres - Lima - LIMA.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,3 °C	24,5 °C
Humedad Relativa	68 % HR	67 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-006-18A

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942.635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
www.metrologiatecnicas.com

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 025 - 2019**

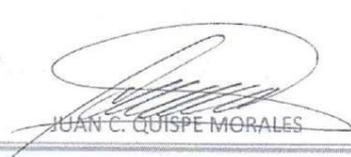
Página 1 de 3

1. Expediente	190036	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	HOL PERÚ CONSULTORES E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. B. Ramirez Peña N° 316 Urb. San Amadeo de Garagay San Martín de Porres - Lima - LIMA.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	100000 kgf	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	36-0650/06	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	1105000043	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	1886B0033	
Número de Serie	1886-1-4742	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	CONCRETO HIDRAULICO	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2019-06-13	

Fecha de Emisión

2019-06-14

Jefe del Laboratorio de Metrología


JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037400

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 025 - 2019

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	10000	9991,3	9941,1	9961,2	9964,5
20	20000	19894,4	19844,1	19874,3	19870,9
30	30000	29885,2	29844,8	29885,2	29871,7
40	40000	39751,6	39650,4	39751,6	39717,8
50	50000	49705,5	49644,6	49634,4	49661,5
60	60000	59554,0	59554,0	59574,3	59560,8
70	70000	69581,8	69571,6	69541,0	69564,8
80	80000	79472,9	79411,5	79442,2	79442,2
90	90000	89349,2	89328,7	89318,4	89332,1
100	100000	99282,3	99210,3	99200,0	99230,8
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
10000	0,36	0,50	---	0,10	0,34
20000	0,65	0,25	---	0,05	0,34
30000	0,43	0,14	---	0,03	0,34
40000	0,71	0,25	---	0,03	0,34
50000	0,68	0,14	---	0,02	0,34
60000	0,74	0,03	---	0,02	0,34
70000	0,63	0,06	---	0,01	0,34
80000	0,70	0,08	---	0,01	0,34
90000	0,75	0,03	---	0,01	0,34
100000	0,78	0,08	---	0,01	0,34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0,00 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282

email: metrologia@metrologiatecnicas.co
ventas@metrologiatecnicas.co
WEB: www.metrologiatecnicas.co

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 025 - 2019

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

CONCRETO HIDRAULICO

Jr. B. Ramirez Peña N° 316 Urb. San Amadeo de Garagay San Martin de Porres - Lima - LIMA.

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	24,3 °C	24,5 °C
Humedad Relativa	68 % HR	67 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en el National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-006-18A

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá M2 F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942.635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282
www.metrologiatecnicas.com

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 025 - 2019

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	10000	9991,3	9941,1	9961,2	9964,5
20	20000	19894,4	19844,1	19874,3	19870,9
30	30000	29885,2	29844,8	29885,2	29871,7
40	40000	39751,6	39650,4	39751,6	39717,8
50	50000	49705,5	49644,6	49634,4	49661,5
60	60000	59554,0	59554,0	59574,3	59560,8
70	70000	69581,8	69571,6	69541,0	69564,8
80	80000	79472,9	79411,5	79442,2	79442,2
90	90000	89349,2	89328,7	89318,4	89332,1
100	100000	99282,3	99210,3	99200,0	99230,8
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
10000	0,36	0,50	---	0,10	0,34
20000	0,65	0,25	---	0,05	0,34
30000	0,43	0,14	---	0,03	0,34
40000	0,71	0,25	---	0,03	0,34
50000	0,68	0,14	---	0,02	0,34
60000	0,74	0,03	---	0,02	0,34
70000	0,63	0,06	---	0,01	0,34
80000	0,70	0,08	---	0,01	0,34
90000	0,75	0,03	---	0,01	0,34
100000	0,78	0,08	---	0,01	0,34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0,00 %



12. Incertidumbre

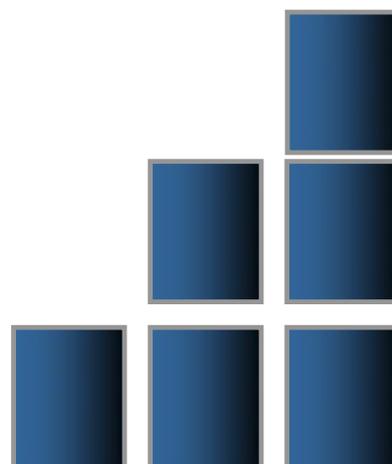
La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: # 971439272 / #942635342 / #971439282

email: metrologia@metrologiatecnicas.co
ventas@metrologiatecnicas.co
WEB: www.metrologiatecnicas.co

ENSAYO DE TRACCIÓN DEL ACERO



Anexo 20 Ensayo de tracción en acero



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del A : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
: CUADRADO LANDA WILLY C.
: ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.

Obra : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA
INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU
REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019.

Ubicación : I.E. FELIPE SANTIAGO ESTENOS, CHACLACAYO, LIMA.

Asunto : Ensayo de Tracción en Aceros

Expediente N° : 19-4655

Recibo N° : 68657

Fecha de emisión : 18/11/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 02 varillas de acero corrugado con presencia de oxido.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, ZWICK/ROELL
Certificado de calibración LFP-399-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 350.405:2015
Procedimiento interno AT-PR-10.

4.0. RESULTADOS :

Fecha de Ensayo: 18/11/2019

MUESTRA	SECCIÓN TRANSVERSAL NOMINAL	ÁREA (mm ²)	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (Kg)	TENSIÓN LÍMITE DE FLUENCIA (Kg/mm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg/mm ²)	DEFORMACIÓN (mm)	ELONGACIÓN FINAL (%)
COLUMNA C1	5/8"	199	7,970	40.1	13,003	65.3	35	17.5
COLUMNA C3	5/8"	199	8,000	40.2	13,092	65.8	27	13.5

5.0. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por Técnico : Lic. J. Basurto P.
: A. A. G.

L.J.B.

NOTAS:

- 1) Se prohíbe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.
- 2) Este informe solo brinda resultados sobre las muestras que han sido ensayadas.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
Jefe (e) del laboratorio

UNI-LEM
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



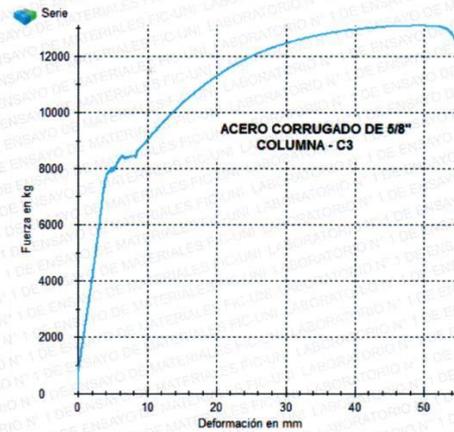
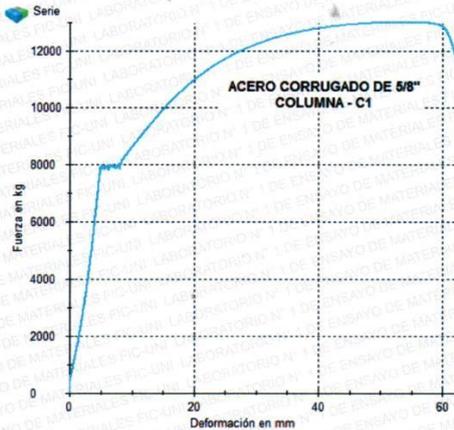
Anexo 21 Curvas de deformación del acero



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por
ABET Engineering Technology Accreditation Commission

EXP : 19-4655



Msc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del Laboratorio

UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPi mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima – Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Dirección de Carga : Tracción

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo			Indicación en el transductor de fuerza patrón					Promedio	Error
(%)	(kgf)	(kN)	1ª Serie Ascenso	2ª Serie Ascenso	3ª Serie Ascenso	3ª Serie Descenso	4ª Serie - Accesorios Ascenso		
15	15 000	147,100	14 591	14 557	14 590	-----	-----	14 579	421
20	20 000	196,133	19 566	19 553	19 556	-----	-----	19 558	442
25	25 000	245,166	24 551	24 534	24 551	-----	-----	24 545	455
30	30 000	294,200	29 552	29 456	29 486	-----	-----	29 498	502
33	32 500	318,716	32 011	31 983	31 987	-----	-----	31 994	506
35	35 000	343,233	34 471	34 510	34 488	-----	-----	34 490	510
38	37 500	367,749	36 998	37 002	36 991	-----	-----	36 997	503
40	40 000	392,266	39 525	39 493	39 493	-----	-----	39 504	496
45	45 000	441,299	44 309	44 479	44 441	-----	-----	44 410	590
50	50 000	490,333	49 295	49 363	49 338	-----	-----	49 332	668

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal			Errores Relativos encontrados en %					Incertidumbre del error de exactitud U (%) k=2
(%)	(kgf)	(kN)	Exactitud g	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Resolución Relativa a	Error con Accesorios	
15	15 000	147,100	2,89	0,23	-----	0,01	-----	0,16
20	20 000	196,133	2,26	0,07	-----	0,01	-----	0,07
25	25 000	245,166	1,85	0,07	-----	0,00	-----	0,07
30	30 000	294,200	1,70	0,33	-----	0,00	-----	0,19
33	32 500	318,716	1,58	0,09	-----	0,00	-----	0,07
35	35 000	343,233	1,48	0,11	-----	0,00	-----	0,07
38	37 500	367,749	1,36	0,03	-----	0,00	-----	0,07
40	40 000	392,266	1,26	0,08	-----	0,00	-----	0,07
45	45 000	441,299	1,33	0,38	-----	0,00	-----	0,23
50	50 000	490,333	1,35	0,14	-----	0,00	-----	0,09
Error relativo de cero f_0			0,00					

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido % Según la Norma ISO 7500 - 1				
	Exactitud g	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Resolución Relativa a	Cero f_0
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

kgf = kilogramo fuerza

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,5°C	22,0°C

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patron de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 036 Clase 0,5	63657 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-07

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
Utilizar el newton como unidad de medida de fuerza dentro del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)
(*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 15 000 kgf a 50 000 kgf .



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - 399 - 2018

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

Expediente	99772	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rímac	
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL	
Intervalo de Indicaciones	0 kgf a 101 972 kgf (0 kN a 1 000 kN) (*)	
Resolución	1 kgf	
Marca	ZWICK ROELL	
Modelo	SP 1000	
Número de Serie	57940	
Procedencia	ALEMANIA	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2018-09-14	

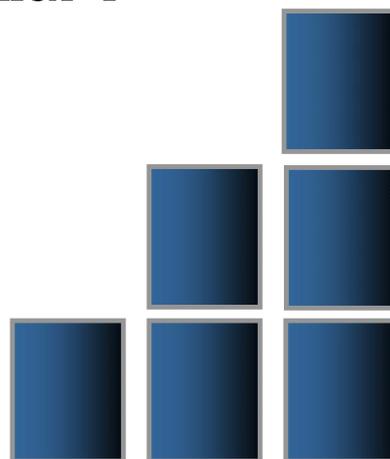
Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL.
Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Area de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
	 ALDO QUIROGA ROJAS	 LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA
2018-09-19	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias Nº 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>

**ESTUDIO GEOFÍSICO MEDIANTE EL
METODO DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y
SMAW.**



INFORME FINAL
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL
PABELLÓN "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FELIPE
SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO
ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019

"Estudio Geofísico Mediante el Método de Refracción
Sísmica y MASW".

Para:
CUADRADO LANDA WILLY C.
ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.

Preparado por:
MTL GEOTECNIA S.A.C.

Lima – Perú

NOVIEMBRE, 2019


MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUEVA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
C.P. 473803

CONTENIDO

1.0	INTRODUCCIÓN	3
1.1	Antecedentes.....	3
1.2	Objetivo del Estudio.....	3
1.3	Ubicación.....	3
2.0	FUNDAMENTOS DE LOS ENSAYOS DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y MASW4	
2.1	ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA.....	4
2.2	ENSAYO DE MASW.....	7
3.0	CONCLUSIONES	10
4.0	REFERENCIAS	10

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Situación General del Área Investigada</i>	4
<i>Figura 2. Ensayo Refracción Sísmica</i>	5
<i>Figura 3. Generación de la dromocrónica y tiempo de intercepto.</i>	6
<i>Figura 4. Ensayo MASW</i>	8

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen de los Ensayos Geofísicos Refracción Sísmica.....	7
Cuadro 2. Resumen de los Ensayos Geofísicos MASW.....	9
Cuadro 3. Resumen de los Ensayos Geofísicos MASW - WGS- 84.....	9

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1.0	:	Refracción Sísmica y MASW
ANEXO 2.0	:	Panel Fotográfico
ANEXO 3.0	:	Equipo Geofísico

PLANOS		
Plano P-01	:	Mapa de ubicación del Proyecto

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
C.P. 1.5366

Imagen 1. Vista frontal del Pabellón B.

1.0 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los Ingenieros Cuadrado Landa Willy C. y Ñañez Aguado Felipe C., han solicitado la evaluación geofísica mediante el método de Refracción Sísmica y sondajes MASW a la empresa especializada MTL GEOTECNIA S.A.C., en el proyecto "Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón "B" de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, para su reforzamiento estructural, Chaclacayo, Lima 2019".

La evaluación geofísica consistió en la exploración de la zona donde se construirá el "Colegio" por medio de los ensayos de Refracción Sísmica y Medición de Ondas Superficiales en Arreglos Multicanal (MASW), mediante los cuales se determinó la potencia de los estratos, con la interpretación de las velocidades de ondas "P" y ondas "S" de los materiales que conforman el terreno.

El levantamiento geofísico consistió en la realización de 01 secciones de refracción sísmica y 01 sondajes MASW; con la finalidad de determinar la potencia de los estratos, identificación de contacto y/o fallas y parámetros elásticos de los estratos interpretados.

1.2 Objetivo del Estudio

El objetivo del presente estudio es determinar la velocidad de propagación de las ondas P (V_p) y ondas S (V_s) del subsuelo de cimentación del Colegio, mediante ensayos de refracción sísmica superficial, los cuales permitirán determinar perfiles sísmicos de ondas P (V_p) y mediante los ensayos MASW, los que permitirán obtener perfiles unidimensionales de ondas S (V_s), los que permitirán obtener un perfil sísmico de ondas S (V_s). La información obtenida es de gran utilidad para determinar en forma indirecta los espesores y las características estratigráficas de los suelos que se encuentran a diferentes profundidades en el área de estudio. Asimismo; calcular los parámetros Elásticos.

1.3 Ubicación

El presente estudio de prospección geofísica hace referencia a la investigación para la Construcción del Colegio, la cual se encuentra en el distrito de Chaclacayo, Provincia de Lima, Departamento de Lima.

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA DUEÑA BARRAZA
INGENIERO CIVIL



Figura 1. Situación General del Área Investigada

La investigación realizada tiene como objetivo determinar los perfiles sísmicos de ondas P (V_p) y mediante los ensayos MASW, los que permitirán obtener perfiles unidimensionales de ondas S (V_s), los que permitirán obtener un perfil sísmico de ondas S (V_s).

2.0 FUNDAMENTOS DE LOS ENSAYOS DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y MASW

2.1 ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA

El Ensayo de Refracción Sísmica consiste en la medición de los tiempos de viaje de las ondas compresionales (ondas P), generadas por una fuente de energía impulsiva, esta energía se propaga a través del subsuelo y es recibida en forma de señal por medio de sensores (o geófonos) organizados en una línea recta, esta configuración es llamada shot.

La fuente de energía es generalmente producida por el golpe de una comba. La energía es detectada, amplificada, y registrada mediante un proceso de conversión análogo-digital de tal manera que puede determinarse su tiempo de

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA GUBIA BARRAZA
INGENIERO CIVIL

arriba en cada punto. El instante del impacto "Tiempo cero", también es registrado conjuntamente con las vibraciones del suelo que arriban a los geófonos. Por lo tanto, en general, los datos consisten en tiempos de viaje y distancias, siendo el tiempo de viaje el intervalo entre el "Tiempo cero" y el instante en que el geófono empieza a responder a la perturbación.

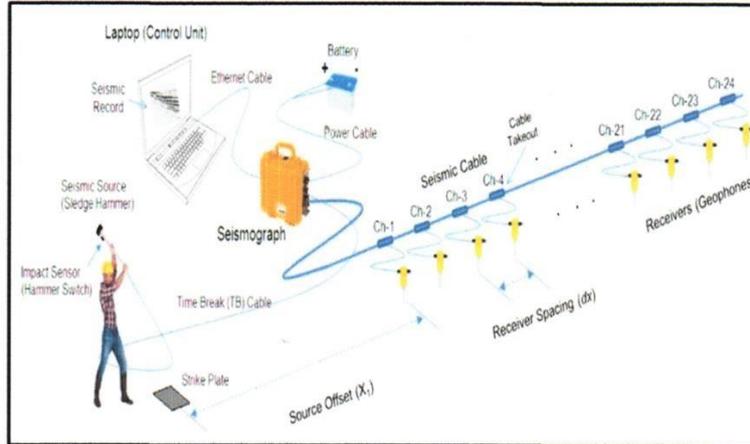


Figura 2. Ensayo Refracción Sísmica

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL

ESTUDIO DE GEOFÍSICA 5 de 11 NOVIEMBRE 2019

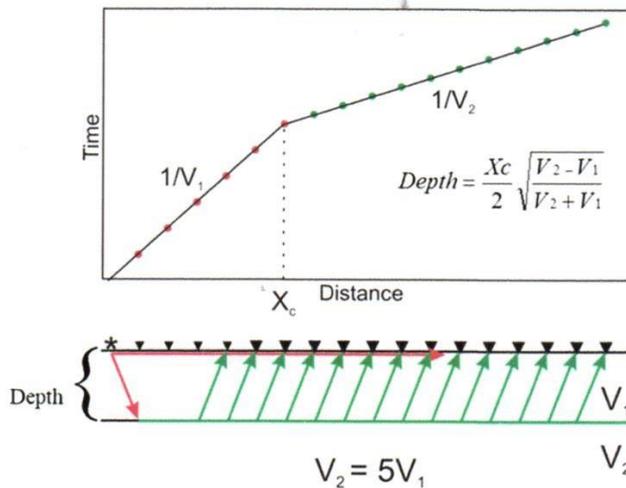


Figura 3. Generación de la dromocronica y tiempo de intercepto.

Para definir la potencia de los estratos se utilizan las siguientes relaciones matemáticas:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{V_1}{V_2} \quad (1) \text{ Ley de snell}$$

$$\sin(i_c) = \frac{V_1}{V_2} \quad (2)$$

$$i_c = \sin^{-1} \frac{V_1}{V_2} \quad (3)$$

Para refractor paralelo a la superficie

$$T_2 = \frac{2h \cos(i_c)}{V_1} + \frac{x}{V_2} \quad (4)$$

$$h = \frac{Xc}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}} \quad (5)$$

$$h = \frac{TV_1}{2 \cos \left(\sin^{-1} \frac{V_1}{V_2} \right)} \quad (6)$$

Para que ocurra el fenómeno de la refracción sísmica se debe cumplir un incremento progresivo de la rigidez con la profundidad $V_2 > V_1$.

En el Anexo 1.1, se presentan las domocronicas y los perfiles de refracción sísmica. Así mismo en la Tabla 1, se presentan las coordenadas WGS 84 de los Ensayos de Refracción Sísmica.

Los resultados de la determinación de velocidades de ondas Vp se presentan a continuación:

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERA CIVIL

Refracción Sísmica	Estrato Sísmico	Espesor	Vp (m/s)	Descripción
Línea-LRS-01	1	0.2 - 2.6	208.0 - 344.0	Suelo suelto a medianamente compacto
	2	0.4 - 7.2	481.0 - 889.0	Suelo medianamente compacto a compacto
	3	8.4 - 23.6	1025.0 - 2114.0	Suelo compacto a denso
	4	-	> 2250.0	Suelo denso y/o roca muy fracturada

Cuadro 1. Resumen de los Ensayos Geofísicos Refracción Sísmica.

2.2 ENSAYO DE MASW

Este método de campo fue desarrollado en los años 90s por Choon Park y colaboradores. El ensayo MASW es un método activo de exploración geofísica que permite obtener el perfil unidimensional del suelo en función de la propagación de las ondas de corte "Vs". El ensayo consiste en registrar los tiempos de viaje de las ondas de corte (ondas S), generada por una fuente de energía impulsiva a unos puntos localizados en cada extremo del tendido de la línea.

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL

arriba en cada punto. El instante del impacto "Tiempo cero", también es registrado conjuntamente con las vibraciones del suelo que arriban a los geófonos. Por lo tanto, en general, los datos consisten en tiempos de viaje y distancias, siendo el tiempo de viaje el intervalo entre el "Tiempo cero" y el instante en que el geófono empieza a responder a la perturbación.

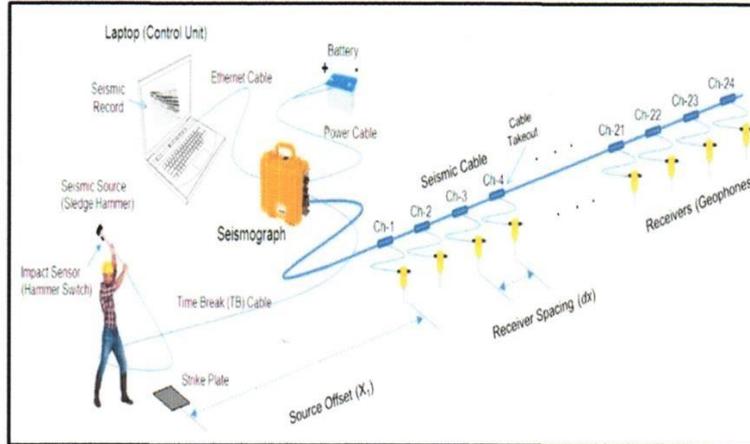


Figura 2. Ensayo Refracción Sísmica

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUEVA BARRAZA
INGENIERO CIVIL

ESTUDIO DE GEOFÍSICA 5 de 11 NOVIEMBRE 2019

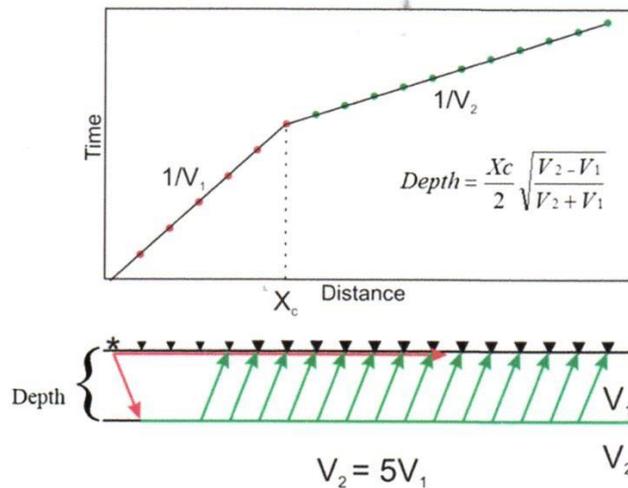


Figura 3. Generación de la dromocrónica y tiempo de intercepto.

Para definir la potencia de los estratos se utilizan las siguientes relaciones matemáticas:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{V_1}{V_2} \quad (1) \text{ Ley de Snell}$$

$$\sin(i_c) = \frac{V_1}{V_2} \quad (2)$$

$$i_c = \sin^{-1} \frac{V_1}{V_2} \quad (3)$$

Para refractor paralelo a la superficie

$$T_2 = \frac{2h \cos(i_c)}{V_1} + \frac{x}{V_2} \quad (4)$$

$$h = \frac{Xc}{2} \sqrt{\frac{V_2 - V_1}{V_2 + V_1}} \quad (5)$$

$$h = \frac{TV_1}{2 \cos\left(\sin^{-1} \frac{V_1}{V_2}\right)} \quad (6)$$

Para que ocurra el fenómeno de la refracción sísmica se debe cumplir un incremento progresivo de la rigidez con la profundidad $V_2 > V_1$.

En el Anexo 1.1, se presentan las domocronicas y los perfiles de refracción sísmica. Así mismo en la Tabla 1, se presentan las coordenadas WGS 84 de los Ensayos de Refracción Sísmica.

Los resultados de la determinación de velocidades de ondas V_p se presentan a continuación:

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERA CIVIL

Refracción Sísmica	Estrato Sísmico	Espesor	Vp (m/s)	Descripción
Línea-LRS-01	1	0.2 - 2.6	208.0 - 344.0	Suelo suelto a medianamente compacto
	2	0.4 - 7.2	481.0 - 889.0	Suelo medianamente compacto a compacto
	3	8.4 - 23.6	1025.0 - 2114.0	Suelo compacto a denso
	4	-	> 2250.0	Suelo denso y/o roca muy fracturada

Cuadro 1. Resumen de los Ensayos Geofísicos Refracción Sísmica.

2.2 ENSAYO DE MASW

Este método de campo fue desarrollado en los años 90s por Choon Park y colaboradores. El ensayo MASW es un método activo de exploración geofísica que permite obtener el perfil unidimensional del suelo en función de la propagación de las ondas de corte "Vs". El ensayo consiste en registrar los tiempos de viaje de las ondas de corte (ondas S), generada por una fuente de energía impulsiva a unos puntos localizados en cada extremo del tendido de la línea.

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL

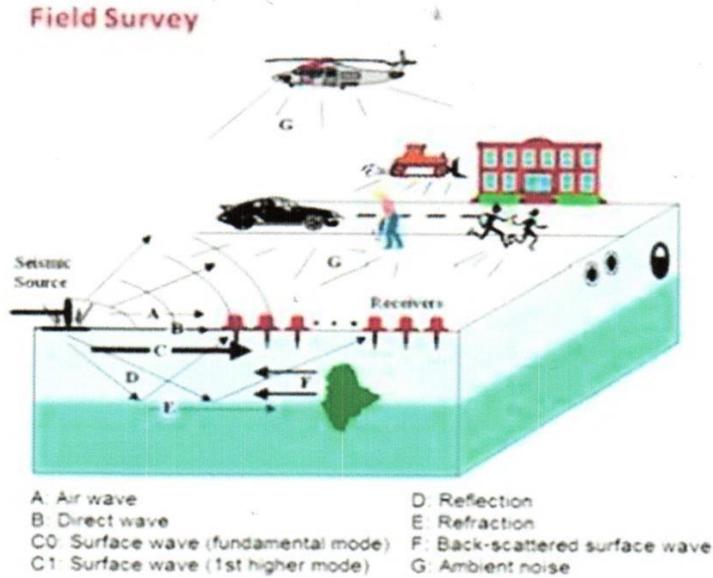


Figura 4. Ensayo MASW

Los ensayos geofísicos se realizaron a fin de caracterizar el terreno en función a la velocidad de propagación de ondas de corte V_s , así como también determinar la clasificación del sitio en la zona de estudio.

En el Anexo 1.2, se presentan la curva de dispersión y el modelo unidimensional de ondas de corte (V_s).

En el Anexo 1.3, se presentan los Parámetros Elásticos del Terreno, a partir de las ondas de corte (V_s) y ondas primarias (V_p).

Así mismo en la Tabla 2, se presentan las coordenadas WGS 84 de los Ensayos de MASW.

Los resultados de la determinación de velocidades de ondas V_s se presentan a continuación:

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

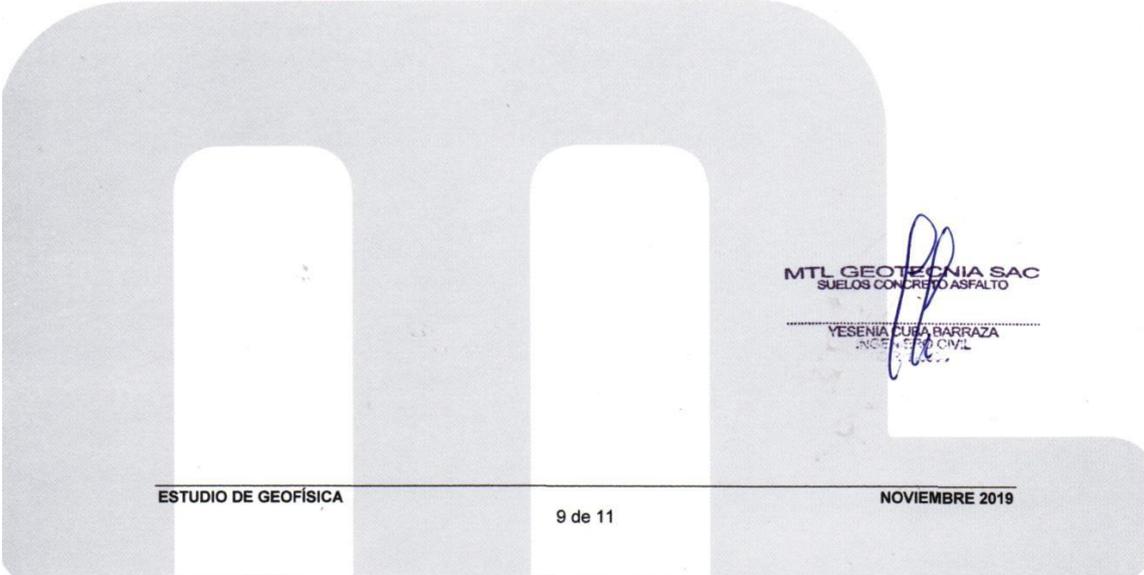
YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERA EN GEOTECNIA CIVIL

Sondaje MASW	Estrato Sísmico	Espesor	Vs (m/s)	Descripción
MASW-01	1	2.3	248.0 - 257.0	Suelo suelto a medianamente compacto
	2	3.0	263.0 - 344.0	Suelo medianamente compacto a compacto
	3	12.8	490.0 - 792.0	Suelo compacto a denso
	4	-	> 830.0	Suelo denso y/o roca muy fracturada

Cuadro 2. Resumen de los Ensayos Geofísicos MASW.

Ensayo	Prof. (m)	Coordenadas (UTM-WGS 1984 datum, Zone 17 South)		Vs30 (m/s)	To (s)	IBS 2015	Norma E-030	Descripción
		Este (m)	Norte (m)					
Sondaje								
MASW-01	30	306340.79	8675260.04	552.54	0.22	552.54	552.54	Roca o suelo muy Rígidos

Cuadro 3. Resumen de los Ensayos Geofísicos MASW - WGS- 84



MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL

ESTUDIO DE GEOFÍSICA

9 de 11

NOVIEMBRE 2019

3.0 CONCLUSIONES

- Sobre la base de los resultados de las investigaciones geotécnicas se emiten las siguientes conclusiones.
- La investigación ha consistido en la ejecución de ensayos geofísicos de MASW.

Ensayo	Prof. (m)	Coordenadas (UTM-WGS 1984 datum, Zone 17 South)		Vs30 (m/s)	To (s)	IBS 2015	Norma E-030	Descripción
		Este (m)	Norte (m)					
MASW-01	30	306340.79	8675260.04	552.54	0.22	552.54	552.54	Roca o suelo muy Rígidos

- Los parámetros elásticos fueron obtenidos a partir de los ensayos de refracción sísmica (V_p) y MASW (V_s)
- La velocidad de propagación de ondas compresionales $V_p < 1000$ m/s se considera un suelo excavable.
- Mediante el ensayo de refracción sísmica se obtienen velocidades de propagación de ondas compresionales a diferentes capas.

Refracción Sísmica	Estrato Sísmico	Espesor	V_p (m/s)	Descripción
Línea-LRS-01	1	0.2 - 2.6	208.0 - 344.0	Suelo suelto a medianamente compacto
	2	0.4 - 7.2	481.0 - 889.0	Suelo medianamente compacto a compacto
	3	8.4 - 23.6	1025.0 - 2114.0	Suelo compacto a denso
	4	-	> 2250.0	Suelo denso y/o roca muy fracturada

- Se evidencia un incremento progresivo de la rigidez del terreno con la profundidad.
- Se recomienda complementar las exploraciones geofísicas con métodos de prospección directa para definir los perfiles geosísmicos.
- Los resultados del presente estudio aplican únicamente a la zona en estudio y a las estructuras proyectadas en el mismo.

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA QUEA BARRAZA
INGENIERA EN GEOTECNIA CIVIL

4.0 REFERENCIAS

Astier, J., L. (1975), "Geofísica Aplicada a la Hidrogeología", PARANINFO, Madrid, España.

Eliseo de la Peña (2009), Prueba de Tomografía Eléctrica como herramienta de Prospección de Acuíferos en Pto. Cumarebo, Edo Falcón", Universidad Simón Bolívar – Sartenejas.

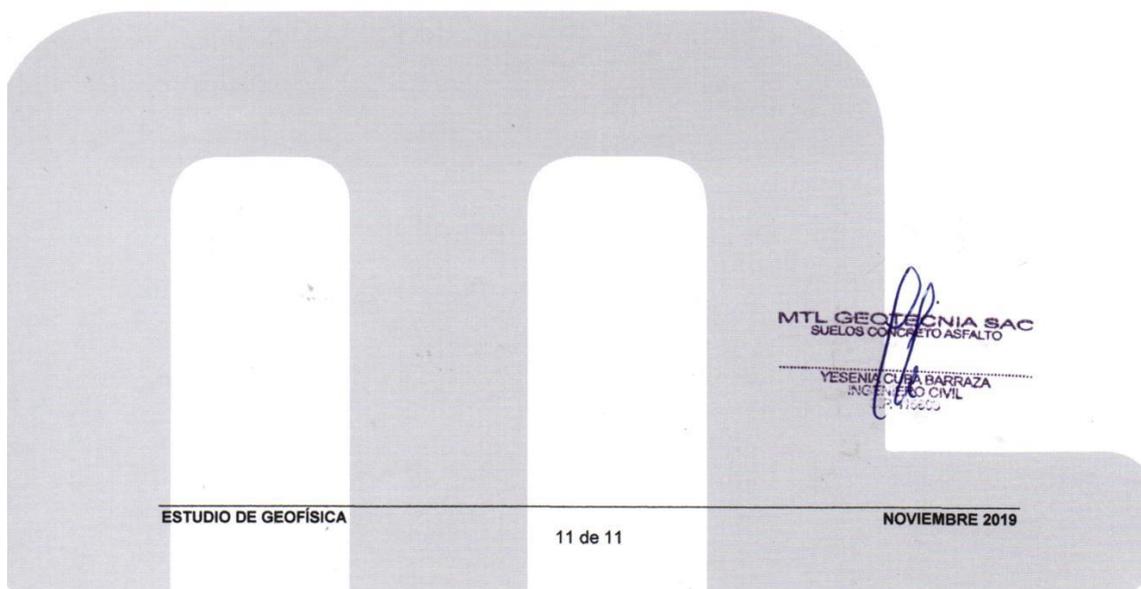
Figuerola, J., C. (1974), "Tratado de Geofísica Aplicada", LITOPRINT, Madrid.

Geofísica Aplicada (3ª ED.), José Cantos Figuerola, Autor-Editor, 1987.

Julián A. Cuesta H. (2007), "Prospección geofísica en métodos potenciales: tomografía eléctrica y sondeos eléctricos verticales para caracterización de suelo y aplicación en estudios hidrogeológicos", Universidad Simón Bolívar – Sartenejas.

Principios de geofísica aplicada, D.S. Parasnis, Ernesto Orellana.

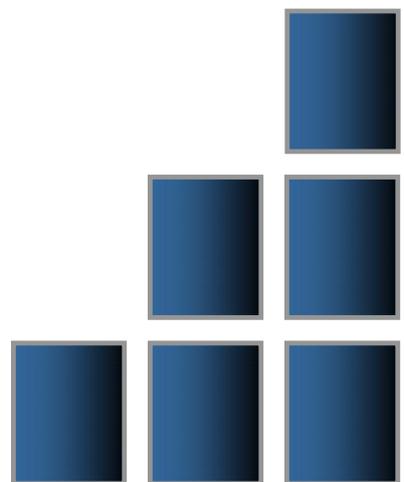
Verónica Bello (2007), "Prospección Geofísica con Tomografía Eléctrica 2d y 3d para la caracterización del subsuelo en zonas kársticas de yesos (Provincia de Cuenca, España) y Calizas (Provincia de Castilla y León, España)", Universidad Simón Bolívar – Sartenejas.



MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
C.P. 47665

**ESTUDIO DE SUELOS PARA
CIMENTACIÓN**





(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

Tablas



TABLAS

Tabla 1: Coordenadas WGS 84 – Ensayos de Refracción Sísmica

REFRACCIÓN SÍSMICA	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m)
LRS01-INICIO	306372.94	8675265.35	579.00
LRS01-FINAL	306301.29	8675253.75	578.10

Tabla 2: Coordenadas WGS 84 – Ensayos de MASW

MASW	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (m)
MASW-01	306340.79	8675260.04	578.10

Tabla 3: Relación de los ensayos de Refracción Sísmica y Sondajes MASW

REFRACCIÓN SÍSMICA	MASW	REFRACCIÓN SÍSMICA		MASW	
		Longitud	Velocidad (m/s)	Longitud	Velocidad (m/s)
LRS-01	MASW-01	75.00	Vp	97.00	Vs
Total		75.00		97.00	

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO
YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
C.P. 13803

Tabla 4: Resumen de Velocidades de Ondas Vp - Refracción Sísmica

Refracción Sísmica	Estrato Sísmico	Espesor	Vp (m/s)	Descripción
Línea-LRS-01	1	0.2 - 2.6	208.0 - 344.0	Suelo suelto a medianamente compacto
	2	0.4 - 7.2	481.0 - 889.0	Suelo medianamente compacto a compacto
	3	8.4 - 23.6	1025.0 - 2114.0	Suelo compacto a denso
	4	-	> 2250.0	Suelo denso y/o roca muy fracturada

Tabla 5: Resumen de Velocidades de Ondas Vs - Sondajes MASW

Sondaje MASW	Estrato Sísmico	Espesor	Vs (m/s)	Descripción
MASW-01	1	2.3	248.0 - 257.0	Suelo suelto a medianamente compacto
	2	3.0	263.0 - 344.0	Suelo medianamente compacto a compacto
	3	12.8	490.0 - 792.0	Suelo compacto a denso
	4	-	> 830.0	Suelo denso y/o roca muy fracturada

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

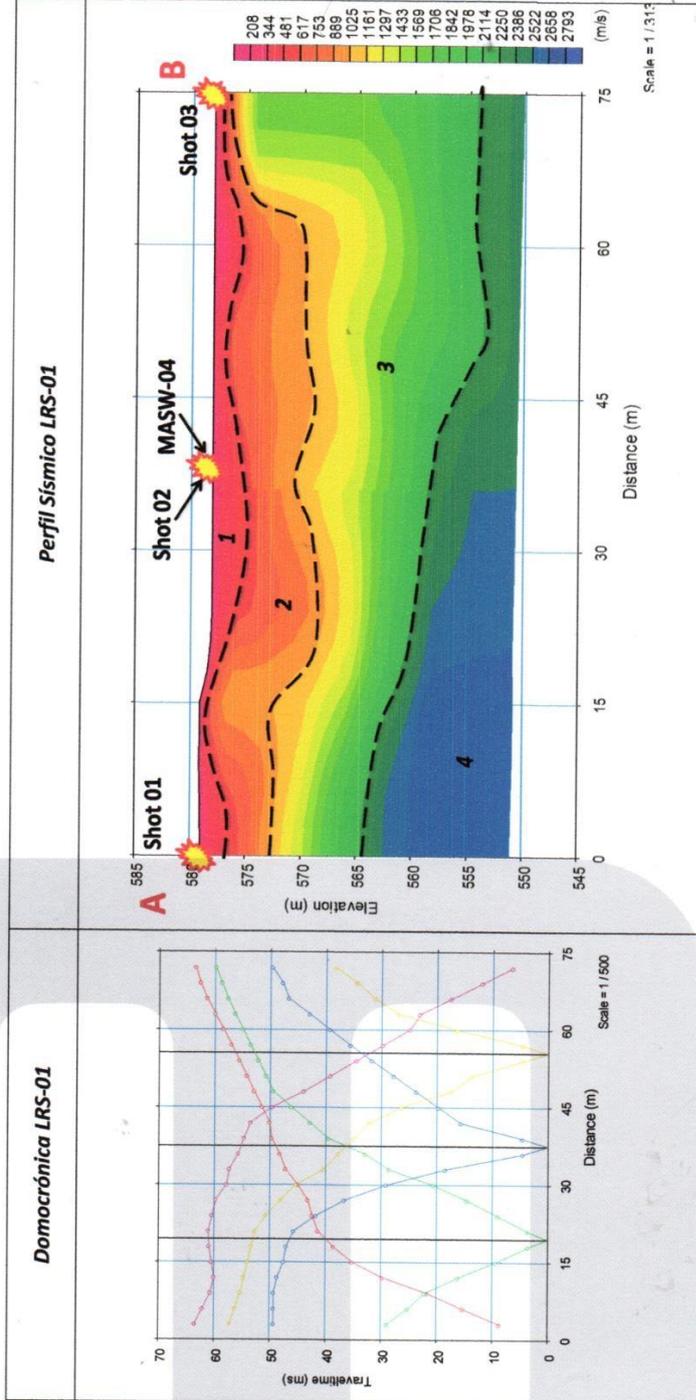
YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
C.P. 112203

Anexo 1.1

Resultados - Refracción Sísmica



Anexo 1.0: Ensayos de Refracción Sísmica (LRS)



MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO
YEREMIAH VILLANUEVA
INGENIERO CIVIL
201603



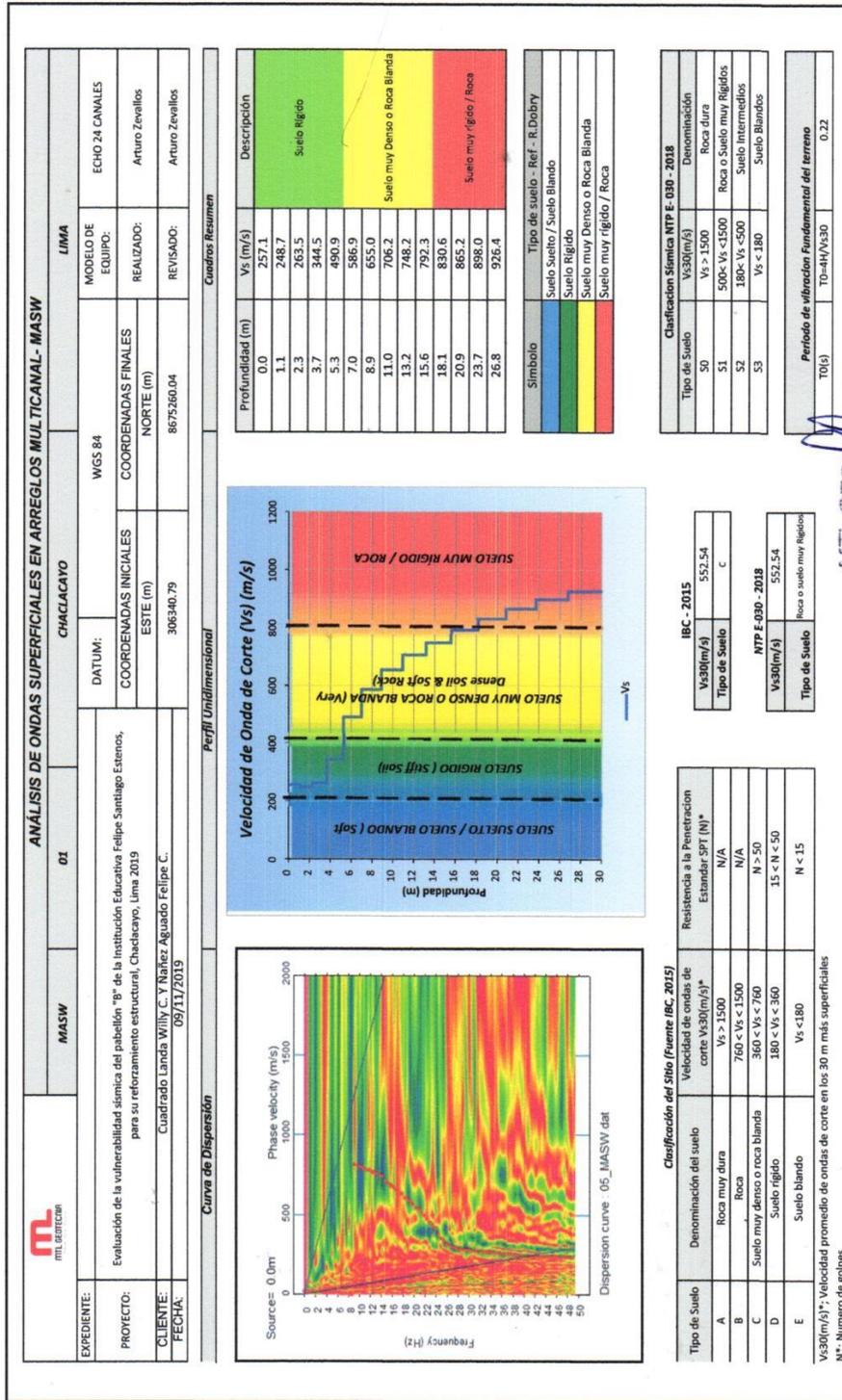
(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

Anexo 1.2

Resultados - Sondajes MASW





MTC CONSULTOR S.A.S.
SUELOS CONSULTING ASFAUTO

YESENICA BARRAZA
INGENIERA CIVIL
CIP: 11803



(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

Anexo 1.3

Resultados - Sondajes MASW



MIL GEOTECNIA		MASW		REFRACCIÓN SÍSMICA		CHACLACAYO		01	
EXPEDIENTE:	-								
PROYECTO:	Evaluación de la vulnerabilidad sísmica del pabellón "B" de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos, para su reforzamiento estructural, Chaclacayo, Lima 2019								
CLIENTE:	Cuadrado Landa Willy C. Y Navez Aguado Felipe C.								
FECHA:	09/11/2019								
DATUM:		WGS 84		COORDENADAS INICIALES		COORDENADAS FINALES		MODELO DE EQUIPO:	
ESTE (m)		NORTE (m)		ESTE (m)		NORTE (m)		REALIZADO:	
306372.94		8675265.35		306301.29		8675253.75		ING. ARTURO Z	
306372.94		8675265.35		306301.29		8675253.75		REVISADO:	
								ING. ARTURO Z	

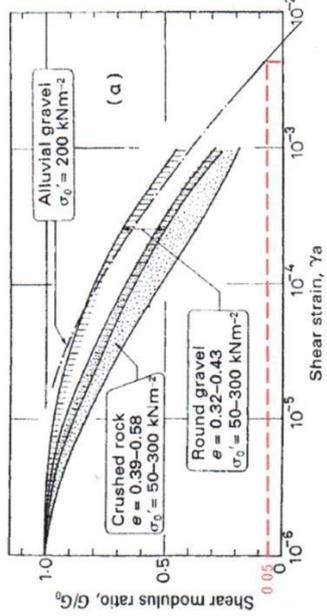
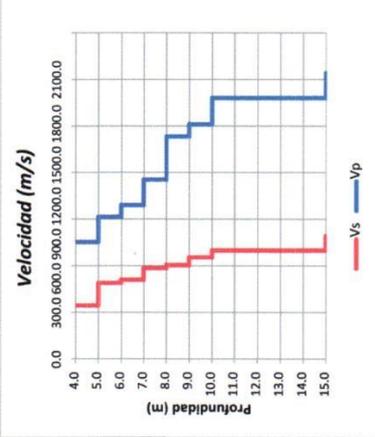


Fig1. Curva de degradación del material - Hibbeler, 1986. Soil Behaviour in Earthquake Geotechnics

Prof. (m)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	P (Tn/m ³)	Vp/Vs	μ (Poisson)	Modulo de corte Gd (kg/cm ²)	Modulo de Young Ed (kg/cm ²)	Modulo de corte Ge (kg/cm ²)	Modulo de Young Ee (kg/cm ²)	Modulo Volumetric Ke (Tn/m ²)
4.0	345	753	1.8	2.18	0.37	2186.17	5977.68	7499.55	10931	298.88
5.0	490	915	1.8	1.87	0.30	4410.00	11456.77	9497.60	220.50	572.84
6.0	510	990	1.8	1.94	0.32	4777.35	12606.22	11632.04	238.87	630.31
7.0	586	1155	1.9	1.97	0.33	6657.68	17665.19	16986.85	352.88	883.76
8.0	605	1433	1.9	2.37	0.39	7096.40	19749.94	30350.67	354.82	987.50
9.0	655	1510	1.9	2.31	0.38	8317.83	23025.67	33115.58	415.89	1151.28
10.0	700	1680	1.9	2.40	0.39	9500.00	26504.20	42053.33	475.00	1325.21
15.0	792	1842	1.9	2.33	0.39	12161.24	33725.54	49566.97	608.06	1686.28
										2478.35

MIL GEOTECNIA S.A.S
SUDUCOSAS
SUDUCOSAS S.A.S
INGENIERO CIVIL
YESENIA OLIVERA BARRAZA
CIP: 08603



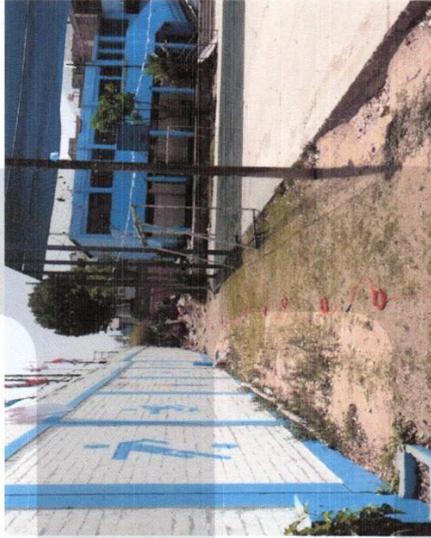
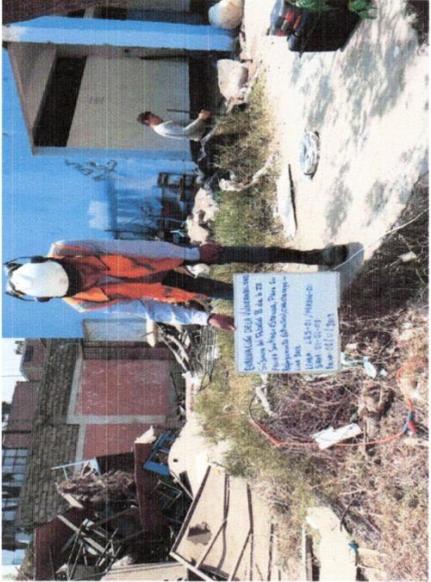
(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

Anexo 2.0 **Panel Fotográfico**



Panel Fotográfico - Ensayos de Refracción Sísmica (LRS) y MASW

<p>LRS - 01</p> 	<p>LRS - 02</p> 
<p>Área de Trabajo de las líneas LRS y MASW - 01</p>	<p>Área de Trabajo de las líneas LRS y MASW - 02</p>

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO
.....
YESENIA VILLALBA BARRAZA
INGENIERA CIVIL
COT 171893



(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

Anexo 3.0 **Equipo Geofísico**



AMBROGEO INSTRUMENTS
Via Roveleto Landi, 3
29029 Rivergaro - Piacenza - Italy
www.ambrogeo.eu

AMBR GEO
Strumenti per Geofisica

Seismograph ECHO 24/2010 Seismic Unit



AMBR GEO
Strumenti per Geofisica

AMBROGEO INSTRUMENTS
Via Roveleto Landi 3
29029 Rivergaro - Piacenza - ITALY
www.ambrogeo.eu

CERTIFICATO DI TARATURA **CALIBRATION CERTIFICATE**

Certificato numero / Certificate number : **E0732**

Le misure riportate nel presente certificato sono state effettuate utilizzando apparecchiature i cui valori misurati sono riconducibili a norme nazionali.
The measurements reported in this certificate were carried out using equipment whose measured values are traceable to national standards.

Strumento / Instrument Sismografo / Seismograph **ECHO 24/2010 SEISMIC UNIT**

Numero di serie / Serial Number **001060**

Equipaggiamento usato per la Taratura / Equipment used for calibration

Descrizione / Item	Certificato / Certificate n°	Date
Keythley 2000 Multimeter	03-059-19-SS/t	14-07-2019
Le Croy LT264M Oscilloscope s/n 1719	01-059-19-SS/t	14-07-2019
TTI TG215 Function Generator s/n 109303	02-059-19-SS/t	14-07-2019

Setup

L'unità sotto test è stata connessa ad un Generatore di Funzioni TTI TG215, la cui uscita è verificata usando un Oscilloscopio Le Croy LT264M. E' stato scelto un segnale sinusoidale di ampiezza 0,1 Vpp con frequenza di 10 Hz(100ms), verificando i segnali registrati a 0dB, 18dB e di ampiezza 0,02 Vpp verificando i segnali registrati a 36dB. I campioni sono acquisiti con tempo di campionamento di 0,128ms e 0,478ms verificando il tempo registrato per il periodo.

The Unit Under Test was connected to a Signal Generator whose output was verified using Le Croy LT264M Oscilloscope. The output was chosen a sinusoidal signal amplitude 0.1 Vpp with a frequency of 10 Hz(100ms), verifying the signals recorded at 0dB, 18dB and amplitude 0.02 Vpp verifying the signals recorded at 36dB. The samples are taken with a sampling time of 0,128ms and 0,478ms verifying recorded timing.

L'apparecchiatura calibrata ha una tolleranza di tutti i parametri inferiore al 3%.
The calibrated object is conformed to fulfill the tolerance limit of < 3%.

Data / Date **14-07-2019**
Stato / Status **Conforme / Passed**

Note:

Ambrogeo Instruments
Roveto Landi, 3 - 29029 Rivergaro (PC) - Italy
Tel./Fax +39 0523 956119
Mobile +39 337 724562
E-mail: info@ambrogeo.com
VAT 01021130339

Pag. 1 di 2

AMBR GEO
Strumenti per Geofisica

Certificato numero / Certificate Number : E0732

Strumento / Instrument

Sismografo / Seismograph ECHO 24/2010 SEISMIC UNIT

Numero di serie / Serial Number

001060

----- 0 dB ----- ----- 18 dB ----- ----- 36 dB -----

Channel	Noise μ m	Ampl.(V)	T(0.128)ms	T(0.478)ms	Noise	Ampl.(V)	T(0.128)ms	T(0.478)ms	Noise	Ampl.(V)	T(0.128)ms	T(0.478)ms
01	0.19	0.099243	100.13	100.33	0.22	0.099669	100.31	100.24	0.25	0.099951	100.27	100.25
02	0.20	0.099536	100.33	100.08	0.22	0.099663	099.76	099.53	0.28	0.099657	100.24	100.17
03	0.18	0.099521	100.08	100.25	0.25	0.099264	100.28	099.43	0.27	0.099875	100.28	100.05
04	0.22	0.099736	100.25	100.32	0.25	0.099854	100.34	100.29	0.22	0.099872	100.11	100.32
05	0.19	0.099628	100.32	100.25	0.23	0.099125	100.24	100.35	0.21	0.099954	100.04	100.28
06	0.20	0.099736	100.25	100.24	0.21	0.099432	100.32	099.73	0.22	0.099756	100.46	100.25
07	0.18	0.099468	100.23	100.33	0.22	0.099724	100.39	099.46	0.25	0.099351	100.32	100.39
08	0.23	0.099726	100.33	100.33	0.19	0.099629	100.35	099.78	0.28	0.099658	100.27	100.35
09	0.26	0.099217	100.32	100.10	0.25	0.099425	100.24	100.33	0.27	0.099752	100.23	100.24
10	0.22	0.099943	100.24	100.13	0.22	0.099432	100.25	099.56	0.22	0.099975	100.26	100.25
11	0.18	0.099837	100.33	100.33	0.19	0.099124	100.29	099.88	0.21	0.099145	100.37	100.29
12	0.19	0.099841	100.14	100.08	0.20	0.099332	100.34	100.34	0.25	0.099756	100.31	100.21
13	0.17	0.099841	100.11	100.40	0.18	0.099112	100.33	099.62	0.27	0.099759	099.62	100.32
14	0.22	0.099857	100.27	100.23	0.22	0.099629	100.30	099.91	0.28	0.099245	100.21	100.31
15	0.20	0.099833	100.12	100.33	0.19	0.099629	100.34	100.31	0.21	0.099735	100.20	100.04
16	0.19	0.099486	100.41	100.33	0.18	0.099724	100.33	099.78	0.24	0.099759	100.22	100.11
17	0.20	0.099737	100.05	100.13	0.19	0.099732	100.33	100.63	0.21	0.099373	100.24	100.24
18	0.18	0.099243	100.32	100.13	0.26	0.099245	100.31	099.54	0.24	0.099732	099.46	099.76
19	0.22	0.099536	100.12	100.28	0.21	0.099724	099.76	100.34	0.25	0.099464	100.63	100.28
20	0.19	0.099521	100.11	100.13	0.24	0.099629	100.28	099.87	0.28	0.099853	099.54	100.34
21	0.23	0.099736	100.27	100.40	0.22	0.099425	100.34	099.76	0.24	0.099951	100.34	100.24
22	0.19	0.099836	100.12	100.23	0.25	0.099532	100.24	099.99	0.29	0.099657	099.87	100.32
23	0.22	0.099926	100.41	100.10	0.23	0.099625	100.32	100.31	0.21	0.099736	099.76	100.39
24	0.20	0.099468	100.21	100.13	0.21	0.099669	100.22	099.78	0.20	0.099835	100.19	100.35

Ambrogeo Instruments
 Roveto Landi, 5 - 20129 Roveto (PC) - Italy
 Tel./Fax +39 0523 956119
 Mobile +39 337 724362
 E-mail: info@ambrogeo.com
 VAT 01021130339



(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

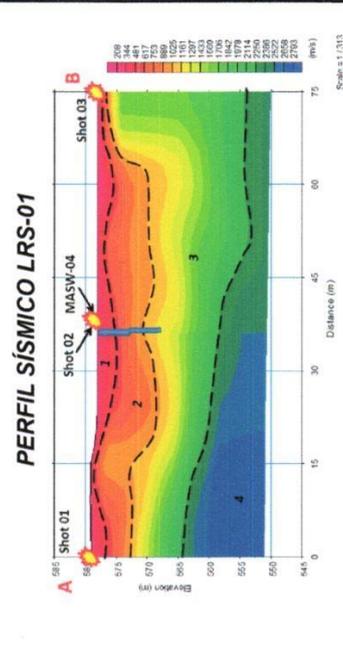
www.mtlgeotecniasac.com

Planos

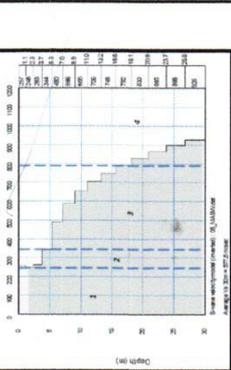




PERFIL SÍSMICO LRS-01



SONDAJE MASW



LEYENDA

LINEA DE REFRACCIÓN SÍSMICA - LRS

SONDAJE MASW

Refraacción Sísmica	Entorno Sísmico	Espeor	Vp (m/s)	Descripción
1	02 - 2.6	208.0 - 344.0		Suelo suelto a regularmente compacto
2	04 - 7.2	481.0 - 889.0		Suelo mediana y fuertemente compacto a compacto
3	8.4 - 13.6	1023.0 - 2114.0		Suelo compacto a denso
4	-	> 2250.0		Suelo granuloso muy fino y mediano

Espeor	Prof. (m)	Coord. Horizontal (UTM-WGS 1984 Datum, Zone 18 South)	Norte (m)	Este (m)	Alt. (m)	Nombre	Descripción
30	306340.79	8675260.04	578.10	0.22	552.54	552.54	Reda o estado muy rigidos

UBICACIÓN DE LA EXPLORACIÓN GEOFÍSICA
Escala: 1/1,250.00

PROYECTO:
EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL PABELLÓN "B" DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019

CONSULTOR:
MTL GEOTECNIA

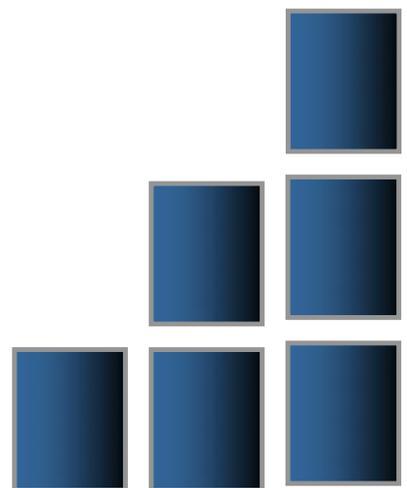
SISTEMA DE COORDENADAS:
Coordenada System: WGS 1984 UTM Zone 18S
Proyección: Transversa Mercator
Datum: WGS 1984

TÍTULO DE PLANO:
P-01

APROBACIÓN REVISIÓN
DISEÑO
FECHA

Ing. Arturo Zavallos
11/11/2019

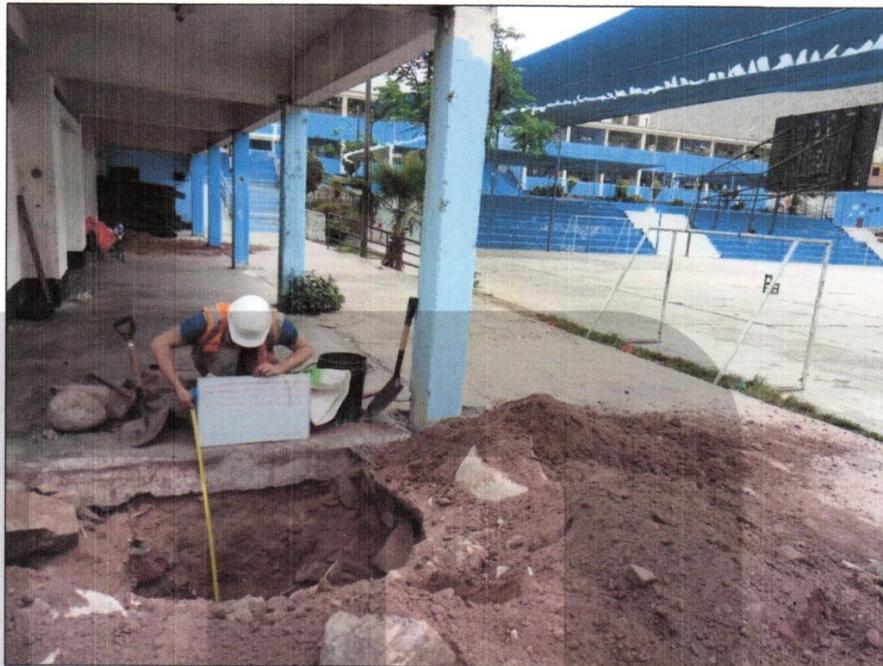
INFORME TECNICO



**CUADRADO LANDA WILLY C.
ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.**

PROYECTO:

**“EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA
DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA
FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU
REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO,
LIMA 2019”**



INFORME TÉCNICO

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

PROYECTO:

**“EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL
PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE
SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO
ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019”**

UBICACIÓN:

**INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS
DISTRITO DE CHACLACAYO
PROVINCIA DE LIMA
REGIÓN LIMA**

SOLICITA:

**CUADRADO LANDA WILLY C.
ÑÁÑEZ AGUADO FELIPE C.**

ESPECIALISTA:

**ING. YESENIA CUBA BARRAZA
C.I.P. N° 115803**

**MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO**

**YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 115803**

NOVIEMBRE DE 2019

ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

INDICE

- 1.- GENERALIDADES
 - 1.1 Objetivo del Estudio
 - 1.2 Ubicación y descripción del Área en estudio
 - 1.3 Acceso al Área de Estudio.
- 2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO
 - 2.1 Geología
 - 2.2 Sismicidad
 - 2.3 Fuerza Horizontal Equivalente
- 3.- INVESTIGACIONES DE CAMPO
- 4.- ENSAYOS DE LABORATORIO
 - 4.1 Ensayos Estándar
 - 4.2 Ensayos Especiales
- 5.- PERFILES ESTRATIGRAFICOS
- 6.- AGRESION AL SUELO DE CIMENTACIÓN
- 7.- ANALISIS DE LA CIMENTACION
 - 7.1 Profundidad de Cimentación.
 - 7.2 Tipo de Cimentación.
 - 7.3 Cálculo y análisis de la Capacidad Portante.
 - 7.4 Cálculo de Asentamientos.
- 8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 9.- REFERENCIAS
- ANEXO
 - REGISTRO DE EXCAVACIONES
- ANEXO
 - TABLAS
 - CALCULO DE CAPACIDAD
- ANEXO
 - ENSAYOS DE LABORATORIO
 - CROQUIS DE UBICACIÓN DE CALICATAS
 - PANEL FOTOGRAFICO

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
C.I. 415003



(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

1. GENERALIDADES



INFORME TECNICO

1.- GENERALIDADES

1.1 Objetivo del Estudio

El presente estudio tiene por objetivo describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo en la "INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS", ubicado en el DISTRITO DE CHACLACAYO – LIMA, por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas "A cielo Abierto", ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos y labores de gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, agresión del suelo al concreto, recomendaciones y conclusiones para la cimentación.

El proceso seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno
- Distribución y ejecución de calicatas
- Tomas de muestras inalteradas y disturbadas
- Ejecución de ensayos de laboratorio
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio
- Perfil estratigráfico
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible
- Cálculo admisible permisible
- Agresión del suelo a la cimentación
- Conclusiones y recomendaciones


MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO


YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERA EN GEOTECNIA
CIP: 171300

1.2 Ubicación y Descripción del Área en Estudio:

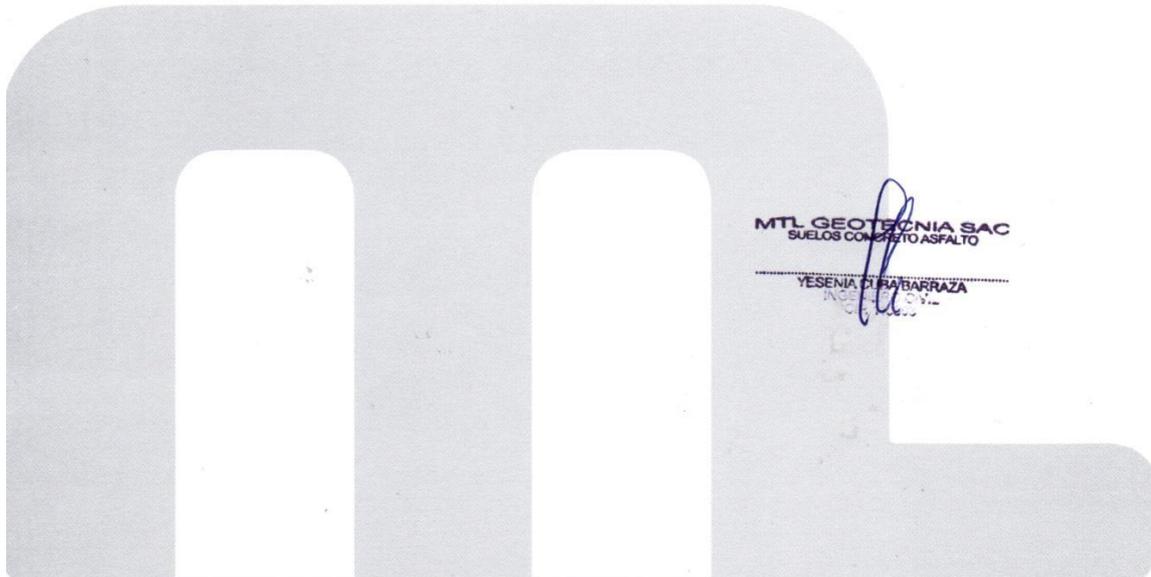
El área en estudio se encuentra ubicada en La Av. Francisco de Lazo 2034, Distrito de Lince, Provincia Lima – Departamento Lima.

Figura 01 – Ubicación de Proyecto



1.3 Acceso al Área de Estudio:

El acceso es a través de auto o a pie ya que se encuentra dentro de la zona urbana, el tipo de acceso es de pavimento asfáltico.





(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD



2.- GEOLOGIA Y SISMICIDAD:

A continuación, se describen algunos aspectos geológicos y de sismicidad que tienen estrecha relación con la obra proyectada.

2.1 Geología

El Distrito de Chaclacayo se encuentra ubicado a orillas del río Rímac, compartiendo su valle con los distritos de Ate y Chaclacayo. La zona céntrica se encuentra a una altura de 850 m.s.n.m. y ocupa el extremo este de todo el distrito sobre un área de aproximadamente 10 km². En los últimos 40 años, el distrito ha tenido un fuerte crecimiento poblacional, lo que conlleva a una expansión urbana no planificada, que incluyó el asentamiento de viviendas al pie de las quebradas y en la cuenca del río Rímac, incrementando de este modo su riesgo ante la posible ocurrencia de peligros naturales como los sismos, flujos de detriticos y crecidas del río.

2.2 Sismicidad

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E.030) aprobada mediante Decreto Supremo N° 355-2018-VIVIENDA, del 22 de octubre de 2018.

Se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de alta intensidad. De VIII en la escala Mercalli Modificada.

De acuerdo con nueva Norma Técnica NTE E.030 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo-Resistentes, tomando parámetros, donde las fuerzas horizontales pueden calcularse de acuerdo a la relación:

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

Dónde:

- Factor de zona (Zona 4)	:	Z = 0.45
- Factor de suelo (S ₂ Suelos Intermedios)	:	S = 1.05
- Período que define la Plataforma del espectro	:	T _p = 0.6
- Factor de uso	:	U = 1.0

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
ING. CIVIL
C.O.C.O.C.

La importancia de la estructura y el área de estudio indicado se ha tratado considerándola como una edificación común de categoría III en función a la información alcanzada por el cliente.

Teniendo que el tipo de suelo es S_3 , tenemos los valores de $T_P = 0.6$ y $T_L = 2.0$. Con estos datos se puede obtener el factor de amplificación sísmica (C):

$$C = 2.5 \left(\frac{T_P}{T} \right)$$

$$C = 2.5 \left(\frac{0.6}{T} \right) = \frac{1.5}{T}$$

Siendo, T el periodo fundamental de la estructura para el análisis estático o periodo de un modo en el análisis dinámico.

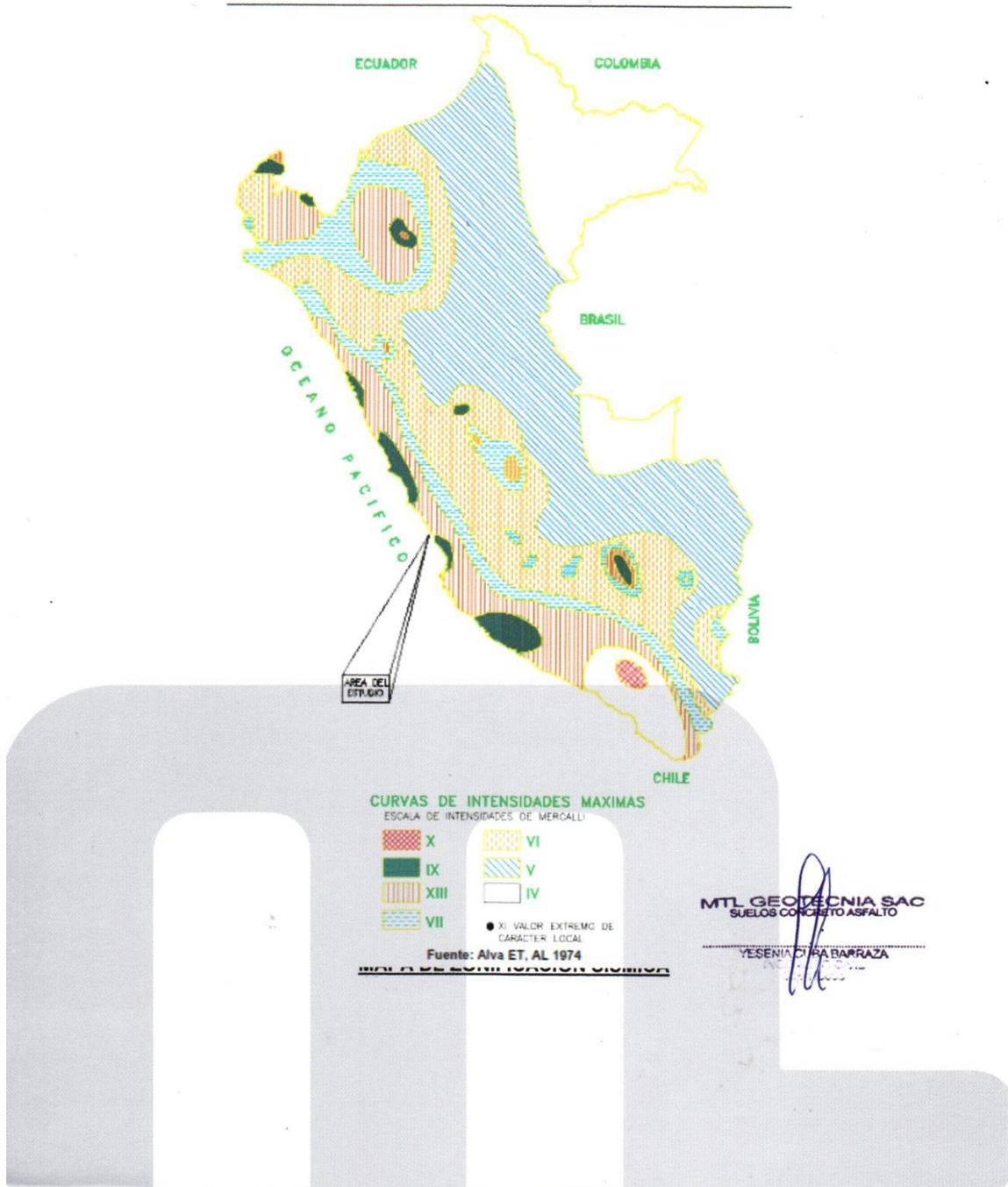
Factor de Suelo (S_2): $S = 1.05$

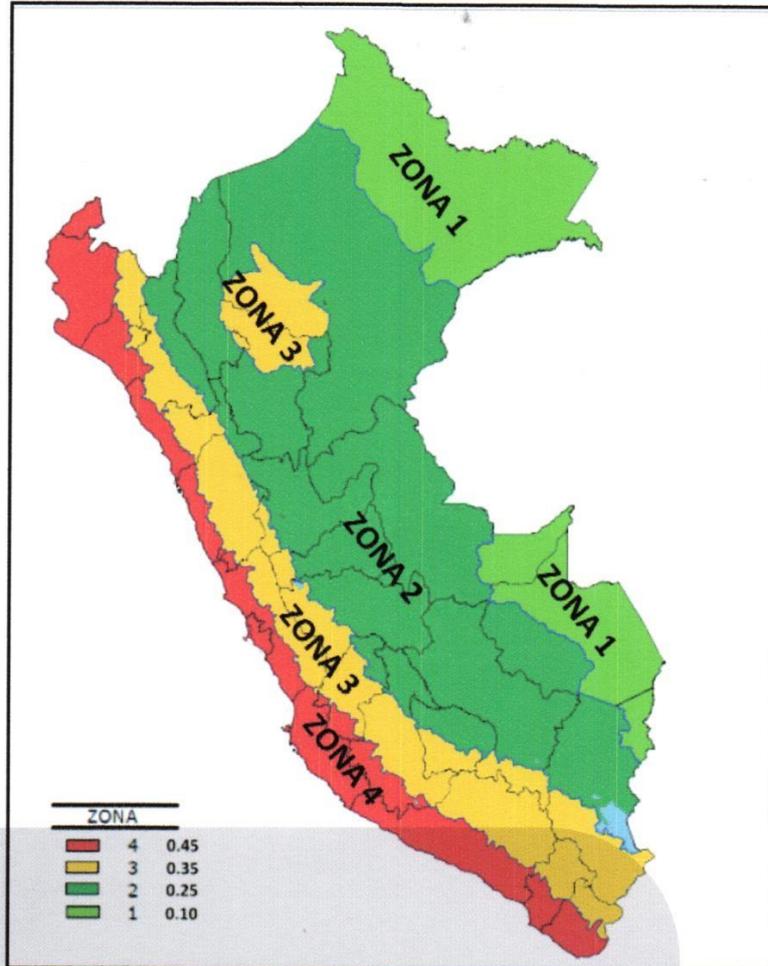
Por lo expuesto y de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser asísmicos.

El factor de uso correspondiente para edificaciones esenciales de categoría III según la norma E.030 corresponde a 1.



MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE MÁXIMAS INTENSIDADES SÍSMICAS OBSERVADAS EN EL PERÚ Y EN LIMA





MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA QUIJABARRAZA
INGENIERA DE CIVIL

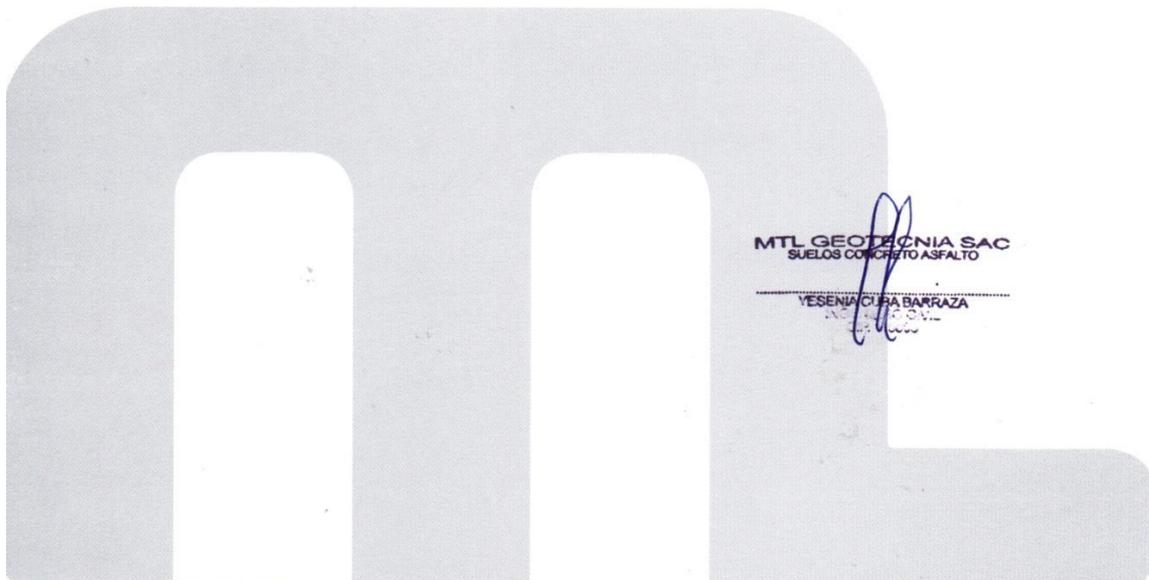
2.3 Fuerza Horizontal Equivalente

La fuerza horizontal o cortante en la base debido a la acción sísmica se determinará mediante la siguiente expresión:

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

Dónde:

Z = Factor de Zona
U = Factor de Uso
S = Factor de Suelo
C = Coeficiente Sísmico
R = Factor de Ductilidad
P = Peso de Estructura





(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

3. INVESTIGACION DE CAMPO



3.- INVESTIGACIONES EN CAMPO

Todos los trabajos de campo fueron realizados, por personal del Especialista Ing. Yesenia Cuba Barraza y se programaron de tal manera que toda el área de investigación fuera cubierta. Así, se excavó Tres (03) Calicatas a cielo abierto, las cuales se profundizó hasta un máximo de 3.00 m. siguiendo la norma E.050, durante las excavaciones no se evidenció nivel freático por lo que se descarta posibles fallas por fenómenos de licuación de suelos.

Estos sondajes se ubicaron de tal forma que permitan establecer una información estratigráfica adecuada para adoptar los criterios de cimentación para la estructura, considerando un perfil en diagonal que cubra la mayor parte del área estudiada.

Se tomaron muestras disturbadas a lo largo de las excavaciones, en cantidad suficiente para su análisis. Previamente se identificaron los suelos, mediante procedimientos visuales y manuales de campo, tales como la dilatancia (reacción de agitación), la resistencia en estado seco (característica de rompimiento). También se extrajeron muestras representativas para los ensayos especiales de Corte Directo y para los ensayos Químicos de Laboratorio.

Las características físicas y mecánicas del material extraído se pueden ver en los registros correspondientes de los perfiles estratigráficos.





(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

4. ENSAYOS DE LABORATORIO



4.- **ENSAYOS DE LABORATORIO**

Las muestras seleccionadas como representativas fueron enviadas al Laboratorio de Mecánica de Suelos, para la realización de los ensayos estándar y ensayos especiales como: Corte Directo y Análisis Químico.

4.1 **Ensayos Estándar**

Con las muestras de suelos tomadas en el campo se han efectuado los siguientes ensayos, con fines de identificación de suelos:

- Análisis Granulométrico por tamizado (Norma ASTM D6913)
- Límite Líquido (Norma ASTM D4318)
- Límite Plástico (Norma ASTM D4318)
- Contenido de Humedad (Norma ASTM D2216)
- Densidad Natural (Norma ASTM D1556)
- Clasificación SUCS (Norma ASTM D2487)
- Densidad mínima (Norma ASTM D4254)
- Densidad Máxima (Norma ASTM D4253)

4.2 **Ensayos Especiales**

- Análisis químicos para determinar el contenido de:
 - Sales Solubles Totales (Norma ASTM D1889)
 - Porcentaje de Sulfatos (Norma ASTM D516)
 - Porcentaje de Cloruros (Norma ASTM D512)
- Ensayo de Corte Directo (Norma ASTM D3080)

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA OUBA BARRAZA

4.3 Resumen de ensayos

CALICATA	MUESTRA	PROF.	SUCS	AASHTO	LL	IP	%Hum	%Pasa #200	$\gamma_{seca\ natural}$ (g/cm ³)	Angulo ϕ	Cohesión (kg/cm ²)	Sales solubles Totales (%)	Sulfatos solubles Totales (%)	Cloruros solubles Totales (%)
C-1	M-1	0.80 – 3.00	SM	A-1-b (0)	20	2	6.3	23.4						
C-2	M-1	0.90 – 2.20	SC SM	A-2-4 (0)	22	4	3.2	32.9						
C-2	M-2	2.20 – 3.00	SM	A-1-b (0)	19	N.P	4.6	20.1						
C-3	M-1	0.90 – 1.60	SW SM	A-1-b (0)	N.P	N.P	2.0	5.9						
C-3	M-2	1.60 – 3.00	SC SM	A-4 (2)	26	7	11.9	44.5	1.90	25.1	0.14	0.162	0.107	0.041

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA OLIVERA BARRAZA
ING. CIVIL
C.P. 12803



(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

5. PERFILES ESTRATIGRAFICOS



5.- PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación de campo realizada en la zona, en base a las calicatas, luego del estudio detenido de los récords de las excavaciones, así como los ensayos de laboratorio, se puede establecer la siguiente descripción:

Las Excavaciones se realizaron de manera manual a cielo abierto (ver anexo I)

Calicata C-1, M-1 **Prof. 0.80 - 3.00 m.**

El suelo está conformado de arena limosa, SM, de plasticidad baja, consistencia blanda, en condición húmeda, de color marrón claro, con estructura homogénea, cementación débil, tenacidad baja y dilatancia rápida, no se encontró la presencia de napa freática hasta la profundidad de 3.00 m.

Calicata C-2, M-1 **Prof. 0.90 - 2.20 m.**

El suelo está conformado de arena limosa arcillosa, SC-SM, de plasticidad baja, consistencia blanda, en condición húmeda al tacto, de color marrón oscuro, con estructura homogénea, cementación débil, tenacidad media y dilatancia lenta.

Calicata C-2, M-2 **Prof. 2.20 - 3.00 m.**

El suelo está conformado de arena limosa, SM, no plástico, de consistencia blanda, en condición húmeda, de color marrón oscuro, con estructura homogénea, cementación débil, tenacidad baja y dilatancia rápida, no se encontró la presencia de napa freática hasta la profundidad de 3.00 m.

Calicata C-3, M-1 **Prof. 0.90 - 1.60 m.**

El suelo está conformado de arena bien gradada con limo y grava, SW-SM, no plástico, de consistencia blanda, en condición seca al tacto, de color marrón, con estructura homogénea, cementación débil, tenacidad baja y dilatancia rápida.

Calicata C-3, M-2 **Prof. 1.60 - 3.00 m.**

El suelo está conformado de arena limo arcillosa, SC-SM, de plasticidad media, consistencia blanda, en condición húmeda, de color marrón oscuro, con estructura homogénea, cementación moderada, tenacidad media y dilatancia lenta, no se encontró la presencia de napa freática hasta la profundidad de 3.00 m.

No se encontró la napa freática en las calicatas a cielo abierto a la profundidad de 3.00 m.

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL

6. AGRESION AL SUELO DE CIMENTACION



6.- AGRESIÓN AL SUELO DE CIMENTACIÓN

La agresión que ocasiona el suelo bajo el cual se cimenta, está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, causándole efectos nocivos y hasta destructivos sobre las estructuras (sulfatos y cloruros principalmente). Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reacciona con el concreto; de ese modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, zona de ascensión capilar o presencia de agua infiltrada por otra razón (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones, etc.).

Los principales elementos químicos a evaluar son los sulfatos y cloruros por su acción química sobre el concreto y acero del cimiento.

De los resultados de los análisis químicos obtenidos a partir de las muestras obtenidas de la calicata C-3; M3, para efectos de este informe se ha seleccionado la muestra representativa y analizada en laboratorio teniendo los siguientes resultados:

- Una concentración de **Cloruros** de 0.041%, menor que 0.15%, indica que en presencia de agua **NO** ocasionará problemas de corrosión a la armadura y elementos metálicos.
- Una concentración de **Sulfatos** de 0.107% menor que 0.1%, indica que **SI** ocasionará un ataque químico al concreto de la cimentación.
- La presencia de **Sales Solubles Totales** es de 0.162%, y se encuentra por arriba de 0.15%. Lo que indica que **SI** ocasionará problemas de pérdida de resistencia mecánica por problemas de lixiviación (lavado de sales).

Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá plantada la cimentación contiene concentraciones moderado de sales solubles totales, sulfatos y cloruros, por tanto, se recomienda usar **Cemento Tipo IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)**. Con una relación no mayor agua cemento de 0.50

CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS:

ELEMENTO QUIMICO	PARAMETROS	RESULTADO DEL ENSAYO	GRADO DE AGRESIVIDAD
SULFATOS	1.00 – 2.00%	0.107%	MODERADA
CLORUROS	0 – 0.15%	0.041%	INSIGNIFICANTE
SALES SOLUBLES TOTALES	0 – 0.15%	0.162%	MODERADA

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERA CIVIL
CIP 171203

7. ANALISIS DE LA CIMENTACION



7.- **ANÁLISIS DE LA CIMENTACION**

De acuerdo con la información proporcionada por el solicitante, para el proyecto **"EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019"**, a construirse, se podrán emplear cualquiera de los sistemas estructurales conocidos.

7.1 **Profundidad de la Cimentación.**

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, características de las estructuras que se viene edificando, se recomienda cimentar a una profundidad $D_f = 1.60$ m. como mínimo contados desde el nivel de terreno existente.

7.2 **Tipo de Cimentación.**

Dada la naturaleza del terreno a cimentar y las magnitudes posibles de las cargas transmitidas, se recomienda utilizar una cimentación cuadrada

7.3 **Cálculo de la Capacidad Portante Admisibile.**

Se ha determinado la capacidad portante admisible del terreno en base a las características del subsuelo y se han propuesto dimensiones recomendables para cimentación.

La capacidad de carga se ha determinado en base a la fórmula de Terzaghi y Peck, con los parámetros de Vesic.

Las propiedades de los materiales fueron obtenidas a partir de las investigaciones geotécnicas de campo, ensayos de laboratorio realizados en muestras representativas de cada uno de los materiales involucrados y a partir de la experiencia del Laboratorio MTL GEOTECNIA SAC en el análisis con materiales similares en otros proyectos, se determinó los parámetros físicos y de resistencia para el material que conforma el terreno de fundación de la estructura a construirse.

Por lo anteriormente expuesto el suelo de cimentación presenta un ángulo de fricción interna: $\phi = 25.1^\circ$, y cohesión $c = 0.14$ kg/cm². Para este análisis se empleará un factor de seguridad $F.S = 3$.

Según Meyernof y Mesri, el valor de ángulo de fricción debe ser castigado debido a los cambios de napa freática y analizando un tipo de falla por corte correspondiente a suelos arenosos bajo el nivel freático.

$$\begin{aligned}\phi_{\text{corregido}} &= \phi * (2/3) \\ \phi_{\text{corregido}} &= 22.6 * (2/3) \\ \phi_{\text{corregido}} &= 15.07^\circ\end{aligned}$$

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO
YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERA CIVIL

De acuerdo a la información de Mecánica de Suelos, se empleará la expresión dada por TERZAGHI.

$$Q_{ult} = S_c * c * N_c + 0,5 * S_\gamma * \gamma * B * N_\gamma + S_q * q * N_q$$

$$q_{adm} = q_{ult} / FS$$

donde:

Q_{ult}	=	Capacidad última de carga
q_{adm}	=	Capacidad admisible de carga
FS	=	Factor de seguridad = 3
γ	=	Densidad del Suelo Natural
γ_s	=	Densidad del Suelo Seco
B	=	Ancho de Cimentación
Df	=	Profundidad de Cimentación
N_q, N_γ, N_c	=	Factores de capacidad de carga
S_q, S_γ, S_c	=	Factores de forma

En el siguiente cuadro resumimos las siguientes capacidades admisibles en diferentes profundidades tanto en cimentación corrida y cuadrada:

Calicata	Tipo de Cimentación	q_{adm} (kg/cm ²)
		Prof. 1.60 m
C-3	Corrida	2.42
	Cuadrada	1.70

- Se recomienda una cimentación cuadrada a una prof. de 1.60 m.



MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA GUBA BARRAZA

7.4 Cálculo de Asentamiento Elástico

Dada la naturaleza granular del suelo de cimentación, se calcula por la teoría elástica aplicada por LAMBE y WHITMAN (1969), para los tipos de cimentación analizadas y el esfuerzo neto transmite un asentamiento uniforme que se puede evaluar por:

$$\delta = \frac{q_s B (1-\mu^2)lw}{E_s}$$

Donde:

En donde:

δ	:	asentamiento (cm)
q_s	:	presión transmitida a la cimentación (kg/cm ²)
B	:	ancho de la cimentación (cm)
μ	:	coeficiente de Poisson
lw	:	factor de influencia (depende de B/L)

Asumiendo conservadoramente un módulo de elasticidad apropiada para una Arena Limo Arcillosa ($E=500$ kg/cm²), con un coeficiente de Poisson (μ) que de 0.20. En el Anexo cálculo de capacidad de este informe se presenta el cálculo del asentamiento elástico de la cimentación.

7.5 Fenómenos de Licuefacción

Se reconoce el fenómeno de licuación de suelos o licuefacción como sucesos de pérdida de capacidad admisible bajo el nivel freático ante la acción de un sismo, para el caso del estudio realizado no se evidenció presencia de nivel freático, se espera cimentar sobre terreno parcialmente saturado por lo que queda descartado el efecto de licuefacción.



8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



8.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- 1.0 El nivel de cimentación recomendado es $D_f = 1.60$ m. como mínimo contados desde la cota de terreno existente.
- 2.0 Los valores obtenidos para la capacidad de carga admisible para el diseño de la cimentación se muestran en el cuadro de diseño, la cual se calculó a la profundidad de 1.60 m. Tanto en cimentación corrida y cuadrada.

Calicata	Tipo de Cimentación	Q adm (kg/cm ²)
		Prof. 1.50 m
C-2	Corrida	2.42
	Cuadrada	1.70

- 3.0 Considerando el módulo de elasticidad del suelo de 500 kg/cm² y relación de Poisson de 0.20, según la teoría de elasticidad (Lambe y Whitman, 1964), para el tipo de cimentación cuadrada se estima un asentamiento máximo de 0.45 cm, inferior a lo permisible que es 2.54cm (1"), según la Norma E.050, entonces no se presentarán problemas por asentamiento.
- 4.0 Con estos valores, no se espera problemas por asentamientos, ya que están por debajo de lo permisible
- 5.0 No se encontró la presencia de nivel freático en las calicatas a la profundidad estudiada de **3.00 m**, teniendo como referencia de cota el nivel actual del terreno.
- 6.0 Para la aplicación de las normas sismo resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) debe considerarse al suelo como tipo **Dos** con período predominante $t_s = 0.6$ seg. Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al área estudiada, no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.
- 7.0 El sub suelo está conformado por material
SW SM. – ARENA BIEN GRADUADA CON LIMO Y GRAVA.
SM. – ARENA LIMOSA.
SC SM. – ARENA LIMO ARCILLOSA.
- 8.0 Se concluye que el estrato de suelo que forma parte del contorno donde irá desplantada la cimentación contiene concentraciones Moderada a Severa de sulfatos. Por lo tanto, para el recubrimiento de las varillas de acero en la cimentación será necesario el uso de Cemento Tipo **IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)**. Con una relación agua cemento **NO mayor de 0.50**
- 9.0 **Los resultados de este estudio se aplican exclusivamente al área estudiada, no se pueden utilizar en otros sectores o para otros fines.**

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA OLIVERA BARRAZA



(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS



9.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Norma E-050, Suelos y Cimentaciones
- Norma E-030, Diseño Sismo resistente
- Alva Hurtado J.E., Meneses J. Y Guzmán V. V. (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- Juárez Badillo – Rico Rodríguez : Mecánica de Suelos, Tomos I, II.
- Karl Terzaghi / Ralph B. Peck : Mecánica de Suelos en la ingeniería Práctica. Segunda Edición 1973.
- T William Lambe Robert V. Whitman. Primera Edición 1972.
- Roberto Michelena / Mecánica de Suelos Aplicada. Primera Edición 1991.
- Reglamento Nacional de Construcciones CAPECO Quinta Edición 1987.
- RNE Normas de Diseño Sismo Resistente
- Cimentación de Concreto Armado en Edificaciones – ACI American Concrete Institute. Segunda Edición 1993.
- Supervisión de Obras de Concreto – ACI American Institute. Tercera Edición 1995.
- Recomendaciones para el proceso de Puesta en Obras de Estructuras de Concreto. Ing. Enrique Riva López /CONCYTEC 1988.
- Geotécnica para Ingenieros, Principios Básicos Alberto, J. Martínez Vargas /CONCYTEC 1990.



ANEXO

REGISTRO DE EXCAVACIONES



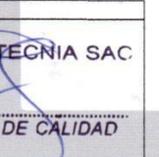
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Código	FOR-LSR-MS-005
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	23/10/2017

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D420

REFERENCIA	: DATOS DE CAMPO
SOLICITANTE	: CUADRADO LANDA WILLY C., ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO	: EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACIÓN	: INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
COORDENADA	: ---
CALICATA	: C-1
PROFUNDIDAD	: 3.00 m
Fecha de ensayo: 02/11/2019	

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10		LOSA (VEREDA)	s/m	---	---
0.20		MATERIAL NO CONTROLADO (ROCAS DE TAMAÑO MÁXIMO DE 6")	s/m	-	-
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					

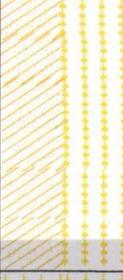
OBSERVACIONES:
 * Calicata realizada y Muestrada e identificada por el solicitante.
 * Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC V°B° ENSAYO DE MATERIALES Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.O. 173303 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad-MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Código	FOR-LSR-MS-005
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	23/10/2017

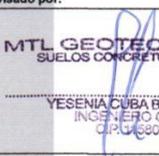
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D420

REFERENCIA	: DATOS DE CAMPO
SOLICITANTE	: CUADRADO LANDA WILLY C., ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO	: EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACIÓN	: INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
COORDENADA	: ---
CALICATA	: C-2
PROFUNDIDAD	: 3.00 m
Fecha de ensayo: 02/11/2019	

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10		LOSA (VEREDA)	s/m	---	---
0.20		MATERIAL NO CONTROLADO (ROCAS DE TAMAÑO MÁXIMO DE 6")	s/m	--	--
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00		ARENA LIMOSA ARCILLOSA, SC-SM, DE PLASTICIDAD BAJA, CONSISTENCIA BLANDA, EN CONDICIÓN HÚMEDA AL TACTO, DE COLOR MARRÓN OSCURO, CON ESTRUCTURA HOMOGÉNEA, CEMENTACIÓN DÉBIL, TENACIDAD MEDIA Y DILATANCIA LENTA.	M-1	SC-SM	A-2-4 (0)
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00		ARENA LIMOSA, SM, NO PLÁSTICO, DE CONSISTENCIA BLANDA, EN CONDICIÓN HÚMEDA, DE COLOR MARRÓN OSCURO, CON ESTRUCTURA HOMOGÉNEA, CEMENTACIÓN DÉBIL, TENACIDAD BAJA Y DILATANCIA RÁPIDA, NO SE ENCONTRÓ LA PRESENCIA DE NAPA FREÁTICA HASTA LA PROFUNDIDAD DE 3.00 m.	M-2	SM	A-1-b (0)
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					

OBSERVACIONES:

- * Calicata realizada y Muestrada e identificada por el solicitante.
- * Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC V°B° ENSAYO DE MATERIALES Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.I.P.C. 6903 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO	Código	FOR-LSR-MS-005
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	23/10/2017

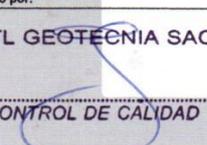
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D420

REFERENCIA	: DATOS DE CAMPO
SOLICITANTE	: CUADRADO LANDA WILLY C., NAÑEZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO	: EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACION	: INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
COORDENADA	: ---
CALICATA	: C-3
PROFUNDIDAD	: 3.00 m
Fecha de ensayo: 02/11/2019	

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10		LOSA (VEREDA)	s/m	--	--
0.20		MATERIAL NO CONTROLADO (ROCAS DE TAMAÑO MÁXIMO DE 6")	s/m	--	--
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00		ARENA BIEN GRADADA CON LIMO Y GRAVA, SW-SM, NO PLÁSTICO, DE CONSISTENCIA BLANDA, EN CONDICIÓN SECA AL TACTO, DE COLOR MARRÓN, CON ESTRUCTURA HOMOGÉNEA, CEMENTACIÓN DÉBIL, TENACIDAD BAJA Y DILATANCIA RÁPIDA.	M-1	SW-SM	A-1-b (0)
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80		ARENA LIMO ARCILLOSA, SC-SM, DE PLASTICIDAD MEDIA, CONSISTENCIA BLANDA, EN CONDICIÓN HÚMEDA, DE COLOR MARRÓN OSCURO, CON ESTRUCTURA HOMOGÉNEA, CEMENTACIÓN MODERADA, TENACIDAD MEDIA Y DILATANCIA LENTA, NO SE ENCONTRÓ LA PRESENCIA DE NAPA FREÁTICA HASTA LA PROFUNDIDAD DE 3.00 m.	M-2	SC-SM	A-4 (2)
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					

OBSERVACIONES:

- * Calicata realizada y Muestrada e identificada por el solicitante.
- * Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	 CONTROL DE CALIDAD
	MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

ANEXO

TABLAS



ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

ZONA \ SUELO	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

	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



Tabla N° 5 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
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

ESEÑA CUBA BARRAZA

Tabla N° 5
CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Tabla N° 6
CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO
ESENIA CUBA BARRAZA

TABLA N° 1
TIPO DE EDIFICACIÓN

CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	C	C	C	B
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	C	C	B	A
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	B	A	—	—
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	A	—	—	—
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	A	A	A	A
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	B	A	A	A
* Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.					
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES	≤ 9 m de altura	> 9 m de altura			
		B	A		

* Ver Artículo 11 (11.2)

TABLA N° 7
TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN	SÍMBOLO	
Pozo o Calicata	C - n	
Perforación	P - n	
Trinchera	T - n	
Auscultación	A - n	

n - número correlativo de sondaje.

TABLA 4.4
REQUISITOS PARA CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Sulfato (SO ₄) en el agua, ppm	Tipo de Cemento	Relación máxima agua - material cementante (en peso) para concretos de peso normal*	f _c mínimo (MPa) para concretos de peso normal y ligero*
Insignificante	0,0 ≤ SO ₄ < 0,1	0 ≤ SO ₄ < 150	—	—	—
Moderada**	0,1 ≤ SO ₄ < 0,2	150 ≤ SO ₄ < 1500	II, IP(MS), IS(MS), P(MS), I(PM)(MS), I(SM)(MS)	0,50	28
Severa	0,2 ≤ SO ₄ < 2,0	1500 ≤ SO ₄ < 10000	V	0,45	31
Muy severa	2,0 < SO ₄	10000 < SO ₄	Tipo V más puzolana***	0,45	31

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA

TABLA 4.5
CONTENIDO MÁXIMO DE IONES CLORURO PARA LA PROTECCIÓN CONTRA LA
CORROSIÓN DEL REFUERZO

Tipo de elemento	Contenido máximo de iones de cloruro solubles en agua en el concreto (porcentaje en peso del cemento)
Concreto preesforzado	0,06
Concreto armado que en servicio estará expuesto a cloruros	0,15
Concreto armado que en servicio estará seco o protegido contra la humedad	1,00
Otras construcciones de concreto armado	0,30





(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

CALCULO DE CAPACIDAD



SOLICITANTE : CUADRADO LANDA WILLY C., ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACIÓN : INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
SONDEO : C-3/ M-2

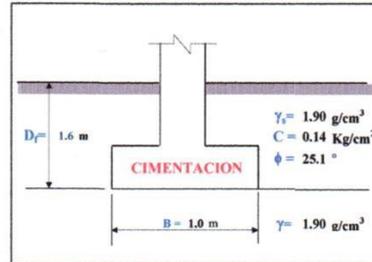
CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Tipo de Suelo : ARENA LIMO ARCILLOSA
SC SM

REALIZADO : Ing. Y.C.B.
FECHA : 7/11/2019
DF : 1.60 m (Profundidad)

CIMENTACION CORRIDA

Cohesión C = 0.14 Kg/cm²
Angulo de fricción φ = 25.1 °
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación γ_s = 1.90 g/cm³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación γ = 1.90 g/cm³
Ancho de la cimentación B = 1.00 m
Largo de la cimentación L = 1.00 m
Profundidad de la cimentación D_f = 1.60 m
Factor de seguridad FS = 3.00



$$q_{ult} = CN_c S_c + \gamma D_f N_q S_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma S_\gamma$$

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carga

N_q = 10.775050
N_c = 20.867497
N_γ = 11.031673

N_q/N_c = 0.52
tan φ = 0.47

Factores de forma

S_q = 1
S_c = 1
S_γ = 1

$$S_c = \left(\frac{N_q}{N_c} \right) * \left(\frac{B}{L} \right)$$

$$S_q = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) * T_g \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 * \left(\frac{B}{L} \right)$$

Reemplazando en la fórmula se tiene:

Finalmente $q_{ult} = 72.451 \text{ Tn/m}^2$

Finalmente

Capacidad última de carga $q_{ult} = 7.25 \text{ Kg/cm}^2$

Con: FS = 3.00

Se tiene finalmente:

Capacidad admisible de carga $q_{adm} = 2.42 \text{ Kg/cm}^2$

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA
INGENIERO CIVIL
C.P. 173303

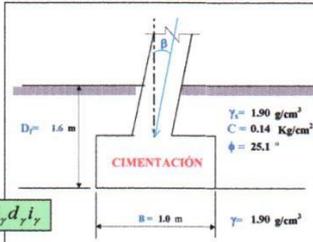
SOLICITANTE : CUADRADO LANDA WILLY C., NAÑEZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACIÓN : INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
SONDEO : C-3/ M-2

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Tipo de Suelo : ARENA LIMO ARCILLOSA
REALIZADO : Ing. Y.C.B.
FECHA : 7/11/2019
DF : 1.60 m (Profundidad)

CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR O CIRCULAR

Cohesión	C	0.14 Kg/cm ²
Angulo de fricción	φ	25.10 °
Tipo de falla	B	
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ ₁	1.90 g/cm ³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ	1.90 g/cm ³
Ancho de la cimentación	B	1.00 m
Largo de la cimentación	L	1.00 m
Profundidad de la cimentación	D _f	1.60 m
Inclinación de la carga	β	0.00 °
Factor de seguridad	FS	3.00



$$q_n = cN_c S_c d_c i_c + q_s N_q S_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma S_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Tipo de falla: **Corte general** (suelos densos)
Corte local (suelos sueltos como arenas poco densas, limos blandos, etc.)

A
B
C [*]
φ [*]

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = \gamma z^2 (45 + \frac{\phi}{2}) e^{1.3 \phi}$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \gamma \phi$$

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

Calculando los factores de capacidad de carga y forma:

Factores de capacidad de carga	Factores de forma
N _c = 12.594	S _c = 1.392
N _q = 4.933	S _q = 1.312
N _γ = 3.706	S _γ = 0.600
Factores de profundidad	Factores de inclinación
d _c = 1.405	i _c = 1.000
d _q = 1.311	i _q = 1.000
d _γ = 1.000	i _γ = 1.000

$$\text{Si } \frac{D_f}{B} > 1$$

$$d_c = 1 + 0.4 \arctg \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_q = 1 + 2 (\tan \phi) (1 - \sin \phi)^2 \arctg \left(\frac{D_f}{B} \right)$$

$$d_\gamma = 1$$

$$\text{Si } \frac{D_f}{B} \leq 1$$

$$d_c = 1 + \left(\frac{D_f}{90} \right)^2$$

$$d_q = 1 + 2 (\tan \phi) (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

Reemplazando en la formula se tiene: $q_u = 50.902 \text{ Tn/m}^2$
Finalmente $q_u = 5.09 \text{ Kg/cm}^2$
Con: FS = 3.00
Se tiene finalmente: $q_{adm} = 1.70 \text{ Kg/cm}^2$

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARBAZA
INGENIERO CIVIL
017118803

SOLICITANTE : CUADRADO LANDA WILLY C., NAÑEZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACIÓN : INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
SONDEO : C-3/ M-2

CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO

Tipo de Suelo : ARENA LIMO ARCILLOSA
REALIZADO : Ing. Y.C.B.
FECHA : 7/11/2019
DF : 1.60 m (Profundidad)

CIMENTACION CUADRADA, RECTANGULAR O CIRCULAR

ASENTAMIENTO (S_i)

Cimentación Cuadrada

Presión por carga admisible	$q_{adm} = 1.70 \text{ Kg/cm}^2$
Relación de Poisson	$\mu = 0.2$
Módulo de Elasticidad	$E_s = 500 \text{ Kg/cm}^2$
Asentamiento permisible	$S_{i(max)} = 2.54 \text{ cm}$
Ancho de la cimentación	$B = 1.0 \text{ m}$
Factor de forma	$I_f = 0.93 \text{ m/m}$
Asentamiento	$S_i = 0.005 \text{ m}$
Asentamiento	$S_i = 0.45 \text{ cm}$
Presión por carga	$q_{adm} = 1.70 \text{ Kg/cm}^2$
Presión de carga asumida por asentamiento	$q_{adm} = 2.54 \text{ Kg/cm}^2$

$$S_i = \frac{q B (1 - \mu^2)}{E_s} I_f$$

$$I_f = \frac{L}{\beta_s}$$

$S_i = 0.30 \text{ cm OK !}$
 $S_i = 0.45 \text{ cm OK !}$

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA



(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

ENSAYOS DE LABORATORIO



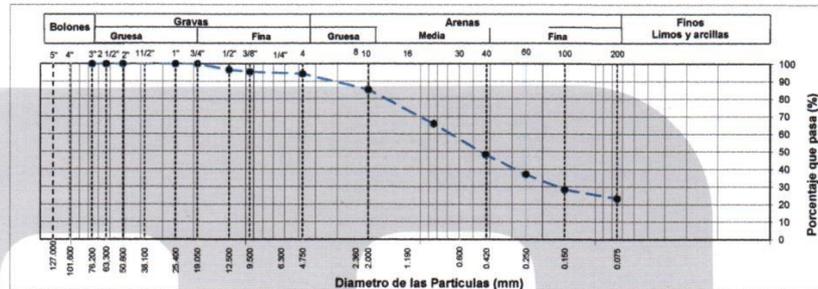
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	2/08/2017

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio		
SOLICITANTE	: CUADRADO LANDA WILLY C., RAÑEZ AGUADO FELIPE C.		
PROYECTO	: EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTEVOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019		
UBICACIÓN	: INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTEVOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA		
CALICATA	: C-01		
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0.80 - 3.00 m		Fecha de ensayo: 05/11/2019

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 6.3 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) 20.0 Limite Plástico (LP) 18.0 Indice Plástico (IP) 2.0 Grava (%) 5.6 Arena (%) 71.0 Finos (%) 23.4 CLASIFICACION DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) SM Clasificación AASHTO (D3282) A-1-b (0) Nombre del Grupo Arena limosa INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	96.6		
3/8"	9.500	95.5		
Nº 4	4.750	94.4		
Nº 10	2.000	85.3		
Nº 20	0.840	65.9		
Nº 40	0.425	48.4		
Nº 60	0.250	37.2		
Nº 100	0.150	28.5		
Nº 200	0.075	23.4		

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Calicata realizada y Muestrada e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP 115803 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

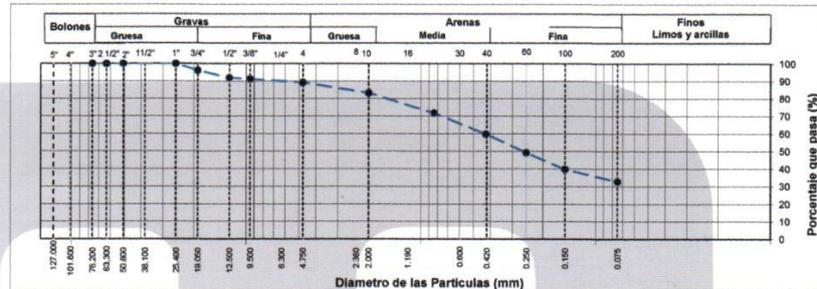
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	2/08/2017

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: CUADRADO LANDA WILLY C., ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO	: EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACION	: INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
CALICATA	: C-02
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 0.90 - 2.20 m
Fecha de ensayo: 05/11/2019	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)		
4"	101.600	100.0		Contenido Humedad (%)	3.2	
3"	76.200	100.0		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)		
2 1/2"	63.300	100.0		Límite Líquido (LL)	22.0	
2"	50.800	100.0		Límite Plástico (LP)	18.0	
1 1/2"	38.100	100.0		Índice Plástico (IP)	4.0	
1"	25.400	100.0		Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
3/4"	19.000	96.2		10.7	56.5	32.9
1/2"	12.500	92.0		CLASIFICACION DE SUELOS		
3/8"	9.500	91.3		Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SC-SM	
Nº 4	4.750	89.3		Clasificación AASHTO (D3282)	A-2-4 (0)	
Nº 10	2.000	83.3		Nombre del Grupo	Arena limo arcillosa	
Nº 20	0.840	71.9		INDICACIONES:		
Nº 40	0.425	59.9		El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.		
Nº 60	0.250	49.3				
Nº 100	0.150	39.9				
Nº 200	0.075	32.9				

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Calicata realizada y Muestreada e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL I.P. 140003 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

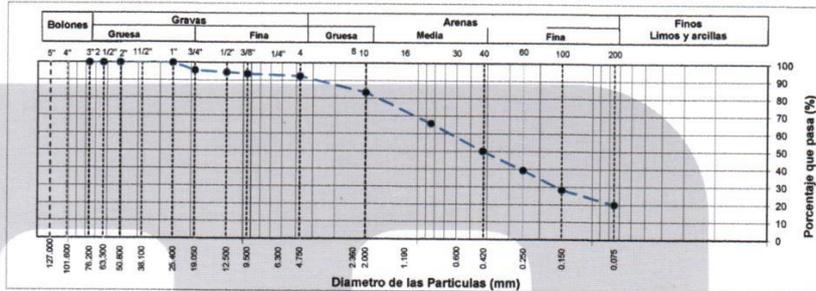
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	2/08/2017

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: CUADRADO LANDA WILLY C., RÁREZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO	: EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACION	: INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
CALICATA	: C-02
MUESTRA	: M-2
PROFUNDIDAD	: 2.20 - 3.00 m
Fecha de ensayo: 05/11/2019	

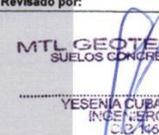
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
4"	101.600	100.0		Contenido Humedad (%)	4.6
3"	76.200	100.0		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
2 1/2"	63.300	100.0		Límite Líquido (LL)	19.0
2"	50.800	100.0		Límite Plástico (LP)	N.P
1 1/2"	38.100	100.0		Índice Plástico (IP)	N.P
1"	25.400	100.0		Grava (%)	7.5
3/4"	19.000	95.7		Arena (%)	72.5
1/2"	12.500	94.5		Finos (%)	20.1
3/8"	9.500	93.7		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Nº 4	4.750	92.5		Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SM
Nº 10	2.000	83.3		Clasificación AASHTO (D3282)	A-1-b (0)
Nº 20	0.840	65.8		Nombre del Grupo	Arena limosa
Nº 40	0.425	50.2		INDICACIONES:	
Nº 60	0.250	39.5		El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.	
Nº 100	0.150	28.3			
Nº 200	0.075	20.1			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Calicata realizada y Muestreada e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS YESENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.B. 146903	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

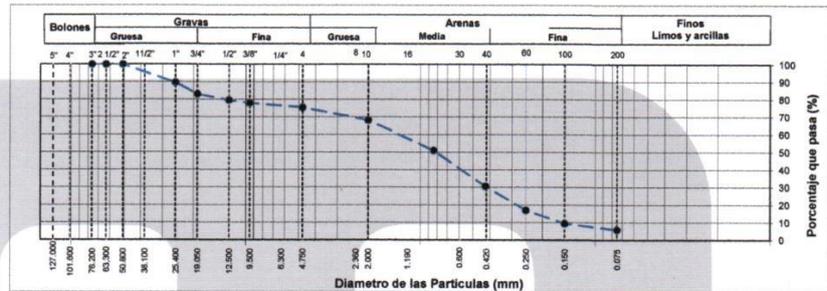
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	2/08/2017

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC E - 204

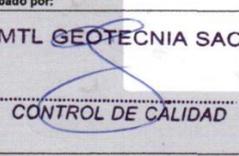
REFERENCIA	: Datos de Laboratorio		
SOLICITANTE	: CUADRADO LANDA WILLY C., ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.		
PROYECTO	: EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019		
UBICACIÓN	: INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA		
CALICATA	: C-03		
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 0,90 - 1,60 m		Fecha de ensayo: 05/11/2019

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
4"	101.600	100.0		Contenido Humedad (%)	2.0
3"	76.200	100.0		LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
2 1/2"	63.300	100.0		Límite Líquido (LL)	N.P
2"	50.800	100.0		Límite Plástico (LP)	N.P
1 1/2"	38.100	100.0		Índice Plástico (IP)	N.P
1"	25.400	89.7		Grava (%)	24.5
3/4"	19.000	83.1		Arena (%)	69.5
1/2"	12.500	79.8		Finos (%)	5.9
3/8"	9.500	78.0		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Nº 4	4.750	75.5		Clasificación SUCS (ASTM D2487)	SW - SM
Nº 10	2.000	68.2		Clasificación AASHTO (D3282)	A-1-b (0)
Nº 20	0.840	51.0		Nombre del Grupo	Arena bien gradada con limo y grava
Nº 40	0.425	30.7		INDICACIONES:	
Nº 60	0.250	17.1		El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.	
Nº 100	0.150	9.5			
Nº 200	0.075	5.9			

CURVA GRANULOMETRICA



- OBSERVACIONES:**
- * Calicata realizada y Muestrada e identificada por el solicitante.
 - * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
 - * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	 CONTROL DE CALIDAD

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	2/08/2017

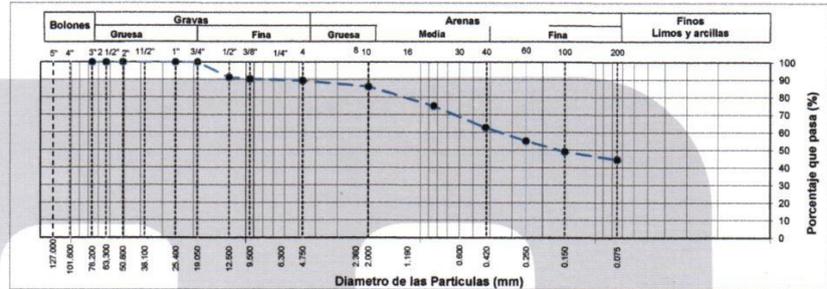
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: CUADRADO LANDA WILLY C., ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO	: EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACION	: INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
CALICATA	: C-03
MUESTRA	: M-2
PROFUNDIDAD	: 1.60 - 3.00 m

Fecha de ensayo: 05/11/2019

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216) Contenido Humedad (%) 11.9 LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318) Limite Líquido (LL) 26.0 Limite Plástico (LP) 19.0 Índice Plástico (IP) 7.0 Grava (%) 10.5 Arena (%) 45.0 Finos (%) 44.5 CLASIFICACION DE SUELOS Clasificación SUCS (ASTM D2487) SC-SM Clasificación AASHTO (D3282) A-4 (2) Nombre del Grupo Arena limo arcillosa INDICACIONES: El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	91.4		
3/8"	9.500	90.5		
Nº 4	4.750	89.5		
Nº 10	2.000	86.1		
Nº 20	0.840	75.1		
Nº 40	0.425	62.8		
Nº 60	0.250	55.2		
Nº 100	0.150	49.2		
Nº 200	0.075	44.5		

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES:

- * Calicata realizada y Muestrada e identificada por el solicitante.
- * El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-016
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: CUADRADO LANDA WILLY C. ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO	: EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACIÓN	: INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
FECHA DE ENSAYO	: 7 de Noviembre de 2019
CALICATA	: C-3
MUESTRA	: M-2
PROFUNDIDAD	: 1.60 - 3.00 m

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	24.0 mm		Altura Inicial:	24.0 mm		Altura Inicial:	24.0 mm	
Lado de caja:	60.7 mm		Lado de caja:	60.7 mm		Lado de caja:	60.7 mm	
Area Inicial:	28.9 cm ²		Area Inicial:	28.9 cm ²		Area Inicial:	28.9 cm ²	
Densidad Seca:	1.900 gr/cm ³		Densidad Seca:	1.900 gr/cm ³		Densidad Seca:	1.900 gr/cm ³	
Humedad Inic.:	11.9 %		Humedad Inic.:	11.9 %		Humedad Inic.:	11.9 %	
Est. Normal:	0.51 kg/cm ²		Est. Normal:	1.01 kg/cm ²		Est. Normal:	2.03 kg/cm ²	
Est. Corte:	0.37 kg/cm ²		Est. Corte:	0.62 kg/cm ²		Est. Corte:	1.08 kg/cm ²	

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (tsf)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (tsf)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (tsf)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.14	0.34	0.41	0.21	0.26	0.41	0.34	0.21
0.82	0.21	0.53	0.82	0.30	0.37	0.82	0.46	0.29
1.24	0.25	0.52	1.24	0.36	0.45	1.24	0.57	0.35
1.65	0.29	0.72	1.65	0.40	0.50	1.65	0.62	0.38
2.47	0.34	0.83	2.47	0.47	0.58	2.47	0.73	0.45
3.30	0.35	0.86	3.30	0.50	0.61	3.30	0.79	0.48
4.12	0.36	0.87	4.12	0.53	0.64	4.12	0.84	0.51
4.94	0.36	0.87	4.94	0.55	0.66	4.94	0.90	0.54
5.77	0.36	0.85	5.77	0.57	0.68	5.77	0.93	0.55
6.59	0.37	0.87	6.59	0.58	0.68	6.59	0.95	0.56
7.42	0.35	0.81	7.42	0.58	0.68	7.42	0.98	0.57
8.24	0.34	0.79	8.24	0.59	0.68	8.24	0.99	0.57
9.06	0.34	0.77	9.06	0.59	0.68	9.06	1.01	0.58
9.89	0.33	0.75	9.89	0.60	0.68	9.89	1.03	0.59
10.71	0.33	0.74	10.71	0.59	0.67	10.71	1.02	0.57
11.54	0.32	0.72	11.54	0.60	0.67	11.54	1.04	0.58
12.36	0.32	0.70	12.36	0.60	0.66	12.36	1.04	0.58
13.18	0.32	0.71	13.18	0.60	0.66	13.18	1.05	0.57
14.01	0.32	0.68	14.01	0.61	0.66	14.01	1.06	0.57
14.83	0.31	0.67	14.83	0.60	0.65	14.83	1.05	0.56
15.66	0.32	0.67	15.66	0.62	0.65	15.66	1.08	0.57
16.48	0.31	0.66	16.48	0.62	0.65	16.48	1.08	0.57

OBSERVACIONES:
Muestra proporcionada por el solicitante y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo
Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante del tamiz N°4 a densidad seca de 1.900 g/cm³
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA SAC.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

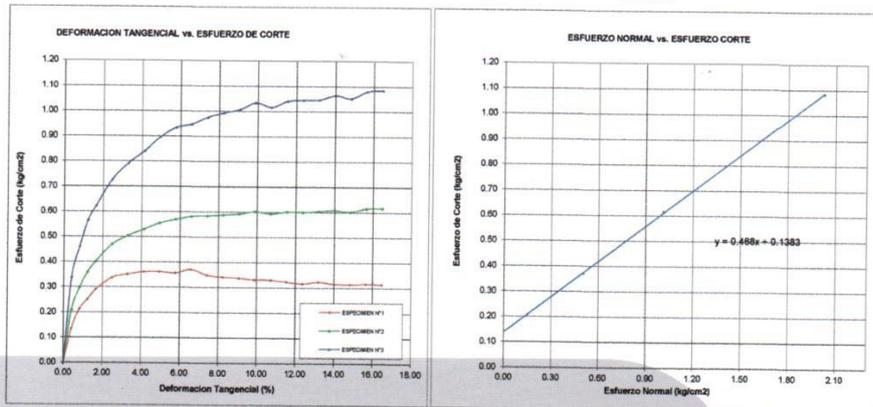
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO CORTE DIRECTO	Código	FOR-LSR-MS-015
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
ASTM D3080

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: CUADRADO LANDA WILLY C., ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO	: EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACIÓN	: INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
FECHA DE ENSAYO	: 7 de Noviembre de 2019
CALICATA	: C-3
MUESTRA	: M-2
PROFUNDIDAD	: 1.60 - 3.00 m

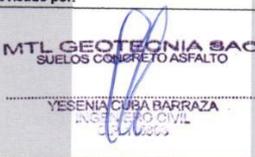
ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
Cohesión c : 0.14 kg/cm²
Angulo de fricción ϕ : 25.1°

OBSERVACIONES:
Muestra proporcionada por el solicitante y reducida en laboratorio a tamaño de ensayo
Los tres especímenes de ensayo fueron remoldeados con suelo pasante del tamiz N°4 a densidad seca de 1.900 g/cm³
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA SAC

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES, SULFATOS, CLORUROS y pH EN SUELOS	Código	FOR-LSR-QU-50
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	29/11/2017

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS
NTP 339.152/ NTP 339.177/ NTP 339.178/ NTP 339.176/ AASHTO T290/ AASHTO T291

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTES	: CUADRADO LANDA WILLY C., ÑAÑEZ AGUADO FELIPE C.
PROYECTO	: EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019
UBICACIÓN	: INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA
CALICATA	: C-3
MUESTRA	: M-3
PROFUNDIDAD	: 1.60-3.00 m
Fecha de ensayo: 07/11/2019	

ENSAYO	RESULTADO		NORMA
	p.p.m.	%	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	1620	0.162	NTP 339.152
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES	1070	0.107	NTP 339.178/ AASHTO T290
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	408	0.041	NTP 339.177/ AASHTO T291
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	--		NTP 339.176

INDICACIONES:

- * Durante la preparación, el material fue secado a temperatura ambiente (60°C).

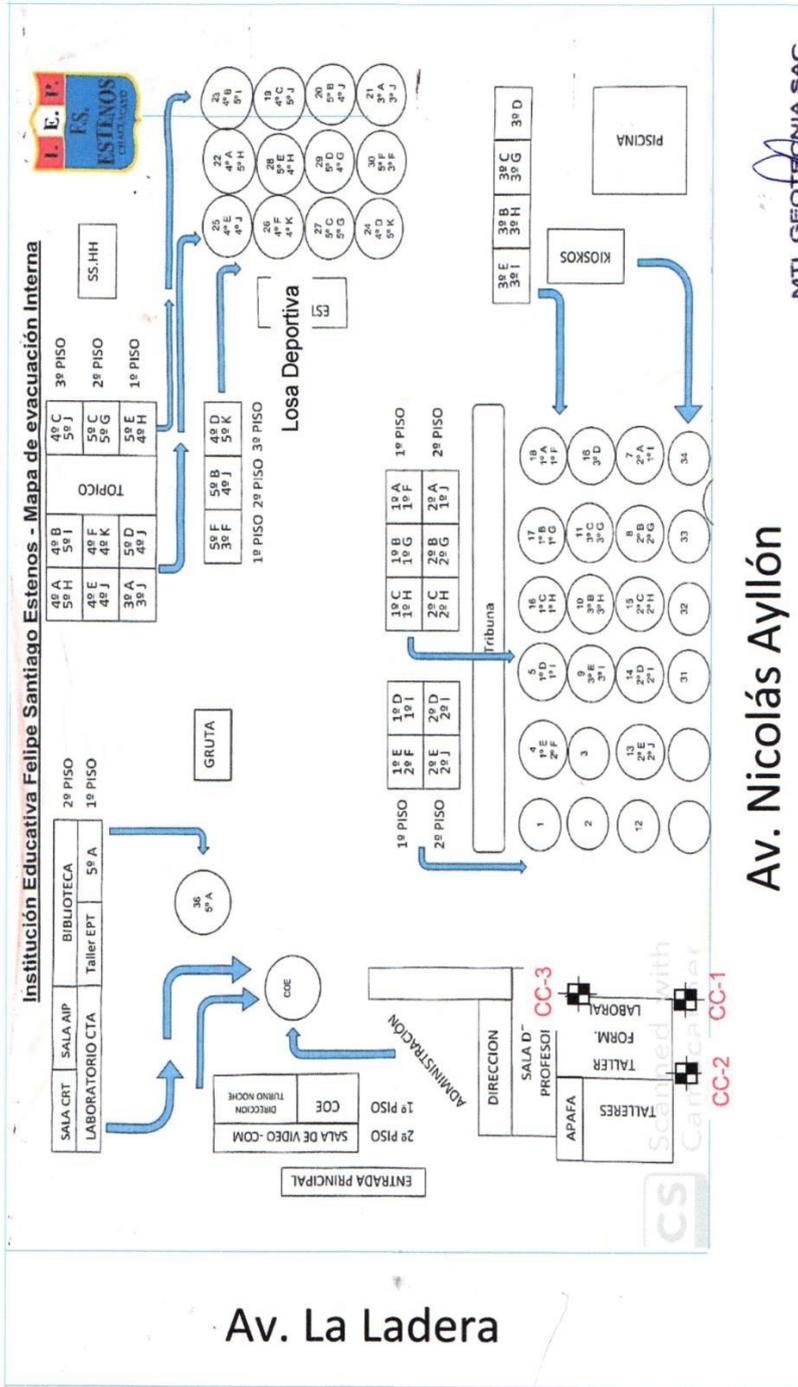
OBSERVACIONES:

- * Muestra provista e identificada por el solicitante.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUEVA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.P. 115903 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad JJ GEOTECNIA

CROQUIS DE UBICACIÓN DE LAS CALICATAS







(511) 457 2237 / 989 349 903
Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
San Martín de Porres - Lima
informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

PANEL FOTOGRAFICO





VISTA PANORÁMICA DE LA CALICATA C-1 DEL PROYECTO: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019", UBICADO EN LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA



VISTA PANORÁMICA DE LA CALICATA C-1 DEL PROYECTO: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019", UBICADO EN LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YESENIA CUBA BARRAZA



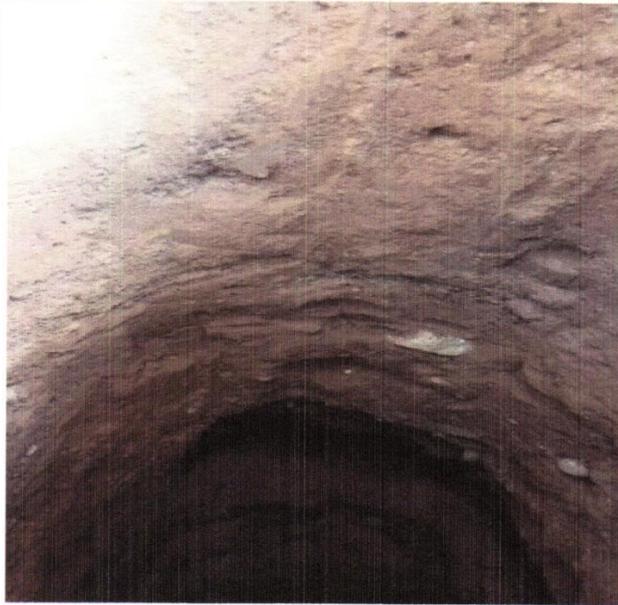
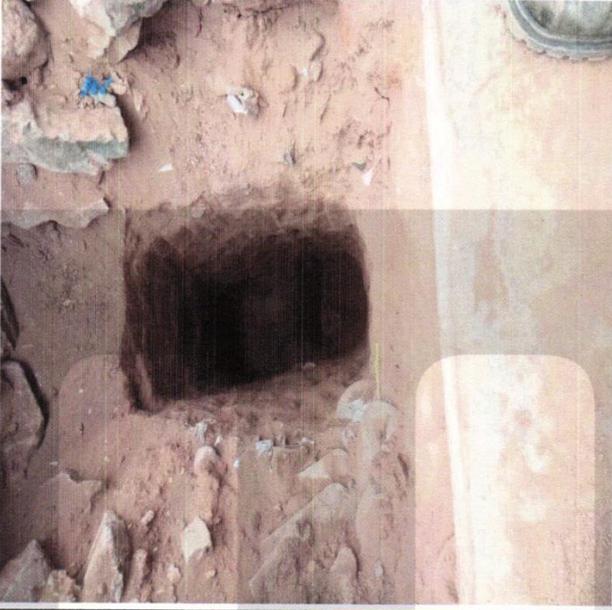
VISTA PANORÁMICA DE LA CALICATA C-2 DEL PROYECTO: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019", UBICADO EN LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA



VISTA PANORÁMICA DE LA CALICATA C-2 DEL PROYECTO: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019", UBICADO EN LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA

MTL GEOTECNIA SAC
SUELOS CONCRETO ASFALTO

YVESNIA DÍAZ BARRAZA

	<p>VISTA PANORÁMICA DE LA CALICATA C-3 DEL PROYECTO: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019", UBICADO EN LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA</p>
	<p>Vista panorámica de la calicata C-3 del Proyecto: "EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA DEL PABELLON "B" DE LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, PARA SU REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, CHACLACAYO, LIMA 2019", UBICADO EN LA INSTITUCION EDUCATIVA FELIPE SANTIAGO ESTENOS, DISTRITO DE CHACLACAYO - LIMA</p> <p>MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO</p> <p>YESENIA CUBA BARRAZA</p>



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC - 1507 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019-04-26

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martín De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : EQUIPO DE CORTE DIRECTO

Marca : Peru Test S.A.C.
Modelo : PT-CD-500
Serie : 1011
Alcance : 500 kg
Resolución : 0,01 kg
Procedencia : Perú
Identificación : No indica
Ubicación : Laboratorio de Suelos
Fecha de Calibración : 2019-04-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 " Procedimiento interno de Calibración de Prensas, Celdas y Anillos de Carga".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	21,6 °C	21,6 °C
HUMEDAD RELATIVA	61,0%	62,0%

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.
El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolas Ramos Paucar
Gerente Técnico.
CFP :0316

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1507 - 2019

Página : 2 de 2

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Manómetro Digital 700 bar TEST & CONTROL	CELDA ANYLOAD	LM-0033-2019

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo (kg)	Indicación del Patrón (kg)	Error (kg)	Incertidumbre (kg)
10,00	9,45	-0,55	0,01
100,00	99,45	-0,55	0,10
150,00	150,52	0,52	0,15
200,00	199,18	-0,82	0,20
250,00	249,06	-0,94	0,25
300,00	299,13	-0,87	0,30
350,00	348,98	-1,02	0,35
400,00	398,95	-1,05	0,40
450,00	449,14	-0,86	0,45
500,00	498,87	-1,13	0,50

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 1505 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019 - 04 - 25

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martin De Porres

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : SARTORIUS
Modelo : LC2201S
N° de Serie : 50310007
Capacidad Máxima : 2200 g
División de Escala (d) : 0,01 g
División de Verificación (e) : 0,01 g
Clase de Exactitud^[1] : I
Capacidad Mínima^[1] : 1 g
Procedencia : ALEMANIA
Identificación : No Indica
Intervalo de ΔT Local : 18 °C hasta 30 °C
Fecha de Calibración : 2019 - 04 - 24
Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1505 - 2019

Página : 2 de 3

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2 LO JUSTO S.A.C.	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-119-2018
Pesa 2 kg Clase de Exactitud E1	Pesa 2 kg Clase de Exactitud F1	LM-330-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene	Dispositivo Indicador Auxiliar	No Tiene

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

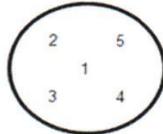
Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,10 °C	26,30 °C
Humedad Relativa	69,46 %	69,46 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,00	1 100,01	4	11	1	2 200,00	2 200,00	4	1
2		1 100,00	4	1	2		2 200,00	4	1
3		1 100,00	5	0	3		2 200,01	5	10
4		1 100,00	5	0	4		2 200,00	4	1
5		1 100,00	4	1	5		2 200,00	4	1
6		1 100,01	4	11	6		2 200,00	5	0
7		1 100,01	4	11	7		2 200,01	5	10
8		1 100,00	5	0	8		2 200,00	5	0
9		1 100,01	4	11	9		2 200,01	5	10
10		1 100,00	4	1	10		2 200,00	4	1
E _{máx} - E _{mín}				11 mg	E _{máx} - E _{mín}				10 mg
error máximo permitido				± 20 mg	error máximo permitido				± 30 mg

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,30 °C	26,41 °C
Humedad Relativa	68,26 %	69,46 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,10	0,10	4	1	700,00	700,00	4	1	0	20
2		0,10	4	1		700,00	4	1	0	
3		0,10	4	1		700,01	4	11	10	
4		0,10	4	1		700,00	5	0	-1	
5		0,10	4	1		700,01	5	10	9	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	26,30 °C	26,41 °C
Humedad Relativa	68,26 %	68,26 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						
1,00	1,00	5	0	0	1,00	5	0	0	10
10,00	10,00	5	0	0	10,00	5	0	0	10
100,00	100,00	5	0	0	100,00	5	0	0	10
500,00	500,00	5	0	0	500,00	5	0	0	10
700,00	700,00	5	0	0	700,00	6	-1	-1	20
900,00	900,00	5	0	0	900,00	6	-1	-1	20
1 100,00	1 100,01	6	9	9	1 100,01	6	9	9	20
1 500,00	1 500,01	6	9	9	1 500,01	6	9	9	20
2 000,00	2 000,00	6	-1	-1	2 000,00	6	-1	-1	20
2 200,00	2 200,01	6	9	9	2 200,01	5	10	10	30

Donde: I : Indicación de la balanza ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración E : Error del instrumento Ec : Error corregido

Lectura Corregida : $R_{\text{corregida}} = R - 2,98 \times 10^{-6} \times R$

Incertidumbre de Medición : $U_R = 2 \times \sqrt{4,63 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 1,22 \times 10^{-9} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
[1] Calculada según la NMP 003-2009

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 1502 - 2019

PROFORMA : 0712A

Fecha de emisión : 2019 - 04 - 26

Página : 1 de 5

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal. La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos, Lima - Lima - San Martin De Porres

EQUIPO : HORNO
Marca : GEMMY INDUSTRIAL CORP
Modelo : YCO-010
N° de Serie : 510847
Tipo de Ventilación : Turbulencia
Procedencia : No Indica
Identificación : No Indica
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TERMÓMETRO DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : No Indica
Resolución : 0,1 °C
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL
Marca : No Indica
Alcance : No Indica
Resolución : 0,1 °C
Fecha de Calibración : 2019 - 04 - 25
Ubicación^[6] : LABORATORIO DE SUELOS

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	21,4 °C	21,6 °C
Humedad Relativa	59,0 %	57,9 %

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 0316

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1502 - 2019

Página : 2 de 5

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Dos Termómetros Digitales Incertidumbre 0,007 °C DM - INACAL	Termómetro Digital -200 °C a 400 °C	LT-247-2018

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	20 min	20 min	60 %	Recipiente metálico con muestra.

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										Tprom ⁽¹⁾ (°C)	Tmax - Tmin (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110,0	109,0	109,2	108,9	108,5	108,0	109,2	107,2	107,2	108,5	107,9	108,4	6,7
0:02	110,0	108,6	109,0	108,8	108,3	108,2	109,4	107,1	107,1	108,1	108,6	108,3	6,9
0:04	110,0	108,7	109,0	108,8	108,3	108,1	109,2	107,3	107,3	108,2	108,0	108,3	6,6
0:06	110,0	108,9	109,2	108,8	108,1	108,0	109,1	107,3	107,3	108,6	108,3	108,3	6,4
0:08	110,0	108,7	109,1	108,6	108,0	107,8	109,6	107,1	107,1	108,4	107,8	108,2	7,3
0:10	110,0	108,4	108,7	108,6	107,9	107,8	108,8	106,9	106,9	108,2	107,3	107,9	6,8
0:12	110,0	108,0	108,3	108,3	107,8	107,6	108,6	106,6	106,6	107,8	106,5	107,6	6,8
0:14	110,0	108,0	108,2	108,2	107,7	107,7	108,1	106,5	106,5	107,4	107,0	107,5	6,5
0:16	110,0	108,3	108,4	108,7	107,8	107,3	108,5	106,8	106,8	107,5	107,7	107,8	6,5
0:18	110,0	108,1	108,2	108,5	108,3	107,8	108,2	106,8	106,8	107,5	107,6	107,8	6,1
0:20	110,0	108,6	109,2	108,8	108,5	108,0	108,2	107,0	107,0	107,7	108,4	108,1	5,9
0:22	110,0	109,0	109,0	109,0	108,8	108,0	108,5	107,3	107,3	108,1	108,2	108,3	6,1
0:24	110,0	108,8	109,4	109,2	108,7	108,2	108,2	107,3	107,3	108,2	107,8	108,3	5,9
0:26	110,0	108,5	108,7	108,9	108,0	107,9	108,3	107,2	107,2	107,6	108,3	108,0	6,0
0:28	110,0	108,1	108,4	108,1	107,7	107,8	107,7	106,7	106,7	107,3	107,0	107,5	6,0
0:30	110,0	108,0	108,0	108,6	107,8	107,8	107,9	106,6	106,6	107,1	107,4	107,6	6,1
0:32	110,0	108,5	108,5	108,6	108,3	108,0	108,5	107,0	107,0	107,6	107,8	108,0	6,3
0:34	110,0	108,9	109,2	109,1	108,3	107,9	107,9	107,3	107,3	107,5	107,8	108,1	5,9
0:36	110,0	108,4	108,6	108,6	108,0	108,3	108,7	107,0	107,0	107,7	107,8	108,0	6,6
0:38	110,0	108,5	108,8	108,6	108,1	108,2	108,3	107,0	107,0	107,1	107,4	107,9	6,5
0:40	110,0	108,7	108,8	108,7	108,3	108,4	108,4	107,0	107,0	106,9	107,2	107,9	6,5
0:42	110,0	108,6	108,7	108,7	108,4	108,4	108,7	107,2	107,2	107,1	107,5	108,0	6,5
0:44	110,0	108,2	108,2	108,4	107,9	108,2	108,1	106,9	106,9	107,2	106,9	107,7	6,3
0:46	110,0	108,2	108,5	108,8	108,2	108,1	107,8	106,9	106,9	106,6	107,2	107,7	5,9
0:48	110,0	108,8	109,0	109,1	108,6	108,2	107,7	107,1	107,1	107,0	107,9	108,1	5,7
0:50	110,0	108,9	109,2	108,9	109,0	108,6	108,2	107,4	107,4	107,9	108,3	108,4	5,8
0:52	110,0	109,1	109,1	109,5	108,8	108,5	108,0	107,4	107,4	108,0	108,0	108,4	5,7
0:54	110,0	109,1	109,4	109,3	108,6	108,9	108,1	107,5	107,5	107,5	107,6	108,3	5,8
0:56	110,0	109,2	109,6	109,4	109,0	108,9	108,9	107,6	107,6	107,6	108,4	108,6	6,3
0:58	110,0	109,4	109,3	109,6	109,1	109,2	108,6	107,8	107,8	107,5	108,5	108,7	5,8
1:00	110,0	109,3	109,6	109,6	109,2	109,1	108,3	107,8	107,8	106,6	107,9	108,6	5,6
T. PROM ⁽¹⁾	110,0	108,6	108,9	108,8	108,3	108,2	108,5	107,1	107,1	107,6	107,7		
T. MAX ⁽²⁾	110,0	109,4	109,6	109,6	109,2	109,2	109,6	107,8	107,8	108,6	108,6		
T. MIN ⁽³⁾	110,0	108,0	108,0	108,1	107,7	107,3	107,7	106,5	106,5	106,6	106,5		
DTT ⁽⁵⁾	0,0	1,4	1,6	1,5	1,5	1,9	2,0	1,3	1,3	2,1	2,0		

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.



Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

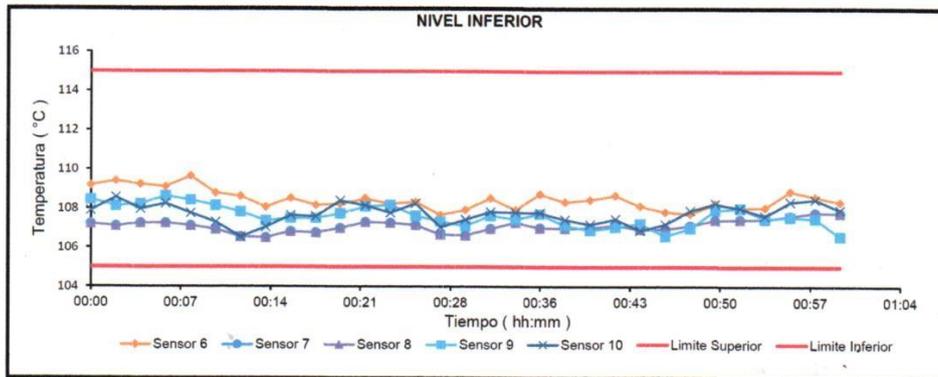
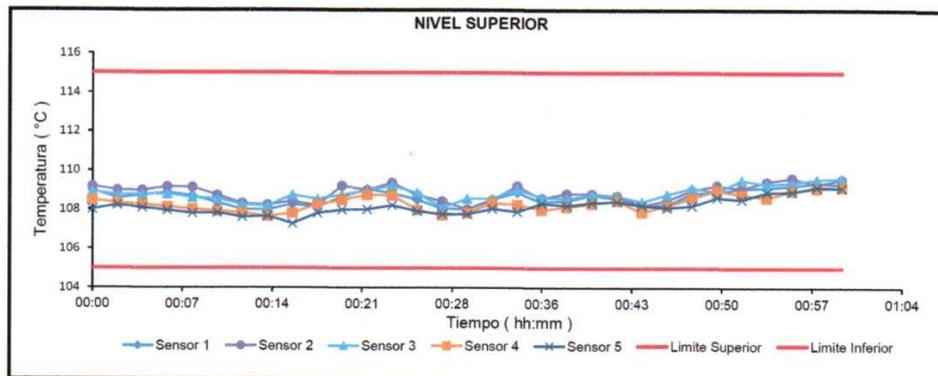
Certificado : TC - 1502 - 2019

Página : 3 de 5

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	109,6	0,6
Mínima Temperatura Medida	106,5	0,4
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,1	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,8	0,2
Estabilidad Medida (±)	1,03	0,04
Uniformidad Medida	7,3	0,4

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES

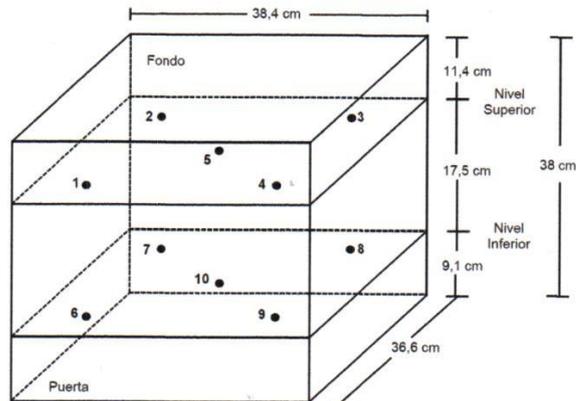


Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
 Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 0 cm por encima de la parrilla superior.
 Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
 Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 3,84 cm de las paredes laterales y a 36,6 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO





Laboratorio de Calibración

SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
NTP ISO / IEC 17025:2017

Certificado : TC - 1502 - 2019

Página : 5 de 5

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta con el número de certificado.

[1] T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

[2] T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

[3] Tmax: Temperatura máxima.

[4] Tmin: Temperatura mínima.

[5] DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

[6] Dato proporcionado por el cliente

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 0,1 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

INCERTIDUMBRE

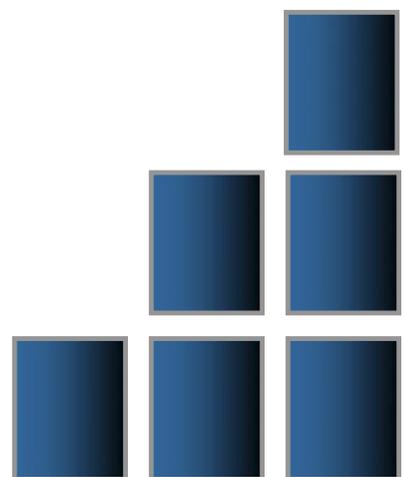
La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

**PANEL DE IMÁGENES DE ENSAYOS EN
CAMPO Y LABORATORIO PABELLÓN “B”**



FALLAS DEL PABELLÓN “B”



ENSAYO DE DIAMANTINAS



CALICATAS



ENSAYO DEL SMAW

