

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**DESPLAZAMIENTOS LATERALES ASUMIENDO  
COMPONENTES NO ESTRUCTURALES EN LOS  
MÓDULOS DE LA I.E.N°16036 ALFONSO ARANA  
VIDAL-SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS, JAÉN.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Autor (es) : Bach. Segundo Olano Bustamante**

**Asesor (es) : Mg. Edinson Viamney Llamo Goicochea**

**JAÉN – PERÚ, DICIEMBRE, 2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 19 de diciembre del año 2019, siendo las 8:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg Juan Alberto Contreras Moreto

Secretario: Mg Billy Alexis Cayatopa Calderón

Vocal: Ing Joaquín Florentino Facundo Frias, para evaluar la Sustentación de:

( ) Trabajo de Investigación

( X ) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

**DESPLAZAMIENTOS LATERALES ASUMIENDO COMPONENTES NO ESTRUCTURALES EN LOS MÓDULOS DE LA I.E. N° 16036 ALFONSO ARANA VIDAL-SAN MIGUEL DE LAS NARANJAS, JAÉN**, presentado por el Bachiller **Segundo Olano Bustamante** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

( X ) Aprobar ( ) Desaprobar ( X ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

a) Excelente	18, 19, 20	( )
b) Muy bueno	16, 17	( )
c) Bueno	14, 15	( <u>15</u> )
d) Regular	13	( )
e) Desaprobado	12 ó menos	( )

Siendo las 9:15 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

  
Presidente

  
Secretario

  
Vocal

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	I
ÍNDICE DE TABLAS .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT .....	X
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación técnica.....	3
1.3. Justificación social y económica.....	4
1.4. Antecedentes de la investigación .....	5
1.5. Base teórica.....	6
1.5.1. Sismos.....	6
1.5.1.1. Causas de los Sismos.....	6
1.5.1.2. Sismos en el Perú. ....	8
1.5.1.3. Sismos en Jaén. ....	8
1.5.2. Desplazamiento lateral.....	8
1.5.2.1. Determinación de los desplazamientos laterales. ....	8
1.5.2.2. Ductilidad de desplazamiento. ....	9
1.5.3. Elementos no estructurales. ....	10
1.5.4. Diseño Sismorresistente.....	11
1.5.4.1. Consideraciones para el diseño sismorresistente. ....	11
1.5.5. Análisis estructura.....	17
1.5.5.1. Estimación del Peso (P).....	17
1.5.5.2. Análisis Estático.....	17
1.5.6. Evaluación de la resistencia de estructuras existentes. ....	19

1.5.7.	Ensayo de esclerometría. ....	19
1.5.7.1.	Esclerómetro de hormigón o Martillo de Schmidt. ....	19
1.5.8.	Software CYPECAD. ....	20
II.	OBJETIVOS .....	22
2.1.	Objetivo general.....	22
2.2.	Objetivos específicos .....	22
III.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	23
3.1.	Ubicación del proyecto .....	23
3.2.	Población y muestra.....	24
3.2.1.	Población. ....	24
3.2.2.	Muestra. ....	24
3.3.	Hipótesis .....	25
3.4.	Fuentes de Información .....	25
3.5.	Variables .....	25
3.5.1.	Variable dependiente. ....	25
3.5.2.	Variable independiente. ....	25
3.6.	Línea de investigación .....	25
3.7.	Materiales.....	25
3.8.	Métodos y técnicas.....	26
3.8.1.	Métodos. ....	26
3.8.1.1.	Cuantitativo. ....	26
3.8.1.2.	Inductivo.....	26
3.8.1.3.	Analítico. ....	27
3.8.1.4.	Sintético.....	27
3.8.2.	Técnicas. ....	27
3.8.2.1.	La Observación. ....	27
3.9.	Procesamiento de la investigación .....	28

3.9.1.	Generalidades de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal. ....	28
3.9.2.	Ensayos de materiales de construcción de los módulos en la I.E.N°16036.....	29
3.9.2.1.	Determinación de la resistencia del concreto. ....	29
3.9.2.2.	Resumen de Informe de Estudio de Suelos. ....	48
3.9.3.	Características de los módulos.....	51
3.9.4.	Metrado de cargas de elementos no estructurales. ....	52
3.9.5.	Modelamiento computacional de módulos en la I.E.N°16036. ....	54
3.9.5.1.	Análisis Estático.....	54
3.9.5.2.	Cálculo módulo de secundaria en CYPECAD.....	55
3.9.5.3.	Cálculo módulo de primaria en CYPECAD. ....	80
IV.	RESULTADOS .....	83
4.1.	Resultados de ensayo de esclerometría modulo primaria y secundario.....	83
4.1.1.	Resultados obtenidos de los ensayos en el módulo de primaria. ....	83
4.1.2.	Resultados obtenidos de los ensayos en el módulo de secundaria.....	83
4.1.2.1.	Resumen de ensayo de esclerometría.....	83
4.2.	Resultados de desplazamientos laterales de los módulos. ....	84
4.2.1.	Desplazamientos laterales módulo de primaria. ....	84
4.2.2.	Desplazamientos laterales módulo de secundaria.....	84
V.	DISCUSIONES .....	86
5.1.	Esclerometría y desplazamientos laterales de entrepiso. ....	86
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	88
6.1.	Conclusiones.....	88
6.2.	Recomendaciones .....	89
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	90
	AGRADECIMIENTO.....	93
	DEDICATORIA.....	94
	ANEXOS.....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Escala de Richter .....	7
Tabla 2. Escala de Modificada de Mercalli .....	7
Tabla 3. Terremotos con mayor intensidad en el siglo XXI en el Perú.....	8
Tabla 4. Clasificación de los perfiles del suelo. ....	11
Tabla 5. Factor de suelo (s). ....	12
Tabla 6. Periodos “TP” y “TL”. ....	12
Tabla 7. Categoría de las edificaciones y factor “U” .....	13
Tabla 8. Categoría y sistemas estructurales de las edificaciones. ....	15
Tabla 9. Sistemas estructurales.....	16
Tabla 10. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje C3 columna primer nivel, ángulo de impacto $\alpha=0^\circ$ . ....	31
Tabla 11. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje C3 columna segundo nivel, ángulo de impacto $\alpha=0^\circ$ .....	32
Tabla 12. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje D3 columna primer nivel, ángulo de impacto $\alpha=0^\circ$ . ....	33
Tabla 13. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje D3 columna segundo nivel, ángulo de impacto $\alpha=0^\circ$ .....	34
Tabla 14. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje C3 viga primer nivel, ángulo de impacto $\alpha=0^\circ$ . ....	35
Tabla 15. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje C3 viga segundo nivel, ángulo de impacto $\alpha=0^\circ$ . ....	36
Tabla 16. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje D3 viga primer nivel, ángulo de impacto $\alpha=0^\circ$ . ....	37
Tabla 17. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje D3 viga segundo nivel, ángulo de impacto $\alpha=0^\circ$ . ....	38
Tabla 18. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje E1 columna primer nivel, ángulo de impacto $\alpha=0^\circ$ . ....	39
Tabla 19. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje E1 columna segundo nivel, ángulo de impacto $\alpha=0^\circ$ . ....	40
Tabla 20. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje F1 columna primer nivel, ángulo de impacto $\alpha=0^\circ$ . ....	41

Tabla 21. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje F1 columna segundo nivel, ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$ .	42
Tabla 22. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje E1 viga primer nivel, ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$ .	43
Tabla 23. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje E1 viga segundo nivel, ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$ .	44
Tabla 24. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje F1 viga primer nivel, ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$ .	45
Tabla 25. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje F1 viga primer nivel, ángulo de impacto $\alpha = 0^\circ$ .	46
Tabla 26. Correlación del número de impacto, ángulo de impacto y resistencia a la compresión del concreto.	47
Tabla 27. Resumen de las condiciones de cimentación.	50
Tabla 28. Especificaciones de los elementos no estructurales.	52
Tabla 29. Cargas vivas mínimas repartidas.	61
Tabla 30. Pesos de los elementos no estructurales.	78
Tabla 31. Resistencia a compresión del concreto para análisis de los módulos.	83
Tabla 32. Desplomes locales máximas módulo de primaria.	84
Tabla 33. Desplomes locales máximos módulo de secundaria.	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de sismo en Loreto. ....	2
Figura 2. Ley de evolución de costos, ley de Sitter (Helene, 2003). ....	4
Figura 3. Punto de proyección del sismo. ....	6
Figura 4. Ductilidad de desplazamiento (Adaptado de Méndez, 2011). ....	9
Figura 5. Elementos no estructurales. ....	10
Figura 6. Esclerómetro ZHEJIANG TUGONG. ....	20
Figura 7. Vista de presentación software CYPECAD. ....	21
Figura 8. Ubicación de geográfica. ....	23
Figura 9. Ubicación de los módulos de la I.E.N°16036. Google Earth, 2019. ....	24
Figura 10. Módulo de primaria de la I.E.N°16036. ....	29
Figura 11. Módulo de secundaria de la I.E.N°16036. ....	29
Figura 12. Cuadrícula para el ensayo de esclerometría. ....	30
Figura 13. Detalle de pared tipo 1. ....	52
Figura 14. Detalle de pared tipo 2. ....	53
Figura 15. Detalle de muro en voladizo. ....	53
Figura 16. Detalle de puerta tipo 01. ....	54
Figura 17. Detalle de arquitectura primer nivel modulo secundaria. ....	56
Figura 18. Detalle de arquitectura segundo nivel modulo secundaria. ....	57
Figura 19. Creación de nueva obra. ....	58
Figura 20. Ingreso a la ventana de datos generales ....	58
Figura 21. Datos de cimentación. ....	59
Figura 22. Datos con acciones sísmicas según NT.E.030(2019). ....	60
Figura 23. Introducción de plantas. ....	60
Figura 24. Introducción de cargas ....	61
Figura 25. Icono editar plantillas. ....	62
Figura 26. Icono de añadir nuevo elemento a la lista. ....	62
Figura 27. Archivo a importar a CYPECAD. ....	63
Figura 28. Archivo añadido a CYPECAD. ....	63
Figura 29. Plantilla importada a CYPECAD. ....	64
Figura 30. Icono desplazar, girar o cambiar de escala. ....	64
Figura 31. Iconos para seleccionar el área visible y el origen de coordenadas. ....	65



Figura 32. Ventana de gestión de vistas de plantillas con los planos asignados. ....	65
Figura 33. Icono de editar vistas.....	66
Figura 34. Ventana de selección de vistas.....	66
Figura 35. Plantillas importadas que se visualizan en el CYPECAD. ....	66
Figura 36. Secciones de columnas.....	67
Figura 37. Características de los muros armados y de fábrica. ....	67
Figura 38. Características generales de columnas.....	67
Figura 39. Vista 3D de columnas y muros estructurales. ....	68
Figura 40. Viga principal primer nivel. ....	68
Figura 41. vigas secundarias primer nivel. ....	69
Figura 42. vigas voladizo. ....	69
Figura 43. Vigas principales segundo nivel. ....	70
Figura 44. vigas secundarias segundo nivel. ....	70
Figura 45. Características de las vigas en cubierta. ....	71
Figura 46. <i>Visualización 3D de muros, vigas y columnas</i> .....	71
Figura 47. Introducción a la ventana gestión de paños.....	72
Figura 48. Dimensiones de losa aligerada. ....	72
Figura 49. Dimensiones de ladrillo en losa aligerada.....	73
Figura 50. Vista en planta de losa aligerada. ....	73
Figura 51. Vista 3D de losa aligerada. ....	74
Figura 52. Características de zapatas.....	75
Figura 53. Detalle de zapatas.....	75
Figura 54. Detalles de vigas de cimentación. ....	76
Figura 55. Detalle en planta de vigas de cimentación. ....	76
Figura 56. Ventana para el cálculo de obra. ....	77
Figura 57. opciones de ingreso de cargas. ....	77
Figura 58. Ventana entrada de cargas.....	78
Figura 59. Entrada de cargas techo primer nivel. ....	79
Figura 60. Vista 3D del módulo de secundaria. ....	79
Figura 61. Detalle de arquitectura primer nivel modulo primaria. ....	81
Figura 62. Detalle de arquitectura segundo nivel modulo secundaria.....	82
Figura 63. Realizando ensayo de esclerometría en columna del eje E1 del primer nivel modulo primaria. ....	95

Figura 64. Realizando ensayo de esclerometría en viga del eje F1 del primer nivel modulo primaria. ....	95
Figura 65. Realizando el rayado para el ensayo de esclerometría en el eje D3 del primer nivel modulo secundaria. ....	96
Figura 66. Asesor y asesorado de tesis, en la columna eje D3 del segundo nivel del módulo secundaria. ....	96
Figura 67. Certificado de calibración del esclerómetro. ....	97

## RESUMEN

La investigación está orientada a determinar *“Desplazamientos Laterales asumiendo Componentes no Estructurales en los módulos de la I.E. N°16036 Alfonso Arana Vidal-San Miguel de las Naranjas, Jaén”*; utilizo la metodología para el modelado y memorias de cálculo, el software CYPECAD, habilitado con su respectiva licencia electrónica 141112 versión 2018, con certificación ISO9001:2015.

Se asumió en especial las normativas peruanas en diseño según norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019. Se asumió datos previos existentes del expediente técnico, para el modelado CYPECAD, las comparaciones se realizaron en las estructuras, según los objetivos en los desplazamientos laterales de la edificación en el Bloque I y Bloque III.

Los módulos de 2 niveles, fue construido entre los años 2017 y 2018 con un sistema estructural en el eje “X” aporticado y en el eje “Y” con un sistema de muros estructurales, diseñado con los parámetros de la norma del año 2003; también se determinó que los módulos están compuestos por una estructura regular debido a la uniformidad de sus dimensiones.

Se ha determinado los desplazamientos laterales con base a la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019, mediante un análisis estático. Por último, los resultados de los desplazamientos laterales han sido comparados de la estructura misma y con la inclusión de elementos no estructurales. De esta manera se concluyó los desplazamientos laterales son mayores en el eje “X”, asumiendo para el modelado estructural, los elementos no estructurales, los cuales generan cargas muertas adicionales, obteniendo como resultado sin componentes estructurales es 0.0008 en el eje el “X” y 0.0001 en el eje “Y”, con componentes no estructurales es 0.0009 en el eje el “X” y 0.0001 en el eje “Y” estos para el módulo de primaria (bloque I). Para el módulo de secundaria es 0.0007 en el eje el “X” y 0.0001 en el eje “Y”, con componentes no estructurales es 0.0008 en el eje el “X” y 0.0001 en el eje “Y”.

Palabras clave: Desplazamientos laterales; Diseño sismorresistente.

## ABSTRACT

The research is aimed at determining “Lateral Displacements assuming Non-Structural Components in the modules of the I.E. N ° 16036 Alfonso Arana Vidal-San Miguel of Naranjas, Jaén ”; I use the methodology for modeling and calculation memories, the CYPECAD software, enabled with its respective electronic license 141112, 2018 version, with ISO9001: 2015 certification.

In particular, the Peruvian regulations in design according to technical standard E.030 earthquake-resistant design of 2019 were assumed. Existing previous data from the technical file was assumed, for the CYPECAD modeling, the comparisons were made in the structures, according to the objectives in the lateral displacements of the building in Block I and Block III. The 2-level modules were built between 2017 and 2018 with a structural system on the “X” axis provided and on the “Y” axis with a structural wall system designed the year 2003; It was also determined that the modules are composed of a regular structure due to the uniformity of their dimensions.

The lateral displacements have been determined based on the technical standard E.030 earthquake-resistant design of 2019, using a static analysis. Finally, the results of lateral displacements have been compared with the structure itself and with the inclusion of non-structural elements. In this way, it was concluded that the lateral displacements are greater in the “X” axis, assuming for the structural modeling, the non-structural elements, which generate additional dead loads, obtaining as a result without structural components it is 0.0008 in the “X” axis and 0.0001 on the “Y” axis, with non-structural components it is 0.0009 on the “X” axis and 0.0001 on the “Y” axis these for the primary module (block I). For the secondary module it is 0.0007 on the “X” axis and 0.0001 on the “Y” axis, with non-structural components it is 0.0008 on the “X” axis and 0.0001 on the “Y” axis.

**Keywords: Lateral displacements; Earthquake resistant design.**

## **I. INTRODUCCIÓN**

La presente investigación “Desplazamientos laterales asumiendo componentes no estructurales en los módulos de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal-San Miguel de las Naranjas, Jaén”, está enfocado en determinar los desplazamiento laterales con componentes no estructurales debido a que en los últimos años son más frecuentes los sismos en nuestro país y con una intensidad alta lo que indica que un sismo en cualquier momento se desarrollara, el cual puede llegar a dañar las estructuras e incluso a llevar al colapso a las edificaciones esto llevaría a pérdidas materiales como de vidas humanas, por tal motivo es importante verificar el comportamiento sísmico de los módulos existentes ante un evento sísmico.

Ante la peligrosidad sísmica, las edificaciones deberían ser diseñadas y evaluadas cada vez más detalladamente para evitar daños y ante un sismo de gran intensidad no llegar al colapso de las estructuras, lo cual se estaría incumpliendo la filosofía del diseño sismorresistente en la seguridad y servicio de las edificaciones en el cuidado de la vida, según norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019.

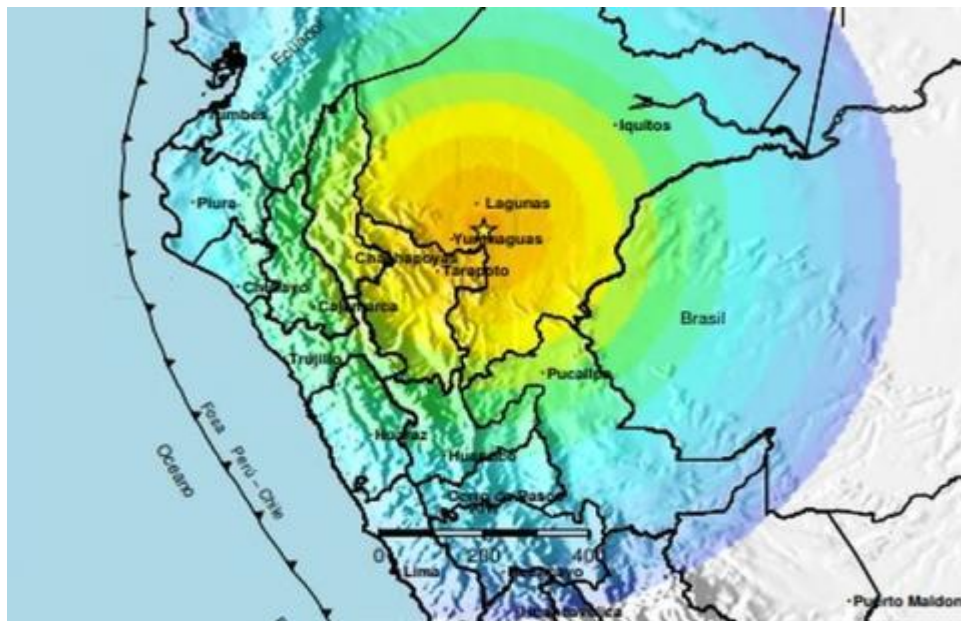
Se realiza el estudio en énfasis en los desplazamientos laterales porque es una de las variables sismorresistentes más importantes debido a que estos están relacionados directamente con los daños en la estructura, según el capítulo V de la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019; además en este trabajo se considera para la estructuración los elementos no estructurales asemejándose más a la realidad de los módulos construidos.

Por ello en la presente investigación utilizara un tipo de investigación que por su diseño es cuantitativo y su finalidad de ser aplicada, a partir de la observación y el modelado, cuantificándose los desplazamientos laterales de los módulos en el programa CYPECAD, con la inclusión de los elementos no estructurales, con la intención de determinar si cumplen con los parámetros de la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019.

### 1.1. Planteamiento del problema

El Perú geográficamente se encuentra ubicado en una zona sísmica, debido a que la placa de Nasca y Sudamericana ambas se encuentran en constante fricción esto provocaría que en cualquier momento se genere sismos de gran intensidad el cual pondría en peligro la pérdida de vidas humanas y también se generarían daños materiales en las edificaciones, esto se incrementaría si no cumplen con los parámetros actuales de las normas.

Según el Instituto Geográfico del Perú (IGP) reporto el 26 de mayo del 2019 un sismo de magnitud 8Mw, registrado a 60 km al Sur de Lagunas y 64 km al Este de Yurimaguas, Alto Amazonas en la región Loreto a una profundidad de 135 km, con intensidades de VI - VII en la escala Mercalli en la zona epicentral. el cual fue percibido en varias regiones del Perú y también en regiones de Ecuador y Colombia.



*Figura 1. Localización de sismo en Loreto.*  
Fuente: Instituto geográfico del Perú

Las construcciones en las instituciones públicas en su mayoría se han diseñado y construido con los parámetros de normas antiguas. La consecuencia es que las estructuras fallen ante la ocurrencia de un desastre, así también los modelamientos sin la inclusión de elementos no estructural hoy en día es de gran frecuencia lo cual provoca variación en los desplazamientos

y por ende pone en riesgo la vida de las personas que lo ocupan y el daño de las estructuras fallen con mayor frecuencia.

La I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal, fue diseñada y construida con parámetros de la NTP.E.030(2003), se verifico los desplazamientos, con los parámetros de diseño sismorresistente de la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019 y así determino valores para verificar su cumplimiento dentro los rangos permisibles.

## **1.2. Justificación técnica**

Los desplazamientos laterales ante un sismo están relacionados con los daños en las estructuras. En la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019 se indica que un diseño sismo resistente es: evitar pérdida de vidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad; consideramos que no se han considerado estos aspectos por este motivo si no se cumple con los parámetros actuales la vida de las personas estarían más en peligro.

Se considera necesario la evaluación de los módulos existentes de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal-San Miguel de las Naranjas porque estos han sido construidos con los parámetros de la NTP.E.030 (2003) sismorresistente, en el Perú han sufrido modificaciones desde su primera publicación hasta la fecha y la más reciente fue publicado en el 2019, debido al avance de los conocimientos de los sismos se ha venido modificando las normas por lo cual se ha empleado nuevos criterios como la influencia de los elementos no estructurales.

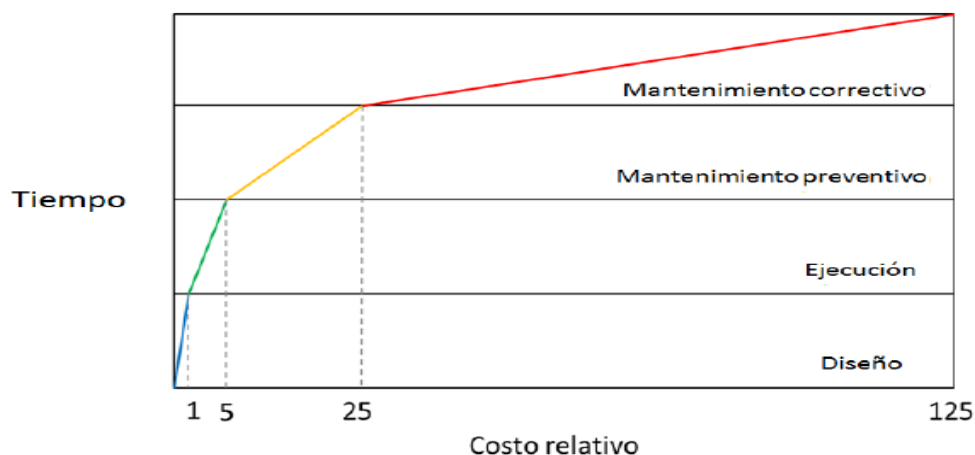
Las estructuras catalogadas como esenciales son sistemas altamente complejos que son vulnerables a la acción destructiva de los sismos. Debido a lo refinado y complejo de su operación cotidiana, el diseño de las instalaciones esenciales requiere de la consideración cuidadosa del desempeño de todos sus subsistemas. Como consecuencia de los daños estructurales que han exhibido estas instalaciones durante sismos severos, la normatividad de varios países requiere del uso de un factor de importancia, generalmente igual a 1.5, para incrementar las fuerzas laterales de diseño. (Díaz, Terán y Reyes, 2013, p. 98)

### 1.3. Justificación social y económica

La provincia de Jaén al encontrarse en zona sísmica 2 tiene una vulnerabilidad sísmica media, ante los últimos eventos registrados en la parte norte del Perú es importante y necesario realizar la evaluación de diferentes variables del diseño sismorresistente en especial los desplazamientos laterales estos daños por ejemplo se dieron así:

Un sismo de magnitud 8 ocurrido el último domingo en Loreto ha dejado hasta el momento 2 muertos, 15 heridos, 226 familias damnificadas y 24 centros educativos inhabitables, así como daños de consideración en infraestructura de Cajamarca, Áncash, La Libertad y San Martín. Pese a su gran magnitud, la profundidad del epicentro (135 kilómetros) evitó que los daños sean catastróficos. (El Comercio,2019)

Al no realizarse un buen diseño sismorresistente de una edificación, cuando ocurran sismos los cuales causen daños en la estructura sería más costoso para su reparación y la pérdida de vidas humanas sería mayor; esto se corrobora con la investigación en cuanto a lo económico se justifica en "La Ley de Evolución de los Costos", (Sitter,1984); que es esencial corregir durante la ejecución del proyecto, se garantiza un ahorro de 125 veces el costo del proyecto, con respecto a que se hagan cuando ha ocurrido un sismo y los daños sean considerables en las estructuras de las edificaciones.



*Figura 2. Ley de evolución de costos, ley de Sitter (Helene, 2003).  
Fuente: (Alegre, 2017, p.14)*



#### **1.4. Antecedentes de la investigación**

(Severino, 2015) en su tesis titulada: “Evaluación de desplazamientos laterales por solicitaciones sísmicas del edificio de la biblioteca agrícola nacional según la normativa vigente”, determino los desplazamientos del edificio, concluyendo que los desplazamientos laterales máximos en el modelo dinámico es de 6.564mm a nivel +15.85m y es mayor al desplazamiento permisible 6.40mm, de la relación entre  $\Delta_i/h_e=0.007$  para concreto armado según norma E.030 del 2003. Por el cual recomienda realizar un estudio estructural del edificio mediante ensayos no destructivos de las estructuras, verificar el acero de refuerzo y el estado de las cimentaciones para su correcta operatividad del edificio.

(Córdova, 2017) en su tesis titulada:” Diseño sísmico directo basado en desplazamientos de un sistema estructural dual” concluyo que con el método de DDBD los desplazamientos son mayores en comparación con los métodos de DBF Y del ADTH, por que emplea una deriva de 2.5% el cual es mayor y más exigente comparado con una deriva 0.7% de la norma E.30 del del reglamento nacional de edificaciones (R.N.E.).

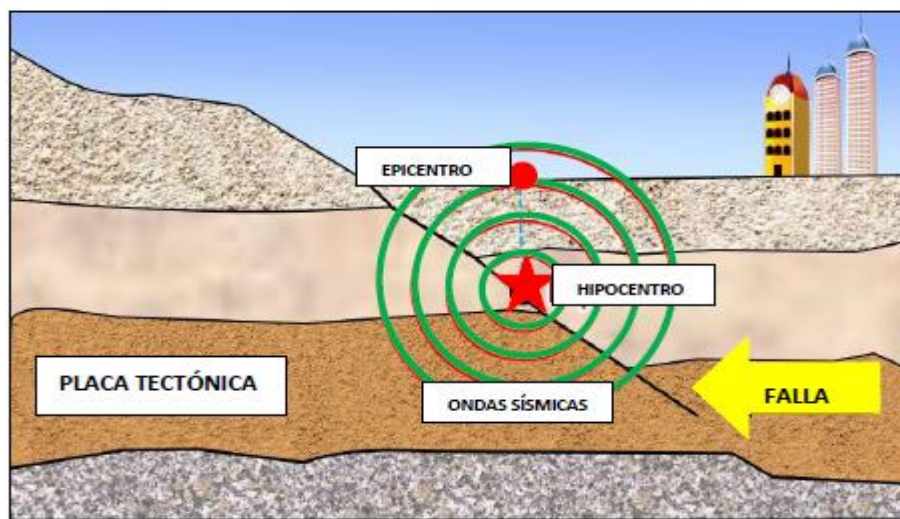
(González, 2017) en su tesis titulada: “Vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca” llego a determinar que las derivas del edificio el cual fue modelado en el programa ETABS 2016 que ante la acción de cargas sísmicas serán superiores a lo que exige la norma E-030(2016) del reglamento nacional de edificaciones él lo cual la deriva es de 0.007 para las edificaciones de concreto armado.

(Orrillo,2014) en su tesis de titulada: “Desempeño Sismorresistente del edificio 2H de la Universidad Nacional de Cajamarca”, determina las derivas del edificio, concluye que las derivas de entrepiso producidas por los niveles de movimiento sísmico filtrados a la estructura, superan a lo contemplado en el código peruano (0.7%), indicando que no cumplen con las derivas máximas que estipula la norma E-030.

## 1.5. Base teórica

### 1.5.1. Sismos.

Los sismos son movimientos convulsivos de la corteza terrestre y se clasifican en microsismos, cuando son imperceptibles; macrosismos, cuando son sentidos por el hombre y causan daños, y megasismos, cuando son tan violentos que pueden producir la destrucción de edificios, la ruina de ciudades y gran número de víctimas. Los macrosismos y megasismos son conocidos con el nombre de terremotos. (Ochoa,2012, p. 24)



*Figura 3. Punto de proyección del sismo.*

Fuente: (Lagos,2014, p.11)

#### 1.5.1.1.Causas de los Sismos.

Los sismos se generan debajo del suelo a una profundidad determinada, sobre una amplia cara superficial, donde al quebrarse las rocas, y de acuerdo a su movimiento, se moviliza la tierra. La superficie de quiebre se conoce como Falla Geológica, y la energía de ruptura se emite desde la superficie de la falla geológica. Luego, el sismo no se genera desde un punto, sino desde una amplia cara superficial. (Severino,2015, p. 7)

#### A. Escalas de medición de los sismos.

##### ➤ Magnitud

La magnitud es un valor que no varía con la distancia del epicentro constituyéndose como una medida única del tamaño del sismo. Se utiliza la escala Richter, la misma que es logarítmica con valores entre 1 y 9; por lo tanto, pasar de un grado a otro puede significar un cambio de energía liberada entre diez y treinta veces. Un sismo de magnitud 7 es diez

veces más fuerte que uno de magnitud 6, cien veces más que otro de magnitud 5, mil veces más que uno de magnitud 4 y de este modo en casos análogos. (Ochoa,2012, p. 26)

*Tabla 1. Escala de Richter*

MAGNITUD	EFFECTOS
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado.
3.5 - 5.4	Puede sentirse, pero sólo causa daños menores.
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios.
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa daños.
8 o mayor	Destrucción total a comunidades cercanas.

*Fuente: Elaboración propia*

### ➤ Intensidad

Es la medida de la fuerza del movimiento del terreno; es decir del poder destructivo de un terremoto sobre poblaciones, edificaciones y naturaleza en un lugar determinado. El sismólogo italiano Giuseppe Mercalli propuso en 1902 una escala de doce grados. Actualmente existen varias escalas de intensidad, siendo la más utilizada en América, la escala de Mercalli Modificada (MM), que fue abreviada por Charles Richter en 1956. (Ochoa,2012, p. 27)

*Tabla 2. Escala de Modificada de Mercalli*

I	Muy débil. Registrado solo por instrumentos	Aceleración < 0.5 Gal
II	Débil. Sentido por personas en reposo	0.5-2.5 Gal
III	Leve. Sentido en el interior de los edificios	2.5-6 Gal
IV	Moderado. Sentido fuera de un edificio	6-10 Gal
V	Poco fuerte. Sentido por casi todas las personas	10-20 Gal
VI	Fuerte. Sentido por todas las personas	20-35 Gal
VII	Muy fuerte. Daños severos en las estructuras	35-60 Gal
VIII	Destrucción. Daños considerables en las estructuras	60-100 Gal
IX	Muy destructivo. Pánico general. Daños graves en las estructuras	100-250 Gal
X	Desastroso. Las construcciones de mampostería y a base de pórticos destruidas	250-500 Gal
XI	Muy desastroso. Casi nada queda en pie	Aceleración > 500 Gal
XII	Catastrófico. Destrucción total	

*Fuente: Elaboración propia*

### ***1.5.1.2.Sismos en el Perú.***

El Perú es uno de los países donde han ocurrido sismos de grandes magnitudes debido que nos encontramos rodeados de las placas de Nasca y la Sudamericana las cuales liberan energía y se da la ocurrencia de sismos de diversas magnitudes los cuales ha causado grandes daños materia como también la pérdida de vidas humanas.

*Tabla 3. Terremotos con mayor intensidad en el siglo XXI en el Perú*

Fecha	Magnitud (Mw)	Lugar	Intensidad (escala de Mercalli)	Profundidad (Km)
26/05/2019	8	Loreto	VI-VII	135
18/04/2017	6.2	Loreto	VIII	142
25/09/2013	6.9	Arequipa	IV-V-VI	30
28/10/2011	6.8	Cerca de la costa central de Perú (Ica)	VII	35
15/08/2007	7.9	Cerca de la costa central de Perú (Ica)	VIII	39
23/06/2001	8.4	Cerca de la costa central de Perú (Arequipa)	IX	33

*Fuente: Adaptación propia, de diferentes fuentes de investigación.*

### ***1.5.1.3.Sismos en Jaén.***

La provincia de Jaén se encuentra en la zona sísmica 2 y uno de los sismos fue el cinco de junio del 2019 de acuerdo con el IGP, el epicentro de este movimiento telúrico se ubicó a 11 kilómetros al sureste de la provincia de Jaén. Tuvo una profundidad de 14 kilómetros, una magnitud de 3.4, una profundidad de 14 km y una intensidad II. (Peru21,2019)

## **1.5.2. Desplazamiento lateral.**

Desplazamientos laterales: Deformaciones de las estructuras bajo la acción de un sismo las cuales deben ser limitado con el fin de no causar inconvenientes en el uso de la estructura ni poner en peligro la seguridad pública cuando se produzcan sismos intensos. (Solis,2016, p.71)

### ***1.5.2.1.Determinación de los desplazamientos laterales.***

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,75R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan

multiplicando por 0.85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico. (NT.E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2019, p.27)

### 1.5.2.2. Ductilidad de desplazamiento.

La ductilidad de desplazamiento es la capacidad de la estructura de presentar desplazamientos máximos. Esta capacidad de deformación se entiende como el daño o el incremento de desplazamiento que la estructura sufre desde el instante en que se presenta la fluencia ( $\Delta$ ) hasta el máximo desplazamiento de diseño de la estructura ( $\Delta_u$ ). (Córdova, 2017, p.16)

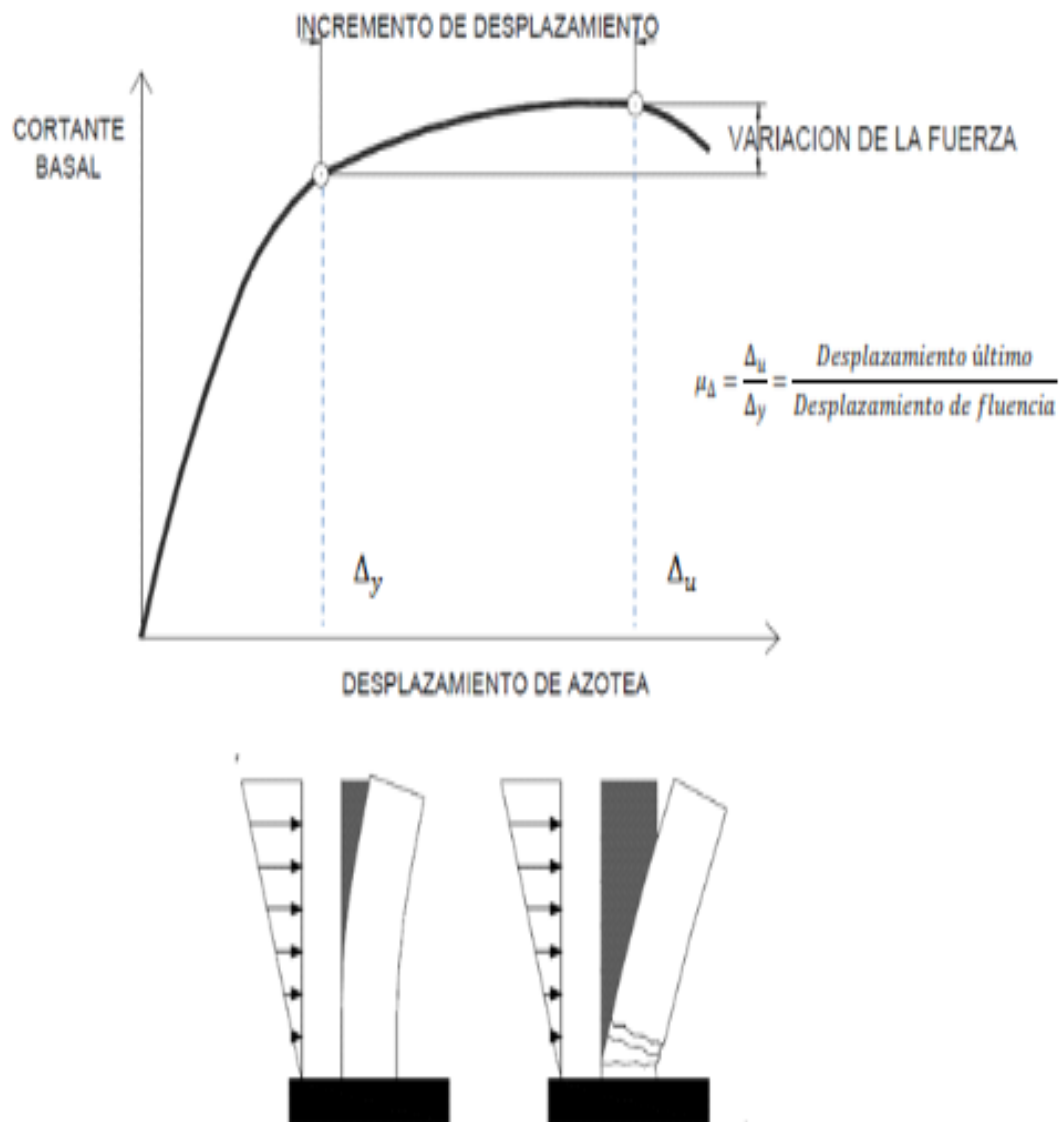
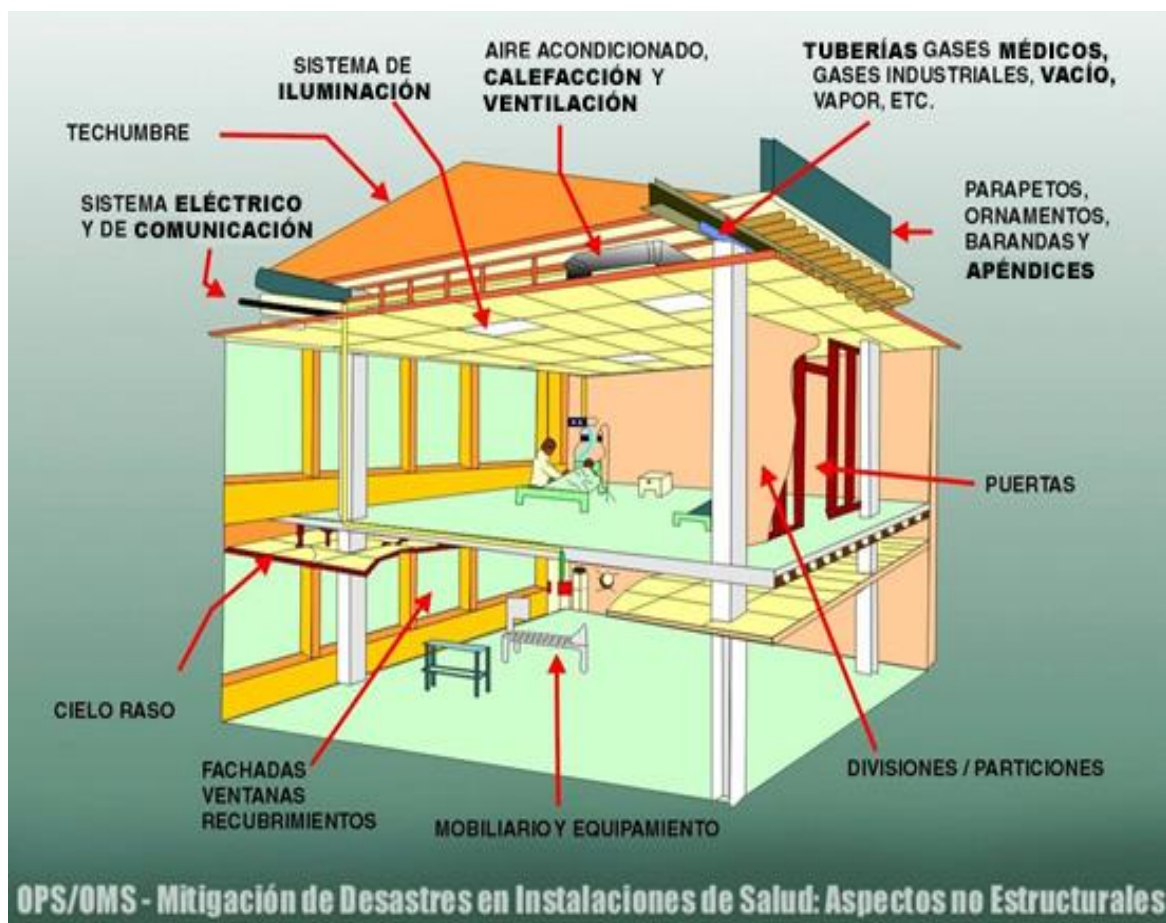


Figura 4. Ductilidad de desplazamiento (Adaptado de Méndez, 2011).  
Fuente: (Córdova, 2017, p.17)

### 1.5.3. Elementos no estructurales.

“Se consideran como elementos no estructurales aquellos que, estando conectados o no al sistema resistente a fuerzas horizontales, aportan masa al sistema, pero su aporte a la rigidez no es significativo” (NT.E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2019, p.29).

En el diseño de toda estructura sometida a movimientos sísmicos debe considerarse que los elementos no estructurales, tales como cielos rasos, paneles, tabiques, ventanas, puertas, cerramientos, etc., así como equipos, instalaciones mecánicas y sanitarias, deben soportar los movimientos de la estructura. Por otra parte, debe tenerse presente que la excitación de los elementos no estructurales es en general mayor que la excitación en la base, por lo cual puede decirse, en muchos casos, que la seguridad de los elementos no estructurales se encuentra más comprometida que la de la estructura misma. (Organización Panamericana de la Salud, 1999, p.69)



*Figura 5.* Elementos no estructurales.

Fuente: (OPS/OMS, s.f)

#### 1.5.4. Diseño Sismorresistente.

Para el diseño sismorresistente de los módulos se empleará la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, la cual fue publicado el 11 de febrero del 2019.

##### 1.5.4.1. Consideraciones para el diseño sismorresistente.

###### A. Factor zona (Z).

“Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedido en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad” (NT.E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2019, p.8)

Los valores  $Z = 0.10$  para la zona 1,  $Z = 0.25$  para zona 2,  $Z = 0.35$  para zona 3 y  $Z = 0.45$  para la zona 4.

###### B. Perfil de suelo (S0, S1, S2, S3 o S4)

Se hace referencia al tipo de estrato, donde se debe tomar en cuenta a lo indicado en la norma la cual se basa a la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte, el valor promedio de un ensayo de penetración estándar (SPT) o el valor promedio de la resistencia al corte de los valores en condiciones no drenadas, esto según el estrato que se va estudiar.

Tabla 4. Clasificación de los perfiles del suelo.

<b>Tabla N° 2</b>			
<b>CLASIFICACION DE LOS PERFILES DE SUELO</b>			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_U$
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s		
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S <sub>4</sub>	Clasificación Basada en el EMS		

Fuente: (NT.E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2019, p.10)

###### C. Parámetros de sitio (S, TP y TL).

La norma hace referencia al tipo de perfil que mejor describa las condiciones no drenadas donde:

S: Factor de amplificación de suelo.

TP: Periodo que define la plataforma del factor C

TL: Periodo que define el inicio de la zona del factor C con desplazamiento constante.

Los valores son definidos según la tabla N° 3 y N° 4 de la norma.

Tabla 5. Factor de suelo (s).

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

Fuente: (NT.E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2019, p.12)

Tabla 6. Periodos "TP" y "TL".

<b>Tabla N° 4</b> <b>PERIODOS "TP" y "TL"</b>				
	Perfil del suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>P</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: (NT.E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2019, p.12)

#### D. Factor de amplificación Sísmica (C).

Se toma como referencia al factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo y cuyas ecuaciones son las siguientes:

$$\begin{aligned}
 T < T_P & \quad C = 2,5 \\
 P < T < T_L & \quad C = 2,5 \cdot \frac{T_P}{T} \\
 T > T_L & \quad C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_P \cdot T_L}{T^2} \right)
 \end{aligned} \tag{1}$$

Donde T es el período.

#### E. Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U).

La categoría de la edificación es usada en base a la relación entre el sistema estructural que se emplea y el Factor de zona.



El factor uso con el cual se identifica las estructuras que puedan servir de refugio después de un desastre. Para determinar su clasificación con la tabla N° 5 de la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019.

*Tabla 7. Categoría de las edificaciones y factor “U”*

<b>Tabla N° 5</b> <b>CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”</b>		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según la norma del ministerio de salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no compartidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, establecimientos ferroviarios de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicación.</li> <li>- Establecimientos de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> <li>- Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</li> <li>- Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</li> </ul>	1,5

	- Edificaciones que almacenen archivos e información esencial del estado.	
B Edificaciones importantes	Edificaciones donde se reúnan gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos o bibliotecas. También se considera depósitos de granos y otros almacenes importantes para abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: Viviendas, Oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarrea peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, caseta y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: (NT.E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2019, p.13)

*Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tienen aislamiento sísmico en la base cuando se encuentran en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable puede decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U es como mínimo 1.5.*

*Nota 2: En estas edificaciones se provee resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.*

#### **F. Categoría y Sistemas Estructurales.**

Los sistemas estructurales según la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019 son: Estructuras de Concreto Armado, de Acero, de Albañilería, de Madera y de Tierra.

Los sistemas estructurales lo podemos clasificar según la categoría y la zona donde se ubican y de acuerdo a la tabla N°6 de la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019.

Tabla 8. Categoría y sistemas estructurales de las edificaciones.

<b>Tabla N° 6 (*)</b>		
<b>CATEGORÍA Y SISTEMAS ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES</b>		
A1	4 y 3	Aislamiento sísmico con cualquier sistema estructural
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muro de concreto armado. Albañilería armada o confinada.
A2 (**)	4,3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muro de concreto armado. Albañilería armada o confinada.
	1	Cualquier sistema
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.

Fuente: (NT.E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2019, p.15)

### **G. Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas ( $R_0$ ).**

El valor del coeficiente básico de reducción depende básicamente del sistema estructural que se emplea. Cuando empleamos en la dirección de análisis dos o más sistemas estructurales el valor para  $R_0$  se considerará el valor menor que corresponda.

Tabla 9. Sistemas estructurales.

<b>Tabla N°7</b> <b>SISTEMAS ESTRUCTURALES</b>	
Sistemas estructurales	Coefficiente Básico de Reducción $R_0$ (*)
Acero:	
Pórticos especiales resistentes a momento (SMF)	8
Pórticos intermedios resistentes a momentos (IMF)	5
Pórticos ordinarios resistentes a Momento (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
De muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o confinada.	3
Madera	7(**)

Fuente: (NT.E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2019, p.16)

#### **H. Factor de irregularidad en Altura ( $I_a$ ).**

Este factor se determina como el menor valor de la tabla N° 8 de la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019.

#### **I. Factor de irregularidad en Planta ( $I_p$ ).**

Este factor se determina como el menor valor de la tabla N° 9 de la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019.

#### **J. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas ( $R$ ).**

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente  $R_0$  y de los factores  $I_a$ ,  $I_p$  obtenidos de la noma E-030.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p \quad (2)$$

### **1.5.5. Análisis estructura.**

#### ***1.5.5.1. Estimación del Peso (P).***

Según la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019 el peso se determina teniendo varias condiciones.

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- a) En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- b) En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- c) En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- d) En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- e) En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

#### ***1.5.5.2. Análisis Estático.***

“Este método representa las sollicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas horizontales actuando en cada nivel de la edificación aplicado en el centro de masa de cada nivel o distribuido de acuerdo a la rigidez de cada elemento estructural” (Severino, 2015, p.20).

Puede analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1. En las otras zonas sísmicas puede emplearse este procedimiento para las estructuras clasificadas como regulares, de no más de 30 m de altura, y para las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares. (NT.E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE, 2019, p.21)

#### **A. La fuerza cortante basal.**

Se determina con la siguiente expresión según la Norma Técnica E.030 de Diseño Sismorresistente:

$$V = \frac{Z.U.C.S}{R} P \quad (3)$$

Donde:

Z = Factor zona.

U = factor de uso o importancia.

S = factor del suelo.

C = factor de amplificación sísmica.

R = coeficiente básico de reducción.

P = peso de la edificación.

Se considerarse para C/R el siguiente valor mínimo:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11 \quad (4)$$

### **B. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura.**

Todas las fuerzas sísmicas horizontales en los niveles se calculan con las fórmulas:

$$F_i = a_i \cdot V \quad (5)$$

$$a_i = \frac{P_I(h_i)^K}{\sum_{j=1}^n (x_j)^j} \quad (6)$$

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos:  $k = 1,0$ .
- b) Para T mayor que 0,5 segundos:  $k = (0,75 + 0,5 T) \geq 2,0$ .

### **C. Período Fundamental Vibración.**

El periodo fundamental de una estructura es el tiempo que esta demora en dar un ciclo completo cuando experimenta vibración no forzada. Su determinación es fundamental porque de él depende la magnitud de la fuerza sísmica que experimentará la estructura. (Severino, 2015, p.20)

$$T = \frac{h_n}{c_T} \quad (7)$$

donde:

$h_n$ : altura total del edificio en metros

$c_T$ : coeficiente para estimar el periodo fundamental de un edificio.

### **1.5.6. Evaluación de la resistencia de estructuras existentes.**

En la norma ACI 318S – 14 en el capítulo 27 indica que para obtener la resistencia del concreto estimado se debe realizar ensayos de cilindro de las construcciones originales o ensayos de núcleos extraídos de la parte de la estructura para así conocer su resistencia. Zambrano (2017) refiere que los valores de la resistencia a la compresión del concreto obtenidos mediante el ensayo de esclerómetro son 19.39 % mayores a los obtenidos con diamantina.

### **1.5.7. Ensayo de esclerometría.**

El ensayo permite obtener una estimación de la resistencia del concreto en sitio, determinar la uniformidad del concreto y delimitar zonas de baja calidad o deteriorado en las estructuras. Sin embargo, este método no se debe considerar como base para aceptación o rechazo del concreto. El esclerómetro mide la dureza superficial del concreto, es decir evalúa la habilidad que tiene para absorber energía cuando se deforma elásticamente y liberar dicha energía tras ser descargado. El valor que arroja el aparato es un valor “Q” conocido como índice de rebote el cual depende del ángulo que forma el punzón con la superficie de contacto ya que la gravedad influye en el rebote del mismo. El martillo recibe la energía potencial almacenada en el resorte calibrado y se desliza por una barra guía hasta golpear al punzón de impacto en contacto con el concreto que rebota proporcionalmente a la rigidez del espécimen. El índice de rebote “Q” corresponde a la energía del impacto no absorbida por el concreto. Un concreto de baja resistencia y baja rigidez absorberá una mayor cantidad de energía que un concreto de alta resistencia y rigidez, resultando en un índice de rebote menor. Cuando el punzón se ubica sobre agregado fuerte se obtendrá un índice de rebote alto mientras que cuando el punzón se ubica sobre vacíos o sobre agregado débil se obtendrá un índice de rebote bajo. (Neira y Palacios, 2019)

#### ***1.5.7.1. Esclerómetro de hormigón o Martillo de Schmidt.***

Diseñado para pruebas no destructivas de la uniformidad del concreto, y para medir su resistencia a la compresión. Posee las siguientes características: Energía de impacto de 2.207 Nm, un rango de medida de 10 a 70 N/mm<sup>2</sup> de Resistencia a la compresión, y una precisión de  $\pm 0.2$  R. (Zambrano, 2017, p.43)

El ensayo se realiza de acuerdo a las indicaciones de la norma ASTM C 805.



*Figura 6.* Esclerómetro ZHEJIANG TUGONG.

#### **1.5.8. Software CYPECAD.**

CYPECAD es un programa para el cálculo y el dimensionamiento de estructuras de concreto armado en edificaciones y obras civiles, desarrollado por CYPE ingenieros S.A.

El software CYPECAD se inició con su primera versión alrededor de 1982, en Alicante, España, cuyo objetivo social la realización de todo tipo de proyectos de ingeniería e informática, las versiones son diversas cuyas actualizaciones se da cada año con las normas actualizadas, en caso del Perú incluye la norma E-060 y la E-030, para las estructuras de concreto.

La función principal de CYPECAD es calcular las estructuras de concreto armado, así también es capaz de proponer de tablas de armado para las piezas los cuales pueden ser editados por el especialista en cargado de los cálculos.

El CYPECAD un programa muy dinámico por lo que al iniciar el trabajo se puede importar planos de forma de DXF o DWG con los cuales se trabajan, así también al finalizar podemos exportar todos los cálculos de las estructuras y también los planos que se generan para poder abrir en AutoCAD.

También CYPECAD ya incluye obras de CYPE 3D el cual integra los diferentes perfiles como (acero, aluminio y madera), para ser dimensionado de acuerdo a las exigencias de las normas actualizadas de los diferentes países.

CYPECAD tiene implementada en su totalidad la última versión de la norma E.030, incluida la posibilidad de definir distintos factores de irregularidad en planta y en elevación, por dirección de análisis. Así mismo, se tiene implementada de manera automática, la



verificación de la condición de cortante basal. No es necesario realizar un recalcu- lo de la estructura para poder realizar las correcciones por cortante basal. Además, de manera automática se genera un informe detallando el porcentaje de cortante que se llevan columnas y muros, para poder verificar rápidamente si el sistema estructural asumido coincide con el calculado.



*Figura 7. Vista de presentación software CYPECAD.*  
Fuente: Programa CYPE

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

- Determinar los desplazamientos laterales asumiendo componentes no estructurales en los módulos de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal-San Miguel de las Naranjas, Jaén.

### **2.2. Objetivos específicos**

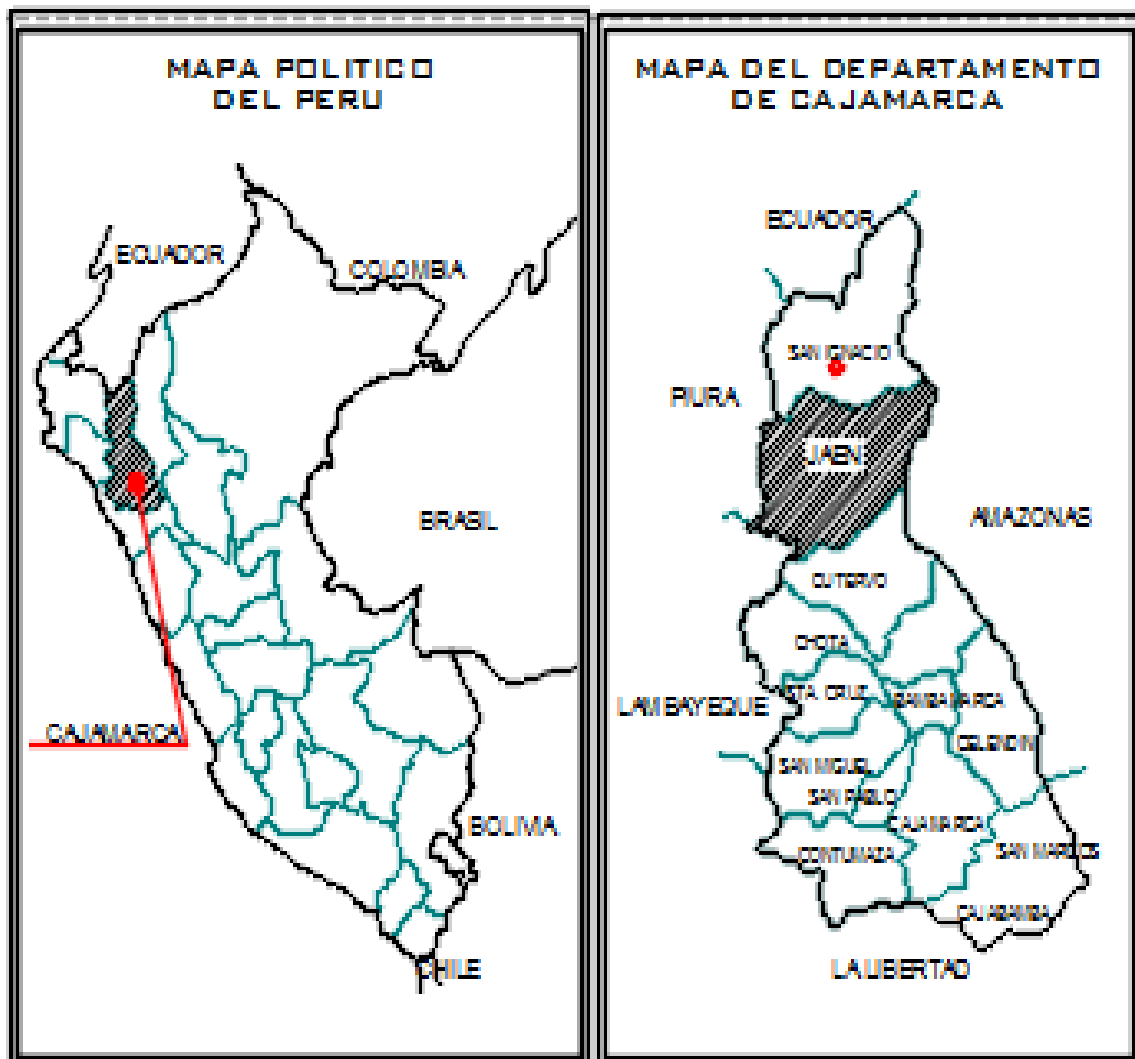
- Determinar la resistencia a compresión en vigas y columnas mediante la esclerometría de los módulos de la I.E. N°16036 Alfonso Arana Vidal-San Miguel de las Naranjas, Jaén.
- Determinar los desplazamientos laterales, sin componentes y componentes no estructurales con los parámetros de la norma vigente de los módulos de la I.E. N°16036 Alfonso Arana Vidal-San Miguel de las Naranjas, Jaén.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del proyecto

La investigación se centra en los módulos de la I.E.N°16036 se encuentra ubicado en:

- Departamento: Cajamarca
- Provincia: Jaén
- Distrito: Jaén



*Figura 8. Ubicación de geográfica.*  
Fuente: AUTOCAD elaboración propia

A 25 minutos de la provincia de Jaén se encuentran los módulos en:

- Centro poblado: San Miguel de las Naranjas.
- Coordenadas UTM WDG84: 9364740.978 -N y 738477.935-E
- Altitud: 1251.00 m.s.n.m.



*Figura 9. Ubicación de los módulos de la I.E.N°16036. Google Earth, 2019.*

### **3.2. Población y muestra**

#### **3.2.1. Población.**

La población asumida para esta investigación, son las edificaciones conformadas en módulos de concreto armado en (aulas pedagógicas, biblioteca, servicios higiénicos, auditorio, etc.); de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal-San Miguel de las Naranjas, Jaén.

#### **3.2.2. Muestra.**

La muestra fue aleatoria es no probabilística o dirigida, las edificaciones que consisten en módulos educativos o aulas pedagógicas, se asume esta muestra por la concurrencia de personas (estudiantes y plana docente), el cual se justifica para la selección de dicha muestra. Por tanto, se eligió tales aulas del nivel educativo primario y secundario.

### **3.3. Hipótesis**

Los desplazamientos laterales en los módulos de la I.E. N°16036 Alfonso Arana Vidal-San Miguel de las Naranjas, Jaén; incumplen el valor máximo de (0.007) en el eje X-X y de (0.005) en el eje Y-Y, según norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019, al asumir componentes no estructurales.

### **3.4. Fuentes de Información**

Información primaria: son obtenidas a través del expediente técnico donde obtenemos los diferentes estudios que se realizaron y especialmente los planos donde encontramos los elementos estructurales y no estructurales para ser modelado en el programa CYPECAD.

Información secundaria: es una información sistematizada de las diferentes fuentes de información como tesis, revistas científicas, artículos, normas técnicas, etc.

### **3.5. Variables**

#### **3.5.1. Variable dependiente.**

Desplazamientos laterales asumiendo componentes no estructurales en los módulos de la I.E. N°16036 Alfonso Arana Vidal-San Miguel de las Naranjas.

#### **3.5.2. Variable independiente.**

Parámetros de diseño sismorresistente según norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019.

### **3.6. Línea de investigación**

Mecánica y análisis estructural.

### **3.7. Materiales**

Se realizó un levantamiento de información para la resistencia del concreto in situ, haciendo uso de los siguientes instrumentos.

- Esclerómetro de hormigón o Martillo de Schmidt.
- Piedra abrasiva.
- Escalera.
- Cámara fotográfica.

- Norma ASTM C805.

Para el modelamiento estructura se realizó un levantamiento de la información de los planos obtenidos en el expediente para ser modelado de la estructura incluyendo sus elementos no estructurales de los módulos en el CYPECAD 2018. Se utilizó equipos, documentos y software:

- Plano de arquitectura de módulos de la I.E.N°16036.
- Planos de estructuras de construcción de la edificación.
- Norma Técnica Peruana E.020.
- Norma Técnica Peruana E.030.
- Norma Técnica Peruana E.060.
- Norma Técnica Peruana E.070.
- Software de diseño AutoCAD, versión 2019.
- Software de modelado estructural CYPECAD, v.18.f.
- Laptop.
- Calculadora.

### **3.8. Métodos y técnicas**

#### **3.8.1. Métodos.**

##### ***3.8.1.1.Cuantitativo.***

Se elige este método por que la variable es una magnitud física que está asociada a las fuerzas que interactúan o fenómenos sísmicos con la edificación.

##### ***3.8.1.2.Inductivo.***

Según Hernández (2018). Es el método en el cual los investigadores parten de hechos particulares o concretos para llegar a conclusiones generales. Este método se utiliza principalmente en las ciencias fácticas (naturales o sociales) y se fundamenta en la experiencia.

Los datos obtenidos mediante el software estructural CYPECAD, nos permiten evaluar la variable desplazamientos laterales en su totalidad. A partir de los cálculos desarrollados

mediante el software, podemos determinar el comportamiento global de las edificaciones a partir del diseño sismorresistente de dichos módulos educativos.

#### **3.8.1.3. Analítico.**

Según Diaz (2007). El método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos.

Se distinguirán los desplazamientos de la estructura misma y con la inclusión de elementos no estructurales y se procederá a la revisión ordenada de cada uno de los desplazamientos por separado, en verificación con base a la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019.

#### **3.8.1.4. Sintético.**

Según Diaz (2007). El método sintético es un proceso de razonamiento que tiende a reconstruir un todo, a partir de los elementos distinguidos por el análisis; se trata en consecuencia de hacer una explosión metódica y breve, en resumen.

Nos permite llegar a las conclusiones de la variación de los desplazamientos laterales de la estructura misma y con la inclusión de los componentes no estructurales.

### **3.8.2. Técnicas.**

#### **3.8.2.1. La Observación.**

“Observar científicamente. Significa observar un objetivo claro, definido y preciso: el investigador sabe que es lo que desea observar y para que quiere hacerlo, lo cual implica que debe preparar cuidadosamente la observación” (Diaz, 2011, p.7).

La observación es un elemento fundamental de este trabajo para verificar cuales son los elementos no estructurales para luego ser modelada en el programa CYPECAD.

### **3.9. Procesamiento de la investigación**

#### **3.9.1. Generalidades de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal.**

Mediante el software CYPECAD se ha modelado edificaciones de dos niveles, tanto en el módulo escolar bloque I (aulas de educación primaria) y el módulo escolar bloque III (aulas de educación secundaria); estas aulas en general son comunes en su geometría, caracterizándose cada una de ellas en función a sus propiedades mecánicas (resistencia a la compresión), con esta información se ha podido realizar la determinación si cumplen los desplazamientos laterales.

Las edificaciones en cuestión de acuerdo al expediente técnico su construcción ha sido diseñada según la norma de diseño sismorresistente E.030 del 2003 y actualizado el expediente al año 2014, construyéndose dicha edificación entre los 2017 al 2018.

Estas edificaciones según su categoría son esenciales, siendo de uso en su totalidad por los escolares de centro poblado San Miguel de las naranjas, su característica principal de construcción pertenece a un diseño de sistema aporticado en el lado más largo (semi eje “X”) y de muros estructurales en el lado más corto (semi eje “Y”); puntos de referencia asumido para el modelado en el CYPECAD.

El servicio que brinda estas aulas a un total de 264 alumnos, de los cuales 119 corresponden al nivel primario y 145 del nivel secundario.

- Módulo de primaria-bloque I, consta de 2 niveles considerando por nivel el uso siguiente:

Primer nivel: dos aulas, secretaria, dirección, sala de profesores y servicios higiénicos.

Segundo nivel: tres aulas.



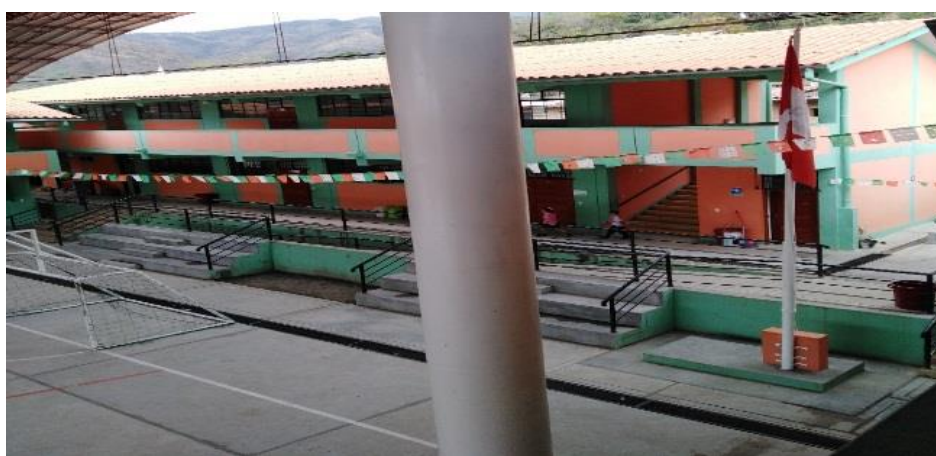


*Figura 10. Módulo de primaria de la I.E.N°16036.*

- Módulo de secundaria-bloque III, consta de 2 niveles considerando por nivel el uso siguiente:

Primer nivel: dos aulas más servicios higiénicos.

Segundo nivel: tres aulas.



*Figura 11. Módulo de secundaria de la I.E.N°16036.*

### **3.9.2. Ensayos de materiales de construcción de los módulos en la I.E.N°16036.**

#### ***3.9.2.1.Determinación de la resistencia del concreto.***

La resistencia de los materiales se realizó con el ensayo no destructivo como es el del martillo de rebote o esclerómetro (ASTM C805), con dicho ensayo nos permite encontrar la resistencia aproximada del concreto.

**A. Consideraciones previas según norma ASTM C 805.**

- El espesor mínimo de la pieza a ensayar debe tener mínimo 100 mm (4") de espesor.
- El esclerómetro se colocó en posición perpendicular a la superficie ensayada.
- El número mínimo de cada área de prueba debe ser de 10 lecturas.
- La distancia mínima entre puntos de ensayo debe ser 25 mm (1").
- Se debe descartar las lecturas que la diferencia de la media sea en más 6 unidades. Si más de dos lecturas que cumplan con lo anterior se descartara todo el conjunto de lecturas.

**B. Elementos tomados durante el ensayo.**

- Columnas: en cuatro puntos de los módulos de primaria y secundaria, dos en el primer nivel y dos en el segundo nivel.
- Vigas: en cuatro puntos de los módulos de primaria y secundaria, dos en el primer nivel y dos en el segundo nivel.

**C. Trazo de cuadrículas.**

Se realizó el trazado de cuadrícula en vigas y columnas de 4x4, de recuadros de 4cm de lado, lo que en cada cuadrícula se realizó una lectura.



*Figura 12.* Cuadrícula para el ensayo de esclerometría.

**D. Datos obtenidos de los ensayos.**

➤ **Columnas modulo secundaria.**

*Tabla 10. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje C3 columna primer nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .*

ESCLEROMETRIA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – 1 PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.Nº16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm²			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	Nº DE REBOTE α= 0º	OBSERVACION
COLUMNA	COL - 1	1	39	1	VALIDO
		1	36	2	VALIDO
		1	42	3	VALIDO
		1	38	4	VALIDO
		1	40	5	VALIDO
		1	41	6	VALIDO
		1	45	7	VALIDO
		1	46	8	VALIDO
		1	41	9	VALIDO
		1	42	10	VALIDO
		1	41	11	VALIDO
		1	44	12	VALIDO
		1	42	13	VALIDO
		1	43	14	VALIDO
		1	38	15	VALIDO
		1	44	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			41±0.20		
RESISTECIA A LA COMPRESION			370 kg/cm²		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje C3 columna segundo nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – 1 SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm2			
Lecturas descartadas		1			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE α= 0°	OBSERVACION
COLUMNA	COL - 1	2	40	1	VALIDO
		2	41	2	VALIDO
		2	44	3	VALIDO
		2	41	4	VALIDO
		2	43	5	VALIDO
		2	39	6	VALIDO
		2	41	7	VALIDO
		2	43	8	VALIDO
		2	41	9	VALIDO
		2	35	10	VALIDO
		2	33	11	VALIDO
		2	38	12	VALIDO
		2	34	13	VALIDO
		2	32	14	DESCARTADA
		2	40	15	VALIDO
		2	38	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			39±0.26		
RESISTECIA A LA COMPRESION			340 kg/cm²		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje D3 columna primer nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – 2 PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm2			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^{\circ}$	OBSERVACION
COLUMNA	COL - 2	1	39	1	VALIDO
		1	38	2	VALIDO
		1	39	3	VALIDO
		1	41	4	VALIDO
		1	38	5	VALIDO
		1	39	6	VALIDO
		1	38	7	VALIDO
		1	40	8	VALIDO
		1	42	9	VALIDO
		1	38	10	VALIDO
		1	40	11	VALIDO
		1	39	12	VALIDO
		1	38	13	VALIDO
		1	39	14	VALIDO
		1	40	15	VALIDO
		1	38	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			39±0.09		
RESISTECIA A LA COMPRESION			340 KG/cm²		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje D3 columna segundo nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO SECUNDARIA COLUMNA – 2 SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.Nº16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm2			
Lecturas descartadas		1			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	Nº DE REBOTE $\alpha= 0^{\circ}$	OBSERVACION
COLUMNA	COL - 2	2	40	1	VALIDO
		2	40	2	VALIDO
		2	40	3	VALIDO
		2	40	4	VALIDO
		2	41	5	VALIDO
		2	41	6	VALIDO
		2	42	7	VALIDO
		2	42	8	VALIDO
		2	33	9	VALIDO
		2	32	10	DESCARTADO
		2	37	11	VALIDO
		2	39	12	VALIDO
		2	35	13	VALIDO
		2	35	14	VALIDO
		2	40	15	VALIDO
		2	39	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			39±0.21		
RESISTECIA A LA COMPRESION			340 KG/cm²		

Fuente: Elaboración propia

➤ **Vigas modulo secundaria**

Tabla 14. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje C3 viga primer nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO SECUNDARIA VIGA – 1 PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm2			
Lecturas descartadas		2			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE α= 0°	OBSERVACION
VIGA	VIGA - 1	1	29	1	VALIDO
		1	38	2	DESCARTADO
		1	30	3	VALIDO
		1	30	4	VALIDO
		1	25	5	VALIDO
		1	34	6	VALIDO
		1	25	7	VALIDO
		1	30	8	VALIDO
		1	28	9	VALIDO
		1	28	10	VALIDO
		1	32	11	VALIDO
		1	36	12	VALIDO
		1	32	13	VALIDO
		1	33	14	VALIDO
		1	33	15	VALIDO
		1	39	16	DESCARTADO
		PROMEDIO DEL REBOTE			30±0.32
RESISTECIA A LA COMPRESION			210 kg/cm²		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje C3 viga segundo nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO SECUNDARIA VIGA – 1 SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm2			
Lecturas descartadas		2			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^{\circ}$	OBSERVACION
VIGA	VIGA - 1	2	34	1	VALIDO
		2	34	2	VALIDO
		2	38	3	VALIDO
		2	32	4	VALIDO
		2	31	5	VALIDO
		2	32	6	VALIDO
		2	38	7	VALIDO
		2	35	8	VALIDO
		2	32	9	VALIDO
		2	39	10	DESCARTADO
		2	35	11	VALIDO
		2	31	12	VALIDO
		2	26	13	VALIDO
		2	27	14	VALIDO
		2	20	15	DESCARTADO
		2	28	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			32±0.34		
RESISTECIA A LA COMPRESION			238 kg/cm²		

Fuente: Elaboración propia



Tabla 16. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje D3 viga primer nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO SECUNDARIA VIGA – 2 PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm2			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^{\circ}$	OBSERVACION
VIGA	VIGA - 1	1	39	1	VALIDO
		1	38	2	VALIDO
		1	37	3	VALIDO
		1	39	4	VALIDO
		1	38	5	VALIDO
		1	39	6	VALIDO
		1	39	7	VALIDO
		1	39	8	VALIDO
		1	45	9	VALIDO
		1	40	10	VALIDO
		1	41	11	VALIDO
		1	44	12	VALIDO
		1	42	13	VALIDO
		1	43	14	VALIDO
		1	42	15	VALIDO
		1	41	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			40±0.17		
RESISTECIA A LA COMPRESION			350 kg/cm <sup>2</sup>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de secundaria en el eje D3 viga segundo nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO SECUNDARIA VIGA – 2 SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm2			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^{\circ}$	OBSERVACION
VIGA	VIGA - 1	2	31	1	VALIDO
		2	30	2	VALIDO
		2	33	3	VALIDO
		2	33	4	VALIDO
		2	33	5	VALIDO
		2	32	6	VALIDO
		2	32	7	VALIDO
		2	32	8	VALIDO
		2	31	9	VALIDO
		2	32	10	VALIDO
		2	34	11	VALIDO
		2	31	12	VALIDO
		2	33	13	VALIDO
		2	35	14	VALIDO
		2	32	15	VALIDO
		2	38	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			33±0.18		
RESISTECIA A LA COMPRESION			250 kg/cm <sup>2</sup>		

Fuente: Elaboración propia

➤ **Columnas modulo primaria**

Tabla 18. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje E1 columna primer nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO PRIMARIA COLUMNA – 1 PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Ara de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm2			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^{\circ}$	OBSERVACION
COLUMNA	COL - 1	1	39	1	VALIDO
		1	40	2	VALIDO
		1	38	3	VALIDO
		1	38	4	VALIDO
		1	38	5	VALIDO
		1	37	6	VALIDO
		1	38	7	VALIDO
		1	35	8	VALIDO
		1	38	9	VALIDO
		1	34	10	VALIDO
		1	34	11	VALIDO
		1	31	12	VALIDO
		1	37	13	VALIDO
		1	38	14	VALIDO
		1	32	15	VALIDO
		1	32	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			36±0.23		

RESISTECIA A LA COMPRESION	290 kg/cm <sup>2</sup>
----------------------------	------------------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje E1 columna segundo nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO PRIMARIA COLUMNA – 1 SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm2			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^{\circ}$	OBSERVACION
COLUMNA	COL - 1	2	40	1	VALIDO
		2	41	2	VALIDO
		2	44	3	VALIDO
		2	41	4	VALIDO
		2	43	5	VALIDO
		2	39	6	VALIDO
		2	41	7	VALIDO
		2	43	8	VALIDO
		2	41	9	VALIDO
		2	35	10	VALIDO
		2	33	11	VALIDO
		2	38	12	VALIDO
		2	34	13	VALIDO
		2	32	14	VALIDO
		2	40	15	VALIDO
		2	38	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			39±0.28		
RESISTECIA A LA COMPRESION			340 kg/cm <sup>2</sup>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje F1 columna primer nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO PRIMARIA COLUMNA – 2 PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm2			
Lecturas descartadas		1			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE α= 0°	OBSERVACION
COLUMNA	COL - 2	1	37	1	VALIDO
		1	38	2	VALIDO
		1	36	3	VALIDO
		1	40	4	VALIDO
		1	35	5	VALIDO
		1	32	6	VALIDO
		1	36	7	VALIDO
		1	36	8	VALIDO
		1	36	9	VALIDO
		1	36	10	VALIDO
		1	31	11	VALIDO
		1	37	12	VALIDO
		1	37	13	VALIDO
		1	37	14	VALIDO
		1	25	15	DESCARTADO
		1	36	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			36±0.18		
RESISTECIA A LA COMPRESION			290 kg/cm²		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje F1 columna segundo nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO PRIMARIA COLUMNA – 2 SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm2			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha= 0^{\circ}$	OBSERVACION
COLUMNA	COL - 2	2	33	1	VALIDO
		2	39	2	VALIDO
		2	32	3	VALIDO
		2	37	4	VALIDO
		2	32	5	VALIDO
		2	36	6	VALIDO
		2	28	7	VALIDO
		2	30	8	VALIDO
		2	36	9	VALIDO
		2	37	10	VALIDO
		2	32	11	VALIDO
		2	33	12	VALIDO
		2	36	13	VALIDO
		2	31	14	VALIDO
		2	30	15	VALIDO
		2	33	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			33±0.29		

RESISTENCIA A LA COMPRESION	250 kg/cm <sup>2</sup>
-----------------------------	------------------------

Fuente: Elaboración propia

➤ **Vigas modulo secundaria**

Tabla 22. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje E1 viga primer nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO PRIMARIA VIGA – 1 PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo	06 de setiembre del 2019				
Equipo	Esclerómetro SHEJIANG TUGONG				
Material	Concreto Armado				
Lugar	Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal				
Operador	Segundo Olano Bustamante				
Área de ensayo	16cm x 16cm				
Edad del concreto	1.8 años				
Resistencia especificada del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>				
Lecturas descartadas	0				
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha = 0^\circ$	OBSERVACION
VIGA	VIGA - 1	1	36	1	VALIDO
		1	38	2	VALIDO
		1	38	3	VALIDO
		1	37	4	VALIDO
		1	32	5	VALIDO
		1	33	6	VALIDO
		1	36	7	VALIDO
		1	38	8	VALIDO
		1	35	9	VALIDO
		1	36	10	VALIDO
		1	37	11	VALIDO
		1	36	12	VALIDO
		1	37	13	VALIDO
		1	34	14	VALIDO

		1	36	15	VALIDO
		1	38	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			36±0.16		
RESISTENCIA A LA COMPRESION			290 kg/cm <sup>2</sup>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje E1 viga segundo nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO PRIMARIA VIGA – 1 SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	N° DE REBOTE $\alpha = 0^\circ$	OBSERVACION
VIGA	VIGA - 1	2	28	1	VALIDO
		2	26	2	VALIDO
		2	28	3	VALIDO
		2	30	4	VALIDO
		2	25	5	VALIDO
		2	32	6	VALIDO
		2	32	7	VALIDO
		2	30	8	VALIDO
		2	25	9	VALIDO
		2	35	10	VALIDO
		2	28	11	VALIDO
		2	31	12	VALIDO
		2	28	13	VALIDO
		2	35	14	VALIDO
		2	33	15	VALIDO



		2	30	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			30±0.33		
RESISTENCIA A LA COMPRESION			210 kg/cm <sup>2</sup>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje F1 viga primer nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO PRIMARIA VIGA – 2 PRIMER NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Área de ensayo		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		0			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	Nº DE REBOTE $\alpha = 0^\circ$	OBSERVACION
VIGA	VIGA - 1	1	38	1	VALIDO
		1	40	2	VALIDO
		1	43	3	VALIDO
		1	38	4	VALIDO
		1	42	5	VALIDO
		1	42	6	VALIDO
		1	39	7	VALIDO
		1	38	8	VALIDO
		1	41	9	VALIDO
		1	36	10	VALIDO
		1	36	11	VALIDO
		1	41	12	VALIDO
		1	37	13	VALIDO

		1	34	14	VALIDO
		1	37	15	VALIDO
		1	36	16	VALIDO
PROMEDIO DEL REBOTE			39±0.21		
RESISTENCIA A LA COMPRESION			340 kg/cm <sup>2</sup>		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Lecturas de ensayo de esclerómetro en el módulo de primaria en el eje F1 viga primer nivel, ángulo de impacto  $\alpha = 0^\circ$ .

ESCLEROMETRIA MODULO PRIMARIA VIGA – 2 SEGUNDO NIVEL					
Fecha de ensayo		06 de setiembre del 2019			
Equipo		Esclerómetro SHEJIANG TUGONG			
Material		Concreto Armado			
Lugar		Módulo de la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal			
Operador		Segundo Olano Bustamante			
Dimensiones del elemento		16cm x 16cm			
Edad del concreto		1.8 años			
Resistencia especificada del concreto		210 kg/cm <sup>2</sup>			
Lecturas descartadas		2			
ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	NIVEL	LECTURA	Nº DE REBOTE $\alpha = 0^\circ$	OBSERVACION
VIGA	VIGA - 2	2	44	1	VALIDO
		2	47	2	VALIDO
		2	45	3	VALIDO
		2	44	4	VALIDO
		2	36	5	VALIDO
		2	42	6	VALIDO
		2	41	7	VALIDO
		2	42	8	VALIDO
		2	42	9	VALIDO
		2	32	10	DESCARTADO
		2	45	11	VALIDO

		2	44	12	VALIDO
		2	42	13	VALIDO
		2	43	14	VALIDO
		2	45	15	VALIDO
		2	30	16	DESCARTADO
PROMEDIO DEL REBOTE			43±0.18		
RESISTENCIA A LA COMPRESION			400 kg/cm <sup>2</sup>		

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la tabla donde se determinó las resistencias de cada ensayo de esclerometría

*Tabla 26. Correlación del número de impacto, ángulo de impacto y resistencia a la compresión del concreto.*

R	$\alpha - 90^\circ$	$\alpha - 45^\circ$	$\alpha - 0^\circ$	$\alpha + 45^\circ$	$\alpha + 90^\circ$
20	125	115			
21	135	125			
22	145	135	110		
23	160	145	120		
24	170	160	130		
25	180	170	140	100	
26	198	185	158	115	
27	210	200	165	130	105
28	220	210	180	140	120
29	238	220	190	150	138
30	250	238	210	170	145
31	260	250	220	180	160
32	280	265	238	190	170
33	290	280	250	210	190
34	310	290	260	220	200
35	320	310	280	238	218
36	340	320	290	250	230
37	350	340	310	265	245
38	370	350	320	280	260
39	380	370	340	300	280
40	400	380	350	310	295
41	410	400	370	330	310
42	425	415	380	345	325
43	440	430	400	360	340
44	460	450	420	380	360
45	470	460	430	395	375
46	490	480	450	410	390
47	500	495	465	430	410
48	520	510	480	445	430
49	540	525	500	460	445
50	550	540	515	480	460
51	570	560	530	500	480
52	580	570	550	515	500
53	600	590	565	530	520
54	Por encima 600	Por encima 600	580	550	530
55	Por encima 600	Por encima 600	600	570	550

Fuente: Manual del usuario del esclerómetro. ZHEJIANG TUGONG.

### 3.9.2.2. Resumen de Informe de Estudio de Suelos.

Parámetros de estudio de suelos para el diseño sismo resistente.

Perfil Tipo: S3(suelos flexibles)

Períodos: Tp(s)1.00 y Tl(s)1.6 (norma E.030 del 2003) actualizado el expediente norma E.030 del 2014.

Factor de Suelo: S=1.4

Conclusiones y recomendaciones del Informe:

- La zona en estudio, está conformada por un manto superficial de relleno de matriz arcillosa, de consistencia medianamente compacta, con una apreciable cantidad de materia orgánica, en un espesor que varía de 0.30 a 1.10 m; a mayor profundidad, y solo en la zona de ingreso, se tiene un estrato de arena arcillosa, conformada por 60% de arena y 40% de arcilla, de compacidad relativa medianamente densa, en estado saturado, por presencia de nivel freático, hasta una profundidad de 2.50 m; sin embargo, en la mayor parte del terreno, se tiene un estrato de arcilla de mediana compresibilidad, en estado saturado, de consistencia medianamente compactada, caracterizada por presentar 40% de arena y una regular cantidad de vacíos.
- Durante la explotación de campo, se ha registrado la presencia de nivel freático estático, entre profundidades de 0.50 y 1.2 m; por ello, se debe proyectar el drenaje de agua subterránea para el proceso de construcción de los cimientos.
- Se recomienda ubicar el cimiento, a la profundidad de 1.20 m, respecto al nivel actual del terreno, apoyándose mayormente sobre el estrato de arcilla de mediana compacidad.
- La cimentación debe ser en base a zapatas de forma cuadrada y de forma continua; dada de la flexibilidad de los elementos por su gran dimensión, se requiere proyectar viga de cimentación en los cimientos continuos y vigas de conexión entre zapatas aisladas.
- Con la finalidad de garantizar asentamientos diferenciales menores a los tolerables, se recomienda diseñar la cimentación, con una capacidad admisible de 0.70 kg/cm<sup>2</sup>. Si bien es cierto, que la capacidad ultima de carga genera un valor de capacidad admisible mayor, siempre se debe elegir la presión que genere el asentamiento tolerable.
- El medio en estudio, presenta un tipo de agresión leve; por ello, se recomienda utilizar materiales de tipo normal.

- La evaluación de las arcillas presentes en el suelo, determina que el grado de esponjamiento es bajo; por ello, no se tendrá ningún efecto adverso en la cimentación, por este concepto.
- En la zona destinada a plataformas deportivas, falso piso y veredas, eliminar el material de relleno, por encontrarse contaminado con materia orgánica. Proyectar un reemplazo de suelo, por material de cantera, de tipo granular, cuyo valor de CBR no sea menor a 60%. El espesor de la capa de reemplazo, estará en función de la cota de piso terminada y del espesor del material de relleno contaminado existente.
- El resumen de las condiciones de cimentación, que deben ser indicadas en las especificaciones de proyecto, son los siguientes:

*Tabla 27. Resumen de las condiciones de cimentación.*

EDIFICACION	Edificación de dos niveles
TIPO DE CIMENTACION	Zapata de forma cuadrada y zapata de forma continua.
ESTRATO DE APOYO DE LA CIMENTACION	Arcilla de mediana plasticidad (CL)
<b>PARAMETROS DE DISEÑO DE LA CIMENTACION</b>	
PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION	1.20 m
PRESION ADMISIBLE	0.70 Kg/cm <sup>2</sup>
FACTOR DE SEGURIDAD	3
ASENTAMIENTO TOTAL MAXIMO	4.9 cm...el valor máximo permitido es de 5 cm
ASENTAMIENTO DIFERENCIAL	1.0 cm...el valor máximo permitido es de 2.60 cm
AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION	Leve
MATERIALES PARA HACER FENTE A LA AGRESION DEL SUELO	Cemento y agregados normales
TIPO DE SUELO DESDE EL PUNTO DE VISTA SISMICO	Z = 0.40; U =1.50; S=1.40 y Tp = 0.90
<b>RECOMENDACIONES ADICIONALES</b>	
Proyectar solado de concreto simple $f'c=140$ kg/cm <sup>2</sup> , de 4" de espesor, dada la presencia de nivel freático los relleno, utilizar material de cantera, de tipo granular.	

*Fuente: estudio de suelos*

- Las conclusiones del presente estudio, solo son válidos para la zona estudiada pudiendo tomarse, solo como referencia, para zonas adyacentes.

### 3.9.3. Características de los módulos.

A continuación, describimos las características y propiedades de los materiales de los módulos con los que fue construido.

- Concreto estructural en columnas, vigas losas, zapatas, vigas de conexión:  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , fabricado con cemento Portland Tipo I. (Planos estructurales – año 2015).
- Concreto estructural de los demás elementos estructurales:  $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , fabricado con cemento Portland Tipo I. (Planos estructurales – año 2015).

El modelamiento se hará con la resistencia a la compresión del concreto realizados con el ensayo de esclerometría el cual nos da como resultado para el nivel primario  $250 \text{ kg/cm}^2$  y para el módulo de secundaria  $260 \text{ Kg/cm}^2$ .

- Acero en barras Resistencia a la fluencia: Acero Grado 60 ( $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ ) - (Planos estructurales – año 2015).
- Ladrillo para losa aligerada: Ladrillo hueco de arcilla tipo REX de  $0.30 \times 0.30 \times 0.15 \text{ m}$ . (Planos estructurales – año 2015).
- Techo: Cubierta con teja Andina.
- Ladrillo  $f'_m = 65 \text{ Kg/cm}^2$  y  $E = 32500 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Módulo de elasticidad del concreto  $E_c = 217370.65 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Concreto simple Cimentaciones corridas y sobrecimientos  $f'_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Módulo de elasticidad del acero  $E_c = 2100000 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Peso específico del Concreto Armado  $\gamma_{CA} = 2400 \text{ Kg/cm}^3$ .
- Peso específico del Concreto Simple  $\gamma_{Cs} = 2300 \text{ Kg/cm}^3$ .
- Tamaño máximo del agregado: Columnas, Vigas, Losas  $T_M = 1/2''$ .
- Tamaño máximo del agregado: Cimentaciones  $T_M = 3/4''$ .
- En el primer nivel de ambos módulos se considerará una sobrecarga (carga viva) de  $250 \text{ Kg/m}^2$ , como lo indica la NTP E-020 cargas – tabla 1, ya que se trata de un centro educativo y en el segundo nivel (techo a dos aguas) de ambos módulos se considera una sobrecarga de  $50 \text{ Kg/cm}^2$  de acuerdo a la NTP E-020.

### 3.9.4. Metrado de cargas de elementos no estructurales.

Especificaciones de los materiales a utilizar.

Tabla 28. Especificaciones de los elementos no estructurales.

MATERIAL	ESPESOR (m)	PESO ESPECÍFICO (kg/cm <sup>3</sup> )
Pared de ladrillo	0.15-025	1800
Vidrio semi doble	0.003	2600
Madera de cedro	0.004	750
Concreto armado	0.15	2400

Fuente: elaboración propia

- Tejado andino: para el tejado andino se agregará como carga muerta en el CYPECAD una carga de 10.24 kg/m<sup>2</sup>
- Pared tipo 1: donde se localizan las ventanas (V-01 y V-02).

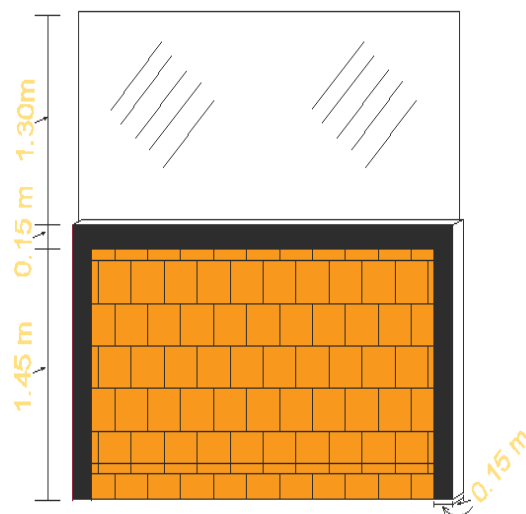


Figura 13. Detalle de pared tipo 1.

Cargas lineales

$$\text{Muro} = 0.15 \text{ m} \times 1.45 \text{ m} \times 1800 \text{ kg/m}^3 = 391.5 \text{ kg/m}$$

$$\text{Ventana} = 0.003 \text{ m} \times 1.30 \text{ m} \times 2600 \text{ kg/m}^3 = 10.14 \text{ kg/m}$$

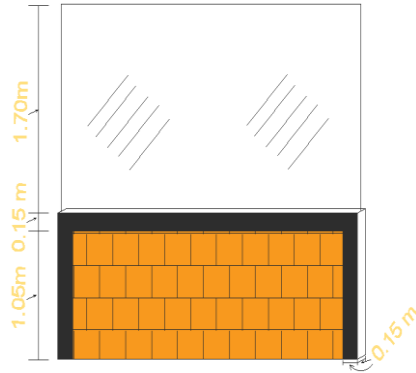
$$\text{Vigueta} = 0.15 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 54 \text{ kg/m}$$

Cargas puntuales

$$\text{Columneta} = 0.15 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 1.60 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 86.4 \text{ kg}$$



- Pared tipo 2: donde se localiza la ventana (V-03).



*Figura 14. Detalle de pared tipo 2.*

#### Cargas lineales

$$\text{Muro} = 0.15 \text{ m} \times 1.05 \text{ m} \times 1800 \text{ kg/m}^3 = 283.5 \text{ kg/m}$$

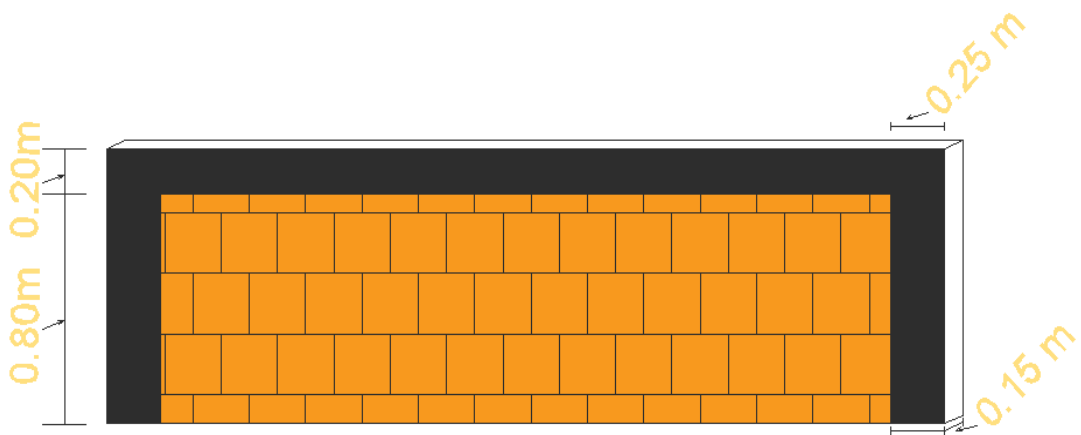
$$\text{Ventana} = 0.003 \text{ m} \times 1.70 \text{ m} \times 2600 \text{ kg/m}^3 = 13.26 \text{ kg/m}$$

$$\text{Vigueta} = 0.15 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 54 \text{ kg/m}$$

#### Cargas puntuales

$$\text{Columneta} = 0.15 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 1.20 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 64.8 \text{ kg}$$

- Muro voladizo: para el balcón.



*Figura 15. Detalle de muro en voladizo.*

#### Cargas lineales

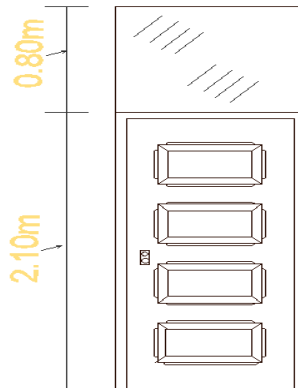
$$\text{Muro} = 0.15 \text{ m} \times 0.80 \text{ m} \times 1800 \text{ kg/m}^3 = 216 \text{ kg/m}$$

$$\text{Vigueta} = 0.20 \text{ m} \times 0.15 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 72 \text{ kg/m}$$

#### Cargas puntuales

$$\text{Columneta} = 0.15 \text{ m} \times 0.25 \text{ m} \times 1.00 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 90 \text{ kg}$$

- Puerta tipo 1: donde se localiza la P-01.



*Figura 16. Detalle de puerta tipo 01.*

Cargas lineales

$$\text{Puerta} = 0.004 \text{ m} \times 2.10 \text{ m} \times 750 \text{ kg/m}^3 = 6.3 \text{ kg/m}$$

$$\text{Ventana} = 0.003 \text{ m} \times 0.80 \text{ m} \times 2600 \text{ kg/m}^3 = 6.24 \text{ kg/m}$$

### **3.9.5. Modelamiento computacional de módulos en la I.E.N°16036.**

Se analizaron los bloques I y III en el programa CYPECAD siguiendo los parámetros de la norma técnica E-030 diseño sismorresistente del 2019.

#### **3.9.5.1. Análisis Estático.**

Se utilizó el modelado sismorresistente mediante el análisis estático, el cual tiene su importancia en la fuerza cortante basal según la zona sísmica, de acuerdo a la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019, con el fin de obtener la distribución de carga lateral y desplazamientos laterales a través del software CYPECAD.

#### **A. Parámetros sísmicos.**

##### **➤ Factor zona**

Según la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019 las edificaciones se encuentran en la Zona 2, en el Centro Poblado de San Miguel de las Naranjas, el distrito de Jaén, provincia Jaén, departamento de Cajamarca.

Según Tabla N° 1 será:

$$Z = 0.40$$

➤ **Factor de Uso e Importancia (U)**

Según la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019 de acuerdo al uso e importancia de esta edificación, se ha considerado como Edificaciones esenciales (A), por ser una institución educativa el cual servirá de refugio después de un desastre.

Según la Tabla 3 será:

$$U = 1.5$$

➤ **Factor de suelo (S) y Parámetro  $T_p$**

De acuerdo a la clasificación del Informe de Estudios de suelo que han realizado, se considera un suelo blando (S3).

$$S_2 = 1.4$$

$$T_p = 0.9$$

**3.9.5.2. Cálculo módulo de secundaria en CYPECAD**

Para la modelación del módulo de secundaria se realiza una serie de pasos con los parámetros de acuerdo al expediente técnico y así encontrar sus desplazamientos.

Los planos de arquitectura son de vital importancia para el modelamiento en el CYPECAD.

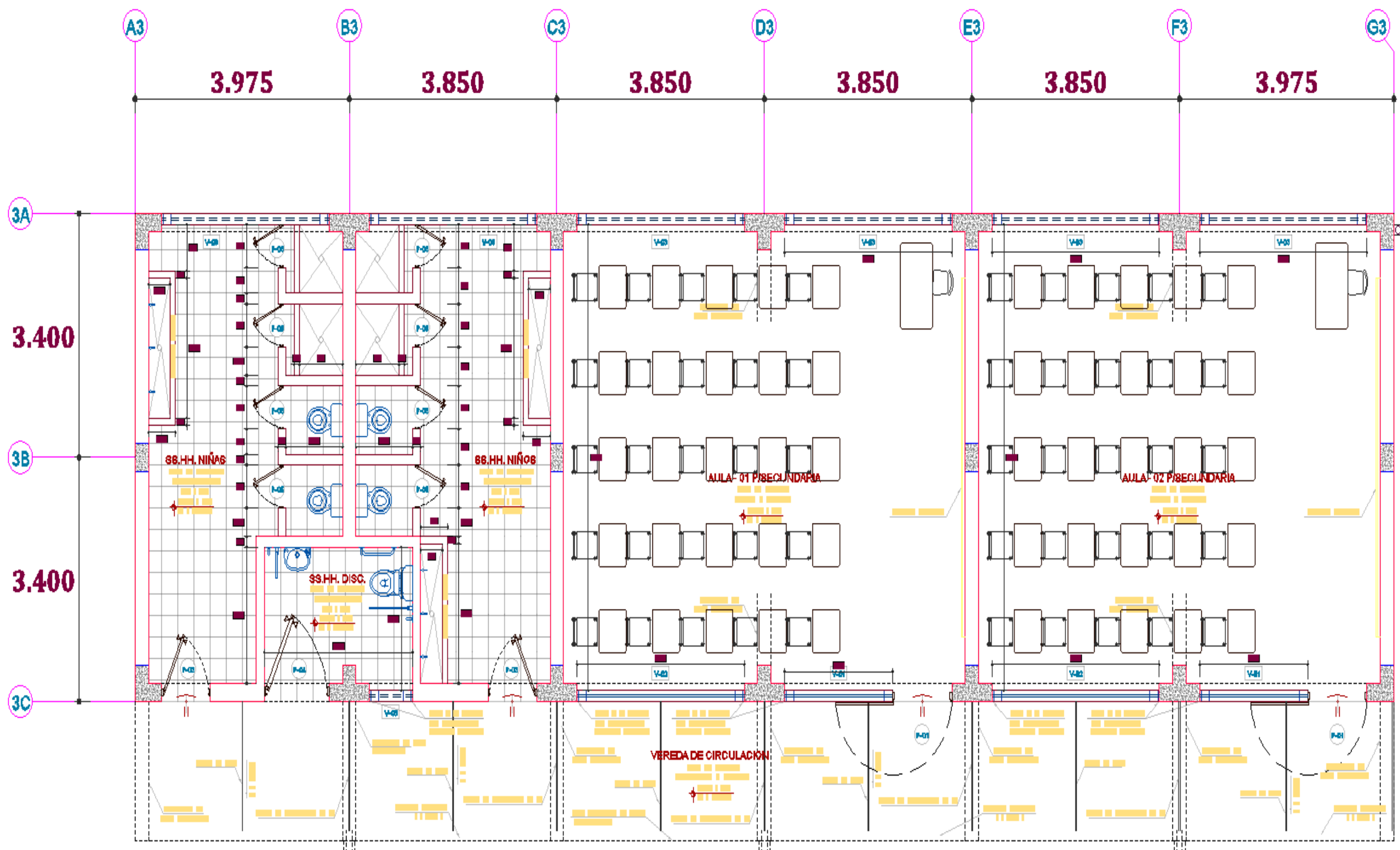


Figura 17. Detalle de arquitectura primer nivel modulo secundaria.

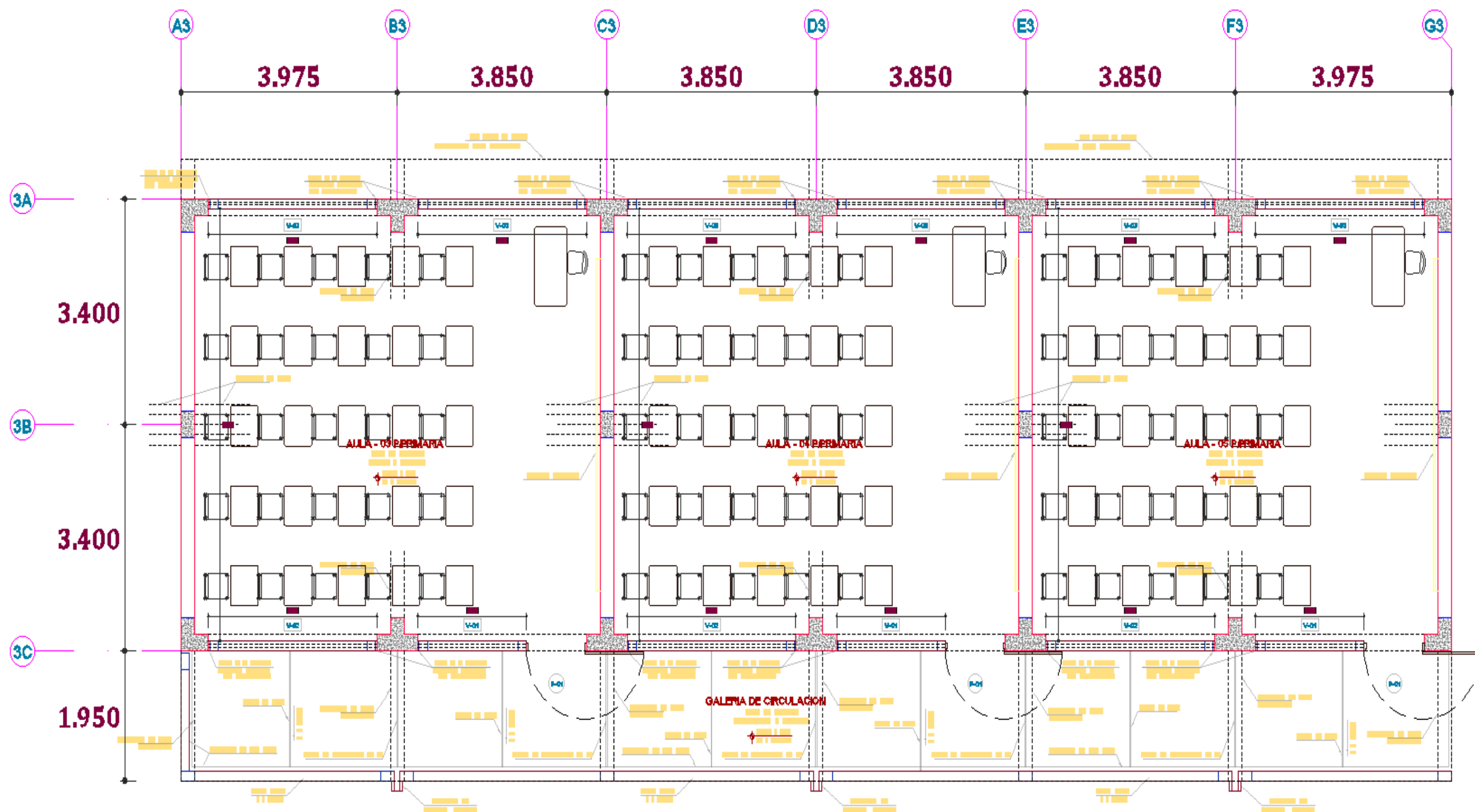
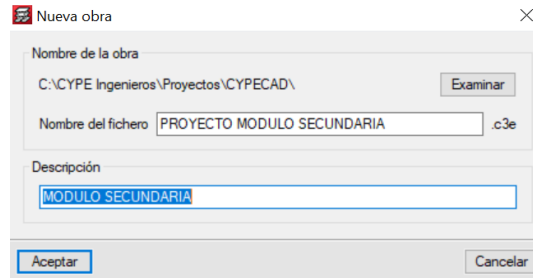


Figura 18. Detalle de arquitectura segundo nivel modulo secundaria.

### A. Creación de una nueva obra.

Inicialmente sobre el icono del programa CYPE hacemos doble clic, el cual nos lleva al menú principal, y haciendo clic en CYPECAD, donde aparece la pantalla el cual nos permite crear un nuevo proyecto donde colocamos un nombre y una descripción para luego aceptar.

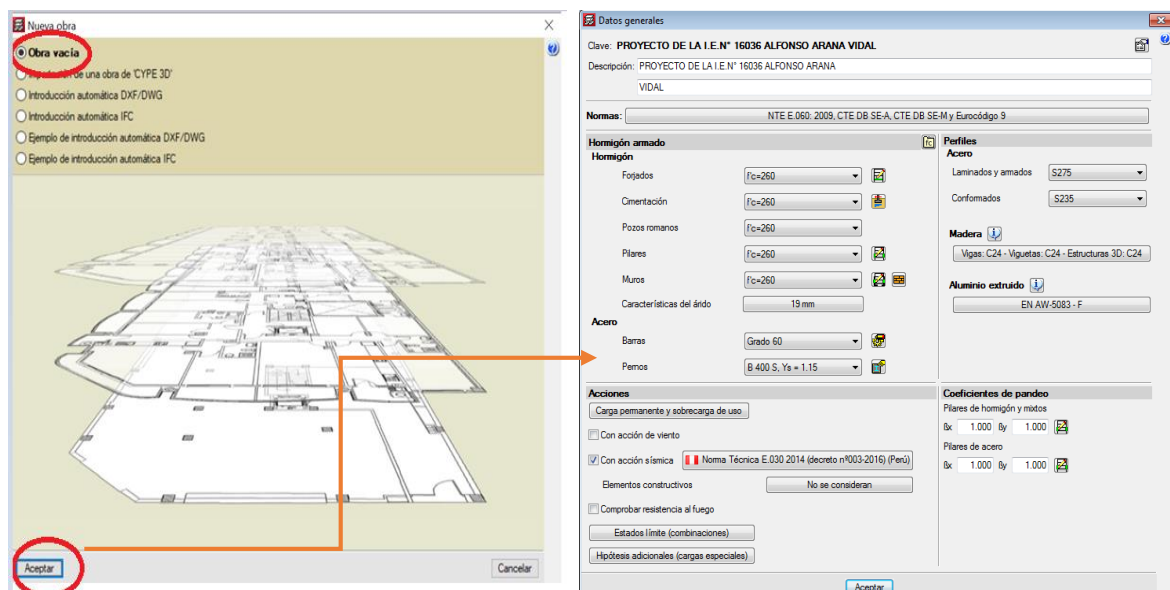


*Figura 19. Creación de nueva obra.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

### B. Datos generales.

Al aceptar el paso anterior aparece la ventana nueva obra donde se debe elegir obra vacía para iniciar desde el inicio un nuevo proyecto.

Al aceptar lo anterior nos aparece la ventana de datos generales el cual nos permite ingresar el nombre del proyecto, descripción, normas que utilizamos en los cálculos de los módulos, elegir las características de los materiales, opciones de armado, coeficiente de pandeo, la acción sísmica que consideramos e Hipótesis de carga a considerar.



*Figura 20. Ingreso a la ventana de datos generales*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

- Para el concreto se realizará con la norma NTP.E.030:2009 concreto, AISI S100-2007 (LRFD)(USA) para acero conformado y ANSI/AISC 360-05 (LRFD)(USA) para el acero laminado. Para el cálculo se consideró las siguientes características:
  - Concreto:  $f'_c = 260 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  de acuerdo al ensayo de esclerometría.
  - Acero  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  (Barras de grado 60).
- Como tenemos un sistema estructural de pórticos en un sentido y en el otro sentido de muros estructurales, el coeficiente de pandeo será igual a 1.
- Según estudio de suelos realizado la cimentación se ha asignado una capacidad portante del suelo de  $0.70 \text{ kp/cm}^2$  ( $7 \text{ Tn/m}^2$ ).

Figura 21. Datos de cimentación.

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

### ➤ Introducción de acciones sísmicas para el módulo en CYPECAD

Para los módulos utilizaos la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019 de diseño sismo resistente y se seleccionara los siguientes datos.

La acción sísmica de los módulos se realizará tanto en el eje X como en el eje Y.

El método de análisis: Lo realizaremos con el estático por lo que la norma técnica E.030 diseño sismorresistente del 2019 menciona que podemos analizar mediante este meto todas las estructuras regulares o irregulares que se encuentren en la zona sísmica 1. En las otras zonas para estructuras regulares según la tabla N° 6 para la zona 2 y 1 se analizará con este método para estructuras de concreto armado: albañilería armada el cual tenemos en el análisis del módulo de secundaria.

Normativa para el cálculo de la acción sísmica

☐ España ☐ Costa Rica ☐ Norma Técnica E.030 (2003) ☒ **Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016)**

☐ UE ☐ Cuba **Norma Técnica E.030 2014 (decreto n°003-2016) Diseño Sismorresistente**

☐ Método general ☐ Ecuador ☒ Acción sísmica según X ☒ Acción sísmica según Y

**Método de análisis**  
☐ Dinámico (modal espectral) ☒ **Estático (fuerza lateral equivalente)**

**Definición del espectro**  
☒ **Según norma** ☐ Especificado por el usuario

**Parámetros de cálculo**  
 Fracción de sobrecarga de uso: 0.50  
 Fracción de sobrecarga de nieve: 0.00  
 Factor multiplicador del espectro: 1.00

**Estimación del periodo fundamental de la estructura**  
☒ **Según norma** ☐ Especificado por el usuario

☐ Altura del edificio  
 Tipología estructural (X): ☒ I ☐ II ☐ III  
 Tipología estructural (Y): ☐ I ☒ II ☐ III

**Tipo de perfil de suelo**  
☐ S0: Roca dura  
☐ S1: Roca o suelos muy rígidos  
☐ S2: Suelos intermedios  
☒ **S3: Suelos flexibles**  
☐ S4: Condiciones excepcionales

**Sistema estructural**  
 Coeficiente de reducción (X): 8.00  
 Coeficiente de reducción (Y): 6.00  
 Factor de irregularidad en altura X,Y: 1.00 , 1.00  
 Factor de irregularidad en planta X,Y: 1.00 , 1.00

**Zona sísmica**  
☐ Zona 1 ☒ **Zona 2** ☐ Zona 3 ☐ Zona 4

**Categoría del edificio**  
☒ **A: Edificaciones esenciales** ☐ B: Edificaciones importantes ☐ C: Edificaciones comunes

Aceptar Sin efectos de 2º orden Espectro de cálculo Cancelar

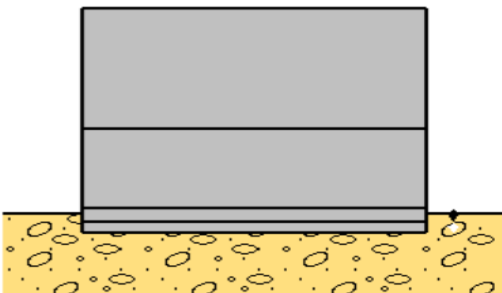
Figura 22. Datos con acciones sísmicas según NT.E.030(2019).  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

### C. Plantas y grupos de plantas.

Se ha introducido 4 plantas, incluyendo una planta por debajo del terreno natural para la viga de cimentación y una por encima del terreno natural para el sobrecimiento.

Editar plantas

Cota del plano de cimentación: -0.75 m



Nombre	Altura	Cota
SEGUNDO NIVEL	4.83	8.23
PRIMER NIVEL	3.15	3.40
NTN.+0.25	0.55	0.25
NTN.-0.30	0.45	-0.30
Cimentación		-0.75

Aceptar Cancelar

Figura 23. Introducción de plantas.  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)



La carga muerta se considera mínima de  $0.1 \text{ Tn/m}^2$  debido a que el peso propio de los elementos introducidos lo calcula el programa.

La carga viva para cada nivel se ha definido según los parámetros de la NTP.E.020(2006).

Tabla 29. Cargas vivas mínimas repartidas.

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (Kgf/m <sup>2</sup> )
Centros de educación	
Aulas	2,5 (250)
Techo a dos aguas	0.5 (50)

Fuente: NTP.E.020

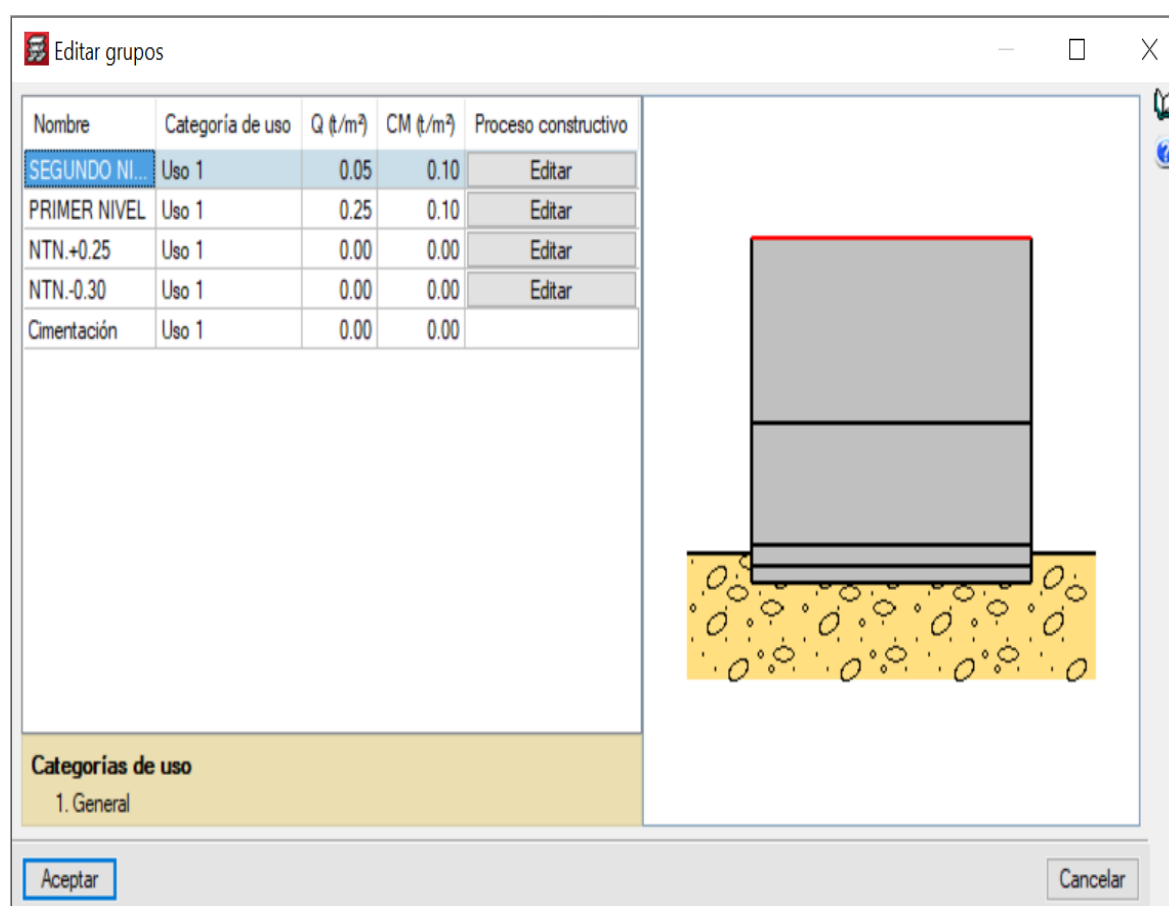
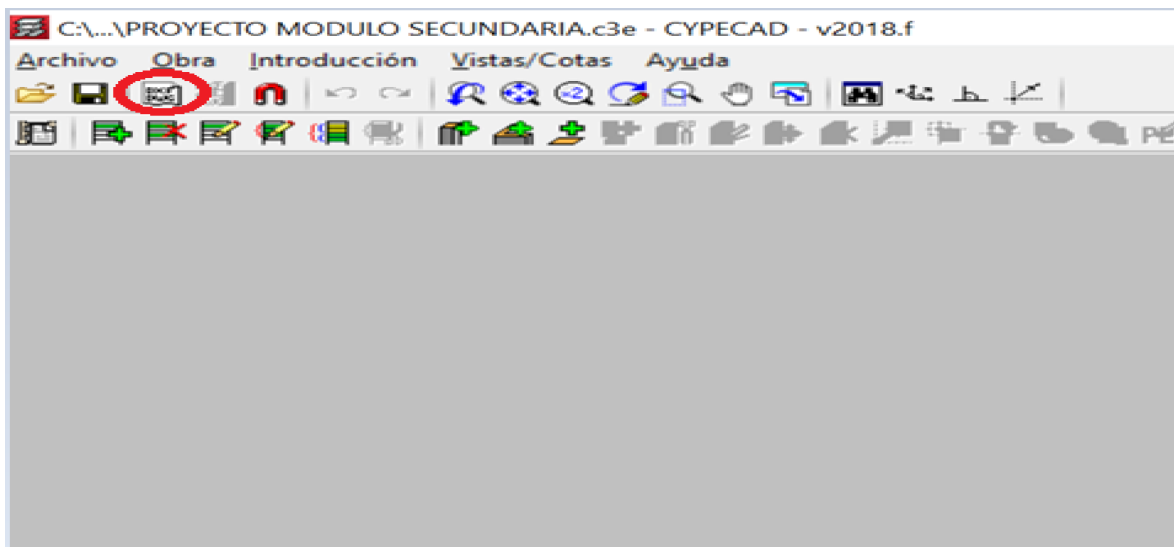


Figura 24. Introducción de cargas  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

#### D. Importación de planos DWG o DXF al CYPECAD.

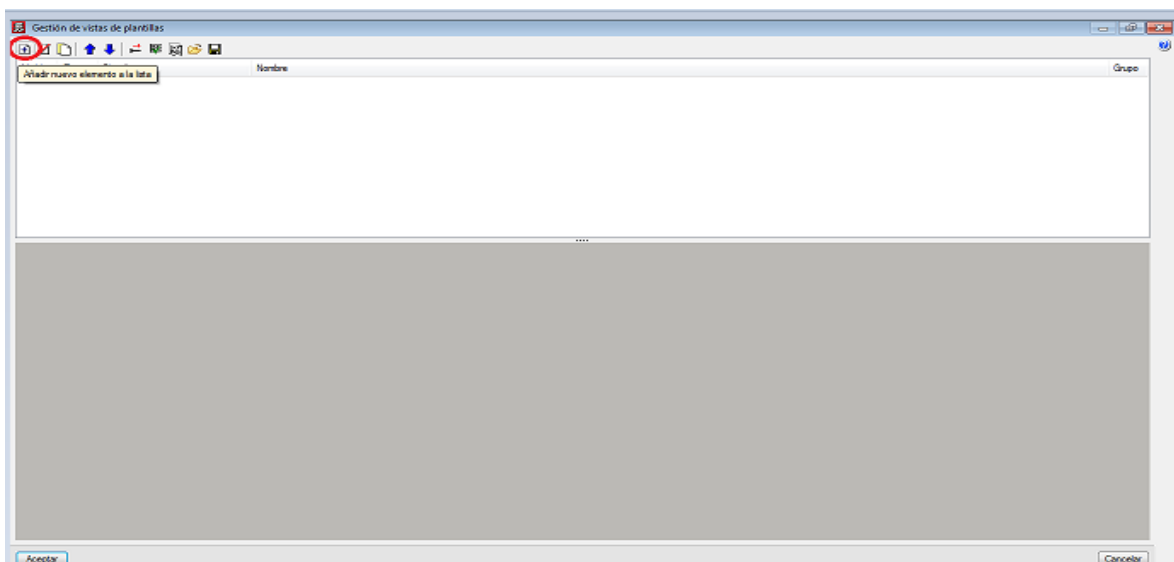
Para la introducción de la geometría de la estructura es muy importante la importación de planos en DWG o DXF los cuales nos servirán de plantillas. Seguimos los siguientes pasos para la importación de plantillas DWG o DXF.

- Seleccionar en la barra de herramientas edita plantillas.



*Figura 25. Icono editar plantillas.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

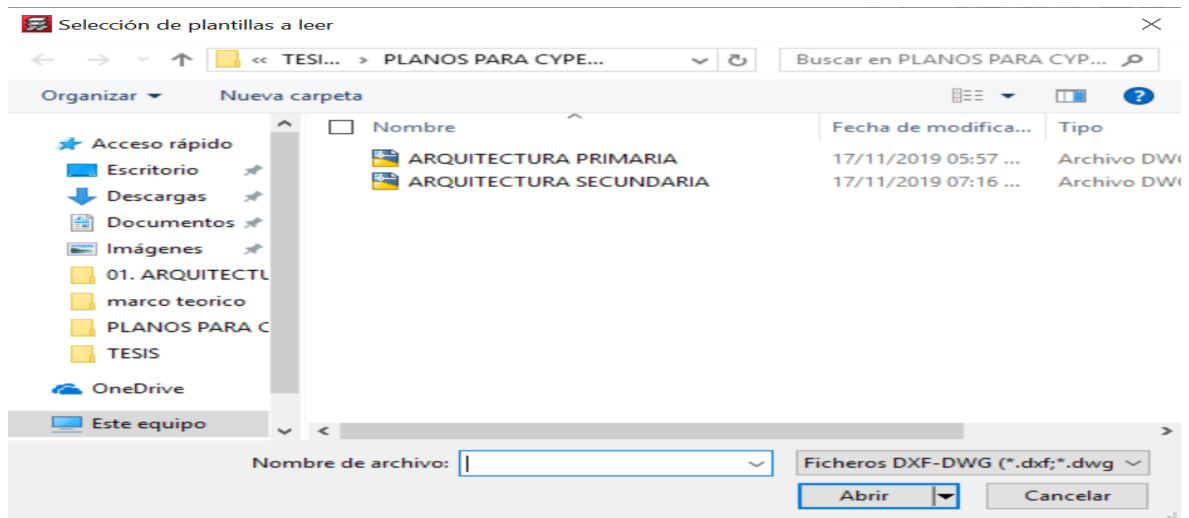
- En la ventana gestión de vistas de plantillas pulsamos el icono añadir nuevo elemento a lista.



*Figura 26. Icono de añadir nuevo elemento a la lista.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

- Se activa la ventana ficheros disponibles y seleccionamos el icono añadir nuevo elemento a la lista, donde se realizamos la búsqueda de las plantillas en DWG o DXF para exportarlo.

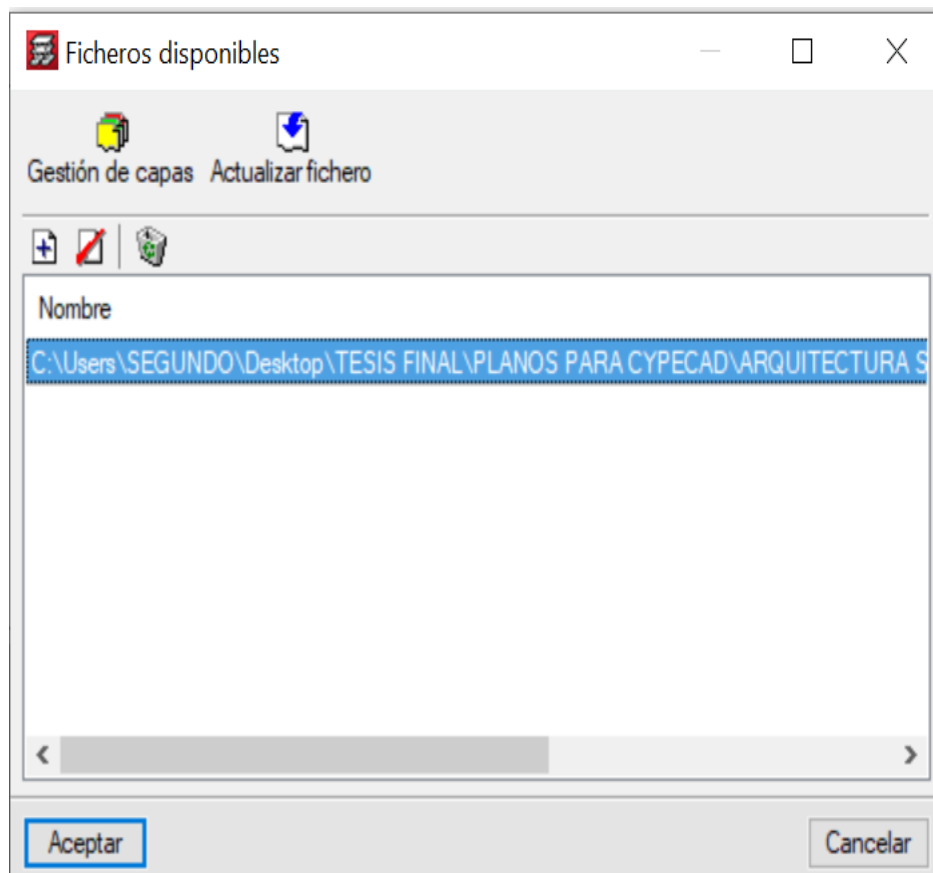
- Localizamos y seleccionamos la plantilla y pulsamos abrir.



*Figura 27. Archivo a importar a CYPECAD.*

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

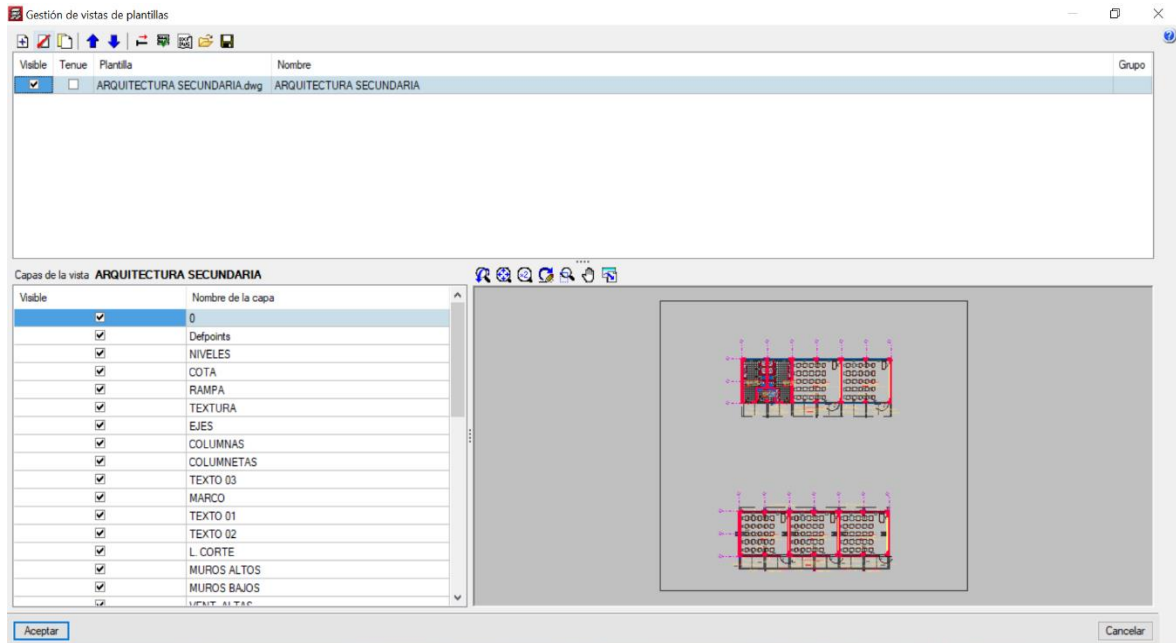
La plantilla se importará automáticamente al programa.



*Figura 28. Archivo añadido a CYPECAD.*

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

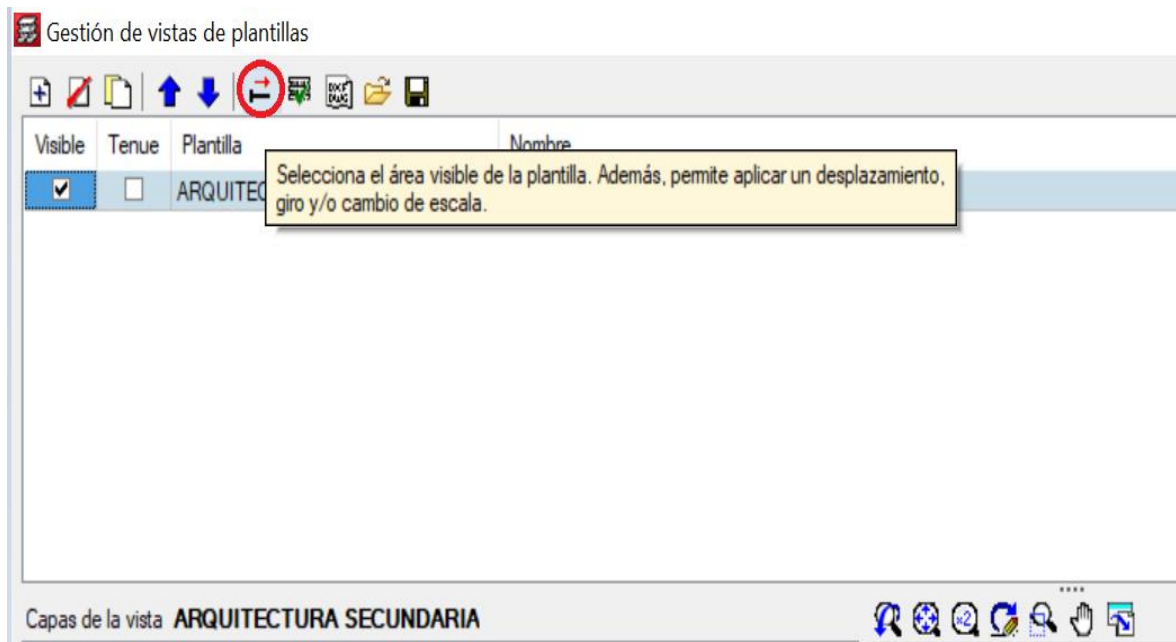
- Al aceptar el paso anterior disponemos de la plantilla DXF o DWG en la ventana gestión de vistas de plantillas.



*Figura 29. Plantilla importada a CYPECAD.*

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

- En la ventana gestión de vistas de plantillas seleccionamos el icono que nos permite seleccionar el área visible de la plantilla. aplicar desplazamiento, giro y cambio de escala a la plantilla DWG o DXF.



*Figura 30. Icono desplazar, girar o cambiar de escala.*

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

- En la ventana transformación seleccionamos el área visible y cambiamos el origen de cada plano para tener referencia de cada nivel.

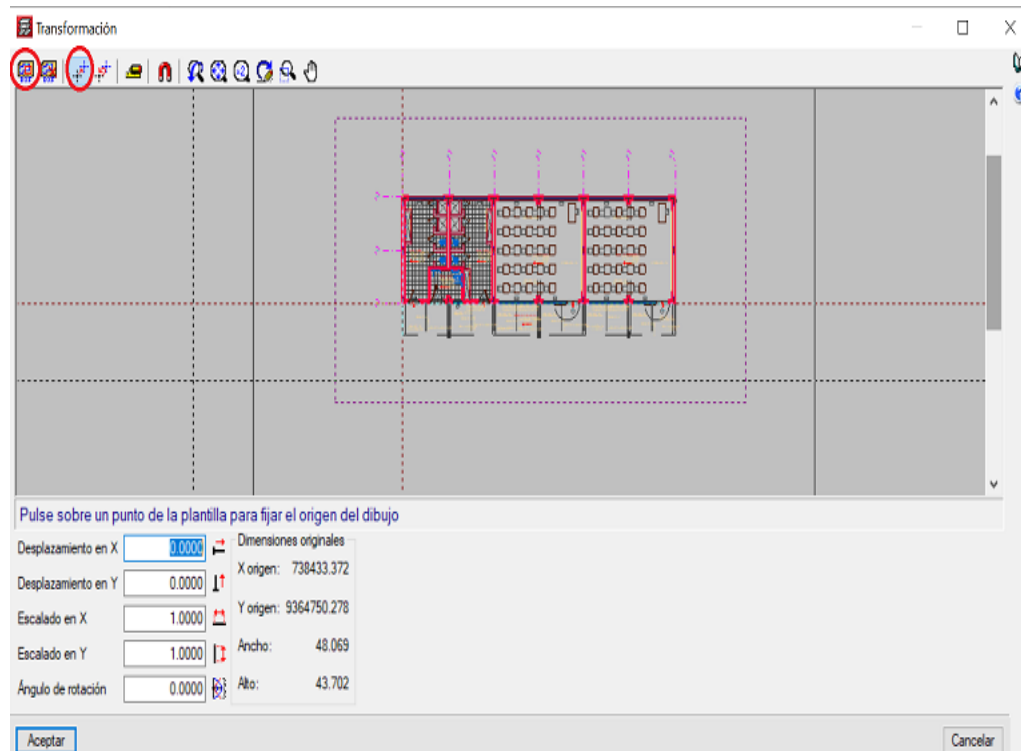


Figura 31. Iconos para seleccionar el área visible y el origen de coordenadas.

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

- Al aceptar lo anterior retornamos a la ventana gestión de vistas de plantillas donde tenemos las plantillas configuradas para cada nivel.

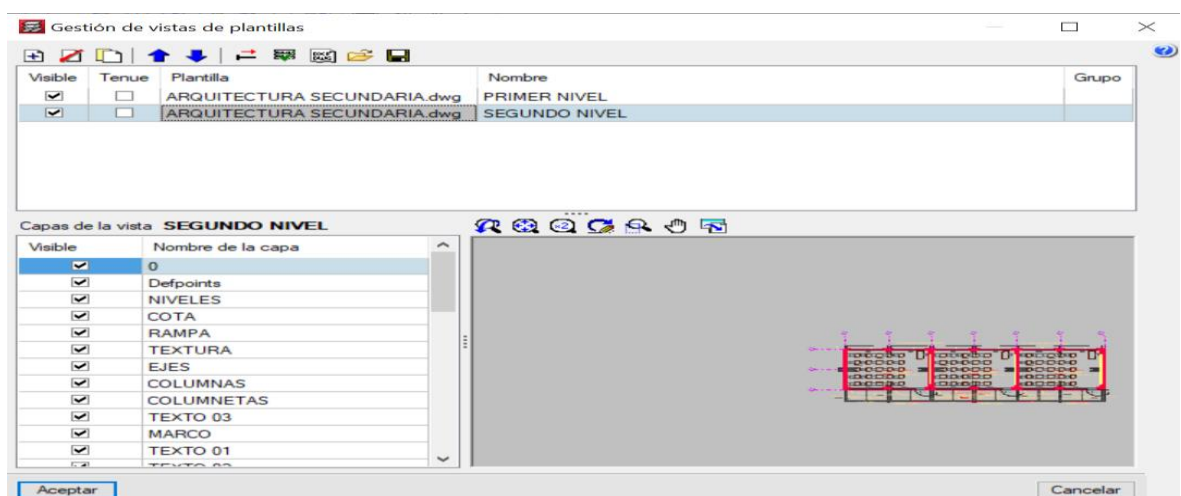
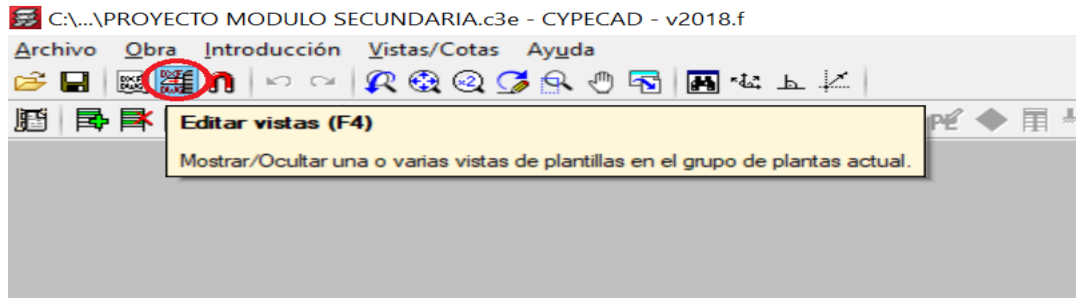


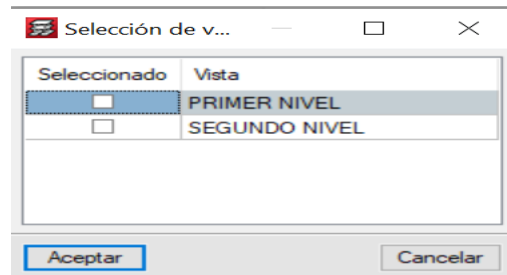
Figura 32. Ventana de gestión de vistas de plantillas con los planos asignados.

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

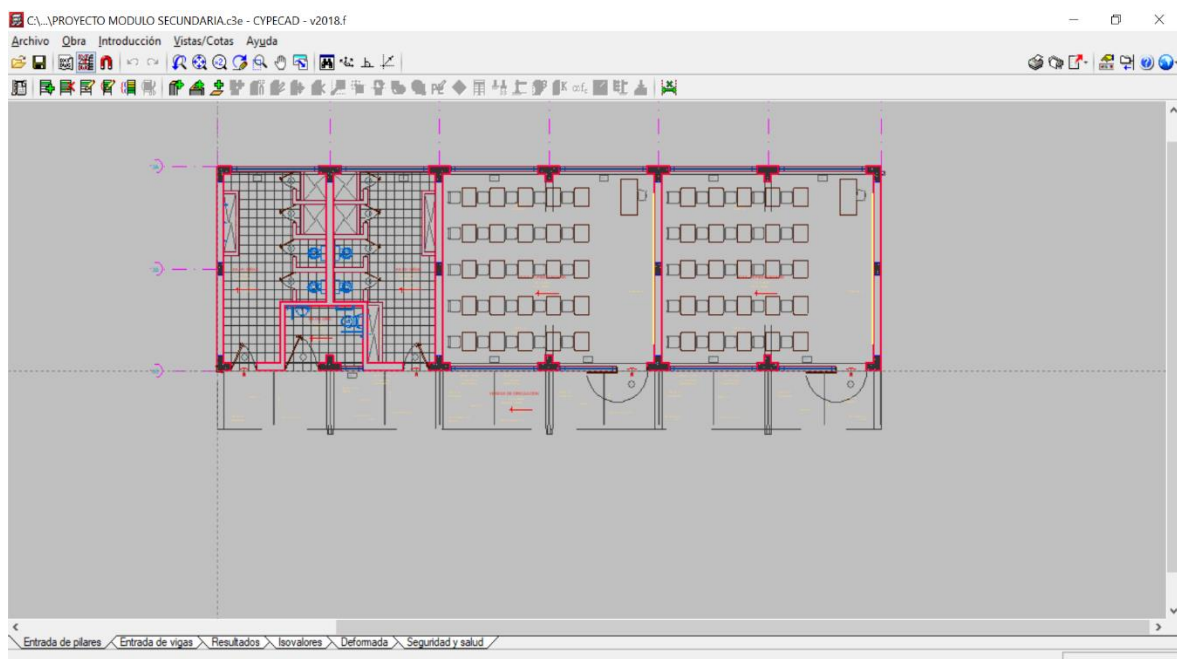
- Al aceptar en la ventana anterior se finaliza la importación de las plantillas las cuales se visualizará en la pantalla de CYPECAD al activar el icono editar vistas.



*Figura 33. Icono de editar vistas*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)



*Figura 34. Ventana de selección de vistas.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)



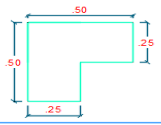
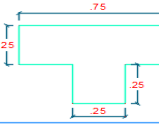
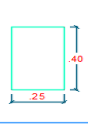
*Figura 35. Plantillas importadas que se visualizan en el CYPECAD.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

## E. Introducción de columnas y muros estructurales para el edificio.

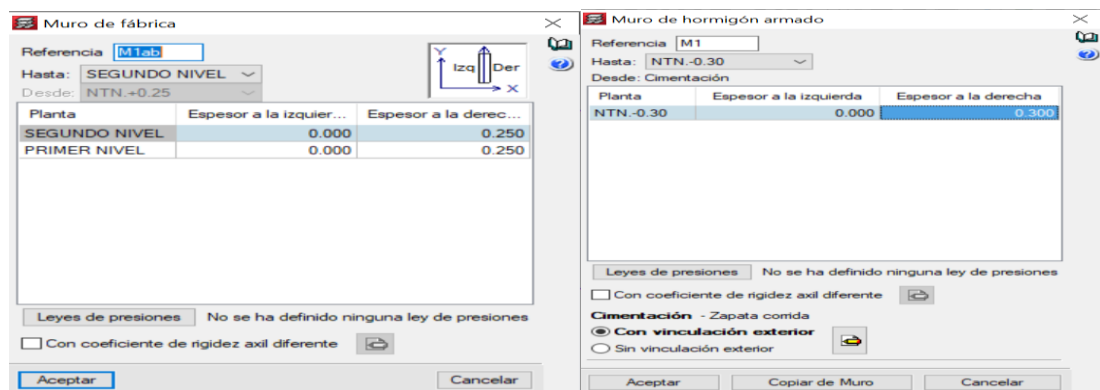
Las columnas para introducir en el programa CYPECAD se realizará de acuerdo al diseño original de los planos con los cuales se ha construido los módulos en la I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal.

Los muros estructurales se introducirán en el eje “Y” de un espesor de 0.25m de acuerdo a los planos en su diseño original.

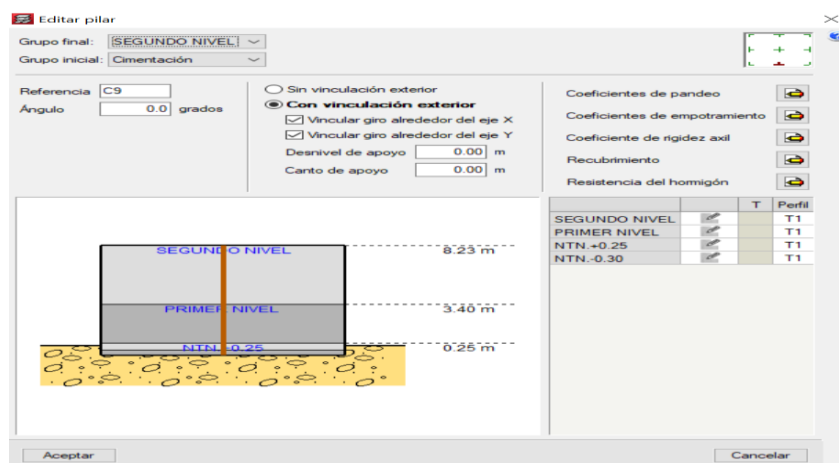
Para generar columnas se tiene tres tipos de acuerdo a los planos y se especifican las dimensiones a continuación:

CARACTERÍSTICAS DE COLUMNAS			
SECCION	VAR. (Tipo L)	VAR. (Tipo T)	0.25x0.40

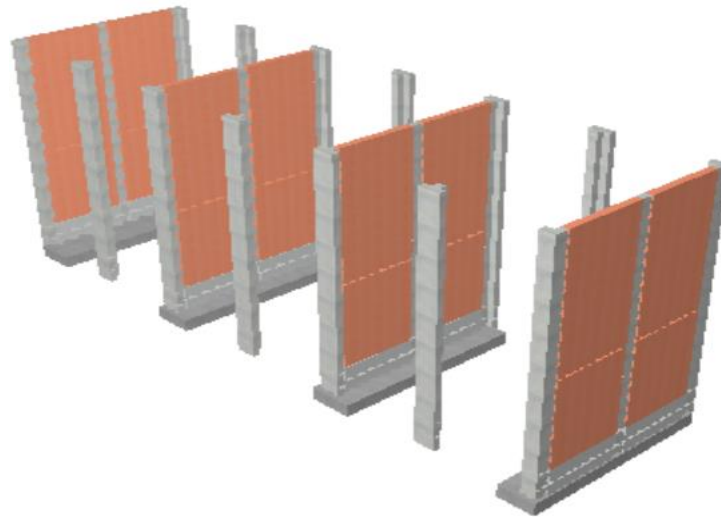
*Figura 36. Secciones de columnas.*  
Fuente: Diseño original AUTOCAD.



*Figura 37. Características de los muros armados y de fábrica.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)



*Figura 38. Características generales de columnas.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

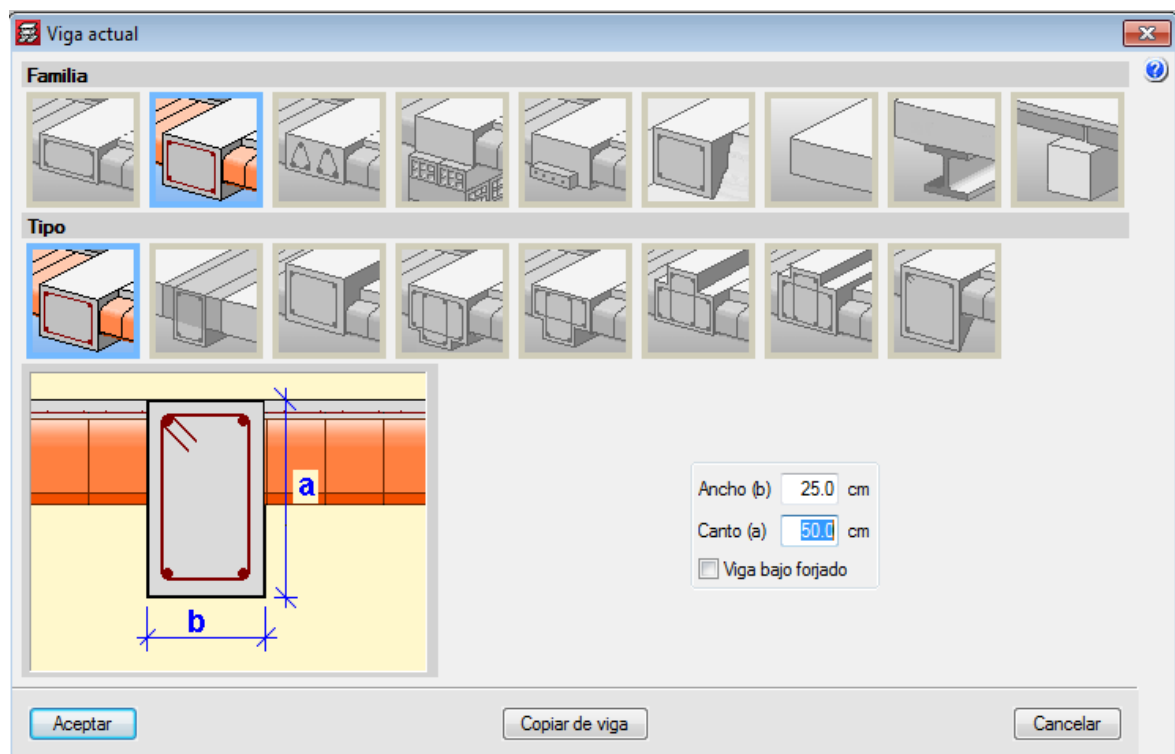


*Figura 39. Vista 3D de columnas y muros estructurales.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

## F. Introducción de vigas para el edificio.

### ➤ Primer nivel

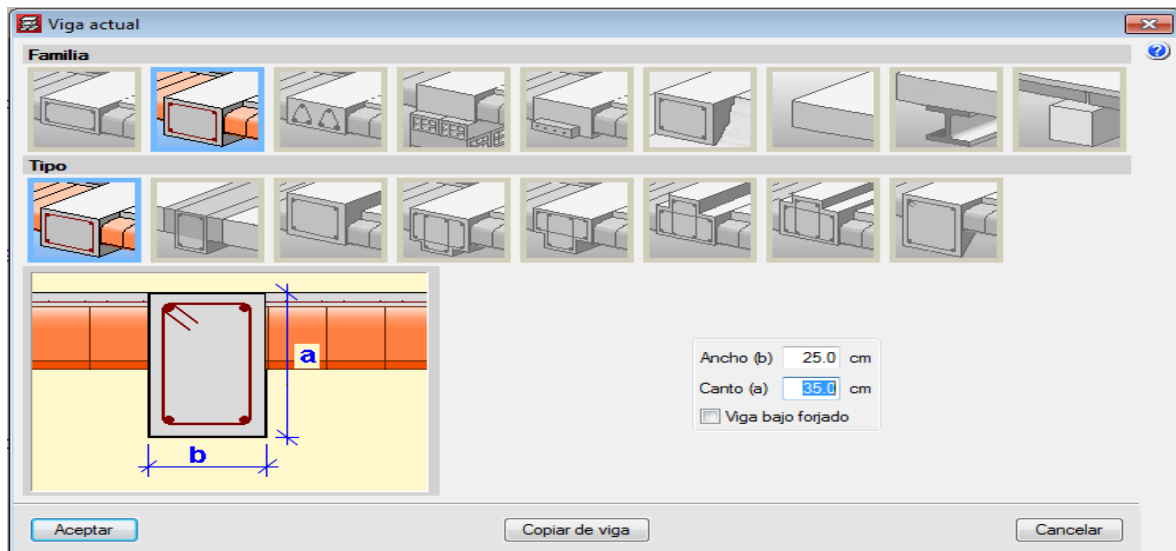
Para las vigas principales de acuerdo a los planos estructurales tenemos una dimensión de 25x50 cm para configurarlo en el programa CYPECAD.



*Figura 40. Viga principal primer nivel.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

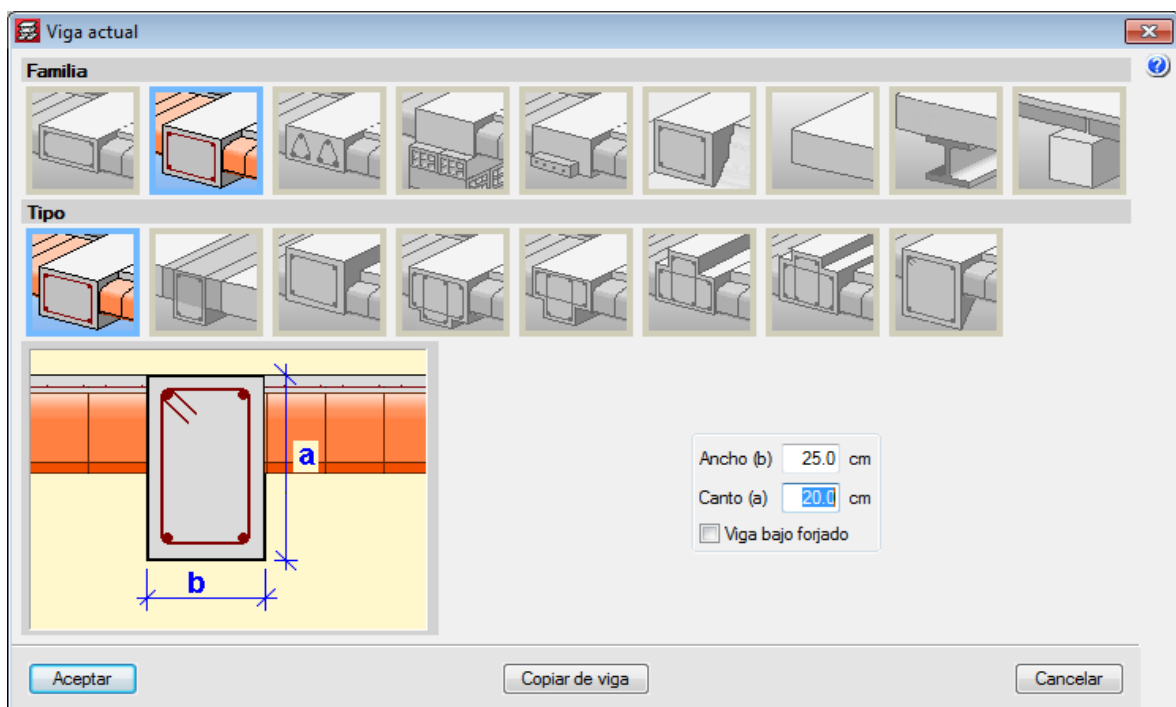


Para las vigas secundaria de acuerdo a los planos estructurales tenemos una dimensión de 25x35 cm para configurarlo en el programa CYPECAD.



*Figura 41. vigas secundarias primer nivel.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

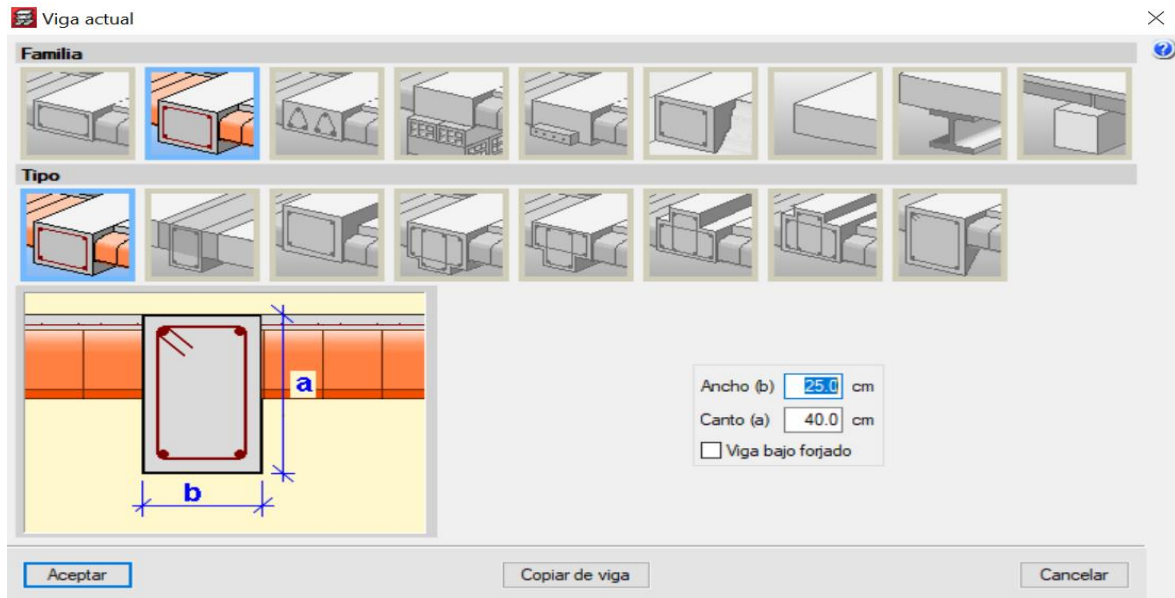
Para las vigas en voladizo de acuerdo a los planos estructurales tenemos una dimensión de 25x20 cm para configurarlo en el programa CYPECAD.



*Figura 42. vigas voladizo.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

### ➤ Segundo nivel

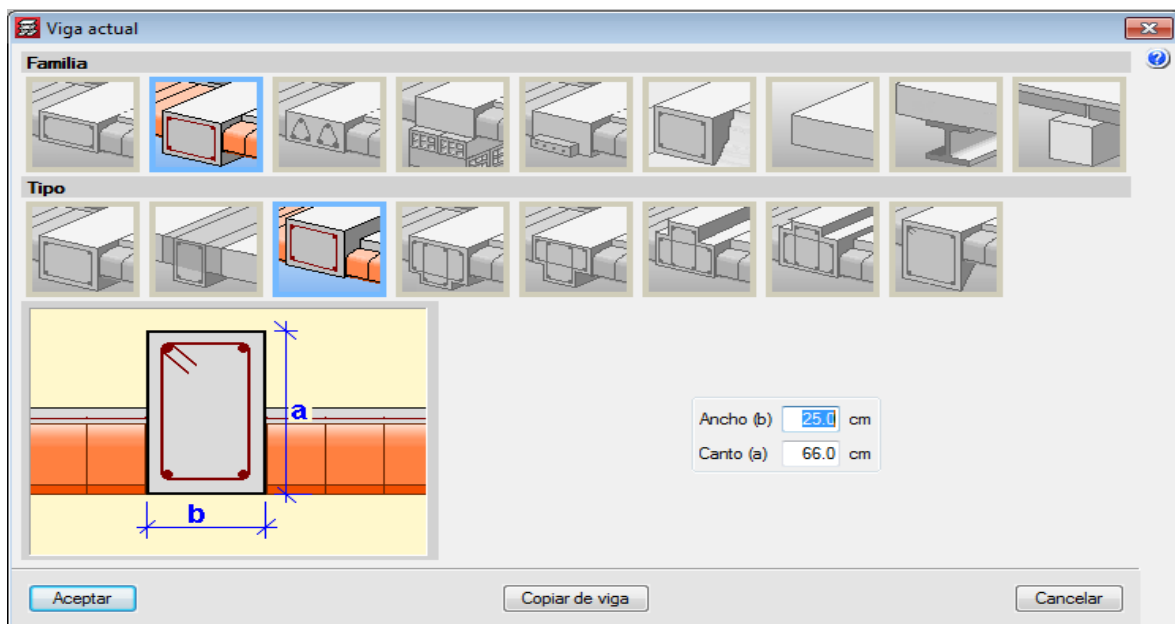
Para las vigas principales de acuerdo a los planos estructurales tenemos una dimensión de 25x40 cm para configurarlo en el programa CYPECAD.



*Figura 43. Vigas principales segundo nivel.*

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

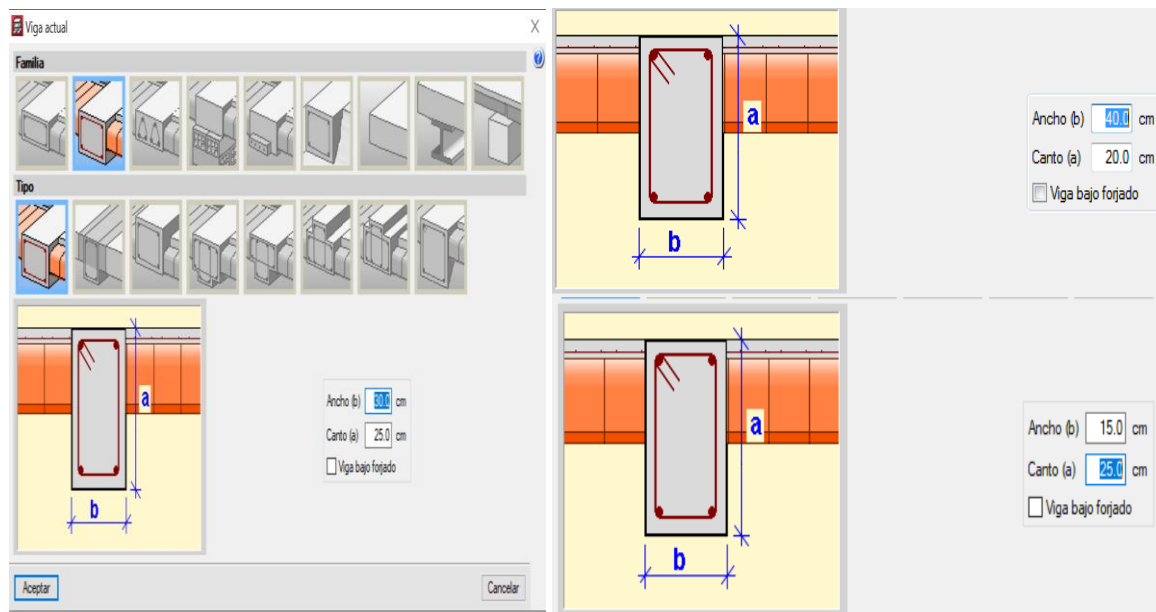
Para las vigas secundaria de acuerdo a los planos estructurales tenemos una dimensión de 25x66 cm para sostener techo a dos aguas.



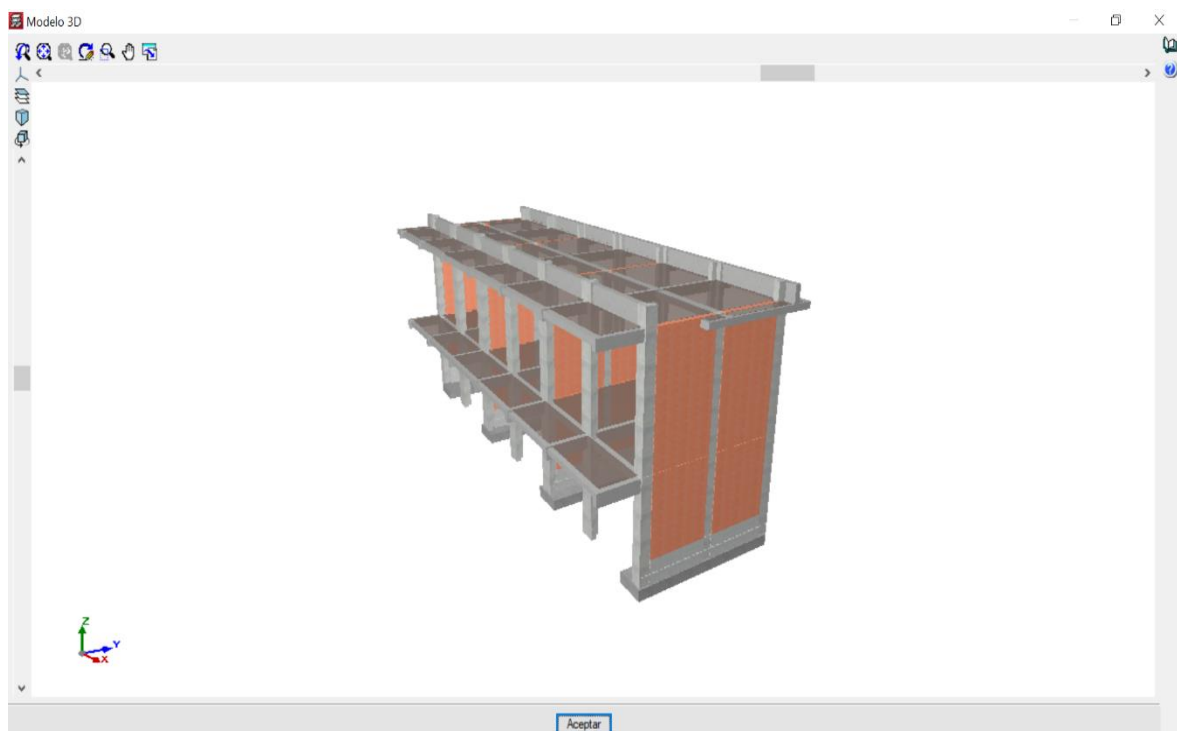
*Figura 44. vigas secundarias segundo nivel.*

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

Además, tenemos secciones de vigas variables de acuerdo a los planos de estructuras con los cuales se realizó la construcción de los módulos, estas secciones se insertarán en el CYPECAD.



*Figura 45. Características de las vigas en cubierta.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)



*Figura 46. Visualización 3D de muros, vigas y columnas.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

### G. Introducción de losas aligeradas.

Para el módulo de secundaria según los planos estructurales ingresaremos una losa aligerada de 20cm de peralte. Seguimos los siguientes pasos.

Pulsar paños > gestión de paños. Donde se desplegará la ventana flotante que se visualiza en la.

- Figura 1.
- Seleccionar entrar paño donde aparecerá la ventana gestión de paños.

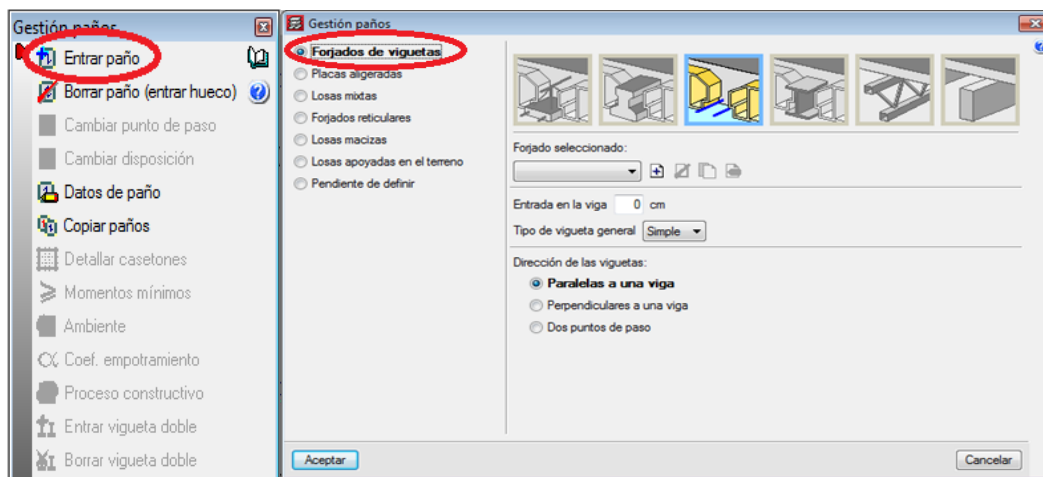



Figura 47. Introducción a la ventana gestión de paños.

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

- Pulsamos el icono  y creamos la losa dándole un nombre en la venta que nos aparece. Procedemos a introducir la geometría de ladrillos y viguetas con las dimensiones que se van a trabajar.

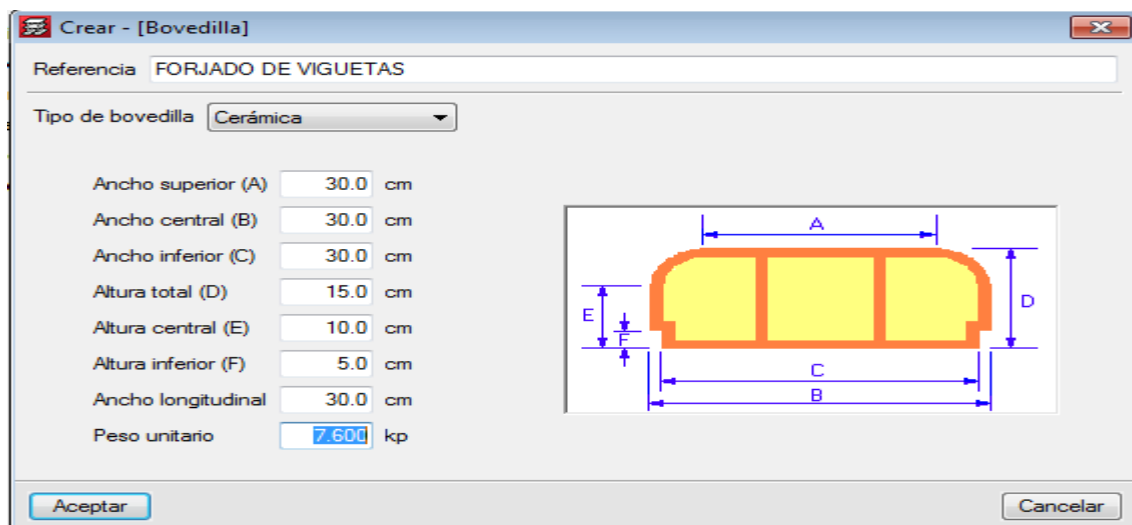
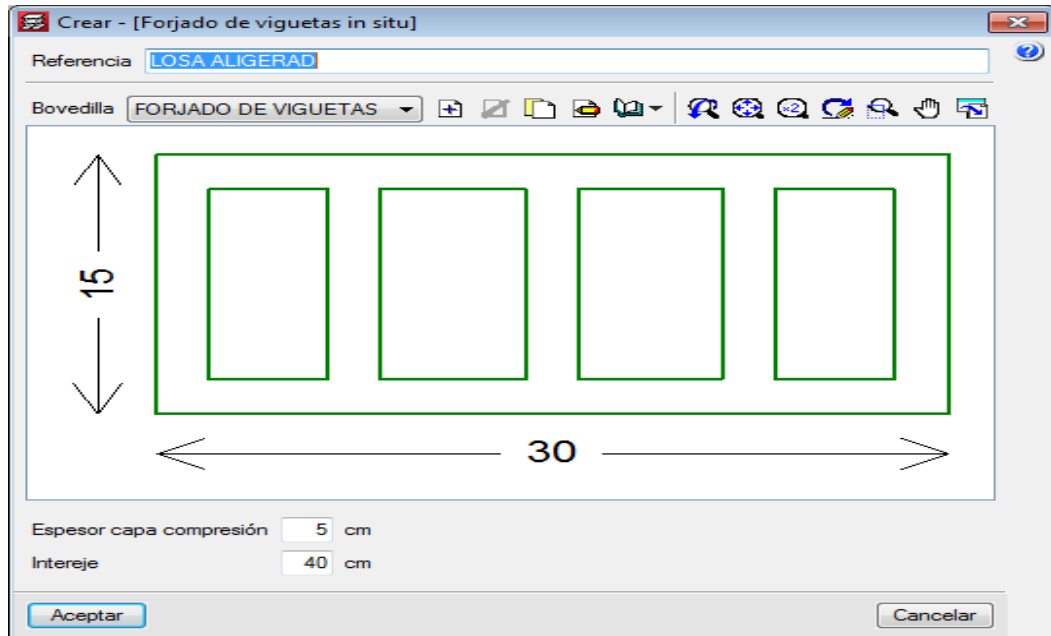


Figura 48. Dimensiones de losa aligerada.

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

Una vez introducido las dimensiones de la losa aligerada aceptamos y nos lleva a la ventana que se muestra en la.

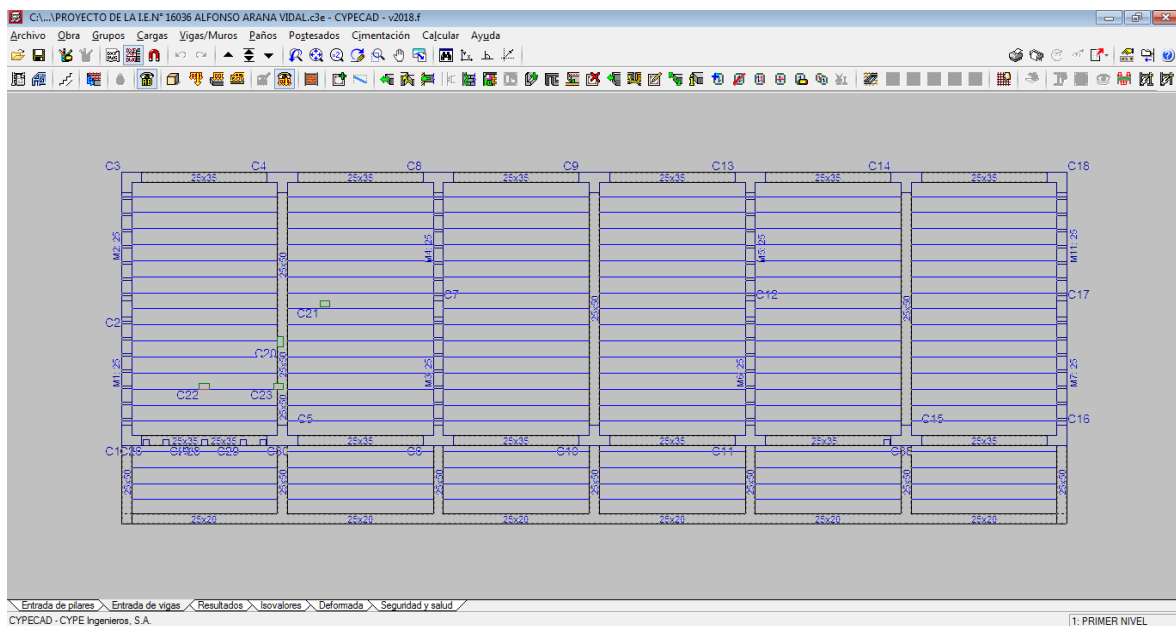
- Figura 149 con las dimensiones del ladrillo de techo.



*Figura 49. Dimensiones de ladrillo en losa aligerada.*

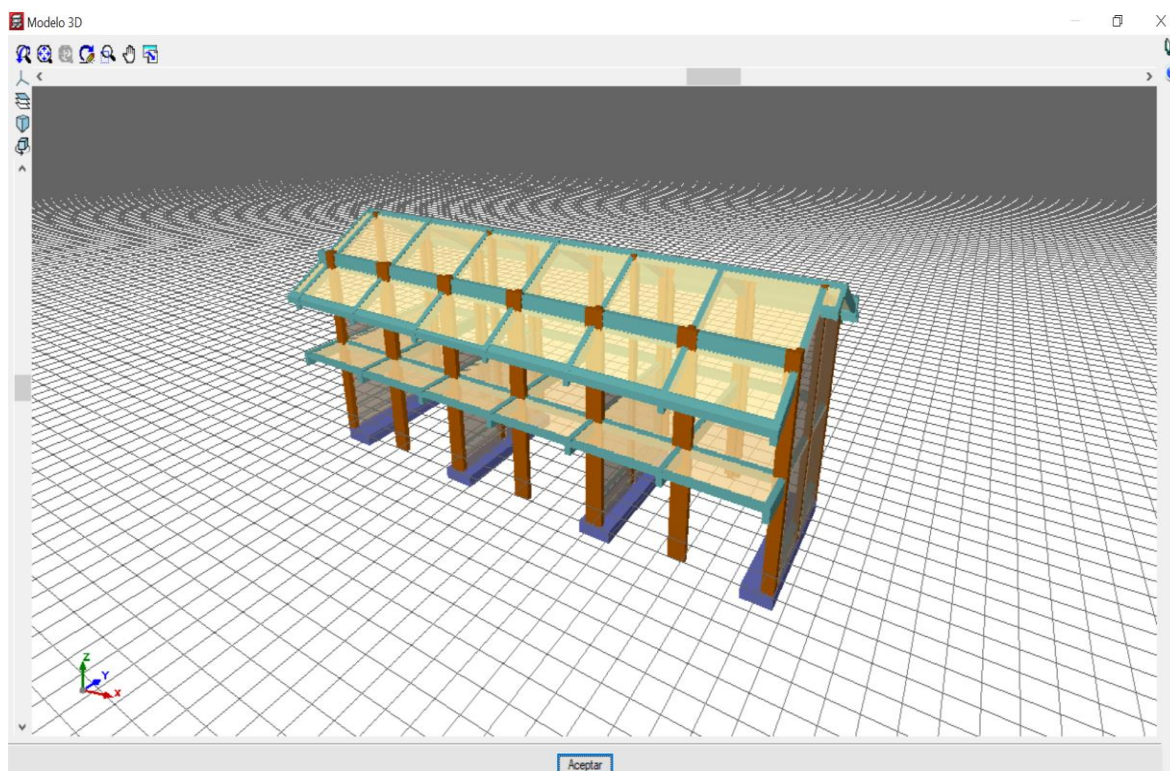
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

- Aceptamos todas las ventanas para la introducción de la losa en cada nivel del módulo y por niveles pulsamos en el tablero y con el cursor señalamos a una viga el cual será paralelo a la losa.



*Figura 50. Vista en planta de losa aligerada.*

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)



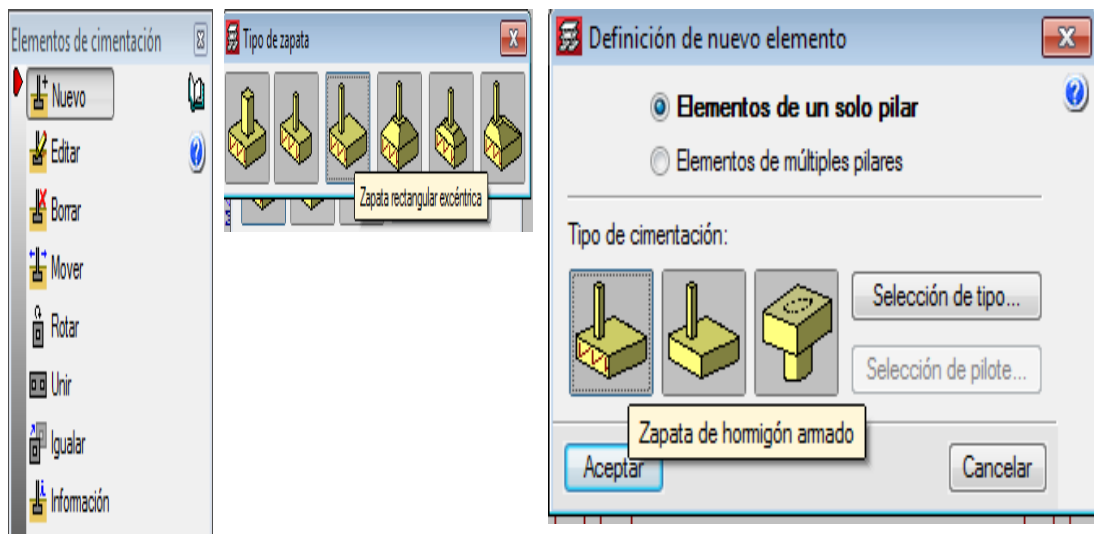
*Figura 51. Vista 3D de losa aligerada.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

## **H. Introducción de cimentación: zapatas y vigas de cimentación.**

### ➤ **Zapatas**

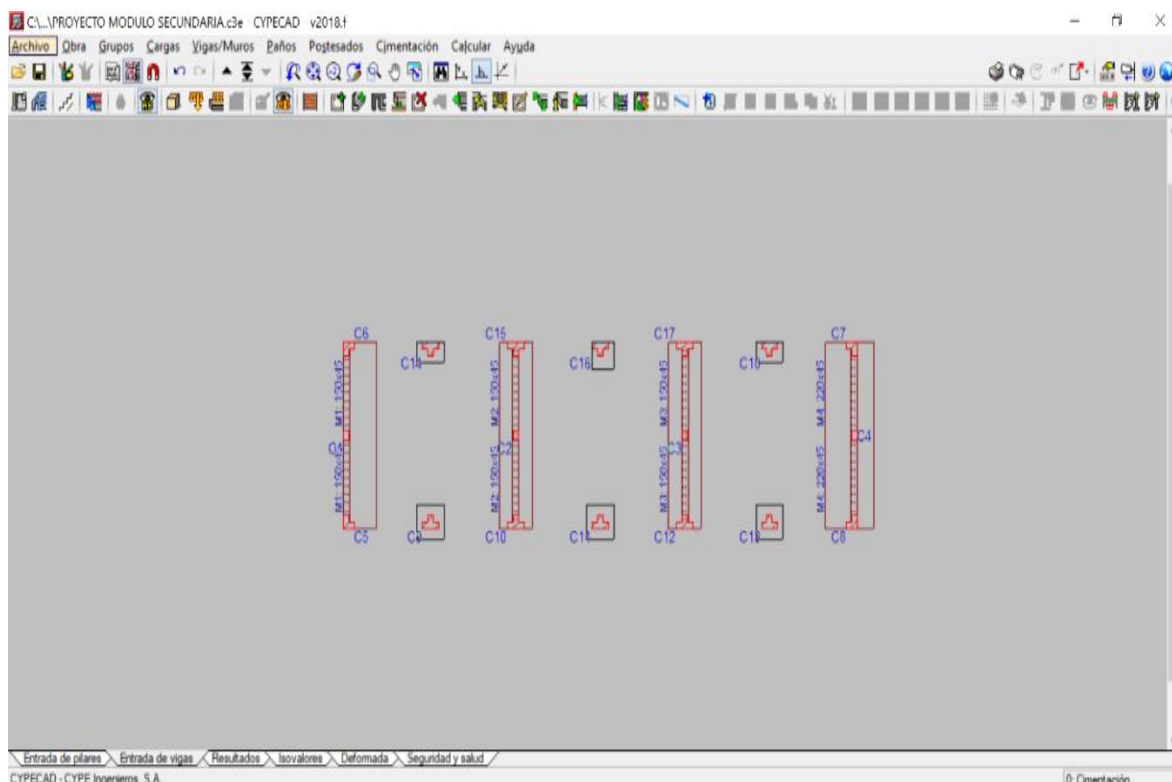
Para la introducción de zapatas principalmente debemos estar en la ventana de cimentación. Siguiendo los siguientes pasos:

- En la parte superior de la pantalla principal de CYPECAD en la opción cimentación elegimos la segunda opción elementos de cimentación para la introducción de zapatas. Aparecerá una ventana flotante donde se seleccionará la opción (nuevo).
- Marcamos en elementos de un solo pilar, así también seleccionamos el tipo de zapata con la cual se trabajará, se seleccionará una zapata de rectangular excéntrica de hormigón armado.
- Aceptamos la opción anterior y se procede a la inserción en todas las columnas del módulo, direccionándonos y dándole clic sobre las columnas.



*Figura 52. Características de zapatas.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

Con los procedimientos anteriores tanto con la introducción de zapatas y también con la introducción de muros con vinculación exterior realizado en los pasos anterior queda de la siguiente manera la cimentación.



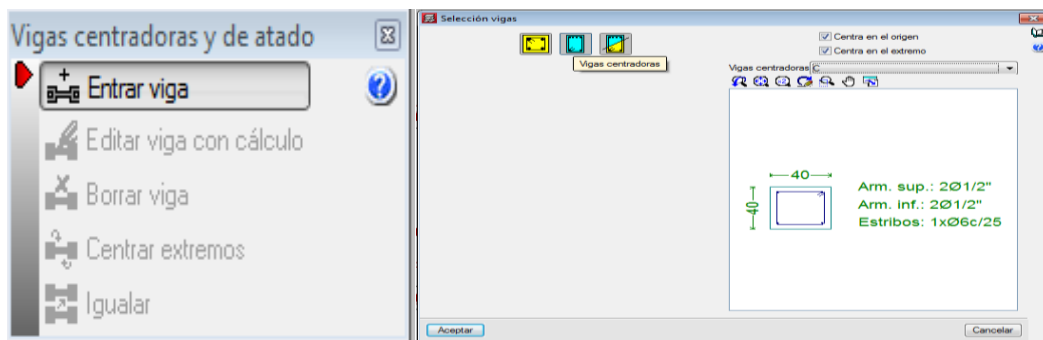
*Figura 53. Detalle de zapatas.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)



### ➤ Vigas de cimentación

Para la introducción de vigas de cimentación como lo indica los planos de estructuras debemos estar en la ventana de cimentación. Siguiendo los siguientes pasos:

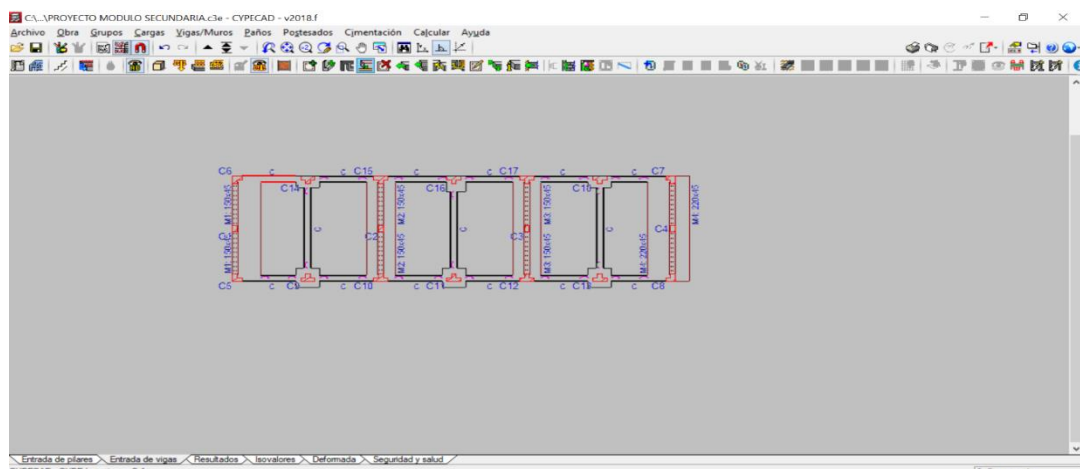
- En la parte superior de la pantalla principal de CYPECAD en la opción cimentación elegimos la tercera opción vigas centradoras y de atado para la introducción de vigas de cimentación. Aparecerá una ventana flotante con la opción (entrada de vigas).
- Hacemos clic en entrada de vigas, luego seleccionamos vigas centradoras y dejamos la opción que viene por defecto debido a que las dimensiones y el armado lo calcula el programa.



*Figura 54. Detalles de vigas de cimentación.*

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

- Al aceptar el paso anterior se introducirá todas las vigas de cimentación, quedando como se muestra en la
- Figura 155.



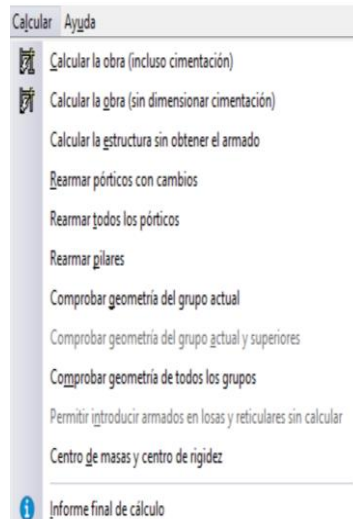
*Figura 55. Detalle en planta de vigas de cimentación.*

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)



## I. Cálculo de la estructura.

Concluida con la introducción de los elementos estructurales, se procederá a calcular por primera vez la estructura, se realizará en la ventana calcular y seleccionamos calcular la obra (incluso cimentación).

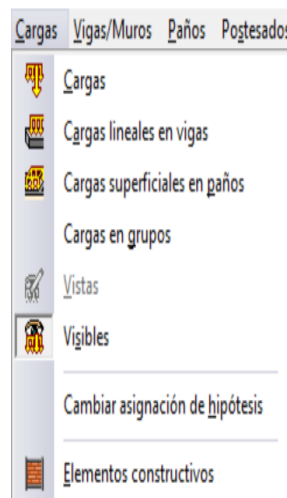


*Figura 56. Ventana para el cálculo de obra.*

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

## J. Introducción de cargas (elementos no estructurales) sobre la estructura.

Una vez calculada la estructura con los elementos estructurales, pasamos a introducir la carga de los elementos no estructurales que actúan sobre la estructura. Para ello se trabajará en la pestaña cargas.



*Figura 57. opciones de ingreso de cargas.*

Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

Para ingresar los pesos de los materiales que se encuentran en la estructura se ara de acuerdo a los metrados que se realizó manualmente.

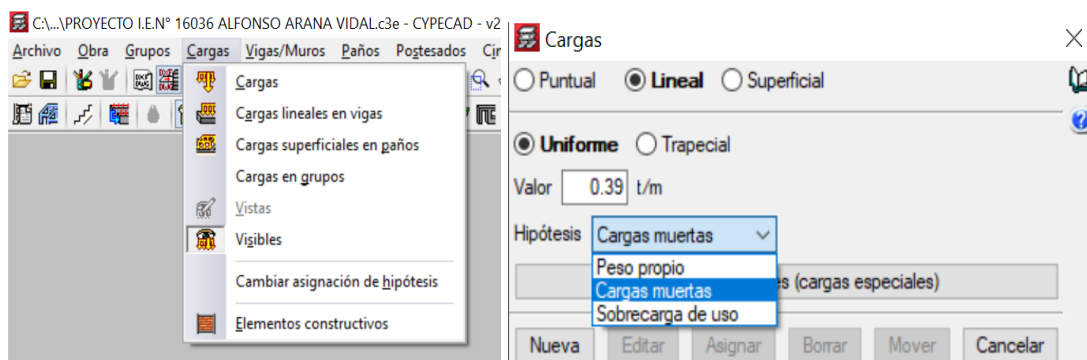
*Tabla 30. Pesos de los elementos no estructurales.*

Tipo de carga	Material	Peso	unidades
Pared tipo 1	Muro	391.5	kg/m
	Ventana	10.14	kg/m
	Vigueta	54	kg/m
	Columneta	86.4	kg
Pared tipo 2	Muro	283.5	kg/m
	Ventana	13.26	kg/m
	Vigueta	54	kg/m
	Columneta	64.8	kg
Muro voladizo	Muro	216	kg/m
	Vigueta	72	kg/m
	Columneta	6.24	kg
Puerta tipo 1	Puerta	6.3	kg/m
	Ventana	6.24	kg/m

*Fuente: elaboración propia*

Se ingresar cargas puntuales y lineales. Para estas cargas también se debe indicar su valor y su hipótesis, siguiendo los siguientes pasos.

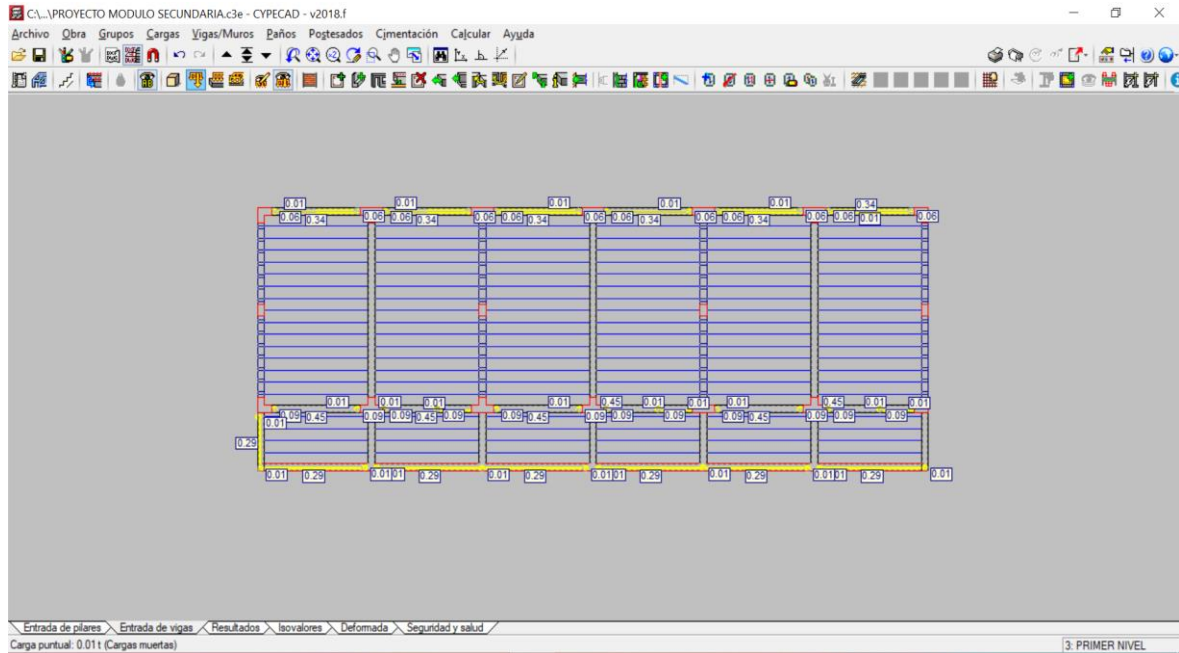
- La introducción de cargas se realiza desde la pestaña entrada de cargas.
- Pulsamos la opción cargas y elegimos el tipo de carga puntual, lineal o superficial.



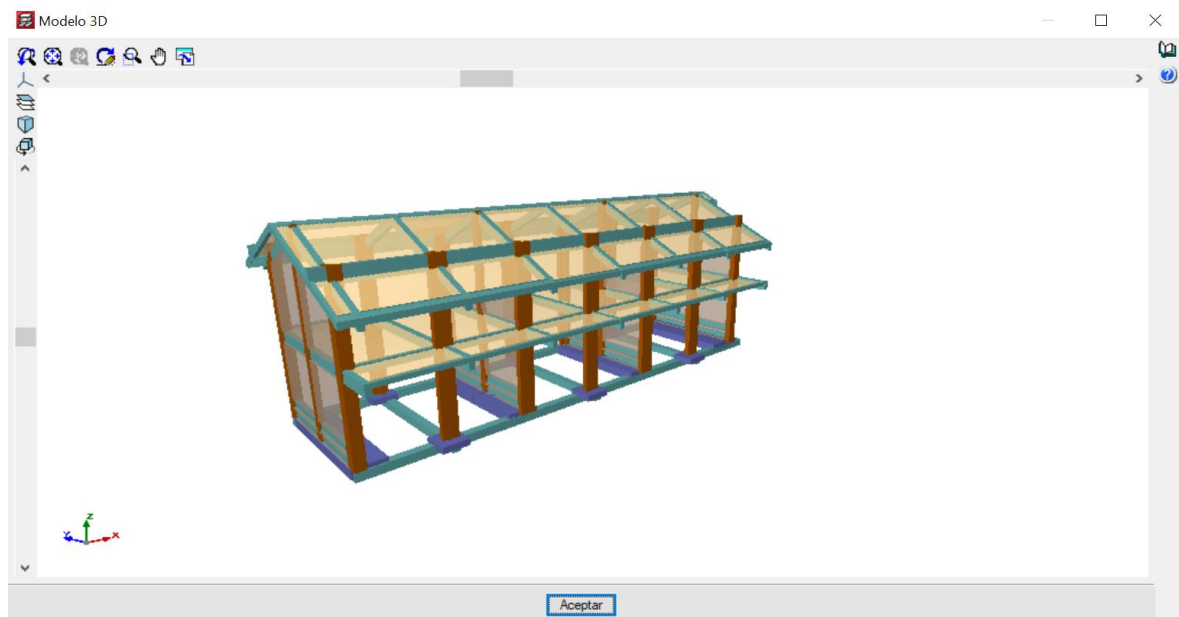
*Figura 58. Ventana entrada de cargas.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

El programa por defecto nos genera tres hipótesis y se elige cargas muertas las cuales serán lineales y puntuales según los planos arquitectónicos.

Es primordial tener activado la plantilla DWG en el nivel que se ingresa las cargas el cual nos facilitara el proceso.



*Figura 59. Entrada de cargas techo primer nivel.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)



*Figura 60. Vista 3D del módulo de secundaria.*  
Fuente: CYPECAD (Licencia Electronica:141112)

#### **K. Cálculo de la estructura con las cargas de los elementos no estructurales.**

Concluida con la introducción de cargas, se procederá a calcular por segunda vez con la inclusión de los elementos no estructurales, se realizará en la ventana calcular y seleccionamos calcular la obra (incluso cimentación).

#### ***3.9.5.3.Cálculo módulo de primaria en CYPECAD.***

Para el modelado estructural, de estas aulas se siguió los mismos pasos que se hicieron para determinar los desplazamientos laterales del módulo de secundaria debido a que tienen la misma conformación geométrica por lo tanto las mismas dimensiones a excepción de las condiciones de la resistencia a compresión del concreto, que conforman las estructuras del bloque I (aulas de educación primaria), que mediante el ensayo de esclerometría nos arroja  $250 \text{ kg/cm}^2$  (ver tabla 31).

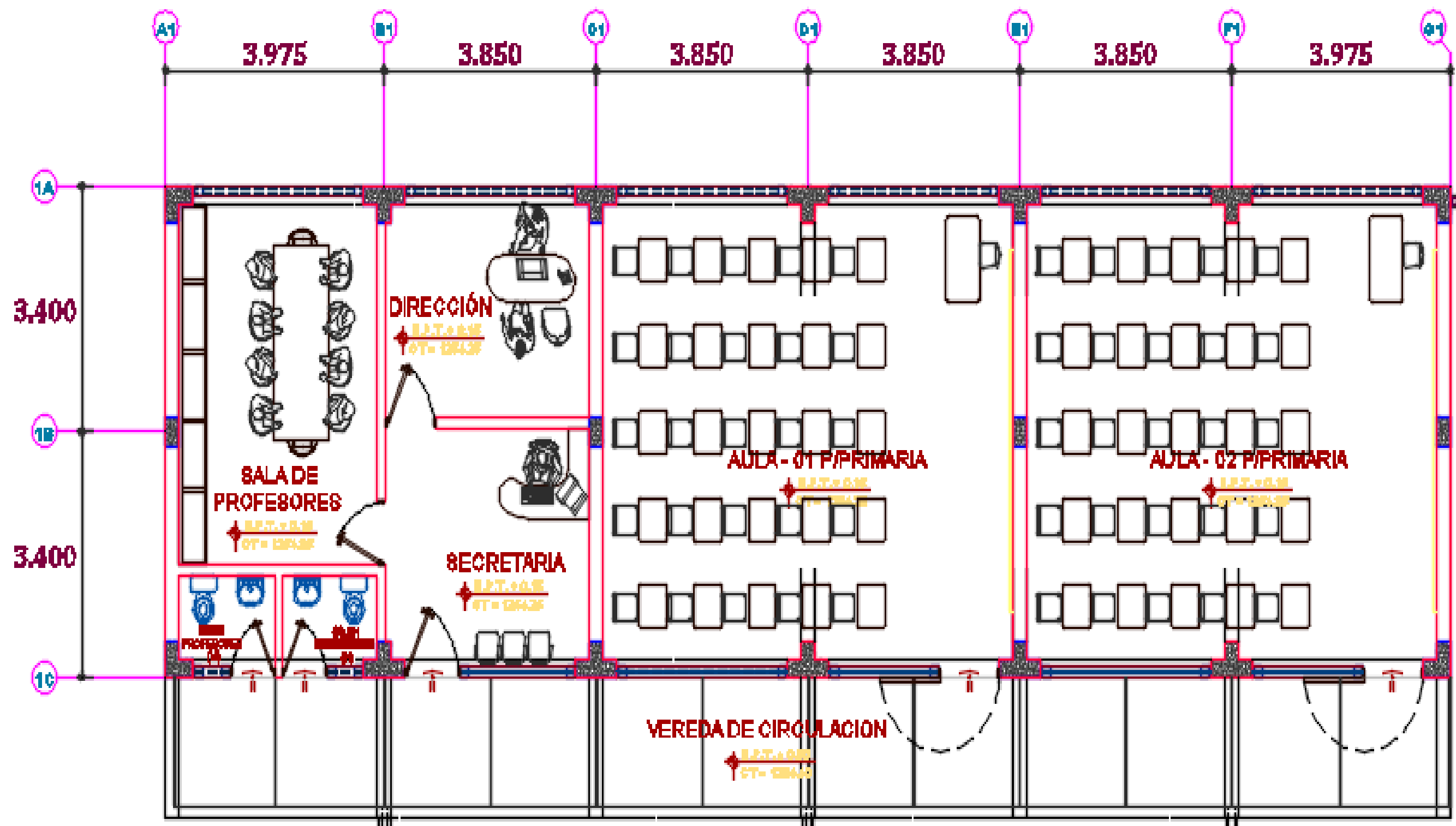


Figura 61. Detalle de arquitectura primer nivel modulo primaria.

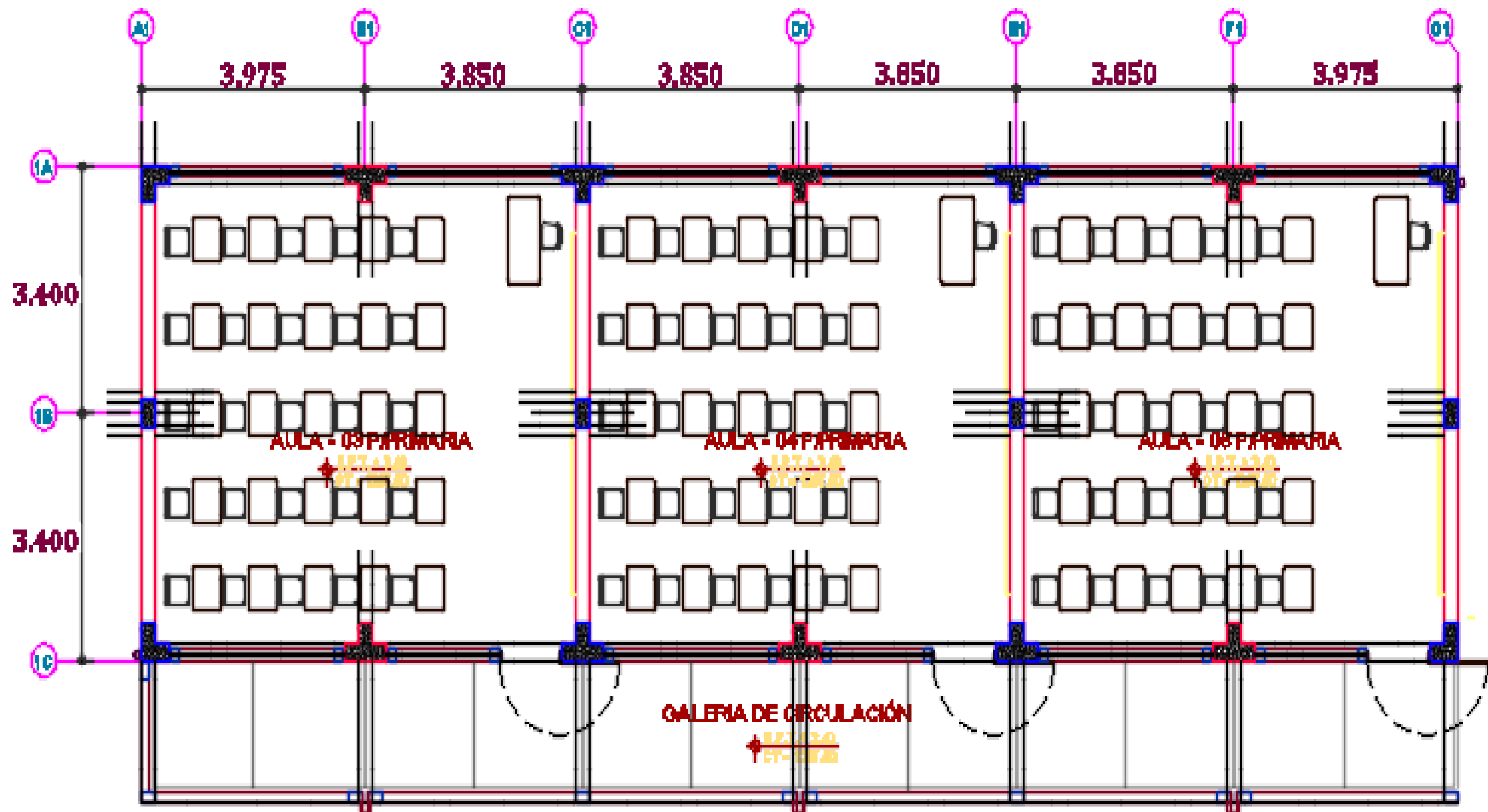


Figura 62. Detalle de arquitectura segundo nivel modulo secundaria.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados de ensayo de esclerometría modulo primaria y secundario.

#### 4.1.1. Resultados obtenidos de los ensayos en el módulo de primaria.

De los ensayos para este módulo tenemos la resistencia a la compresión del concreto.

$$F'_c = \frac{290+340+290+250+290+210+340+400}{8} = 301.25 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia es de 301,25 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, a este valor lo dividimos entre 1.1939, procedimiento asumido del trabajo de tesis según Zambrano (2017) en su tesis denominado “Evaluación de la resistencia de estructuras existentes”; por tanto, se obtiene un valor de 252.32 kg/cm<sup>2</sup>, se asume 250 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.2. Resultados obtenidos de los ensayos en el módulo de secundaria.

De los ensayos para este módulo tenemos la resistencia a la compresión del concreto.

$$F'_c = \frac{370+340+340+340+210+238+350+250}{8} = 304.75 \text{ kg/cm}^2$$

La resistencia es de 304,75 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, a este valor lo dividimos entre 1.1939, obteniendo 255.26 kg/cm<sup>2</sup>, se diseñó con una resistencia de 260 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.2.1. Resumen de ensayo de esclerometría.

*Tabla 31. Resistencia a compresión del concreto para análisis de los módulos.*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO			
Modulo primaria		Modulo secundaria	
Factor de error (+)	19.39%	Factor de error (+)	19.39%
Resistencia por esclerometría	301.256 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia por esclerometría	304.75 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a considerar por Error de esclerometría	252.32 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a considerar por Error de esclerometría	255.26 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia de análisis	250 kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia de análisis	260 kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración propia*

## 4.2. Resultados de desplazamientos laterales de los módulos.

La Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente indica en el artículo 32 (desplazamientos laterales relativos admisibles) que los valores de distorsiones, expresadas como la fracción de la altura de piso para estructuras de concreto armado es de 0.007 en el semi eje “X” y para albañilería 0.005 en el semi eje “Y”.

Cabe indicar que el software CYPECAD da como resultados las derivas mayoradas por ductilidad, es decir los valores ya están multiplicados por 0.75 y por el coeficiente básico de reducción (R).

### 4.2.1. Desplazamientos laterales módulo de primaria.

Los desplazamientos laterales del módulo de primaria solo con elementos estructurales y con la inclusión de elementos no estructurales, el cual se ha realizado con un análisis estático en CYPECAD con base a la norma E.030 diseño sismorresistente del 2019.

Tabla 32. Desplomes locales máximas módulo de primaria.

Desplome local máximo de los pilares (d / h)						
Planta	Solo elementos estructurales		Control de la deriva			
	Situaciones sísmicas					
	Dirección X	Dirección Y	X < 0.007		Y< 0.005	
Segundo nivel	1 / 1359	1 / 8493	0.0008	OK	0.0001	OK
Primer nivel	1 / 1218	1 / 8667				
Planta	Incluidos elementos no estructurales		Control de la deriva			
	Situaciones sísmicas					
	Dirección X	Dirección Y	X < 0.007		Y< 0.005	
Segundo nivel	1 / 1307	1 / 8493	0.0009	OK	0.0001	OK
Primer nivel	1 / 1120	1 / 8667				
Notas: Los desplazamientos están mayorados por ductilidad.						

Notas: Los desplazamientos están mayorados por ductilidad.

Fuente: Elaboración propia. (CYPECAD Licencia Electrónica: 141112)

### 4.2.2. Desplazamientos laterales módulo de secundaria.

En el módulo de primaria también se encontraron los desplazamientos laterales solo con elementos estructurales y con la inclusión de elementos no estructurales, el cual se realizado con un análisis estático en CYPECAD con base a la norma E.030 diseño sismorresistente del 2019.



Tabla 33. Desplomes locales máximos módulo de secundaria.

Desplome local máximo de los pilares (d / h)						
Planta	Solo elementos estructurales		Control de la deriva			
	Situaciones sísmicas					
	Dirección X	Dirección Y	X < 0.007		Y < 0.005	
Segundo nivel	1 / 1416	1 / 8493	0.0007	OK	0.0001	OK
Primer nivel	1 / 1348	1 / 9667				
Planta	Incluidos elementos no estructurales		Control de la deriva			
	Situaciones sísmicas					
	Dirección X	Dirección Y	X < 0.007		Y < 0.005	
Segundo nivel	1 / 1359	1 / 8493	0.0008	OK	0.0001	OK
Primer nivel	1 / 1292	1 / 9667				
Notas: Los desplazamientos están mayorados por ductilidad.						

Fuente: Elaboración propia. (CYPECAD Licencia Electrónica: 141112)

## V. DISCUSIONES

### 5.1. Esclerometría y desplazamientos laterales de entrepiso.

1. En la tabla 31, se visualizan valores de la resistencia del concreto realizado mediante esclerometría los cuales son mayores sobre la base de los especificados en los planos estructurales, que asumen un valor  $210 \text{ Kg/cm}^2$  de las edificaciones en la I.E.N° 16036 Alfonso Arana Vidal, obteniendo en el módulo de primaria (bloque I) es de 43.46% mayor y en el módulo de secundaria (bloque III) es de 45.11%.

Esto se corrobora en el trabajo desarrollado por Zambrano (2017) concluye: Los valores de resistencia a compresión del concreto provenientes de los ensayos de esclerometría son 56.98% mayores a la resistencia especificada de diseño y los valores obtenidos de los ensayos a compresión a los especímenes de concreto extraídos con diamantina son 31.31% mayores a la resistencia especificada de diseño. (p.63).

2. Para el módulo de primaria (bloque I) se utilizó una resistencia de  $250 \text{ kg/cm}^2$  y para el módulo de secundaria (bloque III) un valor de  $260 \text{ kg/cm}^2$ , determinando los desplazamientos laterales mostrados en la Tabla 32 y 33 donde se manifiesta un patrón de relación inversa, según los cálculos y el modelado, a mayor resistencia a compresión del concreto sus desplazamientos laterales son menores.

Esto se justifica también en el trabajo desarrollado en su tesis por Saavedra y Ramírez (2017) concluyen: Para el caso peruano, si se estiman las derivas utilizando el módulo de elasticidad promedio del concreto recomendado por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente vigente NSR-10 Título C- Concreto estructural  $EC = 13674 \sqrt{F' C} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$ , se excede el límite de distorsión lateral de 0,007 establecido en nuestra norma E.030 vigente. (p.114)

3. Del modelado estructural mostrados en las tablas 32 y 33, se muestran los resultados de los desplazamientos laterales de entre piso, valores más desfavorables en el módulo de primaria (bloque I) es de 0.0009 en el semi eje “X” así también de 0.0001 en el semi eje “Y” y para el módulo de secundaria (bloque III) es de 0.0008 en el semi eje “X” así también de 0.0001 en el semi eje “Y”, observamos que los desplazamientos laterales en el eje “Y” son menores esto debido a la presencia de albañilería armada lo que hace que sea más rígida la estructura, esto cumple también con la NT.E.030 diseño sismorresistente que para albañilería estructural los desplazamientos laterales son de 0.005.

La Norma Peruana E.030 acepta desplazamientos relativos de entrepiso de 0.007 veces la altura del mismo entrepiso, para edificaciones hechas predominantemente de concreto armado. Estas deformaciones son del orden de 3.5 veces mayores que las que son suficientes para iniciar daños en elementos no estructurales de albañilería. Eso implica que sólo se pretende evitar daño no estructural para sismos del orden de poco menos de un tercio de la intensidad del sismo de diseño. (Andrade,2004, p.6)

4. Los desplazamientos laterales expresadas en las tablas 32 y 33 son menor a 0.007 en el semi eje “X” y de 0.005 en el semi eje “Y”, sin embargo, los desplazamientos laterales solamente con elementos estructurales varia en el módulo de primaria (bloque I) es menor en 8.75% en el semi eje “X” y en el módulo de secundaria (bloque III) es menor en 4.33 % en el semi eje “X”. Para el eje “Y” los desplazamientos no han variado en el modelado al no asumirse elementos no estructurales de acuerdo a los planos arquitectónicos del expediente técnico.

“Los resultados de este estudio indican que la norma peruana conduciría a edificios aporticados muy rígidos y excelente desempeño sismorresistente. Probablemente la deriva lateral límite de 7 ‰, exigida por la norma peruana, sea un valor conservador” (Borda y Pastor, 2007, p.59).

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

1. Los desplazamientos laterales de los módulos de primaria y secundaria en la institución I.E.N°16036 Alfonso Arana Vidal con base en la norma de diseño sismorresistente del 2019, si cumple con los desplazamientos máximos permisibles de la norma vigente que en de 0.007 para concreto armado y de 0.005 para albañilería. En el módulo de primaria el máximo desplazamiento en de 0.0009 en el eje “X” y de 0.0001 en el eje “Y”. En el módulo de secundaria el máximo desplazamiento en de 0.0008 en el eje “X” y de 0.0001 en el eje “Y”.
2. La resistencia a compresión del concreto realizado mediante el ensayo de esclerometría nos brinda en el módulo de primaria (bloque I) es de valor  $250 \text{ kg/cm}^2$  y en el módulo de secundaria (bloque III) es de  $260 \text{ kg/cm}^2$ , obteniéndose más altos respecto a  $210 \text{ kg/cm}^2$  al cuales fueron diseñados, por tanto los desplazamientos varían en una relación inversa (mayor resistencia menores son los desplazamientos laterales); lo que se manifiesta en el módulo de secundaria (bloque III), el desplazamiento es menor.
3. Los desplazamientos laterales son mayores en el eje “X”, asumiendo para el modelado estructural, los elementos no estructurales, los cuales generan cargas muertas adicionales, obteniendo como resultado sin componentes estructurales es 0.0008 en el eje el “X” y 0.0001 en el eje “Y”, con componentes no estructurales es 0.0009 en el eje el “X” y 0.0001 en el eje “Y” estos para el módulo de primaria (bloque I). Para el módulo de secundaria es 0.0007 en el eje el “X” y 0.0001 en el eje “Y”, con componentes no estructurales es 0.0008 en el eje el “X” y 0.0001 en el eje “Y”.

## **6.2. Recomendaciones**

1. Se sugiere investigar los desplazamientos laterales realizando ensayos de diamantina en edificaciones esenciales por que obtenemos las propiedades de los materiales con mayores características de los elementos estructurales al cual son sometidas las cargas (vigas, columnas, zapatas, escaleras).
2. Diseñar las edificaciones, más a un todavía las de categoría esencial, asumiendo la inclusión de los elementos no estructurales (tabiquerías, parapetos, escaleras, puertas, etc.), con la finalidad de obtener mayor amplitud en el criterio de diseño de tales edificaciones, ya que estas se diseñan por lo general a un estado limite sin incluir los elementos no estructurales.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ACI (American Concrete Institute). (2015). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14). Recuperado de [https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci\\_318s\\_14\\_en\\_espanol.pdf](https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf)
- Alegre, G. (2017). Estudio de la influencia en la resistencia y ductilidad de las fibras de carbono utilizadas como reforzamiento de vigas de concreto armado (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Andrade, L.E. (2014). Control de la deriva en las normas de diseño sismorresistente (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Borda, L.M. & Pastor, A.E. (2007). Desempeño sísmico de un edificio aporticado peruano de seis pisos (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Córdova, R. (2017). Diseño sísmico directo basado en desplazamientos de un sistema estructural dual. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Díaz, G., Terán, A. & Reyes, C. (2013, 8 de abril). Diseño basado en desplazamientos de estructuras esenciales. Revista de Ingeniería Sísmica. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/618/61829627004.pdf>
- Díaz, L. (2011). La observación. Recuperado de [http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La\\_observacion\\_Lidia\\_Diaz\\_Sanjuan\\_Texto\\_Apoyo\\_Didactico\\_Metodo\\_Clinico\\_3\\_Sem.pdf](http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf)
- Díaz, R. (2007). El método científico y sus etapas. Recuperado de <http://www.index-f.com/lascasas/documentos/lc0256.pdf>.
- El Comercio. (2019). Diario El Comercio: Noticia. Lima. Perú recuperado de <https://elcomercio.pe/peru/lima-tendria-perdidas-superiores-us-35-mil-millones-terremoto-magnitud-8-5-lloyds-sismo-noticia-ecpm-254500-noticia/>.
- Gonzales, F.J. (2017). Vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

- Hernández, R. (218). Metodología de la investigación. Lima, Perú: Mc Graw Hill.
- Instituto Geofísico del Perú. (2019). IGP reportó sismo de M 8.0 en Loreto. Recuperado de <https://portal.igp.gob.pe/igp-reposito-sismo-m-80-loreto>.
- Lagos, S.I. (2014). *La instrumentación sísmica en México* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2006). NORMA TECNICA E.020 DISEÑO SISMO REISTENTE. Recuperado de <http://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/50%20E.020%20CARGAS.pdf>.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2006). NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES. Recuperado de <http://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2009). NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.060 CONCRETO ARMADO. Recuperado de [http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02\\_E/RNE2009\\_E\\_060.pdf](http://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf)
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2019). NORMA TECNICA E.030 DISEÑO SISMORREISTENTE. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/259580-043-2019-vivienda>
- Neira, I.N. & Palacios, R.D. (2019). Obtención de correlaciones para determinar la Resistencia a la compresión y Módulo de rotura del hormigón mediante Ensayos Esclerométricos. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Ochoa, A.J. (2012). Aplicación de los sistemas de información geográfica para la determinación de escenarios de riesgo en el balneario de Pucusana (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Organización Panamericana de la Salud. (1999). Mitigación de Desastres en las Instalaciones de la Salud. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?isbn=9275323046>
- Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. (s.f.). Mitigación de Desastres en Instalaciones de la Salud. Recuperado de [http://dione.cuaed.unam.mx/propuestas.graficas/CENAPRED/unidad\\_06/g00\\_p18.html](http://dione.cuaed.unam.mx/propuestas.graficas/CENAPRED/unidad_06/g00_p18.html)

- Orrillo, J.D. (2014). Desempeño Sismorresistente del edificio 2H de la Universidad Nacional de Cajamarca (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Perú21. (2019). Diario Perú21: Noticia. Lima. Perú recuperado de <https://peru21.pe/peru/sismos-reportaron-tacna-cusco-cajamarca-manana-senalo-igp-nndc-497924-noticia/>.
- Saavedra, C.F. & Ramírez, D.A. (2017). Influencia del módulo de elasticidad en el análisis de la deriva de edificios de concreto en el Perú, 2017 (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Perú, Iquitos, Perú.
- Severino, E.A. (2015). Evaluación de desplazamientos laterales por solicitaciones sísmicas del edificio de la biblioteca agrícola nacional según la normativa vigente (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Solís, F.M. (2016). Evaluación de los desplazamientos laterales ante eventos sísmicos en las edificaciones de la ciudad de Juliaca (Tesis de pregrado). Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”, Juliaca, Perú.
- Zambrano, K. (2017). Comparación de los ensayos de diamantina y esclerometría de la pavimentación de los jirones Japón, Portugal y Brasil – Cajamarca (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Peru.



## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme salud y por guiarme en mi camino para conseguir mi objetivo que uno tanto anhela en la vida.

A mis padres, José Eugenio y Fredesvinda, por brindarme el apoyo incondicional, por sus sabios consejos, valores, principios y ser los principales promotores para lograr mis sueños.

A mi hermano, el CPC. Hemitanio Olano Bustamante, quien supo apoyarme incondicional en todo momento para que pueda terminar esta carrera.

Al Mg. Edinson V. Llamo Goicochea; asesor de tesis al contribuir con conocimiento, motivación y con su apoyo incondicional en el planteamiento y desarrollo de esta tesis.

A la Universidad Nacional de Jaén y a los docentes por contribuir con mi formación profesional.

A mi familia, por su apoyo incondicional durante toda mi vida profesional para así alcanzar mi objetivo anhelado.

## **DEDICATORIA**

Dios, por darme la fuerza para conseguir uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, apoyo y motivación para lograr terminar mi carrera. Es un orgullo y privilegio de ser su hijo, son los mejores padres del universo.

A mis hermanos, por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida, especialmente a mi hermana, que dejó este mundo, orgullosa de tener uno de sus hermanos menores en la universidad.

A todas las personas que me apoyaron durante este proceso quien con su conocimientos, enseñanzas y colaboración permitieron que se desarrolle con éxito este trabajo.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Panel fotográfico de ensayo de esclerometría.

A continuación, se presenta un panel fotográfico de los ensayos de esclerometría en los módulos de primaria y secundaria en la I.E. N° 16036 Alfonso Arana Vidal, el cual sirvió para determinar la resistencia a compresión de concreto, así también al final se adjunta el certificado de calibración del esclerómetro.



*Figura 63. Realizando ensayo de esclerometría en columna del eje E1 del primer nivel modulo primaria.*



*Figura 64. Realizando ensayo de esclerometría en viga del eje F1 del primer nivel modulo primaria.*



*Figura 65. Realizando el rayado para el ensayo de esclerometría en el eje D3 del primer nivel modulo secundaria.*



*Figura 66. Asesor y asesorado de tesis, en la columna eje D3 del segundo nivel del módulo secundaria.*





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LD-006-2017

Laboratorio de Dureza

Pág. 1 de 1

**Expediente** 17064  
**Solicitante** BECERRA DELGADO CALIMERIO  
**Dirección** AV. MESONES MURO NRO. 1374 U.V. NUEVO HORIZONTE  
CAJAMARCA CAJAMARCA - JAEN - JAEN  
**Equipo** ESCLEROMETRO  
**Alcance de Indicación** 10 a 100  
**Div. de escala (Resoluc.)** 1  
**Marca (o Fabricante)** ZHEJIANG TUGONG INSTRUMENT  
**Modelo** NO INDICA  
**Número de Serie** 1721  
**Procedencia** NO INDICA  
**Identificación** NO INDICA  
**Ubicación del equipo** LABORATORIO DEL SOLICITANTE  
**Lugar de Calibración** LABORATORIO DE DUREZA DE CEM INDUSTRIAL  
**Fecha de Calibración** 2017-03-02

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).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

### Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento descrito en la norma ASTM C-805.

### Trazabilidad

Se utilizaron patrones con trazabilidad al SI, ensayados en el laboratorio de Materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú con informe Nro.MAT-SET-1146/2016

### Condiciones Ambientales

Temperatura promedio: 22,2 °C ; Humedad relativa prom. 72 HR%

### Resultado de Medición

Tolerancia según ASTM C-805	Lectura promedio del Equipo	Error	Incertidumbre de Medición
80 ± 2	81,0	1,0	0,3

### Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estandar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2017-03-02

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.  
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial  
Coop. César Vallejo Mz. V Lt. 01 S.M.P. - Lima - Lima  
• Telf.: 6717346 • RPM: #958009777 • CEL: 958009776  
• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

Figura 67. Certificado de calibración del esclerómetro.