



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Civil

Autor:

Bach. Edelmira Elizabeth Soto Raico

Asesor:

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno

Cajamarca– Perú

2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por la Bachiller **Edelmira Elizabeth Soto Raico**, denominada:

**“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA -
RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN
INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA”**

Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno
ASESOR

Dr. Ing. Orlando Aguilar Aliaga
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Gerson Quispe Rodríguez
JURADO

Ing. Anita Elizabet Alva Sarmiento
JURADO

DEDICATORIA

La presente tesis es dedicada a:

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud e iluminar mi mente para lograr mis objetivos, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante este largo camino de estudio y a la vez por brindarme su infinita bondad y amor.

A mis padres y a mis hermanas quienes han sido parte fundamental para culminar esta tesis. Ellos, quienes me dieron grandes enseñanzas y son los principales protagonistas de este “sueño alcanzado”, quienes me enseñaron a crecer y a creer que todo se puede lograr con esfuerzo y dedicación.

A mis maestros, quienes con sus enseñanzas y motivaciones marcaron cada etapa de mi camino universitario, ellos que han sabido transmitirme sus sabios conocimientos y el espíritu emprendedor para el logro de todas mis metas.

A mis amigos, con quienes nos apoyamos mutuamente a lo largo de toda nuestra formación profesional, aquellos con las que compartimos experiencias inolvidables y que incondicionalmente me brindaron su apoyo en los malos y buenos momentos.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor el Dr. Ing. Miguel Ángel Mosqueira Moreno por el gran apoyo y dedicación para el desarrollo de la presente tesis.

A mis maestros, quienes con su experiencia y dedicación me transmitieron sus conocimientos, orientándome siempre en el camino correcto.

Al director de la I. E. “Andrés Avelino Cáceres” y el personal de servicio que nos brindaron las facilidades para trabajar en dichas instalaciones.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u>	ii
<u>DEDICATORIA</u>	iii
<u>AGRADECIMIENTO</u>	iv
<u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u>	v
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	vii
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	viii
<u>RESUMEN</u>	x
<u>ABSTRACT</u>	xi
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema	15
1.3. Justificación	15
1.4. Objetivos.....	16
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	16
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	16
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.2. Bases teóricas.....	21
2.3. Hipótesis	36
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	37
3.1 Operacionalización de variables	37
3.2 Diseño de investigación	38
3.3 Unidad de estudio	38
3.4 Población	38
3.5 Muestra	38
3.6 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	38
3.7 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	39
3.7.1. <i>Método de Hirosawa</i>	39
3.7.2. <i>Método FEMA 154 (evaluación visual rápida)</i>	50
3.7.3. <i>Método Demanda - Resistencia sísmica</i>	53
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	54
4.1. Evaluación de vulnerabilidad por método FEMA 154.....	54
4.2. Evaluación de vulnerabilidad por método Hirosawa.....	55
4.3. Evaluación por método Demanda - Resistencia.....	55
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN	62

CONCLUSIONES.....	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS.....	66
ANEXOS	70

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: USO DE LOS EDIFICIOS REPARADOS Y REFORZADOS	29
TABLA 2: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	37
TABLA 3: MUESTRA PARA EL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN	38
TABLA 4: VALORES DE LOS COEFICIENTES AI.....	42
TABLA 5: VALORES DEL GI Y RI	45
TABLA 6: VALORES DEL ÍNDICE T	48
TABLA 7: CLASIFICACIÓN DE DAÑOS CAUSADOS POR UN SISMO	49
TABLA 8: TIPOS DE EDIFICACIÓN SEGÚN EL MÉTODO FEMA 154	51
TABLA 9: MODIFICADORES DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO.....	52
TABLA 10: CARGA DE PERSONAS SEGÚN EL TIPO DE EDIFICACIÓN	52
TABLA 11: RESULTADO DE EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD POR MÉTODO HIROSAWA	55
TABLA 12: COMPARACIÓN DE LA DEMANDA - RESISTENCIA DEL CONCRETO.....	56
TABLA 13: COMPARACIÓN DE LA DEMANDA - RESISTENCIA DEL ACERO EN COLUMNAS	57
TABLA 14: COMPARACIÓN DE LA DEMANDA - RESISTENCIA DEL ACERO EN VIGAS	59
TABLA 15: EVALUACIÓN DEMANDA RESISTENCIA.....	61
TABLA 16: COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 1: Localización del foco y epicentro durante un sismo	22
Imagen 2: Interacción de la Placa de Nazca con la Sudamericana.....	23
Imagen 3: Sismicidad en Cajamarca	24
Imagen 4: Intensidades sísmicas en el área urbana de Cajamarca	25
Imagen 5: Mapa de peligro sísmico de Baños del Inca	27
Imagen 6: Pabellón B de la I.E Andrés Avelino Cáceres	33
Imagen 7: Pabellón D de la I.E Andrés Avelino Cáceres.....	34
Imagen 8: Pabellón A Y C de la I.E Andrés Avelino Cáceres	34
Imagen 9: a) (b) Fisuras en uniones tabiques – pórticos.....	35
Imagen 10: Contracción en planta	46
Imagen 11: Resultado de Evaluación por Método FEMA 154	54
Imagen 12: Modelamiento de la estructura en el programa ETABS.....	56
Imagen 13: Cuadro de columnas	57
Imagen 14: Acero en columnas C3 según ETABS	58
Imagen 15: Cuadro de vigas 3er nivel	59
Imagen 16: Cuadro de vigas 2do nivel.....	60
Imagen 17: Cuadro de vigas 1er nivel -1	60
Imagen 18: Cuadro de vigas 1er nivel -2	61

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Índice de vulnerabilidad estructural	40
Ecuación 2	Índice sísmico básico de comportamiento estructural.....	40
Ecuación 3	Fórmula general del índice sísmico básico de comportamiento estructural	41
Ecuación 4	Índice de resistencia proporcionada por los muros.....	43
Ecuación 5	Índice de resistencia proporcionada por las columnas cortas	43
Ecuación 6	Índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería	43
Ecuación 7	Índice de resistencia proporcionada por los muros de concreto armado	43
Ecuación 8	Índice de resistencia proporcionada por columnas no cortas	43
Ecuación 9	Índice de configuración estructural	45
Ecuación 10	Coefficiente de regularidad de la estructura	45
Ecuación 11	Índice de juicio estructural	49
Ecuación 12	Resistencia sísmica básica requerida	50

RESUMEN

El presente trabajo se enfocó en comparar los métodos FEMA 154, Hirosawa y Demanda – Resistencia, mediante la cual se estableció el método más conservador para evaluar vulnerabilidad sísmica de una infraestructura educativa. Para ello se tomó como muestra un módulo del colegio Andrés Avelino Cáceres ubicado en el distrito de Baños del Inca (zona 3 según E-030). La evaluación por el método FEMA 154 (Evaluación Visual Rápida) se basó en examinar la edificación y brindarle una determinada puntuación, donde puntajes mayores a 2 tendrían un adecuado desempeño frente a un sismo. En el método Hirosawa sin embargo se evaluaron dos parámetros, el Índice de Vulnerabilidad Estructural (Is) y el Índice de Juicio Estructural (Iso), donde si el Is es mayor que el Iso se considera que la edificación tiene un comportamiento seguro frente a un evento sísmico. El método Demanda - Resistencia se basó en comparar la resistencia de la estructura con la demanda sísmica de esta. Después del análisis por el método FEMA 154 la estructura obtuvo un puntaje de 4 por lo que no requiere un estudio detallado, así mismo según la evaluación por el método Hirosawa se obtuvo que el Índice de Vulnerabilidad Estructural (Is) = 0.41 es mayor al Índice de Juicio Estructural (Iso) = 0.16 por lo que se considera una estructura no vulnerable al sismo y con el análisis de la estructura por el método Demanda – Resistencia se determinó que el refuerzo de los elementos estructurales que presenta la edificación es menor a la demandada por lo que la estructura es considerada vulnerable ante un sismo. Finalmente tras la comparación de los tres métodos analizados se rechaza la hipótesis formulada, puesto que la metodología más conservadora para evaluar la vulnerabilidad sísmica es el método Demanda - Resistencia, debido a que este método compara la capacidad resistente, con la capacidad demandante de la edificación, además que gracias a los ensayos y modelamientos sísmicos que se realizan, se pueden obtener resultados más conservadores.

ABSTRACT

The present work focuses on the FEMA 154, Hiroswawa and Demand - Resistance methods, by means of which the most conservative method is established for the evaluation of the seismic vulnerability of an educational infrastructure. For this, the module of the Andrés Avelino Cáceres school, located in the district of Baños del Inca (zone 3 according to E-030) was taken as an example. The evaluation by the FEMA 154 method (Visual Quick Evaluation) was based on examining the building and receiving a certain score, where scores greater than 2 would have an adequate performance against an earthquake. In the Hiroswawa method, however, parameters were evaluated, the Structural Vulnerability Index (IS) and the Structural Judgment Index (Iso), where the el is greater than the Iso, the building is considered to have a safe behavior against an event seismic. The Demand - Resistance method was based on comparing the resistance of the structure with the seismic demand of the structure. After the analysis by the FEMA 154 method the structure obtained a score of 4 so it does not require a detailed study, likewise according to the evaluation of the Hiroswawa method it was obtained that the Structural Vulnerability Index (Is) = 0.41 is higher than the Index of Structural Judgment (Iso) = 0.16, which is why it is considered a non-vulnerable structure and with the analysis of the structure by the Demand-Resistance method, it is determined that the reinforcement of the structural elements presented by the building is lower than the one demanded by the that the structure is considered vulnerable to an earthquake. Finally, the comparison of the three analyzed methods is considered the formulated hypothesis, the most conservative methodology for the evaluation of vulnerability is the Demand - Resistance method, because this method is comparable to the resistant capacity, with the capacity of the demand of the building, besides that thanks to the tests and seismic modeling that are carried out, more conservatives can be obtained.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Los efectos devastadores que tienen los fenómenos naturales sobre los edificios, las infraestructuras y la población, son una de las manifestaciones más impactantes a las que el hombre debe hacer frente desde hace siglos. En los últimos diez años diversos terremotos han puesto de manifiesto la gran influencia que sigue ejerciendo en el comportamiento de las estructuras, en las pérdidas de vidas humanas y económicas (Lantada Zarzosa, 2007).

La mayor parte de las pérdidas debido a un terremoto se debe principalmente a un mal comportamiento sísmico de las estructuras existentes, para reducir dichas pérdidas es necesario realizar estudios que permitan determinar el nivel de daño que puede sufrir una estructura ante la ocurrencia de un sismo, siendo uno de estos estudios: “la vulnerabilidad sísmica”, puesto que ésta nos lleva a predecir el comportamiento de una estructura ante posibles movimientos sísmicos, previniendo así las pérdidas de vidas humanas, pérdidas económicas además de asegurar la continuidad de la estructura (Astorga & Aguilar, 2006)

El Perú está comprendido entre una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, esto debido a las condiciones tectónicas que presenta, pues se encuentra ubicado dentro del denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico” y casi al borde del encuentro entre dos placas tectónicas, la Sudamericana y la de Nazca, en donde se produce el efecto de subducción, el que ha provocado un gran número de sismos de gran poder destructivo en la parte occidental de nuestro territorio. Por otro lado, se producen sismos locales y regionales que tienen su origen en la existencia de fallas geológicas locales; estos movimientos telúricos son de menor magnitud, pero al producirse muy cerca de la superficie, tienen un gran poder destructor (INDECI, 2009).

El cinturón de fuego, es considerado una de las zonas con mayor actividad sísmica mundial; por lo tanto, se encuentra expuesto de manera frecuente a los eventos sísmicos de gran magnitud. El Perú ha sido afectado de manera reiterativa por este tipo de sismos, produciendo daños importantes en las viviendas, esto debido principalmente a que el riesgo no solo depende de las características de los eventos sísmicos, sino también de las condiciones de vulnerabilidad del suelo y de las estructuras, que favorecen o facilitan que se desencadene un mayor desastre cuando se presentan los peligros (Ochoa, 2012).

En los sismos ocurridos en el Perú, los daños ocasionados en las edificaciones escolares tradicionales se han originado fundamentalmente por pobre desempeño del sistema

aportado longitudinal. La falta de rigidez en esta dirección desencadena el conocido problema de la columna corta cautiva que puede conducir a daños importantes pero reparables o daño tan severo y extendido que no deja posibilidades de reparación (Muñoz, León, Quintana, & Blondet, 2005).

En el país no existe mucha información estadística sobre el daño sufrido por edificaciones educativas en terremotos pasados, tampoco sobre las características de los materiales componentes y menos aún respecto a su variabilidad. La mayoría de las edificaciones educativas son vulnerables a los terremotos debido a que fueron construidas en décadas en que los códigos de construcción no consideraban de manera decidida la protección contra terremotos (Astorga & Aguilar, 2006).

Actualmente en el Perú existen aproximadamente 4100 centros educativos públicos construidos en diferentes épocas, con diferente arquitectura y materiales (Astorga & Aguilar, 2006).

En las últimas décadas la ciudad de Cajamarca no ha sido azotada por sismos de gran intensidad, sin embargo, debido a su formación geológica, naturaleza de sus suelos y presencia volcánica, existe una gran probabilidad de ocurrencia de sismos, cuyos efectos se amplificarían por las características de sus suelos, es por esto que se la considera zona de silencio sísmico (Mosqueira, 2012).

A la vez es de gran importancia determinar la vulnerabilidad sísmica en infraestructuras educativas puesto que estos estudios se enfocan en determinar la susceptibilidad de las edificaciones de sufrir un determinado daño ante eventos sísmicos, permitiéndonos realizar planes de mitigación y reducir en alguna medida el daño que éstas puedan sufrir, ya que este tipo de infraestructuras son consideradas edificaciones esenciales tal como lo indica la norma sismorresistente E.030 (Astorga & Aguilar, 2006).

Así mismo el distrito de Baños del Inca no ha sido epicentro de sismo alguno, pero la inexistencia de acción sísmica hace de este un distrito de sismicidad alta, por el silencio sísmico que presenta, además en este existe poca o nula investigación acerca de la vulnerabilidad sísmica en instituciones educativas, que según la norma sismorresistente E-030 las ubica dentro de la categoría “A” es decir como una edificación esencial, las cuales si sufrieran algún daño luego de un sismo dejarán cuantiosas pérdidas económicas y sociales.

La evaluación de la vulnerabilidad sísmica en edificaciones esenciales exige un tratamiento especial, dadas las características intrínsecas a su uso, ocupación, función y equipamiento,

orientado cuantificar los daños probables inducidos por un sismo sobre las instalaciones y su funcionamiento (Safina, 2003).

Existen una variedad de metodologías y técnicas propuestas para la evaluación de la vulnerabilidad que pretenden establecer una medida de los daños probables inducidos sobre la estructura y sus usuarios por las diferentes intensidades del movimiento sísmico, los cuales dependiendo de la naturaleza y objetivo del estudio, información disponible, características del elemento, resultado esperado y destinatario de la información, hacen énfasis en los daños sísmicos sobre componentes estructurales, no estructurales y funcionales (Safina, 2003).

Una de las características más importantes de los estudios de riesgo sísmico a nivel urbano es que las metodologías que se utilizan en la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de los edificios tienen que ser de alguna manera simplificada, para que se pueda aplicar a grandes áreas o aun conjunto de estructuras (Abanto & Cardenas, 2016).

Según la literatura internacional, existen muchas metodologías para el estudio de la vulnerabilidad sísmica, siendo algunas de ellas: el método Japonés o método de Hiroswawa, método del Índice de Vulnerabilidad, método basado en la Demanda - Resistencia, método FEMA 154, método FEMA 356, entre otras.

Para caracterizar el daño sísmico, generalmente se recurre a escalas o grados de daño, indicadores o índice de daño, entre otros. La cuantificación de manera objetiva del grado de degradación de una estructura y específicamente del daño físico directo que sufre como consecuencia de la acción sísmica exige la implementación de métodos simplificados como los indicados, que asimilan un determinado porcentaje de degradación como un estado de daño cualitativo (Safina, 2003).

Evidentemente cualquier metodología puede ser aplicada, sin embargo en el Perú y sobre todo en la ciudad de Cajamarca, no existe una metodología específica que nos permita determinar la vulnerabilidad sísmica en edificaciones de manera conservadora, es decir, que sea fácil de usar y sobre todo que permita obtener resultados fiables.

Por ello la presente investigación pretende determinar el método más conservador entre el método FEMA 154, método Hiroswawa y método Demanda – Resistencia, para evaluar la vulnerabilidad sísmica en una infraestructura educativa.

Aunque las metodologías empleadas para determinar la vulnerabilidad sísmica, son metodologías internacionales y en muchos casos no se asemeja a lo que establece el

Reglamento Nacional de Edificaciones, estas se han aplicado en varias investigaciones realizadas en distintos lugares del Perú, validándolas así para poder usarlas en esta investigación, en consecuencia, es factible efectuar la comparación de los métodos FEMA 154, Hirosawa y Demanda – Resistencia para evaluar vulnerabilidad sísmica en la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres – Baños del Inca.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál de los métodos: FEMA 154, Hirosawa y Demanda - Resistencia es más conservador para evaluar la vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa - Baños del Inca?

1.3. Justificación

Según la literatura internacional existen diversas metodologías que nos permiten evaluar la vulnerabilidad sísmica, siendo alguna de estas, el método FEMA 154, método de Hirosawa, método Demanda – Resistencia entre otras, las cuales se basan en el sistema estructural, suelo y topografía. Sin embargo de las metodologías mencionadas anteriormente no existen investigaciones que muestren cuál de estas es la más conservadora es decir la más conveniente para obtener los más óptimos resultados y sobre todo que se pueda aplicar en edificaciones esenciales.

Así mismo no existen investigaciones que evalúen la vulnerabilidad sísmica de infraestructuras educativas en el distrito de Baños del Inca, ubicadas según la norma de diseño sismorresistente (E- 030) en una zona sísmica 3, zona de alta sismicidad y calificadas por esta misma en la categoría “A” como infraestructuras esenciales, es decir que tras ocurrir un sismo severo, estas deben quedar en condiciones operativas.

A la vez la presente investigación la cual pretende comparar distintos métodos que permitan determinar el método más conservador para determinar la vulnerabilidad sísmica de una infraestructura educativa en el distrito de Baños del Inca, será parte de la prevención y minoración de riesgo ante eventos severos de sismos, salvaguardando la vida de los estudiantes, profesores, personal y demás personas.

De la misma forma el presente estudio es de gran importancia pues se podrá aplicar a otros estudios de vulnerabilidad sísmica, además de dar pase a nuevas investigaciones que permitan un análisis completo de vulnerabilidad sísmica en edificaciones del mismo tipo.

A nivel personal, considero que el presente proyecto es importante por los conocimientos y aportes que brindará a futuras investigaciones y a la vez contribuir a que las autoridades puedan tomar medidas de prevención en las infraestructuras educativas ante ocurrencia de algún evento sísmico, salvaguardando así la vida de sus ocupantes. Por último, me resulta interesante el determinar una metodología que permita evaluar la vulnerabilidad sísmica de manera conservadora, ya que no existe una comparación de metodologías para definir cuál de ellas nos puede brindar los mejores y más óptimos resultados.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Comparar los métodos FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA – RESISTENCIA y determinar el método más conservador para evaluar vulnerabilidad sísmica en infraestructura educativa- Baños del Inca.

1.4.2. Objetivos específicos

Determinar la vulnerabilidad sísmica por método FEMA 154 del pabellón A de la I.E Andrés Avelino Cáceres – Baños del Inca.

Determinar la vulnerabilidad sísmica por método de evaluación Demanda - Resistencia del pabellón A de la I.E Andrés Avelino Cáceres – Baños del Inca.

Determinar la vulnerabilidad sísmica por método de Hirosawa del pabellón A de la I.E Andrés Avelino Cáceres – Baños del Inca.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

El estudio de vulnerabilidad sísmica ha venido evolucionando lo largo del tiempo. Para dar cuenta de esta evolución, es necesario abordarla dentro de un contexto más amplio, por ello en esta parte se considerarán como antecedentes conceptos de investigaciones anteriores a nivel internacional, nacional y regional que dan cuenta de la importancia del estudio de la vulnerabilidad sísmica.

Zora, 2013 en su tesis: Identificación del índice de vulnerabilidad sísmica de escuelas de Medellín, en la que se buscó analizar el nivel de vulnerabilidad sísmica de algunas escuelas de Medellín, Itagüí y Sabaneta mediante la aplicación de la metodología del índice prioritario, concluye que según esta metodología las estructuras construidas en estas ciudades tienen diferentes niveles de vulnerabilidad sísmica de acuerdo a las buenas o malas prácticas de construcción y al uso o no de normas sismorresistentes. El método utilizado para este estudio identificó también que un 61% de las estructuras evaluadas son edificaciones con mayor vulnerabilidad.

Suárez, Dávila, Iglessis & Rivero, 2009 en su investigación sobre la evaluación cualitativa de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones escolares en la ciudad de Mérida llegan a las siguientes conclusiones: El 51% de los planteles presenta un rango de vulnerabilidad medio y un 49% un rango de vulnerabilidad bajo, sin embargo, un buen número se encuentran con índices de vulnerabilidad alto y muy alto cuando se evalúa algún parámetro en forma individual. Por otro lado los problemas de deterioro físico de las edificaciones, fallas en los muros, asentamientos de los suelos y aspectos constructivos, son una situación generalizada en la mayoría de las escuelas de la ciudad de Mérida, que requieren trabajos menores y mayores de mantenimiento. Así mismo el hecho de que un 78% de las edificaciones educativas se encuentren ubicadas en pendientes mayores de 30°, y que de éstas, el 30% no dispongan de muros estabilizadores, puede afectar el desempeño y la utilidad de estas edificaciones en caso de sismos.

Mendoza & Serna, 2015 en su investigación sobre la vulnerabilidad sísmica de la infraestructura escolar urbana en Girardot – Cundinamarca, llegan a la conclusión que desde el punto de vista cualitativo la estructura de las instituciones presentan vulnerabilidad baja, estos resultados pueden estar generados porque en su totalidad se tratan de edificaciones de baja altura, sin masas de entrepiso que se aceleren, lo que lleva a otorgar calificaciones de buen comportamiento. La calificación contrasta con la evaluación de las estructuras

seleccionadas, la cual arrojó que muchas de ellas a pesar de ser de un solo nivel tienen grandes fallas, llegando a sugerir inviabilidad de su rehabilitación. Por último este estudio resalta la necesidad de implementar un programa de rehabilitación de las estructuras de los centros educativos en este sector, con el fin de evitar un escenario de lesiones físicas humanas y/o inhabilitación de uso de las estructuras.

Navia & Barrera, 2007 en su tesis: Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica en viviendas de interés social de uno y dos pisos construidas con mampostería estructural en la ciudad de Bogotá, concluyen que el índice de vulnerabilidad sísmica promedio (de todas las muestras trabajadas) obtenido en su investigación fue de 6.10, y de acuerdo a la metodología aplicada en su investigación las viviendas analizadas han sido clasificadas como viviendas con vulnerabilidad alta.

Hernández, 2016 en su investigación: Vulnerabilidad sísmica de edificios del campus Mocambo de la universidad Veracruzana, concluye que los modelos estructurales presentados en su investigación son los más cercanos a las estructuras reales, pues sus periodos obtenidos tanto por métodos analíticos como por métodos experimentales son muy similares, lo que garantiza un margen de error mínimo en el modelado de dichas estructuras, y la obtención de los parámetros necesarios para la aplicación del método para calcular la vulnerabilidad sísmica, por otro lado en los modelos estudiados se consideraron que todos los muros (completos y de mediana altura) aparentemente están ligados a la estructura, pues al modelarlos junto con los marcos se obtuvieron periodos similares a los obtenidos mediante pruebas de vibración ambiental, lo que hace suponer que durante el proceso constructivo no se consideró desligar a estos muros, estos errores pueden provocar serios daños en la estructura al ser sometida a la acción de un sismo, presentándose en algunos casos el fenómeno de la columna corta .

Becerra & Nieves, 2015 en su tesis: Determinación de la vulnerabilidad en las Casas Coloniales ubicadas en el barrio de San Diego de la ciudad de Cartagena concluyen que el estado patológico juega un papel importante a la hora de realizar un análisis de vulnerabilidad, por tal razón al caracterizar y localizar detalladamente las enfermedades que fustigan la edificación, tales como la presencia de humedad, eflorescencia, grietas, corrosión, picaduras y goteras, se establece un índice que determina el estado de conservación de la estructura. Así mismo aseguran que el método de vulnerabilidad cualitativa empleado para el análisis del barrio San Diego permitió un estudio preliminar de determinada parte del centro histórico de la ciudad de Cartagena, a través de dicho estudio se encontró que dicho barrio presenta un índice de vulnerabilidad de 40.33%, por lo que se caracteriza con una vulnerabilidad alta, es decir, mayor al 35% que es el límite que expone el método, y a partir del resultado se puede

concluir que se hace necesario emplear un análisis cuantitativo para determinar con más precisión qué tan susceptible son estas edificaciones.

Vizconde, 2004 en su tesis: Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio existente: clínica San Miguel, Piura concluye que según el estudio de la vulnerabilidad sísmica de edificios como hospitales o clínicas, como es el caso de la clínica San Miguel, debe abordarse desde un punto de vista global que considere la vulnerabilidad física (estructural, no estructural) y la vulnerabilidad funcional. Así mismo es importante integrar los métodos empíricos, experimentales y analíticos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica como una vía para aumentar la confiabilidad de estos estudios. A la vez concluye que el método FEMA 154 puede aplicarse a los edificios de Perú teniendo en cuenta ciertas consideraciones y tras un serio estudio de ambos métodos para ser eficazmente aplicados.

Mosqueira & Tarque, 2005 en su tesis: Recomendaciones técnicas para mejorar la seguridad sísmica de viviendas de albañilería confinada de la costa peruana, concluyen que el 72% de las viviendas informales analizadas tiene vulnerabilidad sísmica alta, el 18% vulnerabilidad sísmica media y el 10% vulnerabilidad sísmica baja. Es decir solo el 10% de las viviendas han sido construidas adecuadamente.

Basurto, 2010 en su tesis vulnerabilidad sísmica y mitigación de desastres en el distrito de San Luis llega a las siguientes conclusiones: Al evaluarse las edificaciones aplicando el método: Diagnostico de la Respuesta Sísmica en viviendas de albañilería usando modelos experimentales en un proceso de evaluación rápida, se puede observar que el 61% presentan una vulnerabilidad alta, el 30% presentan vulnerabilidad media y el 09% presentan vulnerabilidad baja. Se nota claramente que la mayoría de edificaciones presentan un grado de vulnerabilidad entre media y alta, esto es debido principalmente a la antigüedad de las construcciones y a la construcción informal. Por otro lado en el sector educativo, se encontraron diversos problemas constructivos, como por ejemplo: la institución educativa N° 0082 La Cantuta, que ha sido construida sin criterio arquitectónico, lo que genera un alto peligro para sus alumnos, pues no podría cumplir su función de zona de refugio temporal.

Samaniego & Ríos, 2005 en su investigación estudio de la vulnerabilidad sísmica del distrito de Rímac en la ciudad de Lima – Perú, llegaron a las siguientes conclusiones: el 43.3 % de las viviendas evaluadas, presenta más de 30 años de antigüedad, estas edificaciones presentan un nivel de vulnerabilidad alto, pues fueron construidas sin la contribución de ningún código de diseño sísmico, es decir aquellas construidas antes del código de diseño de 1977. Así mismo en el sector educativo, se encontraron principalmente diversos problemas constructivos, por ejemplo, la institución educativa N° 2063 ha sido construida sobre relleno,

lo que genera un alto peligro para sus alumnos y para la población, pues no podría cumplir su función de zona de refugio temporal.

MINSA, ECHO, OPS & OMS, 1997 en su proyecto de la vulnerabilidad sísmica en hospitales del Perú concluyen que mediante el método de Hirosawa, se obtuvo como resultado para el lado izquierdo del pabellón “A” una vulnerabilidad media y los otros dos edificios una vulnerabilidad alta, corroborando los resultados obtenidos mediante modelos matemáticos como es Demanda – Resistencia, aclarando que se ha utilizado el método de Hirosawa, puesto que es un método aceptado por la OPS para evaluar los establecimientos de salud en Perú.

Núñez, 2004 en su estudio evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificaciones escolares en el distrito de San Martín de Porres concluye que el principal problema encontrado en las estructuras escolares es el de “columna corta”, ya que los alfeizares de ventanas no están aislados de la estructura aporticada principal o presentan juntas verticales de muy poco espesor. Así mismo afirma que la metodología utilizada “Demanda - Resistencia” permite evaluar la vulnerabilidad de los elementos estructurales en términos de resistencia más no de ductilidad; sin embargo nos permite establecer un diagnóstico rápido y confiable.

Mosqueira, 2012 en su tesis riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, concluye que la facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, tiene vulnerabilidad sísmica alta, a causa de su comportamiento sísmico inadecuado, la inestabilidad de sus tabiques y su regular a mal estado de conservación. La falla típica que se podría producir ante un sismo severo, es la falla de columna corta, debido a la falta o inadecuada junta de construcción entre tabique – pórtico, ubicación de vanos y a la elevada rigidez que tendrían que soportar frente al sismo. Además se afirma también que las edificaciones educativas tradicionales y antiguas tienen vulnerabilidad sísmica alta, debido a su configuración estructural típica, falta de juntas sísmicas y poca rigidez en una dirección.

Paredes, 2014 en su tesis nivel de riesgo sísmico en la I.E San Marcos, provincia de San Marcos – 2014 concluye en que, los pabellones A y B de la institución educativa “San Marcos” tienen vulnerabilidad media a causa de su comportamiento sísmico inadecuado, el pabellón C tiene vulnerabilidad alta, a causa de su comportamiento sísmico inadecuado, la inestabilidad de sus tabiques y mal estado de conservación.

Marín, 2014 en su tesis determinación de la vulnerabilidad sísmica de los pabellones 1 y 2 de la I.E estatal Ramón Castilla y Marquesado del distrito de Jaén – Cajamarca, concluye que

los pabellones 1 y 2 de dicha institución, tienen vulnerabilidad sísmica alta y media respectivamente; a causa de su comportamiento sísmico inadecuado, elevada rigidez de la columna corta, inestabilidad de sus tabiques y su regular a mal estado de conservación. Así mismo las características geométricas, constructivas y estructurales que más influyeron en la vulnerabilidad sísmica de los pabellones evaluados fueron: desplazamientos relativos de entepiso, falla de columna corta, calidad de tipo de mampostería, calidad de líneas resistentes y uso de la normativa antisísmica.

Díaz, 2015 en su investigación determinación de la vulnerabilidad sísmica de la Casona Espinach - Ex Palacio Municipal de la ciudad de Cajamarca, concluye que la casona Espinach – Ex Palacio Municipal en la ciudad de Cajamarca tiene un nivel de alta vulnerabilidad sísmica, obteniendo una clasificación de 2.6. El esfuerzo sísmico a corte de los muros portantes en su mayoría es inadecuado para primer y segundo nivel, por lo tanto de presentarse un sismo moderado la casona presentaría daños irreparables.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Los sismos

Un sismo o terremoto es un movimiento o vibración repentina causada por la liberación brusca y súbita de energía, acumulada por deformación de la litosfera, que se propaga en forma de ondas sísmicas. La mayoría de los terremotos son de origen tectónico pues se generan por que la fricción en las fallas a menudo es inestable, ocurren desplazamientos muy rápidos como una ruptura que se propaga dinámicamente sobre la superficie de la falla, estos movimientos generan las ondas sísmicas y estas, al llegar a la superficie, provocan las sacudidas sísmicas del terreno (Velásquez, 2006).

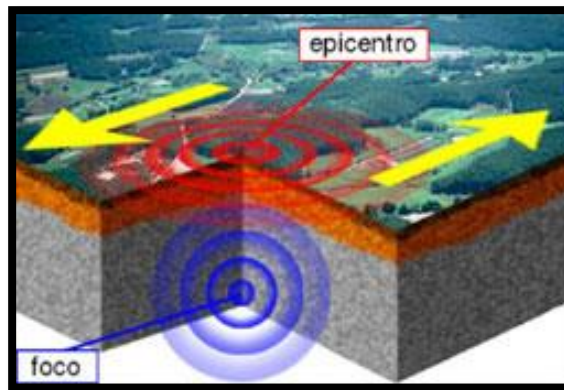
Los terremotos de origen tectónico son debidos a la ruptura súbita y violenta de las rocas por efecto de la deformación que se ha acumulado en el medio. Existe pues una etapa previa de acumulación de la deformación elástica de la corteza debido al movimiento lento de las placas. Ello provoca una acumulación de esfuerzos hasta que se supera la resistencia del material. Cuando ello sucede se produce una dislocación, los esfuerzos se relajan súbitamente, parte de la energía elástica se disipa en forma de calor y procesos no elásticos en la zona de la ruptura y otra parte en forma de ondas sísmicas (Velásquez, 2006).

Las ondas sísmicas son producidas por la liberación de energía mecánica en el proceso de ruptura en la fuente sísmica y son las que transportan la energía sísmica del foco al lugar. Las ondas sísmicas se clasifican en ondas de cuerpo y en ondas de

superficie. Las ondas de cuerpo son aquellas que se transmiten desde el interior de la corteza terrestre hacia la superficie, las ondas superficiales solo se transmiten sobre la superficie y son las más perjudiciales para las edificaciones (Velásquez, 2006).

Para el estudio de los sismos es necesario conocer dos puntos imaginarios, uno de ellos es el foco o hipocentro, que es el centro de propagación de las ondas sísmicas. El foco se idealiza como un punto en la superficie de falla donde se inicia la ruptura. El otro punto importante es el epicentro, que es la proyección del foco sobre la superficie terrestre (Velásquez, 2006).

Imagen 1: Localización del foco y epicentro durante un sismo



Fuente: Google, 2017

Los sismos pueden ser medidos en función de su magnitud y de su intensidad.

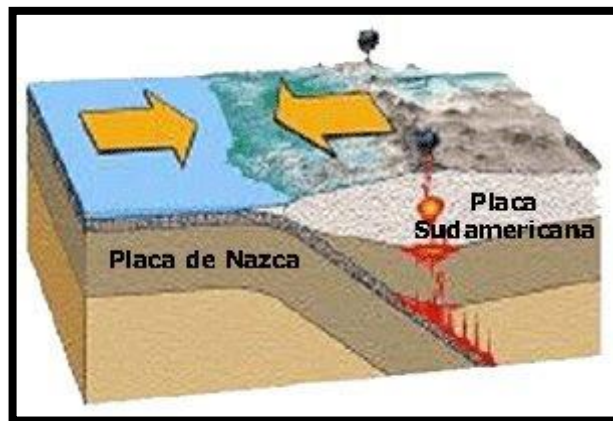
Magnitud: es la medida instrumental del terremoto basada en el valor de la amplitud de las ondas sísmicas registradas por un sismógrafo. Por tanto está relacionada a la cantidad total de energía que se libera por medio de las ondas sísmicas y es medida por la Escala de Richter (Velásquez, 2006).

Intensidad: La intensidad es la medida o estimación empírica de la vibración o sacudimiento del suelo, medida por la Escala Modificada de Mercalli. La intensidad de un sismo se mide teniendo en cuenta los daños causados sobre las personas, sobre el terreno y sobre las construcciones. Se tiene en cuenta el grado o porcentaje de daño en cada uno de los diferentes tipos de construcciones (Velásquez, 2006).

2.2.2. Sismicidad en el Perú

El Perú se encuentra entre uno de los países de más alta actividad sísmica que existe en la tierra, debido principalmente al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, presente de norte a sur, en su borde oeste, con una velocidad relativa de orden 8 – 10 cm/año. El margen continental oeste de Sudamérica es uno de los más activos y de los bordes de la placa el mayor en la Tierra. Como resultado de este proceso se ha formado la Cordillera de los Andes en diferentes etapas orogénicas. La alta velocidad de convergencia de placas permite que se genere un fuerte acoplamiento entre ellas, produciendo frecuentemente sismos de diferentes magnitudes a diversos niveles de profundidad, ya sea en la superficie de fricción de las placas, en el interior de la placa continental o en el interior de la placa oceánica que se desplaza por debajo del continente (Tavera, 2005).

Imagen 2: Interacción de la Placa de Nazca con la Sudamericana

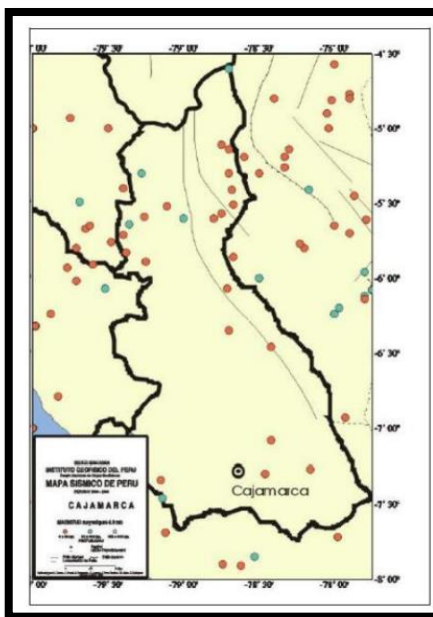


Fuente: Google, 2017.

2.2.3. Sismicidad en Cajamarca

En la ciudad de Cajamarca en las últimas décadas no han ocurrido sismos de gran intensidad, sin embargo debido a su formación geológica, naturaleza de sus suelos y presencia volcánica, existe un gran probabilidad de ocurrencia de sismos de gran magnitud cuyos efectos se amplificarían por el silencio sísmico que existe en Cajamarca (Mosqueira, 2012).

Imagen 3: Sismicidad en Cajamarca



Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2009

El estudio de mapa de peligros de la ciudad de Cajamarca, ha identificado cuatro zonas sísmicas en función al análisis de las variables de aceleración, amplificación de ondas, factor de sitio y tiempo de recurrencia, determinando las variaciones de intensidades sísmicas en el área urbana de la ciudad (INDECI - PNUD, 2005).

Nivel severo: Esta zona presenta suelos lagunares, compuestos principalmente por arcillas plásticas y arcilla limosas, con contenidos de humedad relativamente altos, debido a la proximidad con un nivel freático alto. Son en su mayoría suelos expansibles en grandes proporciones, con altas aceleraciones sísmicas. Este nivel de peligro se ubica al este de la ciudad, comprometiendo las estructuras de instituciones como el Gobierno Regional de Cajamarca, Universidad Nacional, Essalud N° 2, el asilo de ancianos y las viviendas aledañas (INDECI - PNUD, 2005).

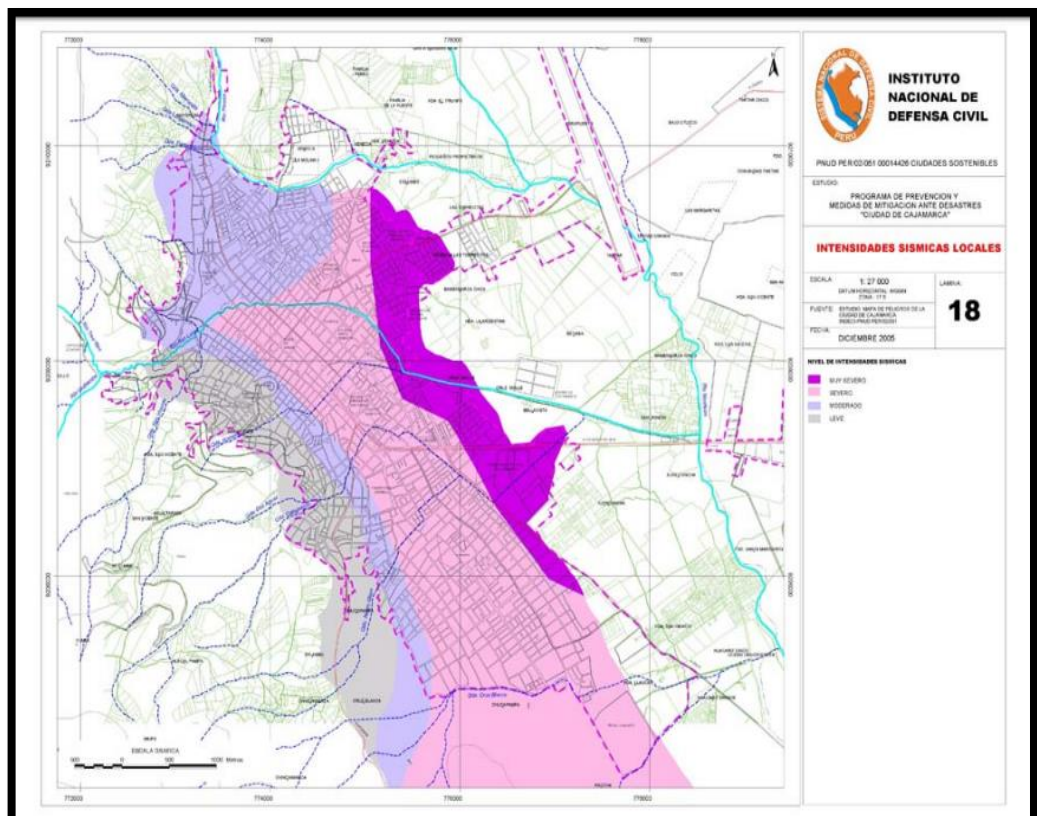
Nivel moderado: Esta zona que se caracteriza por presentar suelos aluviales con aceleraciones sísmicas altas. Otro fenómeno que se puede presentar en este sector, ante la presencia de un sismo de gran magnitud, es la probabilidad de asentamientos diferenciales parciales por la presencia de suelos expansivos. Dentro de este nivel de peligro se encuentran comprometidas las estructuras de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, EsSalud N° 1, mercado central, la Catedral, iglesia San Francisco, iglesia La Recoleta, complejo Belén, cementerio general, estadio Héroes de San Ramón, la

Cia de bomberos e instituciones educativas como Santa Teresita, Juan XXIII, San Ramón - la Recoleta (INDECI - PNUD, 2005)

Nivel menor: Esta zona se caracteriza por presentar un suelo compuesto predominante por depósito de roca; con bajas aceleraciones sísmicas y capacidad portante media. Este nivel de peligro lo presenta la zona norte, noroeste y suroeste de la ciudad comprometiendo también a parte de los asentamientos humanos de Santa Apolonia, Cumbe Mayo, San Pedro y Santa Elena (INDECI - PNUD, 2005).

Nivel leve: Esta zona presenta un suelo compuesto predominante por materiales de origen volcánico, con depósitos de roca y gravas muy densas, presenta bajas aceleraciones sísmicas y alta capacidad portante; se localiza al oeste de la ciudad, sobre las laderas de los cerros que bordean la misma (INDECI - PNUD, 2005).

Imagen 4: Intensidades sísmicas en el área urbana de Cajamarca



Fuente: INDECI -PNUD, 2005

2.2.4. Sismicidad en Baños del Inca

El estudio de mapa de peligros de la ciudad de Baños del Inca plantea la propuesta del mapa de peligro sísmico:

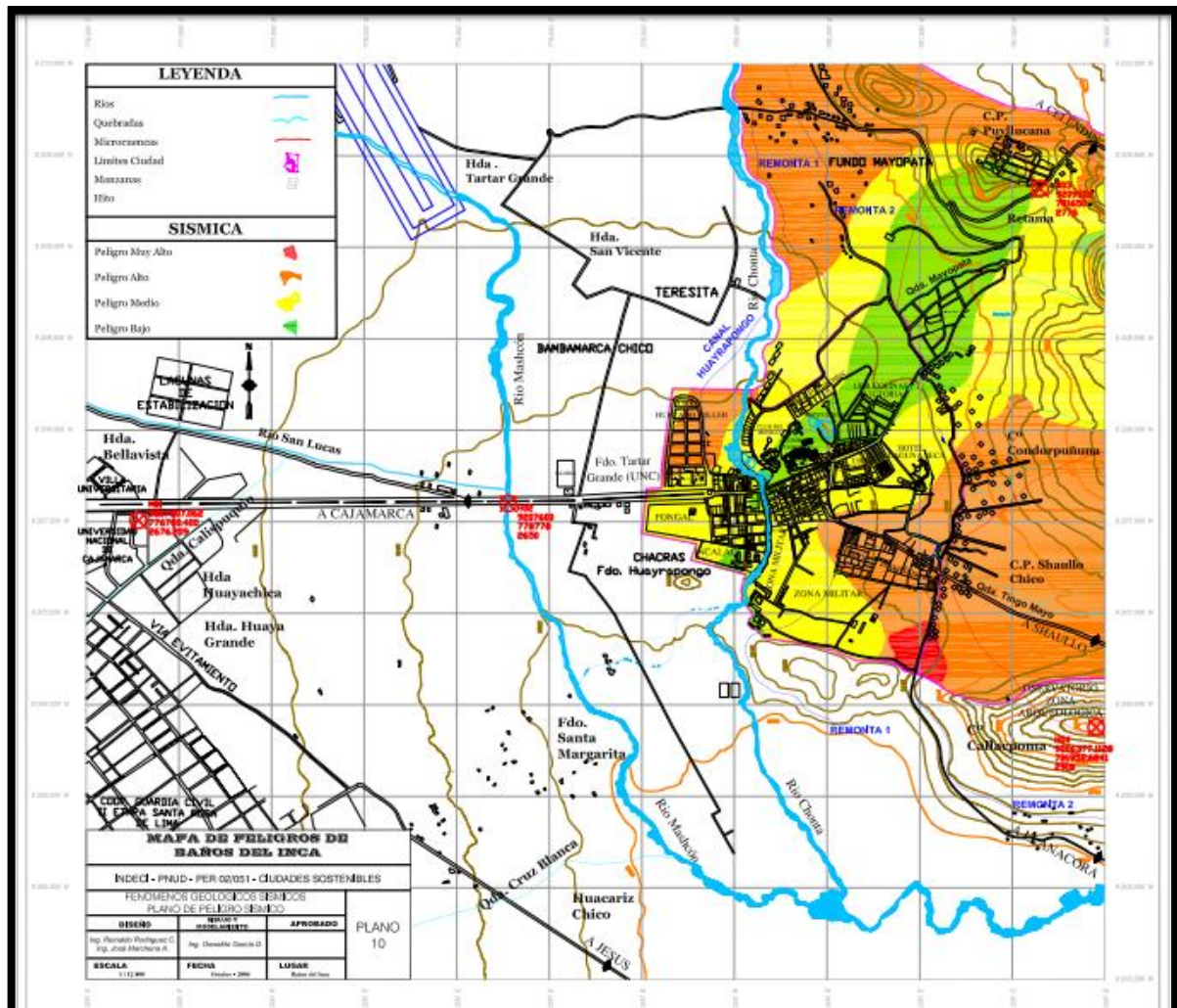
Zona altamente peligrosa: La caracterización de esta zona se debe fundamentalmente a la identificación de suelos con características compatibles con suelos propensos a licuefacción durante la ocurrencia de un sismo, de acuerdo al estudio de suelos realizado y a la inspección que se realizó se pudo confirmar que la zona presenta una arena limosa con napa freática casi superficial. El área aproximada de esta zona es de 4 Has y se ubica en la parte sur entre la ciudad de Baños del Inca, cerro Callacpoma y el cerro mirador del ejército (INDECI-PNDU, 2004).

Zona peligrosa: Dentro de esta zona podemos ubicar suelos arcillosos, mezclas de arcilla orgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de alta plasticidad; esta zona se ubica en los alrededores del Cercado de Baños del Inca, Shaullo Chico y Carhuaz (INDECI-PNDU, 2004).

Zona de peligro medio: Dentro de esta zona se encuentran suelos lagunares, los cuales tienen dentro de sus componentes arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas arenosas, arcillas limosas, abarcando gran parte de la zona del Cercado de Baños del Inca y de la zona de expansión (INDECI-PNDU, 2004).

Zona de peligro medio: En esta zona se encuentra un suelo aluvial constituido por mezcla de arena y grava. incluyen esta zona parte este y norte de Baños del Inca, el que implica la quebrada Moyopata, Urb. Laguna Seca y la zona del complejo Turístico Baños del Inca y alrededores (INDECI-PNDU, 2004).

Imagen 5: Mapa de peligro sísmico de Baños del Inca



Fuente: INDECI -PNUD, 2004

2.2.5. Eventos sísmicos antiguos y recientes en el Perú

Entre los eventos sísmicos que más impacto han causado en nuestro país, se puede mencionar al de mayor impacto ocurrido en **Lima el 27 de octubre de 1746**, donde de 3000 casas de esa época solo 25 quedaron en pie, muriendo 1,141 de sus 60000 habitantes. Asimismo a raíz de este terremoto ocurrió un tsunami en el Callao, matando a 3800 de sus 4000 habitantes (INDECI, 2011).

El **31 de Mayo de 1970** ocurrió un sismo con epicentro en Chimbote que afectó principalmente a las ciudades de Huaraz, Yungay y Ranrahirca el cual dejó 32,000

muestrados por aluvión ocasionado por el desprendimiento de una masa de hielo del Huascarán. (INDECI, 2011).

El **23 de junio del 2001**, un terremoto destructor afectó el sur del Perú, particularmente las regiones de Moquegua, Tacna y Arequipa. Este sismo tuvo características importantes entre las que se destaca la complejidad de su registro y ocurrencia. El terremoto originó varios miles de post-sacudidas o réplicas y alcanzó una intensidad máxima de VIII. Las localidades más afectadas por el terremoto fueron las ciudades de Moquegua, Tacna, Arequipa, Valle de Tambo, Caravelí, Chuquibamba, Ilo, algunos pueblos del interior y Camaná por el efecto del Tsunami (INDECI, 2011).

El sismo de **15 de agosto de 2007** con epicentro en Pisco, causó la muerte a 596 personas, dejando 1291 personas heridas, 48000 viviendas totalmente destruidas, otras 45000 inhabitables y 14 establecimientos de salud destruidos (INDECI, 2011).

2.2.6. Los centros educativos en el país

Generalmente en las zonas urbanas cada centro educativo primario y secundario está formado por dos o más pabellones de concreto armado o albañilería de uno o dos pisos. Estas edificaciones tienen plantas rectangulares con 2 o más aulas contiguas en cada nivel. Los ambientes para bibliotecas y oficinas administrativas generalmente se alojan también en este tipo de edificios con divisiones de tabiquería. En el interior del país existen centros educativos de similares características arquitectónicas pero con edificios construidos en barro, sillar o quincha (Astorga & Aguilar, 2006).

En contraste, en las zonas rurales los centros educativos tienen por lo general un solo pabellón. Son de un piso en adobe o tapial y generalmente fueron construidos sin dirección técnica calificada (Astorga & Aguilar, 2006).

2.2.7. Efectos de los sismos en instituciones educativas

Cuando tiembla, las edificaciones responden a las aceleraciones transmitidas desde el suelo, a través de los cimientos de la estructura. La inercia del edificio causa la deformación de la estructura, lo cual produce la concentración de esfuerzos en los muros débiles o en las juntas de la estructura resultando en daños o en el colapso total (Tavera, 2005).

Los sismos ocurridos en el Perú ocasionaron severos daños en las instituciones educativas en la mayoría de los casos, muchas escuelas y colegios han sido construidos con el efecto de columna corta, convirtiéndolas en edificaciones sumamente vulnerables, en la tabla siguiente se muestra las edificaciones que fue necesario reparar después de sismos ocurridos en Perú (Kuroiwa, 2010).

TABLA 1: Uso de los edificios reparados y reforzados

USO	N°	%
Escuelas	68	47
Oficinas	30	20
Hospitales	14	10
Hoteles	9	6
Industriales	8	6
Otros Usos	16	11
TOTAL	144	100%

Fuente: Kuroiwa, 2010.

Para satisfacer los requerimientos de la norma sismorresistente de 1997, es necesario colocar pequeños muros de concreto reforzado, que estén debidamente aislados de los muros bajos de relleno, en la dirección flexible débil de los edificios y en la fachada principal y posterior, eliminando físicamente la columna corta (Kuroiwa, 2010).

La Norma de 1997 incrementó la rigidez aproximadamente al menos en 30% en la dirección flexible, la deflexión lateral permisible se redujo de 10/1000 a 7/1000 y el coeficiente de uso “U” para centros educativos aumentó de 1.3 por ser edificios importantes, a 1.5, ya que ahora son edificaciones esenciales (Kuroiwa, 2010).

El error de utilizar columna corta en las escuelas y colegios no ocurre únicamente en Perú. Según las informaciones proporcionadas por la delegación de Taiwán que participó en la 12^{da} conferencia mundial de ingeniería sísmica, que se realizó en Auckland, Nueva Zelanda en el año 2000, en el terremoto de Chi Chi, ocurrido en 1999, aproximadamente el 50% de las edificaciones de concreto armado dañadas estaba constituido por centros educativos con columnas cortas. Algo similar ocurrió durante el sismo en Filipinas de 1990 (Kuroiwa, 2010).

2.2.8. Vulnerabilidad sísmica

La vulnerabilidad sísmica de una estructura, grupo de estructuras o de una zona urbana completa, se define como la predisposición intrínseca a sufrir daño ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales (Caballero, 2007).

La vulnerabilidad sísmica es una propiedad intrínseca de la estructura, una característica de su propio comportamiento ante la acción de un sismo descrito a través de una ley causa-efecto, donde la causa es el sismo y el efecto es el daño. La definición de la naturaleza y alcance de estudio de vulnerabilidad sísmica debe estar condicionado por el tipo de daño que se pretende evaluar y el nivel de amenaza existente (Navia & Barrera, 2007).

El concepto de vulnerabilidad sísmica es indispensable en estudios sobre riesgo sísmico y para la mitigación de desastres por terremotos. El conocimiento del comportamiento sísmico de las estructuras, permite definir los mecanismos y acciones de refuerzo requerido para la reducción de los efectos provocados por movimientos del terreno. (Caballero, 2007)

La vulnerabilidad sísmica depende de aspectos como la geometría de la estructura, aspectos constructivos y aspectos estructurales. De esta forma elaborar una estimación del grado de impacto que tendrá un sismo sobre una estructura se vuelve un trabajo totalmente complicado puesto que las características de cada construcción abren un sin fin de variables (Navia & Barrera, 2007).

Vulnerabilidad estructural

Se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes que mantienen al edificio en pie ante un sismo intenso. Esto incluye cimientos, columnas, muros, vigas y losas (González, 2017).

La ductilidad y redundancia estructural han resultado ser los medios más efectivos para proporcionar seguridad contra el colapso, el colapso de muchas estructuras durante sismos importantes es, por lo general, consecuencia directa de la falla de los elementos estructurales con ductilidad o resistencia insuficiente (González, 2017).

A causa de sismos fuertes es común que se presenten daños estructurales en columnas, tales como grietas diagonales causadas por cortante o torsión, grietas

verticales, desprendimiento del recubrimiento, aplastamiento del concreto y pandeo de las barras longitudinales por exceso de esfuerzos de flexocompresión. En vigas, se presentan grietas diagonales y rotura de estribos, grietas verticales, rotura del refuerzo longitudinal y aplastamiento del concreto por flexión que impone el sismo arriba y debajo de la sección como resultado de las cargas alternadas (González, 2017).

Las conexiones o uniones entre elementos estructurales son, por lo general, los puntos más críticos. En las uniones viga – columna (nudos) el cortante produce grietas diagonales y es común ver fallas por adherencia y anclaje del refuerzo longitudinal de las vigas a causa del poco desarrollo del mismo a consecuencia de esfuerzos excesivos de flexión (González, 2017).

En las losas se puede presentar grietas por punzonamiento alrededor de las columnas y grietas longitudinales a lo largo de la losa debido a la excesiva demanda por flexión que en ciertas circunstancias puede imponer el sismo (González, 2017).

Vulnerabilidad no estructural

Se considera que los elementos no estructurales son sensibles a las deformaciones si se ven afectados por la deformación de la estructura principal, determinada por la deriva, entendiéndose en general como deriva el desplazamiento lateral relativo entre los pisos. Dentro de esta categoría, por ejemplo, se encuentran las divisiones u otros elementos no estructurales conectados de piso a piso o entre muros estructurales o columnas. Cuando no hay interacción directa por deformación entre el elemento no estructural y la estructura, el elemento no estructural es considerado como sensible a la aceleración, como es el caso de un equipo mecánico en algún piso del edificio, ya que a medida que se ubique en pisos más altos, debido al comportamiento y el desplazamiento estructural, mayor será la aceleración y, por lo tanto, mayor será la fuerza a la que se verá sometido ante la vibración sísmica (González, 2017).

2.2.9. Metodologías para evaluar la vulnerabilidad sísmica

Para la realización de un análisis de vulnerabilidad de una edificación se debe tener conocimiento de su demanda de carga y de su resistencia en servicio. Actualmente existen distintos tipos de evaluación de vulnerabilidad para diversas estructuras existentes. Estos métodos de análisis pueden clasificarse de una manera general como cuantitativos y cualitativos (Cárdenas, 2008).

Los métodos cualitativos utilizan características generales de la estructura para calificarla. Generalmente están asociados a índices globales que han sido calibrados con la experiencia de estructuras existentes, que permiten identificar el riesgo en términos generales y en algunos casos el nivel de daño. Dentro de estos se encuentran, el método del Ministerio de Construcción de Japón, el método Mexicano de evaluación, el método ATC-21, el método del Dr. Hirosawa (Cárdenas, 2008).

Los métodos cuantitativos se basan típicamente en procedimientos de análisis y diseño antisísmico recomendados por las normas modernas; estos diferencian el material constituyente de la estructura, ya que su objetivo principal es predecir su posible comportamiento, es así como se diferencian métodos de evaluación de estructuras de concreto reforzado, mampostería, mampostería confinada etc. son métodos que en base a evaluaciones aproximadas estiman esfuerzos y deformaciones. Son métodos que en base a evaluaciones aproximadas estiman esfuerzos y deformaciones. Entre estos se encuentran, el método de evaluación de la Energía y método del Dr. Akiyama para edificios de acero (Cárdenas, 2008).

2.2.10. Institución educativa Andrés Avelino Cáceres

La I.E Andrés Avelino Cáceres es una de las instituciones más importantes del distrito de Baños del Inca, pues a la fecha cuenta con más de 100 años de fundación, además de ser la única institución educativa que tiene nivel primario y secundario, en el distrito de Baños del Inca, por ello la importancia de realizar el estudio en esta edificación educativa.

La institución educativa “Andrés Avelino Cáceres” nace como ampliación de la escuela estatal de varones N° 83006, creada entre los años de 1903 - 1905, cuyos documentos se desconocen.

En el año de 1971, según Resolución Ministerial N° 11114, de acuerdo al modelo educativo se le asigna el nombre de Escuela Estatal Primaria N° 83006 en sus modalidades de menores. Por necesidad de una institución educativa secundaria en la capital del distrito de Baños del Inca, por resolución directoral zonal N° 112 del 24 de marzo de 1977 se crea también el nivel secundario, por ello actualmente en esta institución funcionan el nivel primario (turno mañana) y el nivel secundario (turno tarde).

En un inicio los módulos de la institución fueron hechos de adobe, pero debido a las malas condiciones en las que se encontraban, la municipalidad distrital de Baños del Inca en el año 2002 construyó 02 pabellones de concreto, y en el año 2010 dos pabellones más.

Actualmente la I.E cuenta con 4 pabellones (A, B, C y D), con 19 aulas y oficinas de administración que alberga a 1500 estudiantes, los pabellones A, B fueron construidos en el año 2010 y cuentan con tres niveles, los pabellones C y D fueron construidas en el año 2002, y cuentan con dos niveles, todos estos pabellones fueron construidos con el sistema tradicional aporticado.

Imagen 6: Pabellón B de la I.E Andrés Avelino Cáceres



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Imagen 7: Pabellón D de la I.E Andrés Avelino Cáceres



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Imagen 8: Pabellón A Y C de la I.E Andrés Avelino Cáceres



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Imagen 9: a) (b) Fisuras en uniones tabiques – pórticos



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia, 2017.

2.2.11. Definición de términos básicos

- **Sismo:** Se denomina sismo o terremoto a las sacudidas o movimientos bruscos del terreno producidos en la corteza terrestre como consecuencia de la liberación repentina de energía en el interior de la Tierra o a la tectónica de placas. Esta energía se transmite a la superficie en forma de ondas sísmicas que se propagan en todas las direcciones (Kuroiwa, 2010).
- **Riesgo sísmico:** Daño que podría presentar una obra determinada como consecuencia del peligro y de su propia vulnerabilidad. Simbólicamente se puede expresar en función del peligro y la vulnerabilidad (Basurto, 2010).
- **Vulnerabilidad sísmica:** Es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción (Kuroiwa, 2010).
- **Peligro sísmico:** Es la probabilidad de ocurrencia de un sismo, dentro de un período específico, y una localidad o zonas conocidas (Basurto, 2010).
- **Modelamiento:** Es aquel proceso en la cual se representa las características y sollicitaciones de carga de la estructura a través de programas de cómputo tales

como SAP y ETABS estos programas sirven para el proceso de análisis y diseño en ingeniería.

- **Ensayo de esclerometría:** Ensayo no destructivo que permite estimar la resistencia a compresión de concretos endurecidos (Calavera, 2005).
- **Colapso:** La estructura ha perdido casi toda o toda su rigidez y resistencia original (Muñoz, 2004).
- **Falla:** Es la finalización de la capacidad de un elemento o de la estructuras para desempeñas la función requerida (Calavera, 2005).
- **Escala de Richter:** Representa la energía sísmica liberada en cada terremoto y se basa en el registro sismográfico. Es una escala que crece en forma potencial o semilogarítmica, de manera que cada punto de aumento puede significar un aumento de energía diez o más veces mayor. Una magnitud 4 no es el doble de 2, sino que 100 veces mayor (Díaz, 2015).
- **Escala Modificada de Mercalli:** Se basa en el daño producido en las estructuras y en la sensación percibida por la gente. La intensidad puede variar en los diferentes sitios reportados, para un mismo terremoto y dependerá de la energía del terremoto, la distancia de la falla donde se produjo el terremoto, la forma como las ondas llegan al sitio en que se registra y las características geológicas del material subyacente del sitio donde se registra la Intensidad (Díaz, 2015).

2.3. Hipótesis

La metodología más conservadora para determinar la vulnerabilidad sísmica de la I.E Andrés Avelino Cáceres – Baños del Inca, es el método de Hirosawa.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1 Operacionalización de variables

Tabla 2: Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
INDEPENDIENTE	Metodologías para determinar la vulnerabilidad sísmica	Es el conjunto de procedimientos que marcan el rumbo para evaluar la vulnerabilidad sísmica	Método de Hirosawa	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de vulnerabilidad estructural (Is) - Índice de juicio estructural (Iso)
			Método FEMA 154	<ul style="list-style-type: none"> - Ocupación - Tipo de suelo - Tipo de edificio - Elementos en riesgo de caer
			Método Demanda Resistencia	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia de elementos estructurales - Comportamiento sísmico de la estructura
DEPENDIENTE	Vulnerabilidad Sísmica	Es el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones durante un sismo y depende de las características del diseño de la edificación, calidad de materiales y de la técnica de construcción (Kuroiwa, 2010)	<ul style="list-style-type: none"> - Características estructurales - Resistencia de elementos estructurales - Comportamiento sísmico de la estructura 	<ul style="list-style-type: none"> - Sub índice sísmico de la estructura. - Sub índice sísmico del terreno - Sub índice sísmico del comportamiento estructural - Sub índice sísmico del deterioro de la estructura - Factor zona - Índice del terreno y topografía - Coeficiente de importancia según categoría de las edificaciones

Fuente: Elaboración propia, 2017

3.2 Diseño de investigación

Según el diseño de investigación la presente es una investigación no experimental descriptiva, transversal.

Tabla 3: Muestra para el estudio de investigación

Estudio	T1
La muestra es la I.E Andrés Avelino Cáceres	La muestra ha sido elegida por conveniencia. Se eligió esta I.E puesto que es la más representativa del distrito de Baños del Inca.

Fuente: Elaboración propia, 2017

3.3 Unidad de estudio

La unidad de estudio es el módulo A de la Institución Educativa Andrés Avelino Cáceres, ya que este módulo cuenta con los planos de arquitectura y estructuras.

3.4 Población

La población es la institución educativa Andrés Avelino Cáceres del distrito de Baños del Inca.

3.5 Muestra

La muestra se determinó por muestreo no probabilístico y por conveniencia (escogida por motivos de costo, tiempo y accesibilidad a los planos de estructuras), dicha muestra estará conformada por el módulo A de la I.E Andrés Avelino Cáceres del distrito de Baños del Inca.

3.6 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Dentro de los instrumentos de recolección de datos usados en la tesis tenemos:

- **Observación:** Se evaluaron las características estructurales, el estado actual de las edificaciones verificando fallas, grietas, etc., esto permitió realizar un diagnóstico situacional de las edificaciones.

- **Ensayos:** Se evaluó resistencia a compresión del concreto de los elementos estructurales (vigas y columnas), para lo cual se realizaron ensayos in situ de esclerometría y el estudio de mecánica de suelos.

- **Modelamiento sísmico:** Se realizó el modelamiento sísmico del módulo A de la I.E.

- **Entrevistas:** se entrevistó a personal que labora en la institución con el fin de obtener información sobre la antigüedad e información básica de las edificaciones.

- **Fichas censal o ficha de verificación:** Se evaluó la vulnerabilidad sísmica a partir de una ficha basada en el FEMA 154, esta ficha presenta variables importantes que permitieron determinar la vulnerabilidad sísmica, tales como ocupación, tipo de suelo, elementos en riesgo de caer.

- **Norma de Diseño Sismorresistente E-030:** Para la evaluación de los tres métodos se hizo uso de la norma E-030 que permitió considerar los valores para el factor de uso, factor de zona, categoría de la edificación, coeficiente de amplificación sísmica y demás.

3.7 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

En la presente investigación se aplicarán metodologías de tipo cualitativas y analíticas; en la metodologías cualitativas se usará el FEMA 154 y el método de Hirosawa de segundo orden, en la metodologías analítica se usara el método de la Demanda - Resistencia.

Estas metodologías son aplicadas en países distintos a Perú lo cual es una limitación, es por ello que las metodologías se aplicaron teniendo como base a tesis peruanas que han usado estas metodologías puesto que se asemejan más a realidades peruanas.

3.7.1. Método de Hirosawa

Este método es un método que fue hallado basado en la experiencia japonesa frente a los eventos sísmicos.

El método de segundo orden se basa en la estimación de la resistencia última de la estructura asumiendo un comportamiento de edificio cortante para el sistema estructural. Esto presume que debido a la existencia de un diafragma rígido el mecanismo de colapso será del tipo panel fallando las columnas al momento de alcanzar la capacidad

máxima del sistema calculado a partir de un análisis espectral del sistema. El método considera también la geología y morfología del sistema así como el nivel de daño existente, deterioro en el tiempo del sistema estructural e influencia de las condiciones locales de la zona donde se encuentre el edificio (MINSa, ECHO, OPS, & OMS, 1997).

La vulnerabilidad estructural en este método se establece considerando que:

- Si $I_s \geq I_{so}$ se considera que el edificio tiene un comportamiento sísmico seguro frente a un evento sísmico.
- Si $I_s < I_{so}$ se considera que el edificio tiene un comportamiento incierto frente a un evento sísmico y, por lo tanto, se considera como inseguro.

Cálculo del I_s (Índice de vulnerabilidad estructural)

Este índice se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$I_s = E_0 * SD * T \dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Dónde:

E_0 = índice sísmico básico de comportamiento estructural

SD = índice de configuración estructural

T = índice de deterioro de la edificación

Cálculo de E_0

Al aplicar el primer nivel de evaluación, el término E_0 se determina a partir de un cálculo simple de la resistencia última de corte de cada piso. Esta resistencia se calcula para cada dirección de la planta por la suma de los productos del área de la sección transversal de un muro o columna y de su resistencia de corte, reduciendo este factor por un factor α_i que considera la presencia de elementos que alcanzan su resistencia a un nivel de deformación menor que el resto de elementos sísmo resistentes, por ejemplo columnas cortas o muros de albañilería, reforzados o no, si se comparan con muros o columnas de concreto armado (Lezama, 2015).

El índice E_0 es proporcional al producto del coeficiente de resistencia C y al de ductilidad F .

$$E_0 = \alpha C * F \dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Para el cálculo de E_0 todo elemento o subestructura vertical que forma parte de la estructura sísmo resistente debe clasificarse en alguna de las categorías siguientes:

- **Columnas cortas de concreto armado.-** Son todas las columnas en las que la relación h_0/D es igual o menor de 2, donde h_0 es la altura libre y D es el ancho de la sección transversal. El comportamiento sísmico de estas columnas está controlado por una falla de corte frágil, por el reducido nivel de deformación en el que se alcanza la resistencia y por la baja capacidad de deformación inelástica.
- **Columnas de concreto armado.-** son todas las columnas en las que la relación h_0/D es mayor que 2.
- **Muros de concreto armado.-** Son los elementos de concreto armado con una sección transversal en la cual la relación entre el lado mayor y el lado menor de la sección transversal es mayor que 3.
- **Muros de relleno de albañilería.-** Son aquellos muros de albañilería, normalmente con escaso o ningún refuerzo, ubicados en el interior de los vanos de la subestructura resistente (pórticos) sin aislarlos de ella.
- **Muros de albañilería armada o confinada.-** Son aquellos muros de albañilería armada o confinada con elementos de concreto armado.

El índice E_0 se calcula con la siguiente ecuación:

$$E_0 = \frac{(n_p+1)}{(n_p+i)} * \{\alpha_1 * (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c\} * F \dots \dots \text{Ecuación 3}$$

Dónde:

α_i : factor de reducción de la capacidad resistente de acuerdo con el nivel de deformación en que alcanzan la resistencia los elementos que controlan el comportamiento sísmico. Los valores de estos factores se dan en la Tabla 4, cuando la capacidad sísmica está controlada por los elementos más frágiles (Tipo A), los menos frágiles (Tipo B) y los dúctiles (Tipo C) respectivamente.

n_p : número de pisos del edificio.

i : nivel que se evalúa.

C_{mar} : índice de resistencia proporcionada por los muros de relleno de albañilería.

C_{sc} : índice de resistencia proporcionada por las columnas cortas de concreto armado.

Ca: índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería no reforzada o parcialmente confinada.

Cma: índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería confinada.

Cw: índice de resistencia proporcionada por los muros de concreto armado.

Cc: índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado.

F: índice de ductilidad asociado a los elementos verticales.

F = 1,0 si Cmar, Ca y Csc son iguales a cero

F = 0,8 si Cmar, Ca y Csc son distintos de cero

En caso de que los muros de albañilería confinada controlen la capacidad resistente, el valor de F es igual a 1,0 considerando la capacidad de deformación inelástica que se logra con los elementos de confinamiento.

Las ecuaciones usadas son: La capacidad sísmica debe calcularse en primer lugar considerando la falla de elementos más frágiles; sin embargo, si la falla de este grupo no produce inestabilidad del sistema, la capacidad sísmica debe calcularse considerando el próximo grupo y despreciando la resistencia de los elementos que han fallado.

Tabla 4: Valores de los coeficientes α_i

Tipo	α_1	α_2	α_3	Módulo de falla
A	1.0	0.7	0.5	Muros de relleno de mampostería o columnas cortas o muros de mampostería no reforzada y parcialmente confinada o muros de mampostería confinada controlan la falla.
B	0.0	1.0	0.7	Muros de concreto reforzado controlan la falla.
C	0.0	0.0	1.0	Columnas de concreto reforzado controlan la falla.

Fuente: Lezama, 2015

El término $(n+1)/(n+i)$ considera la relación entre el coeficiente de corte basal y el coeficiente de corte del piso i, cuando estos esfuerzos de corte se establecen en función del peso del edificio por sobre el nivel considerado.

Los índices de resistencia (C_i) se han determinado considerando las características de refuerzo de los muros de concreto armado (cuantía) y modalidad de refuerzo.

Las ecuaciones usadas son:

$$C_{mar} = \frac{0.6 \cdot 0.85 \cdot \tau_0 \cdot \Sigma A_{mar}}{\Sigma_{j=i}^{np} W_j} \dots\dots \text{Ecuación 4}$$

$$C_{sc} = \frac{f_c}{200} * \frac{15 \cdot \Sigma A_{sc}}{\Sigma_{j=i}^{np} W_j} \dots\dots\dots \text{Ecuación 5}$$

$$C_{ma} = \frac{0.6 \cdot (0.45 \cdot \tau_0 + 0.25 \cdot \sigma_0) \cdot \Sigma A_{ma}}{\Sigma_{j=i}^{np} W_j} \dots\dots \text{Ecuación 6}$$

$$C_a = C_{ma}$$

$$C_w = \frac{f_c}{200} * \frac{30 \cdot \Sigma A_{m1} + 20 \cdot \Sigma A_{m2} + 12 \cdot \Sigma A_{m3} + 10 \cdot \Sigma A_{m4}}{\Sigma_{j=i}^{np} W_j} \dots\dots\dots \text{Ecuación 7}$$

$$C_c = \frac{f_c}{200} * \frac{10 \cdot \Sigma A_{c1} + 5 \cdot \Sigma A_{c2}}{\Sigma_{j=i}^{np} W_j} \dots\dots\dots \text{Ecuación 8}$$

Dónde:

f_c = Resistencia cilíndrica a la compresión del concreto.

ΣA_{mar} = Suma de las áreas de los muros de relleno de albañilería del piso en evaluación en la dirección analizada.

ΣA_{sc} = Suma del área de las columnas cortas de concreto armado del piso en evaluación.

ΣA_{ma} = Suma de las áreas de los muros de albañilería confinada del piso en evaluación en la dirección analizada.

ΣA_{m1} = Suma de las áreas de los muros de concreto armado del piso en evaluación con columnas en ambos extremos, con cuantía de refuerzo horizontal igual o mayor que 1,2 % y una esbeltez (H / L) del muro mayor que 2. En estos muros la resistencia al corte está controlada por la resistencia de aplastamiento de la diagonal comprimida debido a su alta cuantía de refuerzo horizontal.

ΣA_{m2} = Suma de las áreas de los muros de concreto armado del piso en evaluación con columnas en ambos extremos y cuantía de refuerzo

horizontal mínima. En estos muros la resistencia al corte es proporcionada principalmente por la armadura horizontal.

ΣAm_3 = Suma de las áreas de los muros de concreto armado del piso en evaluación, sin columnas o con una columna en alguno de sus extremos, una esbeltez del muro igual o menor que 2 y una cuantía de armadura mínima. En estos muros la resistencia al corte está definida por la carga de agrietamiento diagonal del concreto debido a su reducida cuantía de armadura de refuerzo.

ΣAm_4 = Suma de las áreas de los muros de concreto armado del piso en evaluación, sin columnas o con una columna en alguno de sus extremos y una esbeltez del muro mayor que 2. En estos muros la resistencia al corte está dada por las ecuaciones de la norma ACI-318.

ΣAc_1 = Suma de las áreas de las columnas de concreto armado, donde la relación entre la altura libre (h) y el ancho (D) es menor que 6.

ΣAc_2 = Suma de las áreas de las columnas de concreto armado, donde la relación entre la altura libre (h) y el ancho (D) es igual o mayor que 6.

W_j = Peso del piso j.

τ_o = Resistencia básica de corte de la albañilería.

σ_o = Tensión normal debida al esfuerzo axial que producen las cargas verticales de peso propio y las sobrecargas de uso.

L = Largo del muro.

H = Altura del piso si L es igual o mayor que 3 m. o altura libre del muro si L es menor que 3 m.

En estas ecuaciones las áreas se deben expresar en cm^2 , las resistencias y tensiones en kgf/cm^2 y los pesos en kgf . Los coeficientes que acompañan a las áreas corresponden a la resistencia al corte de los diferentes tipos de elementos que forman el sistema sismo resistente, expresadas en kgf/cm^2 .

Cálculo de SD

Este coeficiente cuantifica la influencia de las irregularidades de la configuración estructural y de la distribución de rigidez y de masa en el comportamiento sísmico de la edificación.

La información para calcular SD se obtiene principalmente de los planos estructurales y se complementa con visitas a terreno. Las características del edificio que se consideran en la determinación de este coeficiente son: regularidad de la planta,

relación largo-ancho de la planta, estrangulaciones de la planta, espesor de las juntas de dilatación, dimensiones y ubicación de patios interiores, existencia de sótanos (subterráneo), uniformidad de la altura de los pisos, excentricidad de rigidez en planta, irregularidades de la distribución de las masas y de la rigidez de entrepiso de los pisos en altura, etc.

Hirosawa propone calcular SD cuando se usa el primer nivel de evaluación de vulnerabilidad con la ecuación siguiente:

$$SD = q_1 * q_2 * \dots * q_8 \quad \dots \quad \text{Ecuación 9}$$

Dónde:

$$q_i = \{1.0 - (1 - G_i) * R_i\} \text{ para } i = 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 \dots \text{Ecuación 10}$$

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

Al revisar la ecuación anterior, se observa que a medida que se pierde la regularidad en las características de la estructura, se castiga al sistema, reduciendo su capacidad resistente con G_i , y para cuantificar el efecto o influencia que pueda tener la irregularidad en la respuesta se usa el término R_i , que no es igual para cada uno de los factores considerados. Los valores de G_i y R_i recomendados por Hirosawa se indican en la Tabla 5.

Tabla 5: Valores del G_i Y R_i

ITEMS (q_i)	G_i			R_i
	1.0	0.9	0.8	
Regularidad	Regular (a1)	Mediano (a2)	Irregular (a3)	1.0
Relación largo – ancho	$B \leq 5$	$5 < B \leq 8$	$B > 8$	0.5
Contratación de planta	$0.8 \leq c$	$0.55 < c \leq 0.8$	$C < 0.5$	0.5
Atrio o patio	$R_{ap} = 0.1$	$0.1 < R_{ap} \leq 0.1$	$0.3 < R_{ap}$	0.5
Excentricidad de atrio o patio interior	$f_1 = 0.4$ $f_2 = 0.1$	$f_1 \leq 0.4$ $0.1 < f_2 \leq 0.3$	$0.4 < f_1$ $0.4 < f_2$	0.25
Subterráneo	$1.0 \leq R_{as}$	$0.5 < R_{as} \leq 1.0$	$R_{as} < 0.5$	1.0
Junta de dilatación	$0.01 \leq s$	$0.005 < s \leq 0.01$	$S < 0.005$	0.5
Uniformidad de altura de piso	$0.8 \leq R_h$	$0.7 < R_h \leq 0.8$	$S < 0.7$	0.5

Fuente: Lezama, 2015

- **Regularidad ai**

a₁: La planta es simétrica en cada dirección, y el área de salientes es menor o igual al 10% del área total de la planta. Estas salientes son consideradas en el caso que $l/b \geq 0.5$.

a₂: La planta no es regular, y el área de salientes es igual o menor que el 30 % del área de la planta. Dentro de esta categoría se encuentran las plantas tipo L, T, U y otras.

a₃: La planta es más irregular que el caso **a₂**, y el área de salientes es mayor que el 30% del área de la planta.

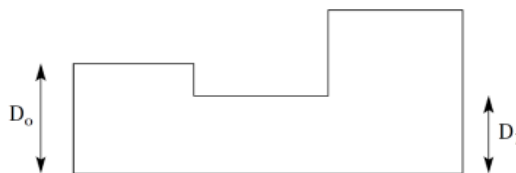
- **Relación largo - ancho, B:**

Razón entre la dimensión mayor y menor de la planta. En las plantas tipo L, T, U u otras se considera el lado mayor como 2×1 , para l indicado en la figura.

- **Contracción en planta, c:**

$$c = \frac{D_1}{D_0}$$

Imagen 10: Contracción en planta



Fuente: Lezama, 2015

- **Atrio o patio interior**

Razón entre el área del atrio y el área total de la planta, incluida el área del atrio. Sin embargo, una caja de escaleras estructurada con muros de hormigón armado no se considera en este análisis.

- **Excentricidad de atrio o patio interior, f :**

f_1 : Razón entre la distancia del centro de la planta al centro del atrio, y la longitud menor de la planta.

f_2 : Razón entre la distancia del centro de la planta al centro del atrio, y la longitud mayor de la planta.

- **Subterráneo:**

Razón entre el área promedio de la planta de los subterráneos y el área promedio de la planta del edificio.

- **Junta de dilatación, s :**

Este criterio se aplica a edificios que tienen juntas de dilatación y es la razón entre el espesor de la junta de dilatación sísmica y la altura del nivel sobre el suelo donde se encuentra.

- **Uniformidad de altura de piso, R_h :**

Razón entre la altura del piso inmediatamente superior al analizado y la altura de este. Para el caso del piso superior, el piso inmediatamente superior de esta ecuación es reemplazado por el piso inmediatamente inferior.

Según Hirosawa, el valor de SD se calcula usando el valor más desfavorable entre los obtenidos para la característica en los diferentes pisos, valor que se asume como representativo del edificio completo.

Cálculo de T

Este índice cuantifica los efectos que produce el deterioro de la estructura debido al paso del tiempo o bien a la acción de sismos pasados u otras acciones que puedan haberla afectado. El índice se calcula a partir de la información obtenida de las visitas al edificio y de la información que proporcione el propietario. El índice T se determina con la Tabla 6; considerando que se usa un valor único del índice T para el edificio, este valor debe corresponder al menor valor obtenido de la Tabla 6.

Tabla 6: Valores del índice T

Deformación permanente (T_1)	
Característica	T_1
El edificio presenta inclinación debido a asentamiento diferencial.	0.7
El edificio está construido sobre relleno artificial.	0.9
El edificio ha sido reparado debido a deformaciones presentadas anteriormente.	0.9
Tiene visible deformaciones de vigas o columnas.	0.9
No presenta signos de deformación.	1.0
Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo (T_2)	
Característica	T_2
Presenta filtraciones con corrosión visible de armaduras.	0.8
Presenta grietas inclinadas visibles en columnas.	0.9
Presenta grietas visibles en muros.	0.9
Presenta filtraciones, pero sin corrosión de armaduras.	0.9
Nada de lo anterior.	1.0
Incendio (T_3)	
Característica	T_3
Ha experimentado incendio pero no fue reparado.	0.7
Ha experimentado incendio y fue adecuadamente reparado.	0.8
No ha experimentado incendio	1.0
Uso del cuerpo o bloque (T_4)	
Característica	T_4
Almacena sustancia químicas.	0.8
No contiene sustancias químicas.	1.0
Tipo de daño estructural (T_5)	
Característica	T_5
Presenta daño estructural grave.	0.8
Presenta daño estructural fuerte.	0.9
Presenta daño estructural ligero o no estructural.	1.0

Fuente: Lezama, 2015.

Tabla 7: Clasificación de daños causados por un sismo

Tipo de daño	Descripción
No estructural	Daños únicamente en elementos no estructurales.
Estructural ligero	Grietas de menos de 0.5 mm de espesor en elementos de concreto armado. Grietas de menos de 3 mm de espesor en muros de mampostería.
Estructural fuerte	Grietas de 0.5 a 1 mm de espesor en elementos de concreto reforzado. Grietas de 3 a 10 mm de espesor en muros de mampostería.
Estructural grave	Grietas de 0.5 a 1 mm de espesor en elementos de concreto reforzado. Grietas de 3 a 10 mm de espesor en muros de mampostería. Grietas de más de 1 mm de espesor en elementos de concreto armado. Aberturas en muros de mampostería. Aplastamiento del concreto, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en vigas, columnas y muros de concreto reforzado. Agrietamiento de capiteles y consolas. Desplome de columnas. Desplome del edificio en más de 1% de su altura. Asentamiento de más de 20 cm.

Fuente: Lezama, 2015.

Cálculo del Iso (índice de juicio estructural)

Este índice se calcula con la ecuación siguiente:

$$Iso = Eso * Z * G * U \dots\dots \text{Ecuación 11}$$

Dónde:

Eso = Resistencia sísmica básica requerida.

Z = Factor de zona sísmica; su valor depende del peligro sísmico del lugar donde se ubica el edificio ($0.5 \leq Z \leq 1$).

G = Factor de influencia de las condiciones topográficas y geotécnicas.

U = Factor de importancia del edificio por su uso.

La resistencia sísmica básica (Eso) se ha determinado a partir del estudio de los daños de los edificios durante un terremoto evaluado por Hiroswawa en Japón. Para los propósitos de otros estudios como este, se recomienda que esta resistencia se establezca a partir del requerimiento de resistencia elástica de las normas para la zona de mayor peligro sísmico (zona epicentral), reducida por un factor de reducción (R) cuyo valor debe ser elegido considerando que el nivel de daño que se produzca evite la puesta fuera de servicio del edificio.

Valor de E_{S0} para la presente evaluación

El valor de E_{S0} para la presente evaluación se calculara a partir de la fórmula para encontrar el cortante basal en la actual Norma E.030 de Reglamento Nacional de Edificaciones:

$$E_{S0} = C/R \dots \text{Ecuación 12}$$

Dónde:

C = Coef. De amplificación dinámica = T_p/T cuyo valor deber ser ≤ 2.5 .

R = Factor de respuesta para un valor de ductilidad u de 4.

T_p = periodo predominante de vibración del suelo.

T = periodo de vibración de la estructura (1° Modo).

3.7.2. Método FEMA 154 (evaluación visual rápida)

Este método se basa en la observación y un sistema de puntuación “S”, que depende del tipo de estructura, tipo de suelo, uso y ocupación de la estructura.

Fundamentalmente el puntaje “S” es un estimado de la probabilidad o posibilidad de que un edificio colapse si los movimientos del terreno ocurren iguales o mayores al máximo sismo considerado. Estos estimados de puntaje están basados en limites observados y datos analíticos y la probabilidad de colapso es por consiguiente aproximada, FEMA 154 considera un puntaje límite de 2, lo que significa que las edificaciones que obtienen un puntaje mayor a 2 tendrán un adecuado desempeño frente a un sismo, mientras que puntajes menores a dos podrían ser peligrosos y deberían tener un estudio adicional (Vizconde , 2004).

Según este manual FEMA 154, primero debemos identificar el tipo de edificación que estamos evaluando dentro de una de los siguientes tipos que se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 8: Tipos de edificación según el método FEMA 154

1	W1	Estructura de madera tipo 1
2	W2	Estructura de madera tipo 2
3	S1 (MRF)	Pórtico de acero resistente a momento
4	S2 (BR)	Estructura de acero arriostrada
5	S3 (LM)	Estructura de metal ligero
6	S4 (RC SW)	Estructuras de acero con muros de corte
7	S5 (URM INF)	Estructuras de acero con muros de relleno de mampostería no reforzada.
8	C1 (MRF)	Edificios de pórticos de concreto resistente al momento.
9	C2 (SW)	Edificios de muros de corte de concreto
10	C3 (URM INF)	Estructura de concreto con mampostería de relleno no reforzada.
11	PC1 (TU)	Estructuras pre – fabricados con estructuras inclinadas en su parte superior como tijerales, coberturas metálicas livianas, vigas de madera. Columnas pre-fabricadas en sitio de forma T, H. Muros metálicos soldados.
12	PC2	Estructuras de concreto pre-fabricado (Paneles de concreto pre-fabricado, paneles de metal o vidrio, paneles superboard, drywall, columnas y vigas pre-fabricadas, losas de concreto con secciones T, etc.
13	RM1 (FD)	Mampostería reforzada con losa de diafragma flexible.
14	RM2(RD)	Mampostería reforzada con losa de diafragma flexible.
15	URM	Edificios de mampostería no reforzada.

Fuente: Vizconde, 2004.

El formulario de recolección de datos dados por FEMA 154 se muestra a continuación y corresponde a una región de alta sismicidad, la cual le pertenece a la CSM. En dichos formularios existen unos factores que modifican el comportamiento sísmico en función de posibles irregularidades que podrían afectar el comportamiento de la estructura, así como los tipos de suelo. También en un cuadro se pueden colocar los comentarios vistos durante la evaluación hecha al edificio.

A continuación se describen los modificadores del formulario y los criterios usados para su elección.

Tabla 9: Modificadores del comportamiento sísmico

Modificador	Descripción
Mediana altura (4 a 7 pisos)	Edificios entre 4 a 7 pisos
Gran Altura (>7 pisos)	Edificios con más de 7 pisos.
Irregularidad vertical	Pasos en elevación, muros inclinados, discontinuidad en la ruta de la carga, edificio sobre una cuesta, piso blando (p.e. una casa sobre garaje, edificios con columna corta, etc.)
Irregularidad en Planta	Edificios en forma de L, U, T, V u otra forma irregular de edificación, edificios con buena resistencia lateral en una dirección, pero no en la otra dirección; rigidez excéntrica en planta.
Modificador	Descripción
Pre – Código	Edificios diseñados y construidos anteriormente al año en los cuales los códigos de diseño sísmico fueron adoptados y hechos cumplir. En el Perú esto se da en la década del 70.
Post – Benchmark	Edificios diseñados y construidos después de que mejoras significativas en los requerimientos del código sísmico (p.e detalles sobre ductilidad) fueron adoptadas y hechas cumplir.
Suelo tipo C	Suelo Denso
Suelo tipo D	Suelo Rígido
Suelo tipo E	Suelo Blando

Fuente: Vizconde, 2004.

Además a cada tipo de edificación según su uso le corresponde un volumen de personas. Esto se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 10: Carga de personas según el tipo de edificación

Tipo de Edificación	Carga de Ocupación
Residencial	100-300
Comercial	50-200
Oficinas	100-200
Industrial	200-500
Sala Pública	>10
Centro Educativo	50-100
Gubernamental	100-200
Servicio de Energía	1000

Fuente: Vizconde, 2004.

3.7.3. Método Demanda - Resistencia sísmica

Este es un método analítico que se basa en analizar la demanda sísmica de la estructura y la resistencia de la misma para luego realizar una comparación entre ellas, para la aplicación de este método nos basaremos en la metodología adaptada por, la cual se describirá a continuación.

Se realizará el análisis estructural del comportamiento dinámico espectral de las estructuras. Para tal efecto se hará uso de la Norma E-030. Esto determinará la demanda de esfuerzos a la que se somete la estructura durante los eventos sísmicos (MINSa, ECHO, OPS, & OMS, 1997)

Por otro lado la resistencia de la estructura será evaluada utilizando los llamados criterios de falla simplificados que se presentan generalmente en este tipo de estructura basada en fórmulas empíricas que consideran el refuerzo de la sección así como la calidad de los materiales involucrados en las secciones vigas, columnas y placas existentes en la estructura. Esto se evalúa en base a los planos estructurales de la edificación que proporcionaran la información necesaria para el cálculo de la resistencia del edificio (MINSa, ECHO, OPS, & OMS, 1997).

Con finalidad de verificar la resistencia mecánica de los materiales del edificio, se llevan a cabo ensayos de esclerometría, para verificar el esfuerzo de diseño del concreto que se presenta en los planos estructurales.

Seguidamente se generan modelos matemáticos para el análisis estructural dinámico de las estructuras. Estos modelos serán analizados utilizando el programa de cómputo ETABS (Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems)

Verificada la validez del modelo estructural y los valores de la resistencia mecánica de los materiales, la demanda sísmica para diversas excitaciones será calculada mediante ETABS.

Los resultados de la respuesta sísmica que demanda las excitaciones serán comparados con la resistencia de la estructura, lo que indicará la tendencia del edificio a ser vulnerable o no a partir de una evaluación demanda-resistencia. Aquí se presentarán los máximos esfuerzos así como desplazamientos que se presentan el sistema estructural para las diversas sollicitaciones sísmicas (MINSa, ECHO, OPS, & OMS, 1997).

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

Para lograr el objetivo de la presente tesis se realizó el estudio de la vulnerabilidad sísmica del módulo A del colegio Andrés Avelino Cáceres, obteniendo los siguientes resultados.

4.1. Evaluación de vulnerabilidad por método FEMA 154

Para la evaluación de vulnerabilidad por el método Fema154 se hizo uso de la ficha de evaluación rápida en la cual se evalúan parámetros como el tipo de suelo, uso de la edificación, fecha de construcción; este método consistió en sumar los puntajes de todos los parámetros luego de realizar la inspección del módulo y de elaborar encuestas a las autoridades de la institución.

Como resultado de evaluación por este método se obtiene que la estructura no requiere una evaluación detallada ya que el puntaje obtenido es mayor a 2.

Imagen 11: Resultado de Evaluación por Método FEMA 154

OCUPACIÓN				TIPO DE SUELO							ELEMENTO CON RIESGO DE CAER								
Sala pública	Gobierno	Nro Personas		A	B	C	D	E	F	Chimenea	Parapetos	revestimiento							
Oficina	Comercial	0-10	11-100	Roc	Roca	Suel	Suel	Suel	Suel	no									
Histórico	Residencial	101-1000		a	co_	o	o	o	o	reforzada	otros:								
Industrial	Colegio	1000+		dura	mún	den_	o	Blan	Po_										
Serv. Emergencia				so	so	o_rigid	o	do	bre	Eq. Médico, computadoras									
TIPO DE EDIFICIO				W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM	
				MR	BR	LM	RC	URM	MRF	SW	UR	TU	FD	RD					
Puntaje Básico				7.4	6	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6	4.6
Altura mediana (3-7 pisos)				N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.2	-0.2	0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	-0.6	
Altura alta				N/A	N/A	1	1	N/A	1	1.2	1	0	-0.4	N/A	-0.2	N/A	0	N/A	
Irregularidad vertical				-4	-3	-2	-2	N/A	-2	-2	-1.5	-2	-2	N/A	-1.5	-2	-1.5	-1.5	
Irregularidad en planta				-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Pre-código				N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
Post-Benchmark				0	0.2	0.4	0.6	N/A	0.6	N/A	0.6	0.4	N/A	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4	
Suelo tipo C				-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4	
Suelo tipo D				-1	-0.8	-1.4	-1.2	-1	-1.4	-0.8	-1.4	-0.8	-0.8	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	
Suelo tipo E				-1.8	-2	-2	-2	-2	-2.2	-2	-2	-2	-2	-1.8	-2	-1.4	-1.6	-1.4	
PUNTAJE FINAL S											4								
COMENTARIOS											Requiere evaluación detallada								
											SI				NO				

Fuente: Elaboración propia, 2017.

4.2. Evaluación de vulnerabilidad por método Hirosawa

Este método basado en el cálculo de dos coeficientes I_s (Índice de vulnerabilidad estructural) y el I_{so} (Índice de juicio estructural). Este método compara la capacidad resistente, relación de forma, mantenimiento y daños anteriores de la edificación, con el nivel de sollicitación demandado.

Considerando:

Si $I_s > I_{so}$, La edificación se debe considerar como segura frente a sismos

Si $I_s < I_{so}$ El edificio es inseguro frente a la ocurrencia de sismos.

Para el caso luego de la evaluación por este método se tiene el siguiente resultado.

Tabla 11: Resultado de evaluación de vulnerabilidad por método Hirosawa

I_s	I_{so}
0.41	0.16
COMPORTAMIENTO SEGURO FRENTA A UN EVENTO SISMICO	

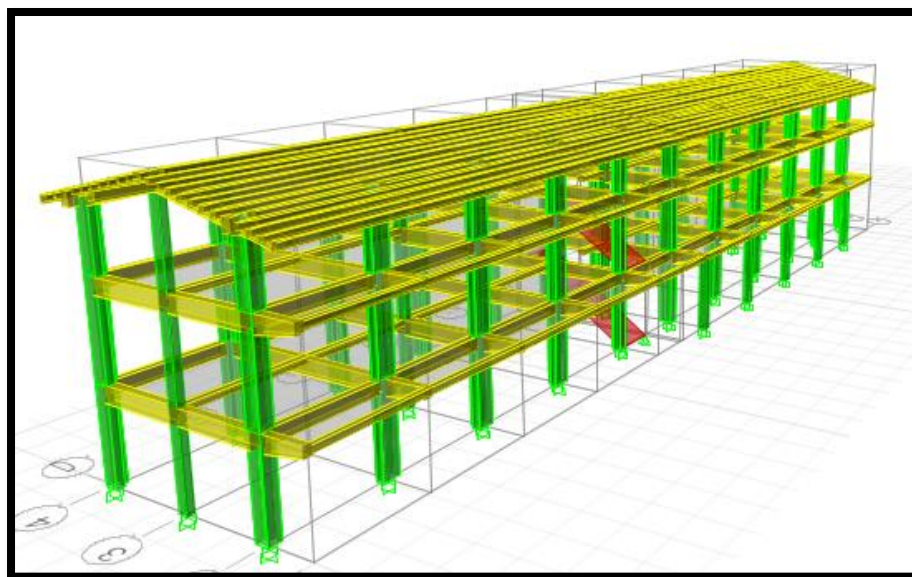
Fuente: Elaboración propia, 2017.

4.3. Evaluación por método Demanda - Resistencia

Este método se basa en analizar la demanda sísmica de la estructura y la resistencia de la misma, realizando una comparación entre ellas. Para la aplicación de este método se considera la resistencia mecánica de los materiales demandados y la resistencia de materiales que realmente tiene la estructura, por lo que se considera comparar el f'_c resistente con el f'_c demandante y a la vez el refuerzo existente con el refuerzo demandante.

Para determinar el f'_c resistente se elaboraron ensayos de esclerometría y para determinar el refuerzo demandante se modeló la estructura en el programa ETABS.

Imagen 12: Modelamiento de la estructura en el programa ETABS



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 12: Comparación de la Demanda - Resistencia del concreto

Comparación de la Resistencia Mecánica del concreto de la Estructura			
PTOS:		10	
TIPO DE ENSAYO:		esclerometría	
PTO	F'C RESISTENTE	F'C DEMANDANTE	EVALUACION
VIGA VP-302 EJE 3-3	228.50	210	Cumple con la resistencia
VIGA VP-302 EJE K-K	246.07	210	Cumple con la resistencia
VIGA VP-204 EJE J-J	316.38	210	Cumple con la resistencia
COLUMNA C3 EJE J-J	263.65	210	Cumple con la resistencia
COLUMNA C3 EJE 1-1 - EJE K-K	239.05	210	Cumple con la resistencia
COLUMNA C3 EJE 1-1- EJEJ G-G	316.18	210	Cumple con la resistencia
COLUMNA C3 EJE 3-3 - EJEJ K-K	351.53	210	Cumple con la resistencia
El f'c resistente > al f'c demandante			La estructura cumple por resistencia mecánica del concreto

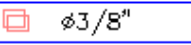
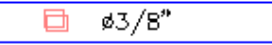
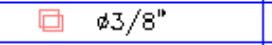
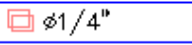
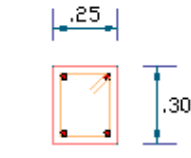
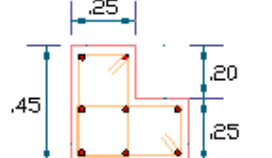
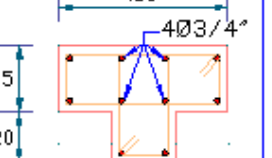
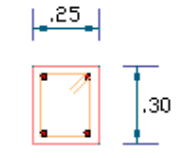
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 13: Comparación de la Demanda - Resistencia del acero en columnas

COLUMNAS			
COLUMNA	ACERO EXISTENTE (CM ²)	ACERO DEMANDANTE (CM ²)	EVALUACION
C1	7.96	7.50	Cumple
C2	15.92	16.25	NO CUMPLE
C3	23.30	21.25	Cumple
C6	5.16	5.15	Cumple

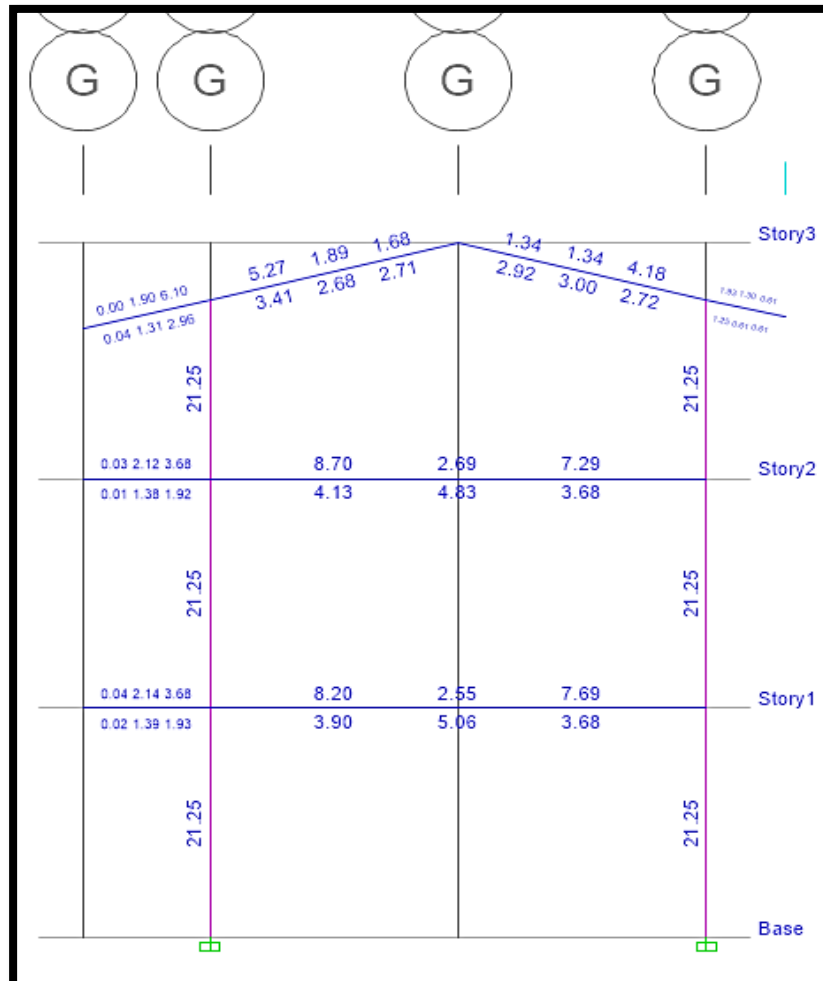
FUENTE: Elaboración propia, 2017.

Imagen 13: Cuadro de columnas

C1	C2	C3	C6
0.25x0.30 m. 4 Ø 5/8"	0.25x0.45x0.45 m. 8 Ø 5/8"	0.25x0.40x0.65 m. 4 Ø 3/4" + 6 Ø 5/8"	0.25x0.30 m. 4 Ø 1/2"
 Ø3/8"	 Ø3/8"	 Ø3/8"	 Ø1/4"
1@.05 + 3@.10 +2@.15, +1@.25	1@.05 + 3@.10 +2@.15, +1@.25	1@.05 + 3@.10 +2@.15, +1@.25	1@.05 + 3@.10 +2@.15, +1@.25
			
4Ø5/8" C1(25X30)	8Ø 5/8" C2 (25X45X45)	4Ø3/4" + 6Ø5/8" C3 (25X65X40)	4Ø1/2" C1(25X30)

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Imagen 14: Acero en columnas C3 según ETABS



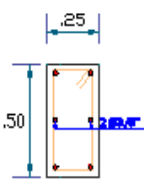
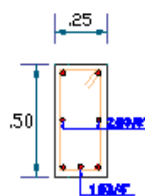
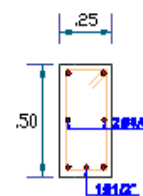
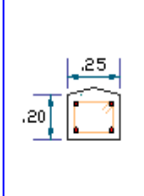
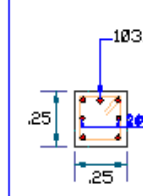
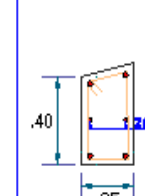
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 14: Comparación de la Demanda - Resistencia del acero en vigas

VIGAS			
VIGAS	ACERO EXISTENTE (CM ²)	ACERO DEMANDANTE (CM ²)	EVALUACION
VP301	9.38	3.54	Cumple
VP302	12.22	5.40	Cumple
VP303	10.67	3.75	Cumple
V301	7.96	2.13	Cumple
V302	12.22	2.21	Cumple
V303	9.38	2.25	Cumple
VP203	9.38	4.06	Cumple
VP204	12.22	5.40	Cumple
VP205	10.67	5.09	Cumple
V201	7.96	3.88	Cumple
V203	9.38	6.96	Cumple
VP103	9.38	4.14	Cumple
VP104	12.22	8.70	Cumple
VP105	10.67	4.58	Cumple
V101	7.96	4.66	Cumple
V103	9.38	7.94	Cumple

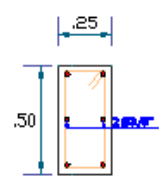
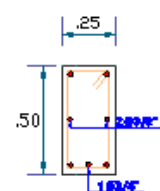
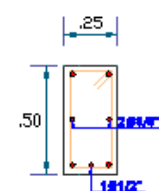
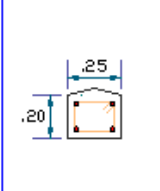
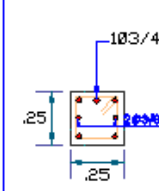
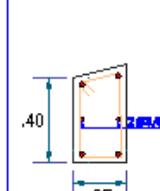
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Imagen 15: Cuadro de vigas 3er nivel

VP-301	VP-302	VP-303	V-301	V-302	V-303
0.25x0.50 m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50 m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50 m. 4Ø5/8"+1Ø1/2" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.20 m. 4 Ø 5/8"	0.25x0.25m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.40m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"
□ Ø3/8"	□ Ø3/8"	□ Ø3/8"	□ Ø3/8"	□ Ø3/8"	□ Ø3/8"
1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25
					
VP-301	VP-302	VP-303	V-301	V-302	V-303

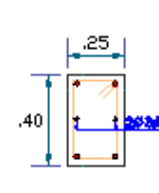
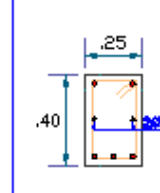
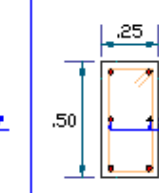
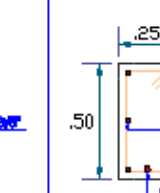
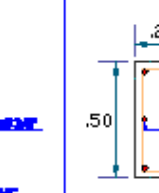
Fuente: Elaboración propia, 2017.

Imagen 16: Cuadro de vigas 2do nivel

VP-301	VP-302	VP-303	V-301	V-302	V-303
0,25x0,50 m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0,25x0,50 m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0,25x0,50 m. 4Ø5/8"+1Ø1/2" + 2 Ø 3/8"	0,25x0,20 m. 4 Ø 5/8"	0,25x0,25m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0,25x0,40m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"
□ ø3/8"	□ ø3/8"	□ ø3/8"	□ ø3/8"	□ ø3/8"	□ ø3/8"
1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25
					
VP-301	VP-302	VP-303	V-301	V-302	V-303

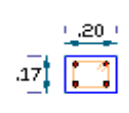
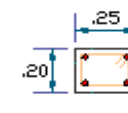
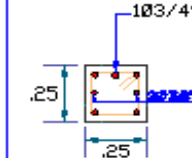
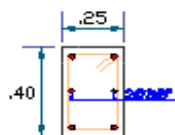
Fuente: Elaboración propia,2017.

Imagen 17: Cuadro de vigas 1er nivel -1

VP-101	VP-102	VP-103	VP-104	VP-105
0,25x0,40 m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0,25x0,40 m. 5 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0,25x0,50 m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0,25x0,50m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0,25x0,50m. 4 Ø 5/8"+1Ø1/2" + 2 Ø 3/8"
□ ø3/8"	□ ø3/8"	□ ø3/8"	□ ø3/8"	□ ø3/8"
1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25
				
VP-101	VP-102	VP-103	VP-104	VP-105

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Imagen 18: Cuadro de vigas 1er nivel -2

V-100	V-101	V-102	V-103
0.20x0.17 m. 4 Ø 1/2"	0.25x0.20 m. 4 Ø 5/8"	0.25x0.25m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.40m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"
□ ø1/4"	□ ø3/8"	□ ø3/8"	□ ø3/8"
1Ø.05,5Ø.10,Rto.Ø.20	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25
			
V-100	V-101	V-102	V-103

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 15: EVALUACIÓN DEMANDA RESISTENCIA

	Resistencia > Demanda
Acero	NO CUMPLE
Concreto	Cumple
ESTRUCTURA VULNERABLE	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 16: COMPARACIÓN DE METODOLOGÍAS

Metodología	Resultado
Fema 154	Estructura No vulnerable
Hirosawa	Estructura No vulnerable
Demanda - Resistencia	ESTRUCTURA VULNERABLE

Fuente: Elaboración propia, 2017.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

- El método Fema 154 nos permite determinar rápidamente si la estructura puede sufrir algún daño tras la ocurrencia de un sismo, es un método aceptado por metodologías internacionales, sin embargo no es un método que evalúe detalladamente la estructura por lo que se puede considerar como un método preliminar para evaluación de vulnerabilidad pero no como un método definitivo para el estudio de esta misma.
- FEMA 154, utiliza una ficha de valoración, en los cuales se determina el puntaje de acuerdo a los parámetros evaluados por la Agencia Federal de Manejo de Emergencias de los Estados Unidos, partiendo de un puntaje básico, irregularidad, suelo y época de construcción, sin embargo a pesar que este método es aceptado en el Perú, es solo una manera rápida de evaluar una edificación, que no es muy detallada para considerar el análisis como un resultado final.
- Por otro lado el método de Hirosawa, compara la capacidad resistente, relaciones de forma, mantenimiento y daños anteriores de la edificación, con el nivel de sollicitación demandado por los sismos que representan el peligro sísmico y las condiciones locales del sitio donde se ubica la edificación, incluso es aprobado por la OPS para evaluar estructuras esenciales.
- Sin embargo el parámetro más importante para determinar el método más conservador es el resultado final, es decir si la estructura es o no es vulnerable ante un sismo, como se ha observado en el capítulo de resultados el método Hirosawa determina que la estructura no es vulnerable frente a un sismo por lo que se descarta como el método más conservador y se niega la hipótesis planteada.
- El análisis por el método Hirosawa analiza la edificación de acuerdo al sistema estructural y el tipo de fallas, o daños que presenta, lo que hace que en este estudio la estructura no sea vulnerable debido a que no existe la falla más común en Instituciones Educativas como es la columna corta.
- Finalmente el método más conservador para determinar la vulnerabilidad sísmica en una infraestructura educativa – Baños del Inca, es el método Demanda - Resistencia, ya que es un método que determina la vulnerabilidad sísmica de una edificación de una manera detalla y más precisa ya que utiliza ensayos y modelamientos para su aplicación, permitiendo así brindar resultados más conservadores.
- Según los ensayos de esclerometría la resistencia de los elementos estructurales tales como vigas y columnas cumplen con lo especificado en el diseño estructural, por el contrario

el refuerzo especificado en los planos no están dentro los requeridos tras el modelamiento sísmico, por lo que se considera una estructura vulnerable.

- Así mismo tras evaluar el modulo A del colegio Andrés Avelino Cáceres, por el método FEMA 154 y método Hirosawa, es claro que la edificación no es vulnerable tras ocurrir un sismo, esto se debe a que no existe falla por columna corta (falla más común en infraestructuras educativas) y además no se presentan daños estructurales graves factores que son considerados por estos métodos.
- A la vez por el método Demanda - Resistencia del módulo A del colegio Andrés Avelino es vulnerable frente al sismo, debido que las características del refuerzo requerido son mayores al que actualmente presenta la edificación.
- El módulo A de la I.E tiene la típica configuración de las instituciones educativas en el Perú, presentan un sistema aporticado y por razones de iluminación presentan ventanas altas, formando la denominada columna corta, esta falla es controlada por las columnetas que separan los muros del sistema aporticado, eliminando la falla por corte que se genera.
- Es importante hacer uso del método Demanda - Resistencia, para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica en distintas infraestructuras educativas de la región con el fin de obtener datos informativos y prevenir daños ante eventos sísmicos, puesto que este método permitirá analizar la estructura, de una manera fácil y obtener así resultados fiables.
- Demanda – Resistencia, es el método más conservador, ya que evalúa la estructura de manera detallada, puede aplicarse a cualquier tipo de edificación (categoría A, B o C según la norma de Diseño Sismorresistente) y sobre todo considera los factores de uso, zona, coeficiente de irregularidad, suelo y demás parámetros normados en la E-030, para análisis sísmico en el Perú.

CONCLUSIONES

1. Tras las comparaciones los métodos FEMA 154, Hirosawa y Demanda – Resistencia, se rechaza la hipótesis formulada, puesto que la metodología más conservadora para evaluar la vulnerabilidad sísmica es el método Demanda - Resistencia, debido a que este método compara la capacidad resistente, con la capacidad demandante de la edificación, además que gracias a los ensayos y modelamientos sísmicos que se realizan, se pueden obtener resultados más conservadores.
2. El módulo A de la I.E Andrés Avelino Cáceres evaluado por el método Fema 154 no es vulnerable ante ocurrencia de un sismo, puesto que tiene un puntaje de 4. Del mismo modo por el método Hirosawa la estructura no es vulnerable, puesto que tiene un puntaje de $I_s=0.41 > I_{so}=0.16$ y por último tras el análisis por el método Demanda - Resistencia el módulo A de la I.E Andrés Avelino Cáceres ES VULNERABLE ante ocurrencia de un sismo, puesto que las características del refuerzo son mayores al demandante.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la complementación de esta investigación realizando evaluaciones de vulnerabilidad por estos tres métodos en edificaciones clasificadas según la Norma de Diseño Sismorresistente E-030 dentro de la categoría A (hospitales, infraestructuras educativas y otras) con sistema de albañilería confinada y que tengan falla por columna corta.

REFERENCIAS

1. Abanto, S., & Cardenas , D. (2016). DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD SISMICA APLICANDO EL METODO DE BENEDETTI - PETRINI EN LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS DEL CENTRO HISTORICO DE TRUJILLO, PROVINCIA DE TRUJILLO, REGION LA LIBERTAD. Trujillo - Perú .
2. Astorga , M., & Aguilar , R. (2006). EVALUACIÓN DEL RIESGO SISMICO EN EDIFICACIONES EDUCATIVAS PERUANAS . Lima - Perú .
3. Basurto, R. (2010). VULNERABILIDAD SÍSMICA Y MITIGACIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE SAN LUIS . Lima - Perú.
4. Becerra Ramos, O., & Nieves Corredor, O. (2015). DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD EN LAS CASAS COLONIALES UBICADAS EN EL BARRIO DE SAN DIEGO DE LA CIUDAD DE CARTAGENA . Bolivar- Cartagena .
5. Caballero, A. (2007). DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA POR MÉTODO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD EN LAS ESTRUCTURAS UBICADAS EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE SINCELEJO. Sincelejo.
6. Cárdenas, P. L. (2008). ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DEL HOTEL COMERCIO. LIMA .
7. Díaz, A. (2015). DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA CASONA ESPINACH - EX PALACIO MUNICIPAL DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA. Cajamarca - Perú.
8. Gonzáles , F. J. (2017). VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL EDIFICIO 1-I DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA. CAJAMARCA.
9. Hernández Ávila , M. (2016). VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICIOS DEL CAMPUS MOCAMBO DE LA UNIVERSIDAD VERACRUZANA. Boca del Río, Veracruz.
10. INDECI - PNUD. (2005). PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN ANTE DESASTRES DE LA CIUDAD DE CAJAMARCA. Cajamarca.
11. INDECI. (2006). MANUAL BÁSICO PARA LA ESTIMACIÓN DEL RIESGO . Lima - Perú .

12. INDECI. (2009). DISEÑO DE ESCENARIO SOBRE EL IMPACTO DE UN SISMO DE GRAN MAGNITUD EN LIMA METROPOLITANA Y CALLAO, PERÚ. Perú.
13. INDECI. (2011). ESTUDIO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE VULNERABILIDAD FÍSICA ANTE LA PROBABLE OCURRENCIA DE UN GRAN SISMO DE GRAN MAGITUD: DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO. Lima- Perú.
14. INDECI-PNDU. (2004). MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE BAÑOS DEL INCA . CAJAMARCA .
15. Kuroiwa, J. (2010). ALTO A LOS DESASTRES. Lima - Perú: UMBRAL EDICIONES S.A.C.
16. Lantada Zarzosa, N. (2007). EVALUACIÓN DEL RIESGO SISMICO MEDIANTE MÉTODOS AVANZADOS Y TÉCNICAS GIS. APLICACIÓN A LA CIUDAD DE BARCELONA . Barcelona .
17. Lezama , J. (2015). - ESTUDIO DE VULNERABILIDAD - BLOQUE 3 (ADMINISTRACIÓN). Arequipa - Perú.
18. MARÍN, F. R. (2014). DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES 1 Y 2 DE LA I.E ESTATAL RAMÓN CASTILLA Y MARQUESADO DEL DISTRITO DE JAÉN - CAJAMARCA . CAJAMARCA .
19. Mendoza, A., & Serna, L. (2015). VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LA INFRAESTRUCTURA ESCOLA URBANA EN GIRARDOT - CUNDINAMARCA. Ingeniería , 68-99.
20. MINSA , ECHO, OPS, & OMS. (1997). VULNERABILIDAD SÍSMICA EN HOSPITALES DEL PERÚ . Lima - Perú .
21. Mosqueira , M., & Tarque, S. (2005). RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA MEJORAR LA SEGURIDAD SÍSMICA DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE LA COSTA PERUANA. Lima- Perú.
22. Mosqueira, M. (2012). RIESGO SÍSMICO EN LAS EDIFICACIONES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA - UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA . Trujillo - Perú .
23. Muñoz, A., León, H., Quintana, U., & Blondet, M. (2005). DESEMPEÑO SISMORRESISTENTE DE LOS COLEGIOS PERUANOS MODERNOS . Lima - Perú .

24. Navia , J. A., & Barrera , E. (2007). DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA EN VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL DE UNO Y DOS PISOS CONSTRUIDAS CON MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ . Bogotá .
25. Núñez González, H. (2004). EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES ESCOLARES EN EL DISTRITO DE SAN MARTÍN DE PORRES. LIMA - PERÚ.
26. Ochoa , Á. (2012). APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA DETERMINACIÓN DE ESCENARIOS DE RIESGO EN EL BALNEARIO DE PUCUSANA. Lima - Perú.
27. Ocola , L. (2005). PELIGRO, VULNERABILIDAD, RIESGO Y LA POSIBILIDAD DE DESASTRES SÍSMICOS EN EL PERÚ. Perú.
28. Paredes , J. (2014). NIVEL DE RIESGO SÍSMICO EN LA I.E SAN MARCOS PROVINCIA DE SAN MARCOS - 2014. Cajamarca - Perú.
29. Safina, M. (2003). Vulnerabilidad sísmica de edificaciones esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico. España.
30. Samaniego, L., & Rios, J. (2005). ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DEL DISTRITO DE RIMAC EN LA CIUDAD DE LIMA, PERÚ. Lima - Perú.
31. Suárez, L., Dávila , N., Igléssis , P., & Rivero, P. (2009). EVALUACIÓN CUALITATIVA DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE EDIFICACIONES ESCOLARES EN LA CIUDAD DE MÉRIDA. Ciencia e Ingeniería , 269-278.
32. Tavera , H. (2005). SISMO INTERMEDIO DEL 25 DE SETIEMBRE 2005. Lima - Perú .
33. Tavera, H. (2014). EVALUACIÓN DEL PELIGRO ASOCIADO A LOS SISMOS Y EFECTOS SECUNDARIOS EN EL PERÚ. Lima - Perú.
34. Velásquez , J. (2006). ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS POR SISMO EN EDIFICIOS PERUANOS MEDIANTE CURVAS DE FRAGILIDAD ANALÍTICAS. Lima - Perú.
35. Vizconde , A. (2004). EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UN EDIFICIO EXISTENTE: CLÍNICA SAN MIGUEL, PIURA . Piura - Perú.

36. Zelaya, V. (2007). ESTUDIO SOBRE EL DISEÑO SÍSMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCIÓN DE DESASTRES . Lima - Perú.
37. Zora, F. N. (2013). IDENTIFICACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE ESCUELAS EN MEDELLIN . Medellin - Colombia .

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO

FOTO N° 1: Institución Educativa “Andrés Avelino Cáceres” Distrito de – Baños del Inca



FOTO N° 2: Pabellón “A”



FOTO N° 3: Realizando evaluación por el método FEMA 154 del segundo nivel módulo “A”



FOTO N° 4: Realizando evaluación por el método FEMA 154 del primer nivel del módulo “A”



FOTO N° 5: Presencia de humedad en la losa del segundo nivel



FOTO N° 6: Vigas en voladizo



FOTO N° 7: Paredes fisuradas, en la intersección muro columneta

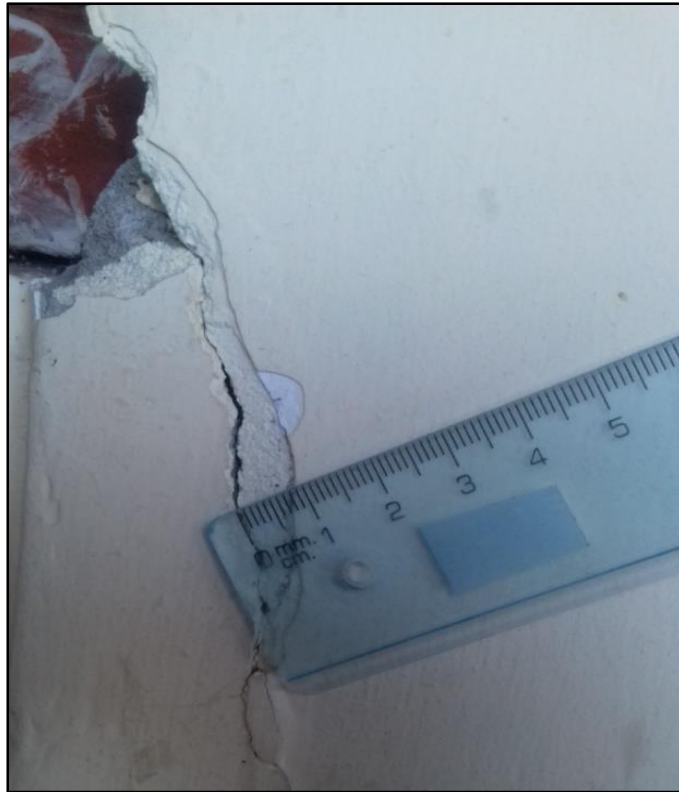


FOTO N° 8: Junta sísmica en losa del primer nivel



FOTO N° 9: Fisura entre juntas en paredes de la I.E



FOTO N° 10: Unión vigas –columnas en pórticos



FOTO N° 11: Sistema aporticado con columnas T de la sala de profesores



FOTO N° 12: Columna T en aulas presentes en el módulo “A”.



FOTO N° 13: Realizando trazo para el corte del tarrajeo en vigas.



FOTO N° 14: Pasadizo segunda planta – Módulo “A”



FOTO Nº 15: Trazo de 15 cm x 15 cm para el ensayo de esclerometría



FOTO Nº 16: Tarrajeo cortado, listo para el picado



FOTO N° 17: Picado de tarrajeo de columnas



FOTO N° 18: Picado de tarrajeo en columnas T



FOTO N° 19: Terminando de picar el tarrajeo



FOTO N° 20: Corte de tarrajeo listo



FOTO N° 21: Trazo de recuadros de 5cm x 5cm para el ensayo esclerometría en vigas



FOTO N° 22: Trazo de recuadros de 15cm x 15cm para el ensayo esclerometría en columna



FOTO N° 23: Preparando los materiales para el ensayo de esclerometría



FOTO N° 24: Esclerómetro y hoja de datos



FOTO N° 25: Esclerómetro Calibrado



FOTO N° 26: Realizando el ensayo de esclerometría parte inferior de columna



FOTO N° 27: Realizando el ensayo de esclerometría parte superior de columna



FOTO N° 28: Realizando el ensayo de esclerometría en viga



FOTO N° 29: Realizando el ensayo junto Director de la I.E.



FOTO N° 30: Anotación de datos tomados



FOTO N° 31. Realizando el ensayo de esclerometría en segundo nivel



FOTO N° 32: Explicando al director en que consiste el ensayo de esclerometría,



FOTO Nº 33: Director de la I.E. Andrés Avelino Cáceres, firma en conformidad de la realización del ensayo de esclerometría.



FOTO Nº 34: El Ing. Lezama firmando la hoja de resultados del ensayo de Esclerometría



EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO FEMA 154

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA
PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA
EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

 <p style="text-align: center;">VISTA EN PLANTA</p> <p style="text-align: center;">ELEVACION</p> <p>ESCALA:</p>	<p>Nombre del Edificio: I.E ANDRES AVELINO CÁCERES MÓDULO A</p> <p>Dirección: AV. ATAHUALPA ZONA 3</p> <p>Otras identificaciones:</p> <p>Nro. De pisos: 3 Año de construcción: 2010</p> <p>Inspector: EDELMIRA SOTO RAICO</p> <p>Fecha:</p> <p>Área Total de piso(m2): 304.94</p> 
---	--

OCUPACIÓN			TIPO DE SUELO							ELEMENTO CON RIESGO DE CAER						
Sala pública	Gobierno	Nro Personas		A	B	C	D	E	F	Chimenea Parapetos revestimiento						
		0-10	11-100	Roca dura	Roca co_mún	Suelo den_s_o	Suelo rígido	Suelo Blan_do	Suelo Po_bre	no reforzada otros: Eq. Médico, computadoras						
Oficina	Comercial			S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
Histórico	Residencial	101-1000		MRF	BR	LM	RC	URM	MRF	SW	URM	TU	FD	RD		
Industrial	Colegio	1000+		SW	INF					INF						
Serv. Emergencia		W1	W2													
Puntaje Básico		7.4	6	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6
Altura mediana (3-7 pisos)		N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.2	-0.2	0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	-0.6
Altura alta		N/A	N/A	1	1	N/A	1	1.2	1	0	-0.4	N/A	-0.2	N/A	0	N/A
Irregularidad vertical		-4	-3	-2	-2	N/A	-2	-2	-1.5	-2	-2	N/A	-1.5	-2	-1.5	-1.5
Irregularidad en planta		-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Pre-código		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Post-Benchmark		0	0.2	0.4	0.6	N/A	0.6	N/A	0.6	0.4	N/A	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4
Suelo tipo C		-0.4	-0.4	-0.8	-0.4	-0.4	-0.4	-0.4	-0.6	-0.4	-0.4	-0.4	-0.2	-0.4	-0.2	-0.4
Suelo tipo D		-1	-0.8	-1.4	-1.2	-1	-1.4	-0.8	-1.4	-0.8	-0.8	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Suelo tipo E		-1.8	-2	-2	-2	-2	-2.2	-2	-2	-2	-2	-1.8	-2	-1.4	-1.6	-1.4
PUNTAJE FINAL S									4							
COMENTARIOS										Requiere evaluación detallada						
										SI			NO			

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO FEMA 154

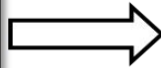
Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA "

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth
Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca
Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA
Modulo Evaluado: Módulo A

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

1. TIPO DE SUELO

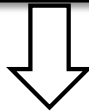
TIPO DE SUELO					
A	B	C	D	E	F
Roca dura	Roca común	Suelo denso	Suelo rígido	Suelo Blando	Suelo Pobre



Tipo A (Roca Dura): A este tipo corresponde las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte V_s mayor de 1500m/s
Tipo B (Roca común): velocidad de propagación de ondas de corte V_s entre 500 m/s y 1500m/s
Tipo C (Suelo Denso): velocidades de propagación de ondas de corte V_s entre 300 m/s y 500m/s. Con una resistencia al corte en condiciones no drenadas $S_u > 1.0 \text{ kg/cm}^2$
Tipo D (Suelo Rígido): velocidades de propagación de ondas de corte V_s entre 180 m/s y 300m/s, con una resistencia al corte en condiciones no drenadas S_u entre 0.50kg/cm ² y 1.0kg/cm ²
Tipo E (Suelo Blando): velocidades de propagación de ondas de corte V_s menores 180 m/s, con una resistencia al corte en condiciones no drenadas S_u entre 0.25kg/cm ² y 0.50kg/cm ²

2. TIPO DE EDIFICIO

TIPO DE EDIFICIO	W1	W2	S1	S2	S3	S4	S5	C1	C2	C3	PC1	PC2	RM1	RM2	URM
			MRF	BR	LM	RC	URM	MRF	SW	URM	TU		FD	RD	
						SW	INF			INF					



	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
1	W1	Estructura de madera tipo 1
2	W2	Estructura de madera tipo 2
3	S1 (MRF)	Pórtico de acero resistente a momento
4	S2 (BR)	Estructura de acero arriostrada
5	S3 (LM)	Estructura de metal ligero
6	S4 (RC SW)	Estructuras de acero con muros de corte
7	S5 (URM INF)	Estructuras de acero con muros de relleno de mampostería no reforzada.
8	C1 (MRF)	Edificios de pórticos de concreto resistente al momento.
9	C2 (SW)	Edificios de muros de corte de concreto
10	C3 (URM INF)	Estructura de concreto con mampostería de relleno no reforzada.
11	PC1 (TU)	Estructuras pre – fabricados con estructuras inclinadas en su parte superior como tijerales, coberturas metálicas livianas, vigas de madera. Columnas pre-fabricadas en sitio de forma T. H. Muros metálicos soldados.
12	PC2	Estructuras de concreto pre-fabricado (Paneles de concreto pre-fabricado, paneles de metal o vidrio, paneles superboard, drywall, columnas y vigas pre-fabricadas, losas de concreto con secciones T, etc.
13	RM1 (FD)	Mampostería reforzada con losa de diafragma flexible.
14	RM2(RD)	Mampostería reforzada con losa de diafragma flexible.
15	URM	Edificios de mampostería no reforzada.

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO FEMA 154

Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA "

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

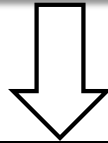
Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

3. PUNTAJES

Puntaje Básico	7.4	6	4.6	4.8	4.6	4.8	5.0	4.4	4.8	4.4	4.4	4.6	4.8	4.6	4.6
Altura mediana (3-7 pisos)	N/A	N/A	0.2	0.4	N/A	0.2	-0.2	0.4	-0.2	-0.4	N/A	-0.2	-0.4	-0.2	-0.6
Altura alta	N/A	N/A	1	1	N/A	1	1.2	1	0	-0.4	N/A	-0.2	N/A	0	N/A
Irregularidad vertical	-4	-3	-2	-2	N/A	-2	-2	-1.5	-2	-2	N/A	-1.5	-2	-1.5	-1.5
Irregularidad en planta	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
Pre-código	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Post-Benchmark	0	0.2	0.4	0.6	N/A	0.6	N/A	0.6	0.4	N/A	0.2	N/A	0.2	0.4	0.4



Modificador	Descripción
Mediana altura (4 a 7 pisos)	Edificios entre 3 a 7 pisos
Gran Altura (>7 pisos)	Edificios con más de 7 pisos.
Irregularidad vertical	Pasos en elevación, muros inclinados, discontinuidad en la ruta de la carga, edificio sobre una cuesta, piso blando (p.e. una casa sobre garaje, edificios con columna corta, etc.)
Irregularidad en Planta	Edificios en forma de L, U, T, V u otra forma irregular de edificación, edificios con buena resistencia lateral en una dirección, pero no en la otra dirección; rigidez excéntrica en planta.
Pre – Código	Edificios diseñados y construidos anteriormente al año en los cuales los códigos de diseño sísmico fueron adoptados y hechos cumplir. En el Perú esto se da en la década del 70.
Post – Benchmark	Edificios diseñados y construidos después de que mejoras significativas en los requerimientos del código sísmico (p.e detalles sobre ductilidad) fueron adoptadas y hechas cumplir.

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO HIROSAWA

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA -RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

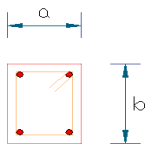
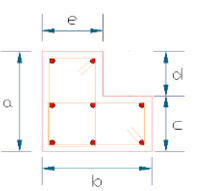
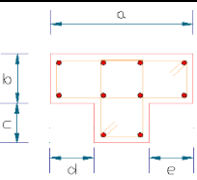
Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

DATOS DE LA EDIFICACION
DIMENSIONES BASICAS

Número de pisos de la edificación	np	3
Altura de entrepiso 1er piso	he1(m)	2.75
Altura de entrepiso 2do piso	he2(m)	2.8
Altura de entrepiso 3er piso	he3(m)	3.25
Altura de la edificación	ht(m)	8.8
Area de la losa 1er nivel	Alosa(m ²)	304.94
Area de la losa 2do nivel	Alosa(m ²)	304.94
Area de la losa 3er nivel	Alosa(m ²)	361.6
Espesor de la losa 1er y 2do piso	elosa(m) PP(300 kg/m ²)	0.2
Espesor de la losa 3er piso	elosa(m) PP(280 kg/m ²)	0.17

Datos de columnas	Sección	Nº columnas	a(cm)	b(cm)	c(cm)	d(cm)	e(cm)	Area sección (cm ²)
	 C1	6	25	30	-	-	-	750
	 C2	8	45	45	25	20	25	1625
	 C3	14	65	25	20	20	20	2125

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO HIROSAWA

Tesis :

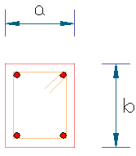
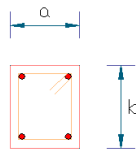
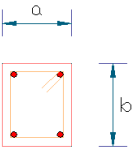
“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA 2017”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

Datos de columnas	Sección	N° columnas	a(cm)	b(cm)	c(cm)	d(cm)	e(cm)	Area sección (cm ²)
	 C4	x	25	25	-	-	-	625
	 C5	x	20	20	-	-	-	400
	 C6 (solo 1er niv	5	25	30	-	-	-	750

PESO DE VIGAS

	PESO	15%P
Peso Vigas 1er nivel	48744	7311.6
Peso Vigas 2er nivel	48744	7311.6
Peso Vigas 3er nivel	48744	7311.6

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (kg/cm ²)	210	kg/cm ²
---	-----	--------------------



EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO HIROSAWA

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA -RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

CALCULO DEL INDICE DE VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL

$$I_s = E_0 * SD * T$$

1)Cálculo del índice sísmico básico de comportamiento estructural

$$E_0 = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \{ \alpha_1 * (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c \} * F$$

FACTORES	VALOR
Cmar: índice de resistencia proporcionada por los muros de relleno de albañilería.	0
Csc: índice de resistencia proporcionada por las columnas cortas de concreto armado.	0
Ca: índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería no reforzada o parcialmente confinada.	0
Cma: índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería confinada.	0
Cw: índice de resistencia proporcionada por los muros de concreto armado	0
Cc: índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de concreto armado.	Calcular

Por tanto:

$$E_0 = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * (\alpha_3 * C_c) * (F)$$

Wj (Peso por nivel)			
NIVEL DE EVALUACION	PESO DE LOSA	PESO COLUMNA	PESO DEL PISO (Wj)
3	101248	36855	194158.6
2	91482	31752	179289.6
1	91482	33660	181197.6

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO HIROSAWA

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA -RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

Cc

NIVEL DE EVALUACION	f'c (kg/cm2)	Ac1(cm2)	Ac2(cm2)	Wj(kg)	Cc
3	210	0	47250	194158.6	1.28
2	210	0	47250	179289.6	0.66
1	210	0	51000	181197.6	0.48

VALORES DEL COEFICIENTE α

TIPO	α_1	α_2	α_3	MODO DE FALLA
A	1	0.7	0.5	Columnas cortas y paredes portantes controlan la falla
B	0	1	0.7	Muro de concreto armado controlan la falla
C	0	0	1	Columnas de concreto armado controlan la falla

F (Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales)

F=	1	Si Cmar,Ca y Csc son iguales a cero
F=	0.8	Si Cmar,Ca y Csc son diferentes a cero

E0

Índice sísmico básico de comportamiento estructural)

$$E0 = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * (\alpha_3 * Cc) * (F)$$

NUMERO DE PISOS A CALCULAR

E0 PISO:	3	0.853
E0 PISO:	2	0.528
E0 PISO:	1	0.480

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO HIROSAWA

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA -RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

2)Cálculo del índice sísmico de configuración estructural

$$SD = q_1 * q_2 * \dots * q_8 \dots$$

Dónde:

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

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

ITEMS (qi)	Gi			Ri	SD
	1	0.9	0.8		
Regularidd	Regular (a1)	Mediano (a2)	Irregular (a3)	1	1
Relación largo – ancho	B≤5	5<B≤8	B>8	0.5	0.95
	0.8≤c	0.55<c≤0.8	C<0.5		
Contratación de Planta				0.5	-
	Rap = 0.1	0.1<Rap ≤0.1	0.3 <Rap		
Excentricidad de atrio o patio interior	f1=0.4	f1≤0.4	0.4 <f1	0.25	-
	f2=0.1	0.1 <f2≤0.3	0.4 <f2		
Subterráneo	1.0 ≤Ras	0.5<Ras ≤1.0	Ras<0.5	1	-
Junta de Dilatación				0.5	1
	0.01 ≤s	0.005<s ≤0.01	S<0.005		
Uniformidad de altura de piso				0.5	1
	0.8 ≤ Rh	0.7<Rh ≤0.8	S<0.7		
SD					0.95

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO HIROSAWA

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA -RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

3)Cálculo del indice de deterioro de la edificacion

Deformación permanente (T1)

Característica	T1
El edificio presenta inclinación debido a asentamiento diferencial.	0.7
El edificio está construido sobre relleno artificial.	0.9
El edificio ha sido reparado debido a deformaciones presentadas anteriormente.	0.9
Tiene visible deformaciones de vigas o columnas.	0.9
No presenta signos de deformación.	1.00

Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo (T2)

Característica	T2
Presenta filtraciones con corrosión visible de armaduras.	0.8
Presenta grietas inclinadas visibles en columnas.	0.9
Presenta grietas visibles en muros.	0.9
Presenta filtraciones, pero sin corrosión de armaduras.	0.9
Nada de lo anterior.	1.00

Incendio (T3)

Característica	T3
Ha experimentado incendio pero no fue reparado.	0.7
Ha experimentado incendio y fue adecuadamente reparado.	0.8
No ha experimentado incendio	1.00

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO HIROSAWA

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA -RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

Uso del cuerpo o bloque (T4)

Característica	T4
Almacena sustancia químicas.	0.8
No contiene sustancias químicas.	1.00

Tipo de daño estructural (T5)

Característica	T5
Presenta daño estructural grave.	0.8
Presenta daño estructural fuerte.	0.90
Presenta daño estructural ligero o no estructural.	1.00

RESULTADOS (T)

T1	1.00
T2	0.90
T3	1.00
T4	1.00
T5	0.90
VALOR MAS BAJO DE DETERIORO(T)	0.90

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO HIROSAWA

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA -RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

Tipo de daño	Descripción
No estructural	Daños únicamente en elementos no estructurales
Estructural ligero	Grietas de menos de 0.5 mm de espesor en elementos de concreto armado. Grietas de menos de 3 mm de espesor en muros de mampostería.
Estructural fuerte	Grietas de 0.5 a 1 mm de espesor en elementos de concreto reforzado. Grietas de 3 a 10 mm de espesor en muros de mampostería
Estructural grave	Grietas de 0.5 a 1 mm de espesor en elementos de concreto reforzado. Grietas de 3 a 10 mm de espesor en muros de mampostería. Grietas de más de 1 mm de espesor en elementos de concreto armado. Aberturas en muros de mampostería. Aplastamiento del concreto, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en vigas, columnas y muros de concreto reforzado. Agrietamiento de capiteles y consolas. Desplome de columnas. Desplome del edificio en más de 1% de su altura. Asentamiento de más de 20 cm.

Is (resistencia provista para el edificio)	
Is=E0*Sd*T	
PARAMETRO	VALOR
E0 PISO3:	0.85
E0 PISO2:	0.53
E0 PISO1:	0.48
SD	0.95
T	0.90
Is PISO 3	0.73
Is PISO 2	0.45
Is PISO 1	0.41
IS	0.41

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO HIROSAWA

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA -
RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA
EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

CALCULO DEL INDICE DE JUICIO ESTRUCTURAL

$$I_{SO} = E_{SO} * Z * G * U$$

DATOS NORMA E-030

I. Zonificación, según E.030

Zona: **Z3**

Z= **0.35**

II. Parámetros de Sitio

Perfil tipo: **S2**

S	1.15
T _p (S)	0.6
T _L (S)	2

III. Categoría del Edificio

Categoría: **Ecencial A**

U= **1.5**

IV. Coeficiente Básico de Reducción de Fuerzas Sísmicas

Sistema Estructural: **Pórticos**

R₀= **8**

V. Restricciones de Irregularidad

Restricciones: **No se Permiten Irregularidades**

EVALUACION DE VULNERABILIDAD SISMICA POR METODO HIROSAWA

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

VI. Factores de Irregularidad

*Irregularidad en Altura:

Tipo: Irregularidad Geométrica Vertical

$I_a = 0.9$ 0

*Irregularidad en Planta:

Tipo: Esquinas Entrantes

$I_p = 0.9$ 0

$C_T = 60$

$h_n = 9.37$ m

$T = 0.16$ seg

VII. Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas

$$R = R_0 + I_a + I_p$$

$R = 8$

$G = 1$

$C = 2.5$

Iso (resistencia demandada)	
Iso=Eso*Z*G*U	
PARAMETRO	VALOR
Eso	0.31
Z	0.35
G	1
U	1.5
Iso	0.16

RESULTADO

IS	Iso
0.41	0.16
Is>Iso por tanto	
COMPORTAMIENTO SEGURO FRENTE A UN EVENTO SISMICO	



MÉTODO DEMANDA RESISTENCIA - resistencia mecánica del concreto

Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA "

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth
 Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca
 Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA
 Modulo Evaluado: Módulo A

Comparación de la Resistencia Mecánica del concreto de la Estructura

PTOS: 10

TIPO DE ENSAYO: esclerometria

PTO	F'C RESISTENTE	F'C DEMANDANTE	EVALUACION
VIGA VP-302 EJE 3-3	228.50	210	Cumple con la resistencia
VIGA VP-302 EJE K-K	246.07	210	Cumple con la resistencia
VIGA VP-204 EJE J-J	316.38	210	Cumple con la resistencia
COLUMNA C3 EJE J-J	263.65	210	Cumple con la resistencia
COLUMNA C3 EJE 1-1 - EJE K-K	239.05	210	Cumple con la resistencia
COLUMNA C3 EJE 1-1- EJEJ G-G	316.18	210	Cumple con la resistencia
COLUMNA C3 EJE 3-3 - EJEJ K-K	351.53	210	Cumple con la resistencia
El f'c resistente >al f'c demandante			La estructura cumple por resistencia mecánica del concreto

MÉTODO DEMANDA RESISTENCIA -Refuerzo de elementos estructurales

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

Comparacion de Refuerzo Demandante y Refuerzo Resistente en Elementos Estructurales

COLUMNAS

COLUMNA	ACERO EXISTENTE (CM2)	ACERO DEMANDANTE (CM2)	EVALUACION
C1	7.96	7.50	Cumple
C2	15.92	16.25	No cumple
C3	23.30	21.25	Cumple
C6	5.16	5.15	Cumple

Comparación de Refuerzo Demandante y Refuerzo Resistente en Elementos Estructurales

VIGAS

VIGAS	ACERO EXISTENTE (CM2)	ACERO DEMANDANTE (CM2)	EVALUACION
VP301	9.38	3.54	Cumple
VP302	12.22	5.40	Cumple
VP303	10.67	3.75	Cumple
V301	7.96	2.13	Cumple
V302	12.22	2.21	Cumple
V303	9.38	2.25	Cumple
VP203	9.38	4.06	Cumple
VP204	12.22	5.40	Cumple
VP205	10.67	5.09	Cumple
V201	7.96	3.88	Cumple
V203	9.38	6.96	Cumple
VP103	9.38	4.14	Cumple
VP104	12.22	8.70	Cumple
VP105	10.67	4.58	Cumple
V101	7.96	4.66	Cumple
V103	9.38	7.94	Cumple

MÉTODO DEMANDA RESISTENCIA -Refuerzo de elementos estructurales

Tesis :

“COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y
DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA
EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA ”

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

	Resistencia >Demanda
Acero	NO CUMPLE
Concreto	CUMPLE
ESTRUCTURA VULNERABLE	

TOMA DE DATOS - ENSAYO DE ESCLEROMETRIA EN VIGAS

Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA 2017"

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

Fecha: 03/07/2017

Identificación de la ubicación ensayada:

VIGA VP-204 EJE J-J

DATOS DEL MARTILLO

Marca: FORNEY L.P

N° de serie: 2264

Modelo: LA-0352

Tipo: ANALOGICO

Lectura en: PSI

Fecha de Calibración:

03/01/2017

DATOS DEL ENSAYO

Tamaño del miembro probado: 0.15x0.15m

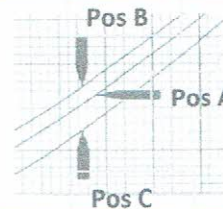
Orientacion del Martillo durante la prueba :

0°/Pos A

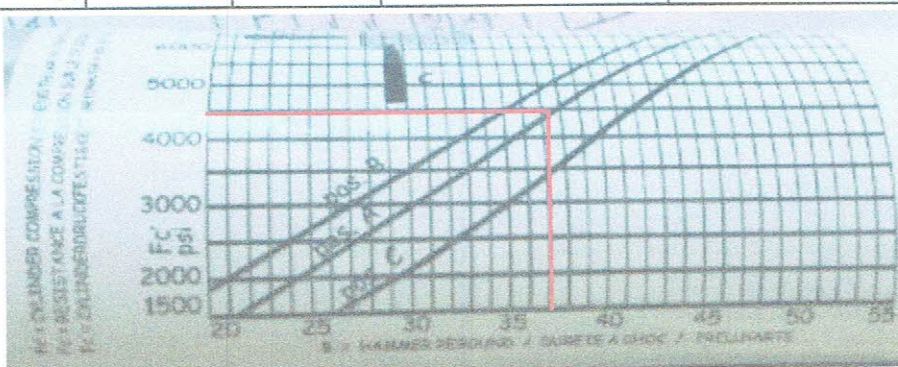
Número medio de Rebote para Area de Prueba:

2

Norma: ASTM C-805



VALORES DE LA MUESTRA			PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	OBSERVACION
33	32	34	37.00	1.95	
35	38	40			
36	32	38			



Utilizando Abaco obtenemos una resistencia a la compresion de

f'c= 4500 PSI --> f'c= 316.38 kg/cm2

Jose L. Loxama Leiva

TOMA DE DATOS - ENSAYO DE ESCLEROMETRIA EN VIGAS

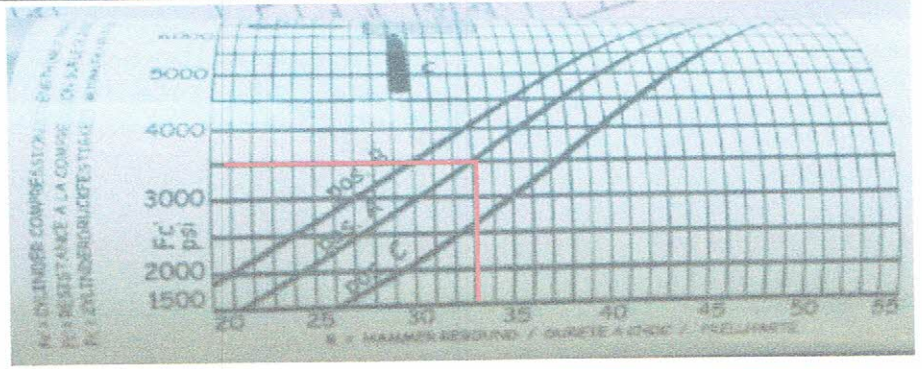
Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA 2017"

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth
 Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca
 Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA
 Modulo Evaluado: Módulo A
 Fecha: 03/07/2017

Identificación de la ubicación ensayada:	VIGA VP-302 EJE K-K
DATOS DEL MARTILLO	
Marca: FORNEY L.P	N° de serie: 2264
Modelo: LA-0352	Tipo: ANALOGICO
Lectura en: PSI	
Fecha de Calibración:	03/01/2017

DATOS DEL ENSAYO		
Tamaño del miembro probado:	0.15x0.15m	
Orientacion del Martillo durante la prueba :	0°/Pos A	
Número medio de Rebote para Area de Prueba:	2	
Norma:	ASTM C-805	

VALORES DE LA MUESTRA			PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	OBSERVACION
33	32	34	33.00	1.8	
34	30	36			
32	35	34			



Utilizando Abaco obtenemos una resistencia a la compresion de

$f'c=$ 3500 PSI --> $f'c=$ 246.07 kg/cm²

J. L. Leiva
José L. Loxama Leiva
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 14061



UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA
Carrera de Ingeniería Civil

TOMA DE DATOS - ENSAYO DE ESCLEROMETRIA EN COLUMNAS

Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA 2017"

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth
Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca
Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA
Modulo Evaluado: Módulo A
Fecha: 03/07/2017

Identificación de la ubicación ensayada:

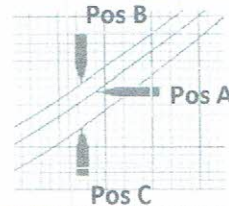
COLUMNA C3 EJE 1-1- EJEJ G-G 2do Nivel

DATOS DEL MARTILLO

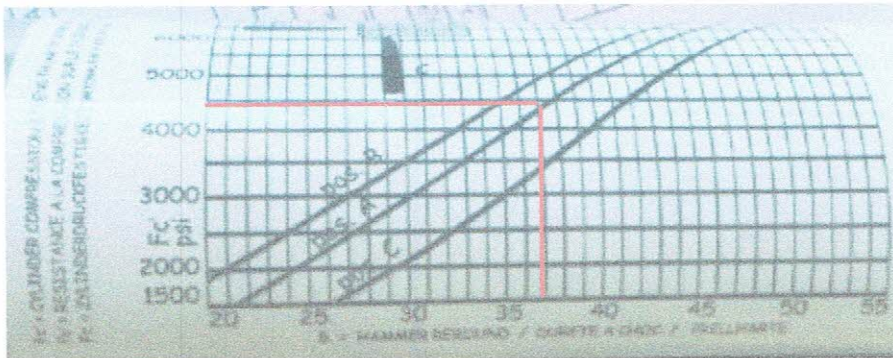
Marca: FORNEY L.P. N° de serie: 2264
Modelo: LA-0352 Tipo: ANALOGICO
Lectura en: PSI
Fecha de Calibración: 03/01/2017

DATOS DEL ENSAYO

Tamaño del miembro probado: 0.15x0.15m
Orientación del Martillo durante la prueba : 0°/Pos A
Número medio de Rebote para Area de Prueba: 2
Norma: ASTM C-805



VALORES DE LA MUESTRA			PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	OBSERVACION
38	38	37	37.00	1.59	
34	37	34			
36	37	38			



Utilizando Abaco obtenemos una resistencia a la compresion de

$f'c =$ 4500 PSI --> $f'c =$ 316.18 kg/cm2

J. L. Leiva
José L. Loxama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. CIR. 14061



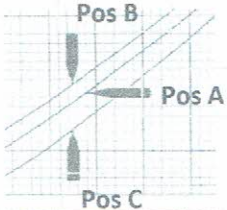
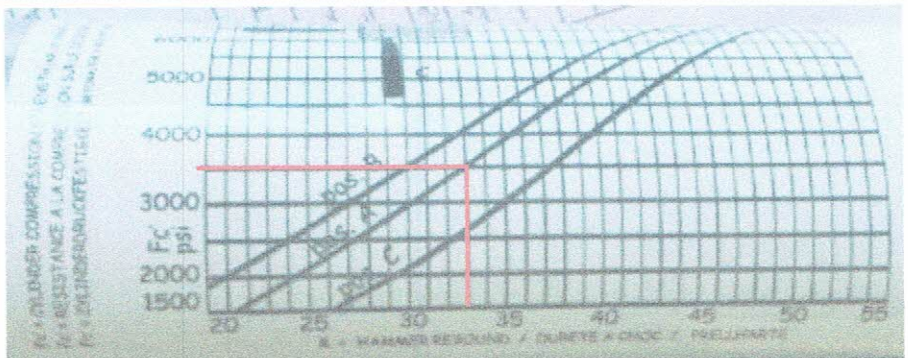
UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA
Carrera de Ingeniería Civil

TOMA DE DATOS - ENSAYO DE ESCLEROMETRIA EN COLUMNAS

Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA 2017"

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth
Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca
Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA
Modulo Evaluado: Módulo A
Fecha: 03/07/2017

Identificación de la ubicación ensayada:		COLUMNA C3 EJE 1-1 - EJE K-K (SUPERIOR) 3er Nivel		
DATOS DEL MARTILLO				
Marca: FORNEY L.P		N° de serie: 2264		
Modelo: LA-0352		Tipo: ANALOGICO		
Lectura en: PSI				
Fecha de Calibración:		03/01/2017		
DATOS DEL ENSAYO				
Tamaño del miembro probado: 0.15x0.15m				
Orientación del Martillo durante la prueba :		0°/Pos A		
Número medio de Rebote para Area de Prueba:		2		
Norma: ASTM C-805				
				
VALORES DE LA MUESTRA		PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	OBSERVACION
33	32	34	33.00	1.8
34	30	36		
32	35	34		
				
Utilizando Abaco obtenemos una resistencia a la compresion de				
f'c=	3500	PSI	-->	f'c= 246.07 kg/cm2

J. L. Lexama Leiva
José L. Lexama Leiva
INGENIERO CIVIL

TOMA DE DATOS - ENSAYO DE ESCLEROMETRIA EN COLUMNAS

Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA 2017"

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth
Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca
Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA
Modulo Evaluado: Módulo A
Fecha: 03/07/2017

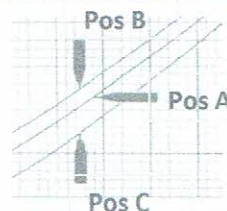
Identificación de la ubicación ensayada: COLUMNA C3 EJE 1-1 - EJE K-K (INFERIOR)
3er Nivel

DATOS DEL MARTILLO

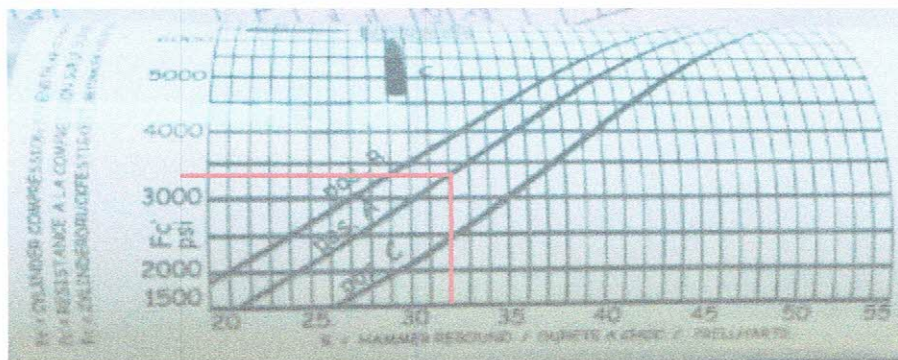
Marca: FORNEY L.P. N° de serie: 2264
Modelo: LA-0352 Tipo: ANALOGICO
Lectura en: PSI
Fecha de Calibración: 03/01/2017

DATOS DEL ENSAYO

Tamaño del miembro probado: 0.15x0.15m
Orientación del Martillo durante la prueba : 0°/Pos A
Número medio de Rebote para Area de Prueba: 2
Norma: ASTM C-805



VALORES DE LA MUESTRA			PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	OBSERVACION
32	35	34	31.00	1.67	
38	45	30			
30	30	30			



Utilizando Abaco obtenemos una resistencia a la compresion de

f'c= 3400 PSI --> f'c= 239.05 kg/cm2



UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA
Carrera de Ingeniería Civil

TOMA DE DATOS - ENSAYO DE ESCLEROMETRIA EN COLUMNAS

Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA 2017"

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth

Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca

Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA

Modulo Evaluado: Módulo A

Fecha: 03/07/2017

Identificación de la ubicación ensayada: COLUMNA C3 EJE 3-3 - EJE J-J (SUPERIOR)
3er nivel

DATOS DEL MARTILLO

Marca: FORNEY L.P

N° de serie: 2264

Modelo: LA-0352

Tipo: ANALOGICO

Lectura en: PSI

Fecha de Calibración: 03/01/2017

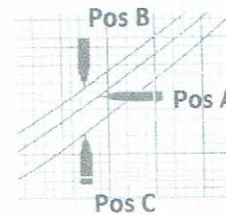
DATOS DEL ENSAYO

Tamaño del miembro probado: 0.15x0.15m

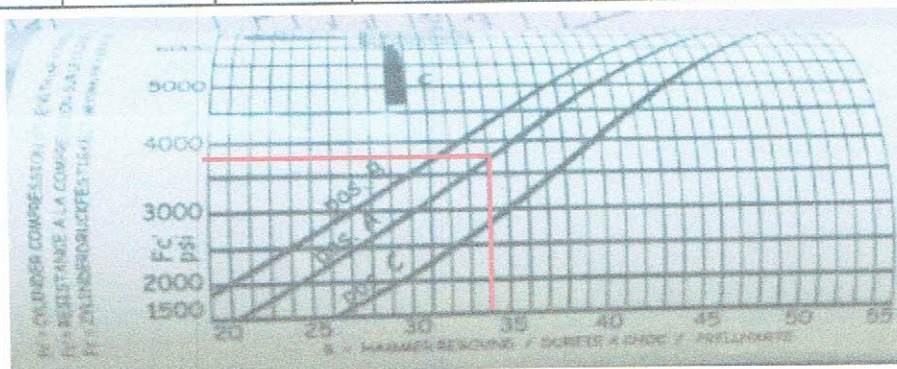
Orientacion del Martillo durante la prueba : 0°/Pos A

Número medio de Rebote para Area de Prueba: 2

Norma: ASTM C-805



VALORES DE LA MUESTRA			PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	OBSERVACION
30	34	34	34.00	1.7	
32	36	32			
30	31	34			



Utilizando Abaco obtenemos una resistencia a la compresion de

$f'c = 3750 \text{ PSI} \rightarrow f'c = 263.65 \text{ kg/cm}^2$

José L. Texama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. CIR. 14061



UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA
Carrera de Ingeniería Civil

TOMA DE DATOS - ENSAYO DE ESCLEROMETRIA EN COLUMNAS

Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA 2017"

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth
Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca
Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA
Modulo Evaluado: Módulo A
Fecha: 03/07/2017

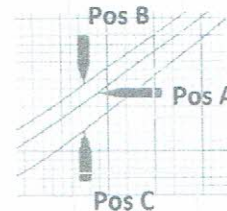
Identificación de la ubicación ensayada: COLUMNA C3 EJE 3-3 - EJE J-J (INFERIOR)
3er nivel

DATOS DEL MARTILLO

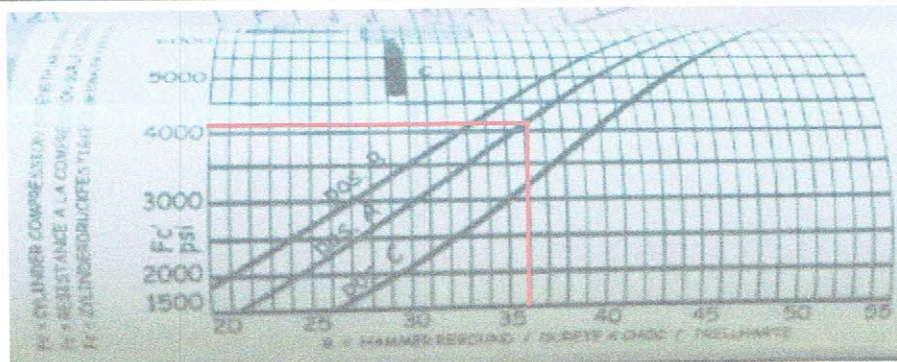
Marca: FORNEY L.P. N° de serie: 2264
Modelo: LA-0352 Tipo: ANALOGICO
Lectura en: PSI
Fecha de Calibración: 03/01/2017

DATOS DEL ENSAYO

Tamaño del miembro probado: 0.15x0.15m
Orientación del Martillo durante la prueba : 0°/Pos A
Número medio de Rebote para Area de Prueba: 2
Norma: ASTM C-805



VALORES DE LA MUESTRA			PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	OBSERVACION
32	33	44	36.00	1.89	
	32				
28	36	44			



Utilizando Abaco obtenemos una resistencia a la compresion de

$f'_c = 4100$ PSI --> $f'_c = 288.25$ kg/cm²

Jose L. Lezama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 14061



UNIVERSIDAD
PRIVADA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA
Carrera de Ingeniería Civil

TOMA DE DATOS - ENSAYO DE ESCLEROMETRIA EN COLUMNAS

Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA 2017"

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth
Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca
Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA
Modulo Evaluado: Módulo A
Fecha: 03/07/2017

Identificación de la ubicación ensayada:

COLUMNA C3 EJE 3-3 - EJEJ K-K 1er nivel

DATOS DEL MARTILLO

Marca: FORNEY L.P
Modelo: LA-0352
Lectura en: PSI
Fecha de Calibración:

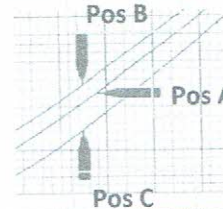
N° de serie: 2264
Tipo: ANALOGICO

03/01/2017

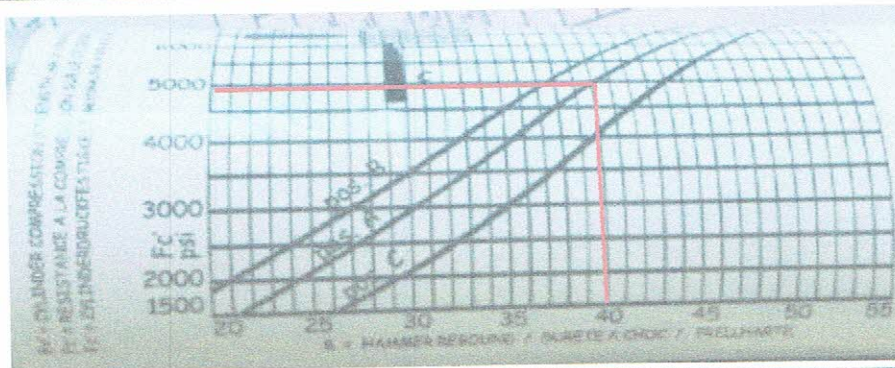
DATOS DEL ENSAYO

Tamaño del miembro probado: 0.15x0.15m
Orientación del Martillo durante la prueba :
Número medio de Rebote para Area de Prueba:
Norma: ASTM C-805

0°/Pos A
2



VALORES DE LA MUESTRA			PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTANDAR	OBSERVACION
30	42	40	40.00	1.98	
38	42	36			
40	40	40			



Utilizando Abaco obtenemos una resistencia a la compresion de

$f'c = 5000 \text{ PSI} \rightarrow f'c = 351.53 \text{ kg/cm}^2$

José L. Lexama Leiva
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 14061



FACULTAD DE INGENIERIA
Carrera de Ingeniería Civil

TOMA DE DATOS - ENSAYO DE ESCLEROMETRIA EN COLUMNAS

Tesis : "COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS: FEMA 154, HIROSAWA Y DEMANDA - RESISTENCIA PARA EVALUAR VULNERABILIDAD SÍSMICA DE UNA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA – BAÑOS DEL INCA 2017"

Bachiller: SOTO RAICO, Edelmira Elizabeth
Ubicación: Baños del Inca - Cajamarca
Edificación Evaluada: I.E ANDRES AVELINO CACERES -BAÑOS DEL INCA
Modulo Evaluado: Módulo A
Fecha: 03/07/2017

EJECUTARON

Bach. SOTO RAICO, Edelmira
Elizabeth
TESISTA

.....Ing. CARLOS LEZAMA.....
Carlos Lezama
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 14061

ASESOR

Dr. Ing. MOSQUEIRA MORENO,
Miguel Angel
ASESOR DE TESIS

APROBÓ

Dr. Ing. AGUILAR ALIAGA, Orlando
DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LD - 001 - 2017

Página 1 de 3

1. Expediente	17007
2. Solicitante	LEZAMA LEIVA JOSE LAZARO
3. Dirección	Jr. Huanuco Nº 442 Cajamarca - Cajamarca - CAJAMARCA.
4. Instrumento de medición	MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO
Marca	FORNEY
Modelo	LA-0352
Número de Serie	2264 (*)
Alcance de Indicación	100 Número de Rebote
Div. Escala / Resolución	2 Número de Rebote
Identificación	NO INDICA
Tipo	ANALOGICO
5. Fecha de Calibración	2017-01-03

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, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2017-01-03

Jefe de Laboratorio de Metrología

JUAN C. QUISPE MORALES

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LD - 001 - 2017

Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Dureza de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,9 °C	23,9 °C
Humedad Relativa	65 %	65 %

9. Patrones de referencia

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Yunque de Calibración de marca FORNEY	LABORATORIO DE MATERIALES / PUCP MAT-NOV-1193-2015

10. Observaciones

- (*) Serie grabado en el instrumento.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El yunque de calibración se colocó sobre una base rígida para obtener números de rebote confiable.
- La calibración en el yunque de calibración, no garantiza que el martillo dará lecturas repetibles en otros puntos de la escala de lectura.



Área de Metrología
Laboratorio de Dureza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LD - 001 - 2017

Página 3 de 3

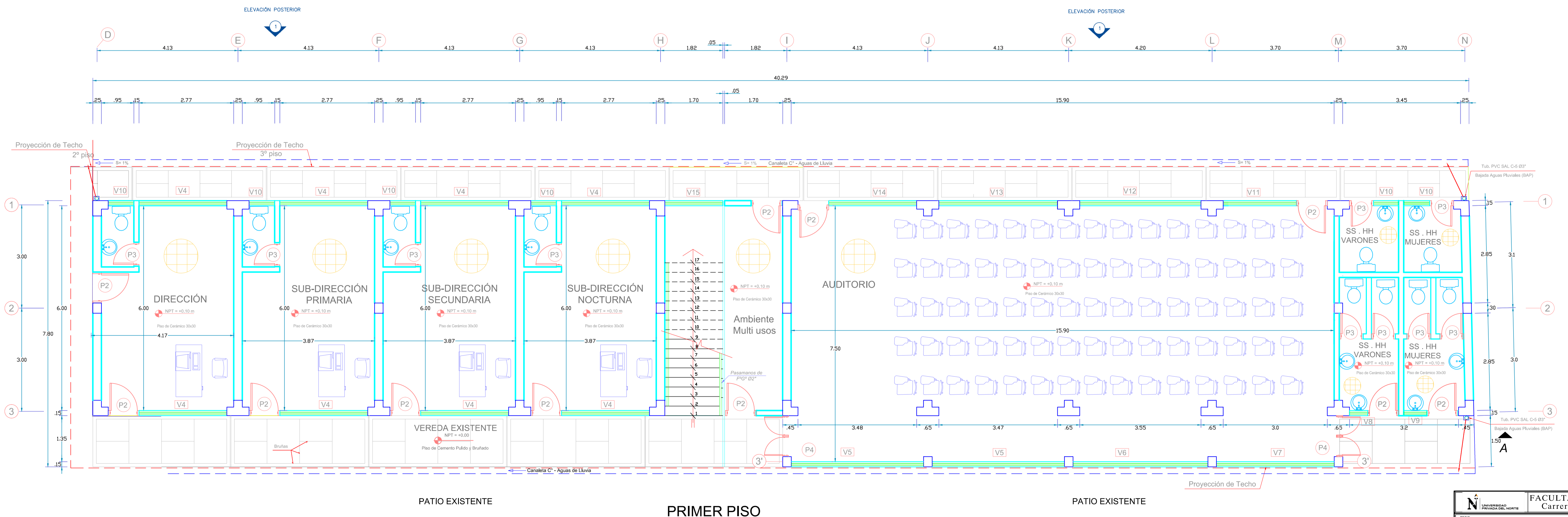
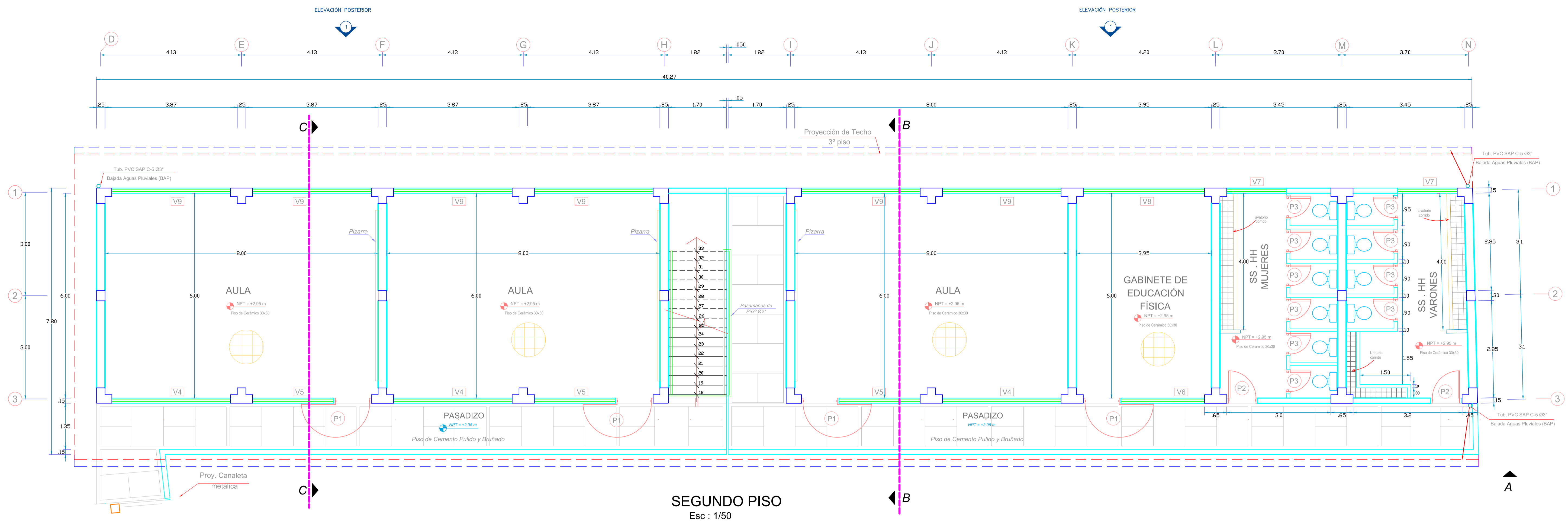
11. Resultados de Medición

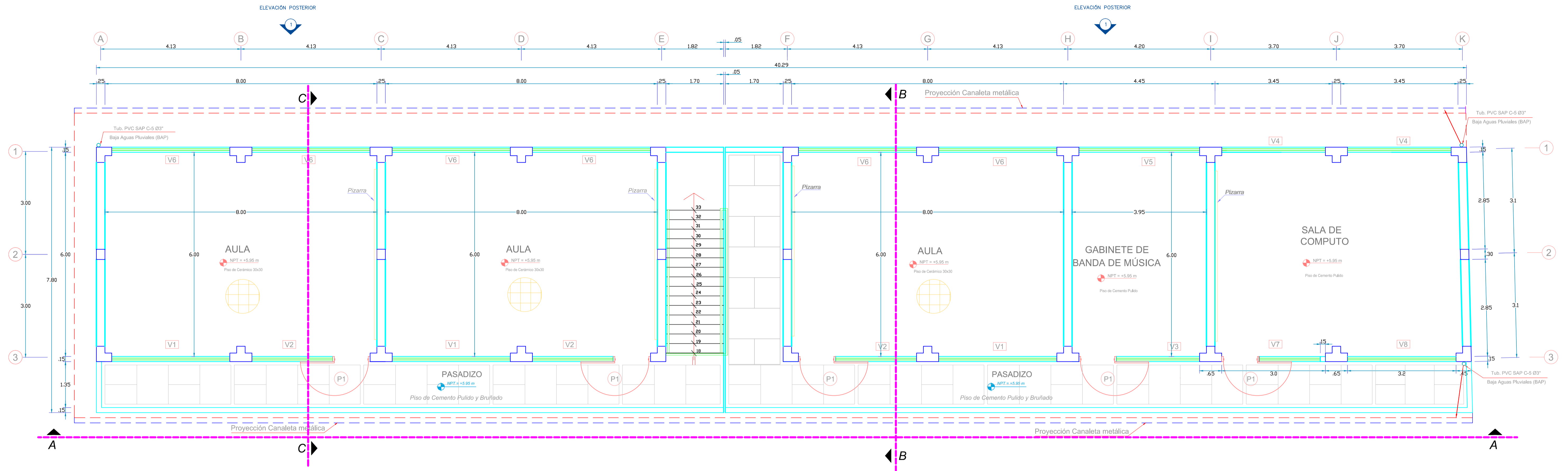
Número de Mediciones	Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar
1	79,0
2	79,0
3	79,5
4	79,5
5	79,0
6	79,0
7	79,0
8	79,5
9	79,5
10	79,0
PROMEDIO	79,2
Desv. Estándar	0,26



Nota 1.- El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de 80 ± 2 , según norma internacional ASTM C805.

Fin del documento





TERCER PISO
Esc: 1/50

CUADRO DE VANOS

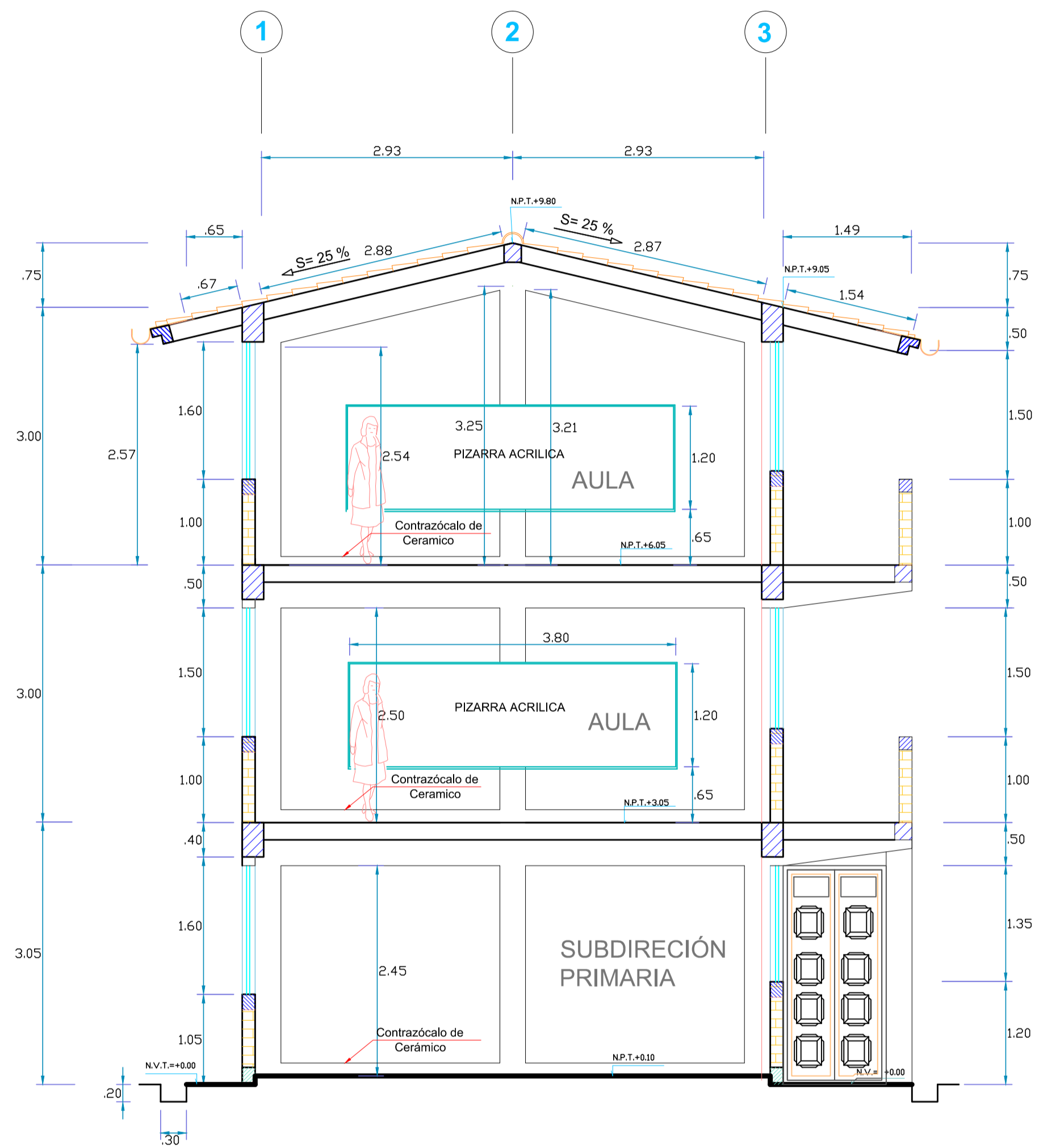
CUADRO DE VANOS						
ITEM	PUERTAS Y VENTANAS					
DESC.	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	CANTIDAD	MATERIAL	DETALLES
(P1)	1.00	2.45	—	05	MADERA CEDRO	Puerta de tablero
(V-1)	3.50	1.40	1.20	03	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-2)	2.40	1.40	1.20	03	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-3)	2.45	1.40	1.20	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-4)	3.00	1.60	1.00	02	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-5)	3.55	1.60	1.00	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-6)	3.50	1.60	1.00	06	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-7)	1.95	1.60	1.00	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-8)	3.20	1.60	1.00	06	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro

CUADRO DE VANOS

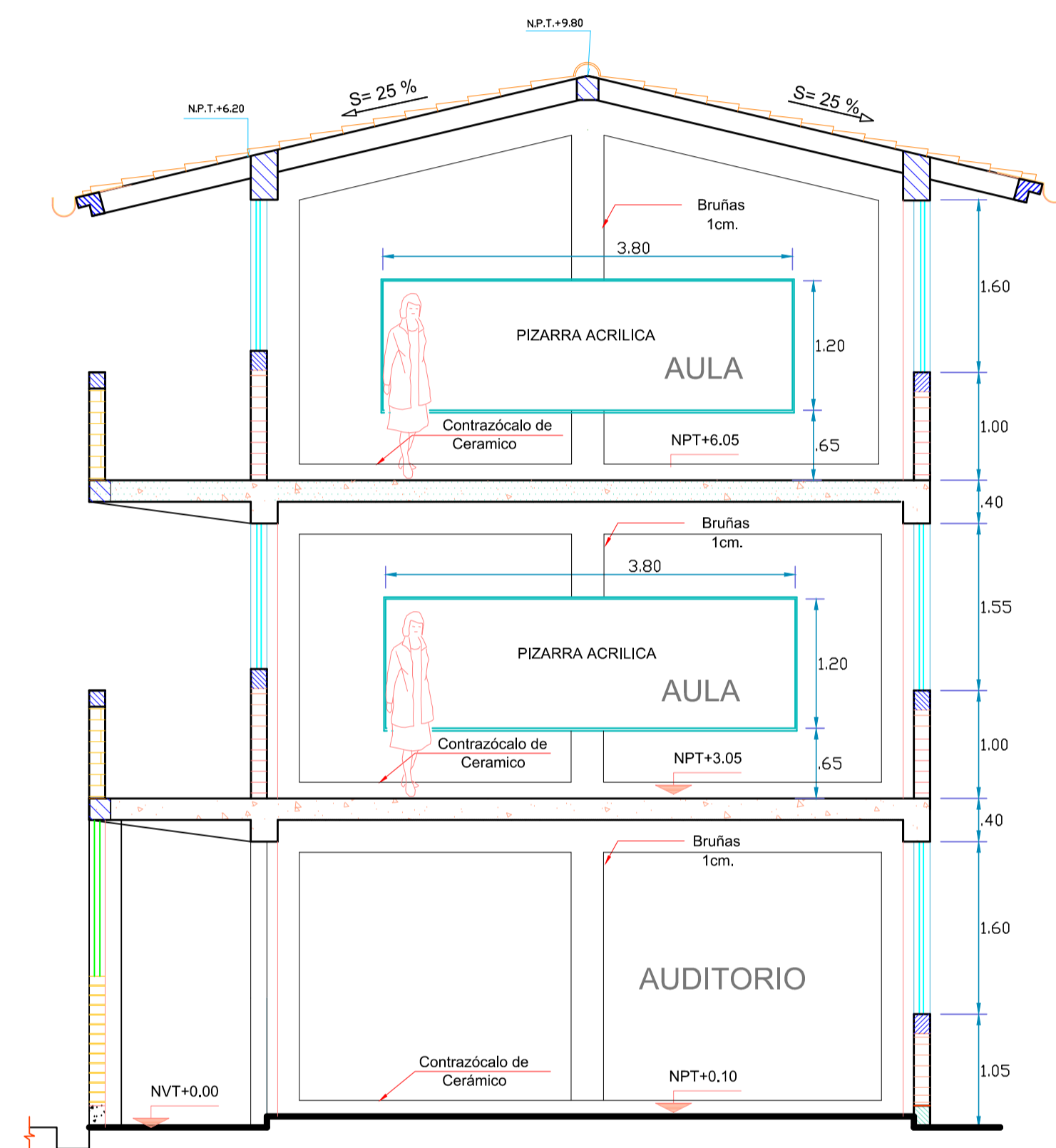
CUADRO DE VANOS						
ITEM	PUERTAS Y VENTANAS					
DESC.	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	CANTIDAD	MATERIAL	DESCRIPCIÓN
(P1)	3.00	2.80	—	01	LATÓN	Puerta Metálica
(P2)	0.90	2.45	—	11	MADERA CEDRO	Puerta de tablero
(P-3)	0.70	2.45	—	16	MADERA CEDRO	Puerta de tablero
(P-4)	1.00	2.45	—	03	MADERA CEDRO	Puerta de tablero
(M)	1.60	2.45	—	01	VIDRIO	Mampara
(V-1)	2.55	1.00	1.70	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-2)	2.70	1.00	1.70	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-3)	2.55	1.40	1.20	04	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-4)	2.45	1.40	1.20	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-5)	3.45	1.40	1.20	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-6)	2.55	1.40	1.20	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-7)	1.75	1.00	1.60	02	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-8)	3.55	1.60	1.00	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-9)	3.45	1.60	1.00	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-10)	2.45	1.60	1.00	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-11)	1.70	1.60	1.00	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-12)	2.55	1.60	1.00	04	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-13)	0.75	0.30	2.40	05	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-14)	2.75	1.70	1.00	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-15)	2.00	1.60	1.20	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro

CUADRO DE VANOS

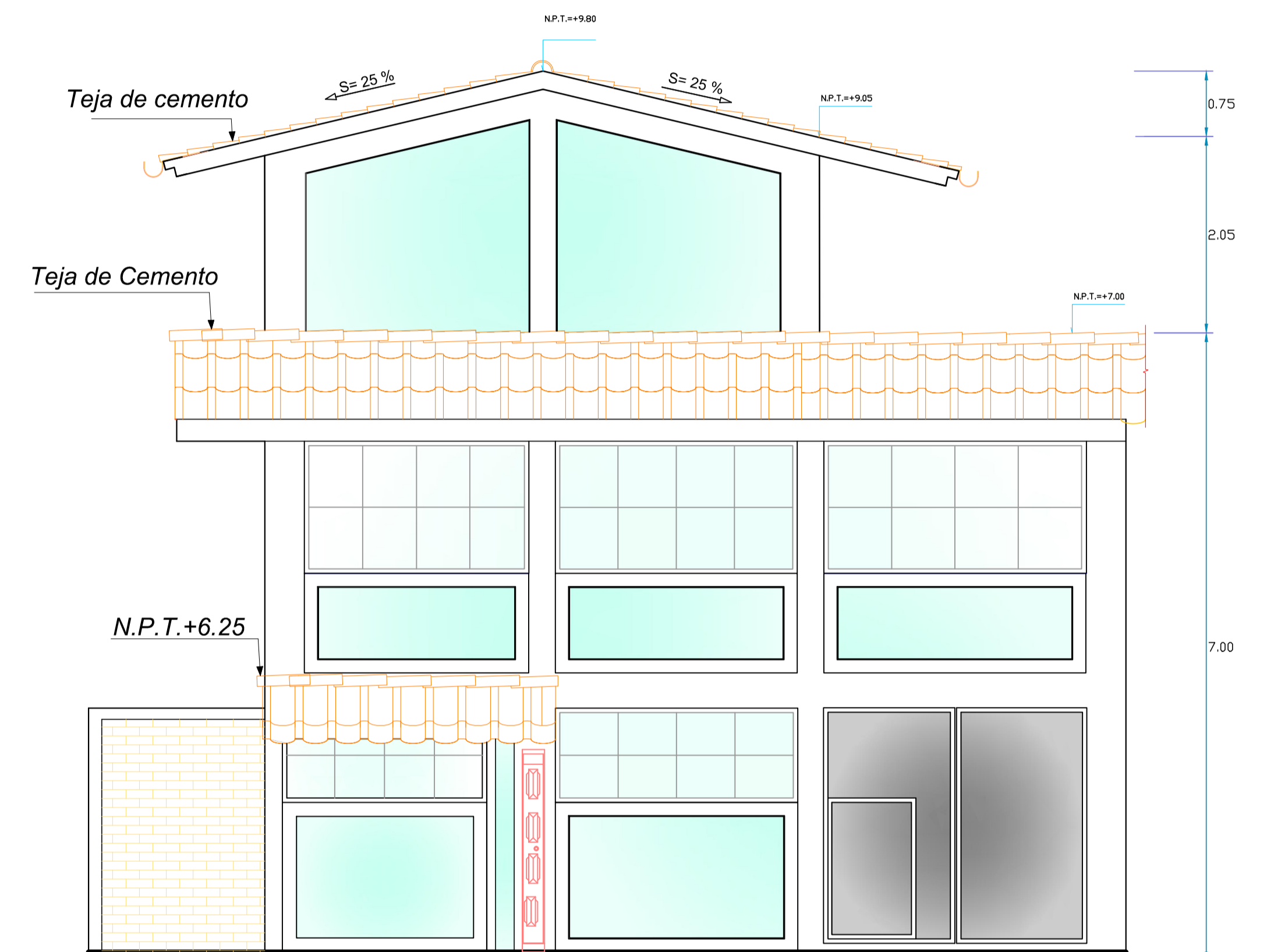
CUADRO DE VANOS						
ITEM	PUERTAS Y VENTANAS					
DESC.	ANCHO	ALTO	ALFEIZER	CANTIDAD	MATERIAL	DETALLES
(P1)	1.00	2.45	—	04	MADERA CEDRO	Puerta de tablero
(P2)	0.90	2.45	—	03	MADERA CEDRO	Puerta de tablero
(P3)	0.95	2.45	—	10	MADERA CEDRO	Puerta de tablero
(P4)	1.00	2.45	—	01	MADERA CEDRO	Puerta de tablero
(V-1)	2.55	1.40	1.20	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-2)	2.70	1.40	1.20	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-3)	3.00	1.40	1.20	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-4)	3.50	1.40	1.20	03	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-5)	2.35	1.40	1.20	03	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-6)	2.45	1.40	1.20	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-7)	1.75	1.00	1.65	02	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-8)	3.55	1.60	1.00	01	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-9)	3.50	1.60	1.00	06	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro
(V-10)	2.75	1.60	1.00	02	MADERA CEDRO	C/Vidrio Semidoble Incoloro



CORTE TRANSVERSAL
ESC: 1/50



CORTE B-B
ESC: 1/50



FACHADA PRINCIPAL

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO CICLOPEO
 CEMENTOS CORRIDOS : CONCRETO CICLOPEO 1:10 (CEMENTO- HORMIGÓN)
 MÁS 30% DE PIEDRA GRANDE DE TAMAÑO MÁXIMO Ø 6".

SOBRECIMENTOS : CONCRETO CICLOPEO 1:8 + 25% PM

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 CONCRETO : $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO : $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

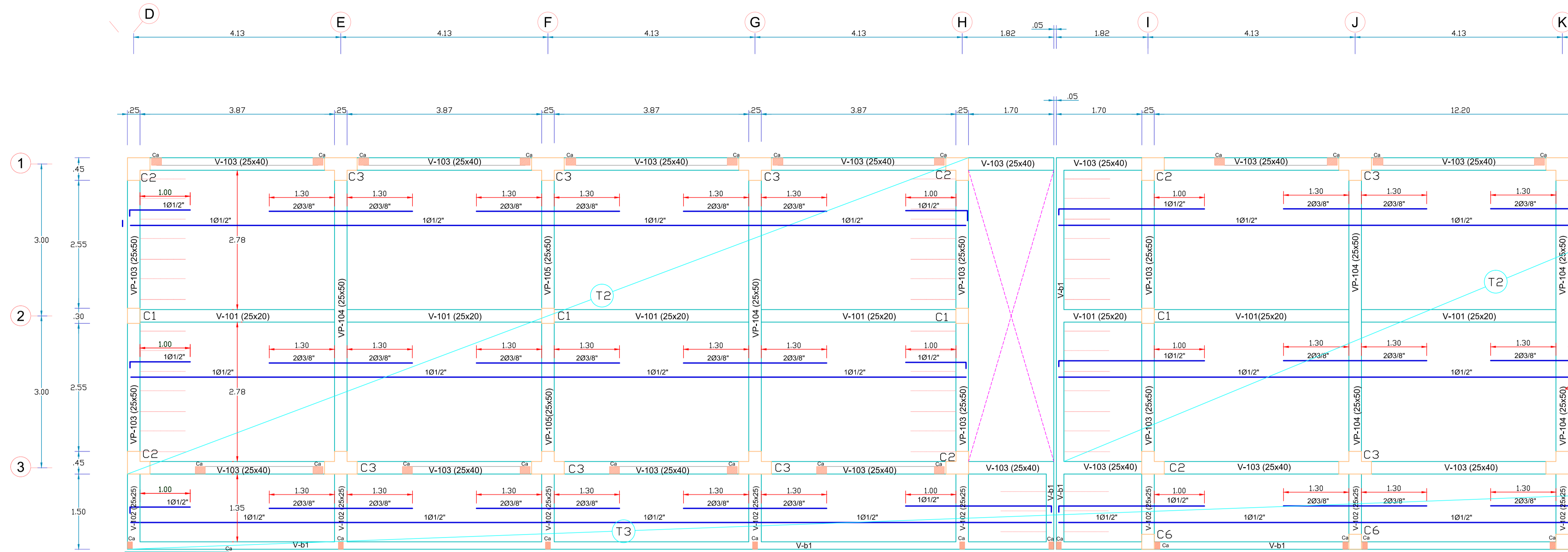
RECUBRIMIENTOS
 ZAPATA : 5.0 cm.
 COLUMNA : 4.0 cm.
 VIGA : 4.0 cm.
 LOSA : 3.0 cm.
 RESTO : 2.5 cm.

TERRENO
 CAPACIDAD PORTANTE : $G_t = 152 \text{ Kg/cm}^2$. (VERIFICAR EN OBRA).

TECHOS
 ESPESOR DE LA LOSA: 0.20m (2" Y 3" NIVEL)
 ESPESOR DE LOSA EN TECHOS INCLINADOS: 0.17m

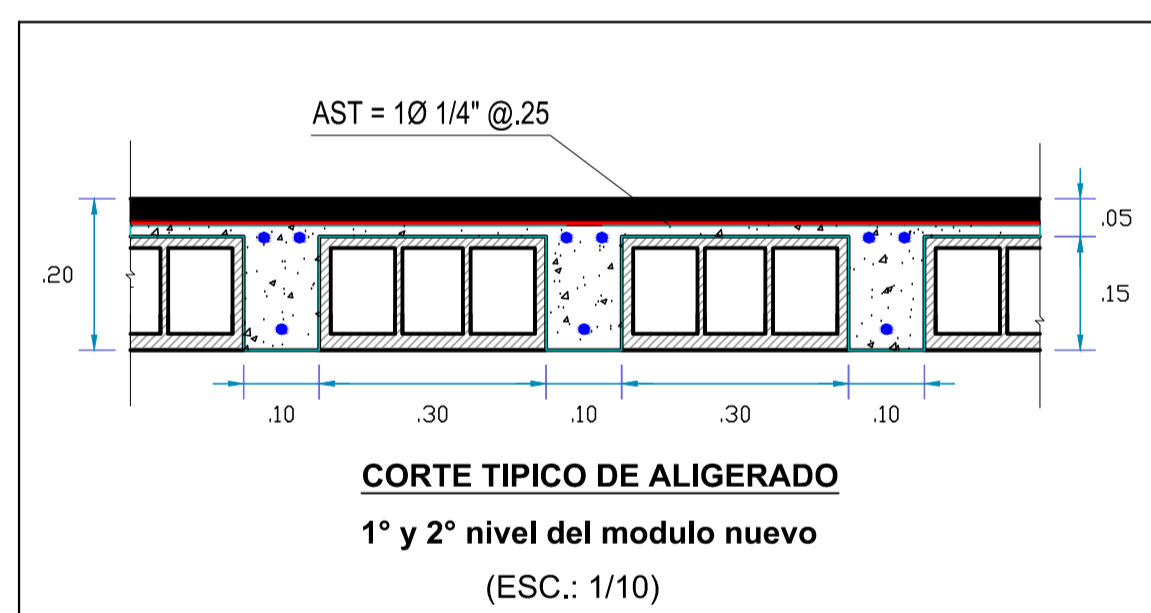
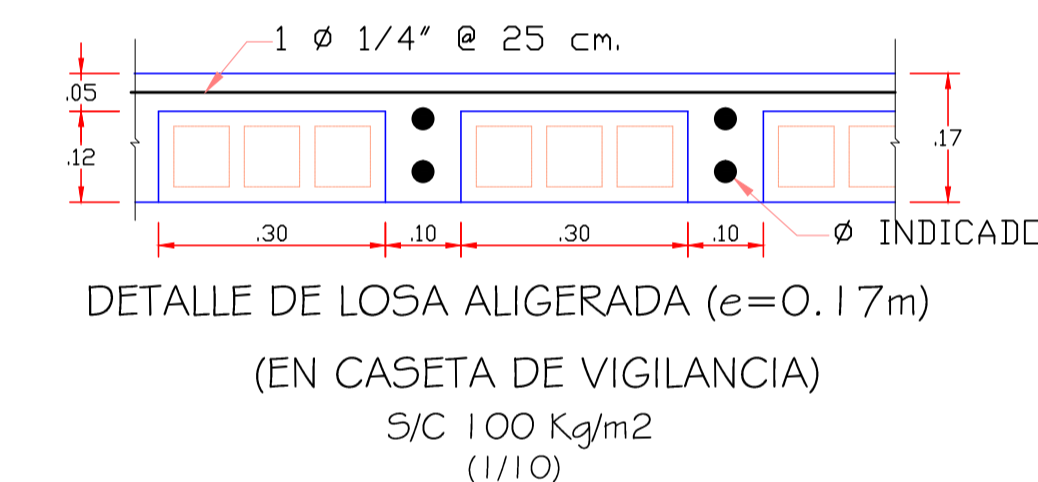
ALBAÑILERÍA
 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA : TODAS LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE MUROS SE FABRICARÁN CON LAS DIMENSIONES MÍNIMAS INDICADAS EN ESTE PLANO, PODRÁN SER DE CONCRETO, ARCILLA O SÍLICO CALCEADO. DEBERÁN CLASIFICAR COMO MÍNIMO CON EL TIPO IV DE LA NORMA INTTC CORRESPONDIENTE.

MORTERO : 1:4 (CEMENTO - ARENA)
 ALBAÑILERÍA : $f_m = 45 \text{ Kg/cm}^2$



BLOQUES A , B 1º PISO
1/50

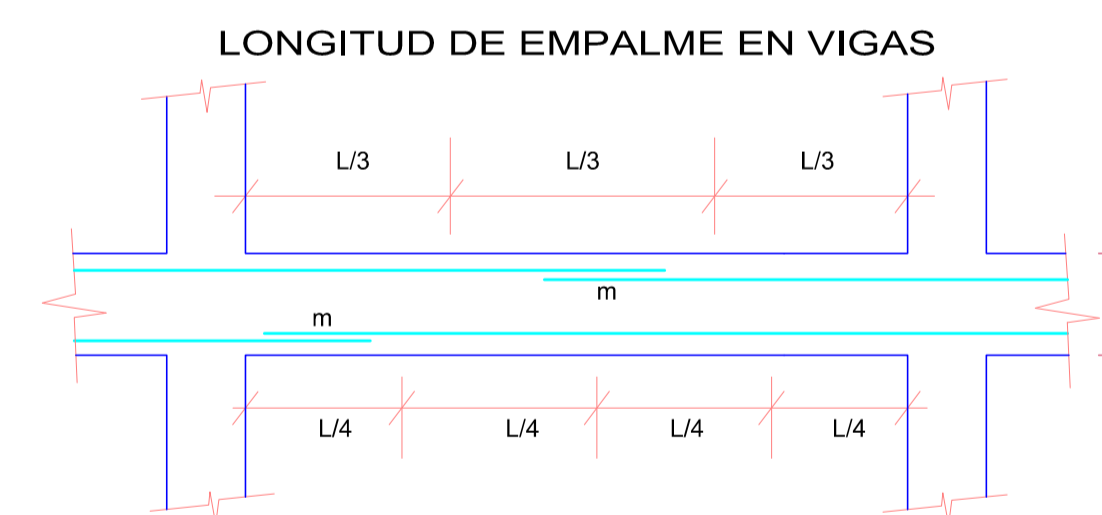
BLOQ



CUADRO DE VIGAS PRIMER PISO

Esc: 1/25

VP-100	VP-101	VP-102	VP-103	VP-104	VP-105	V-100	V-101	V-102	V-103	VIGUETA BORDE
0.20x0.17 m. 4 Ø 1/2"	0.25x0.40 m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.40 m. 5 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50 m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50m. 4 Ø 5/8"+1Ø1/2" + 2 Ø 3/8"	0.20x0.17 m. 4 Ø 1/2"	0.25x0.20 m. 4 Ø 5/8"	0.25x0.25m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.40m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.15x0.20m. 2 Ø 3/8"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 1/4"
1Ø.05,5Ø.10,Rto.Ø.20	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05,5Ø.10,Rto.Ø.20	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05,4Ø.10,Rto.Ø.20
VP-100	VP-101	VP-102	VP-103	VP-104	VP-105	V-100	V-101	V-102	V-103	V-b1



CUADRO DE TECHOS 1º PISO

TIPO	FINI	DESCRIPCIÓN
1	2.00	HORIZONTAL
2	1.00	HORIZONTAL
3	0.00	HORIZONTAL
4	0.00	HORIZONTAL
5	0.17	INCLINADO

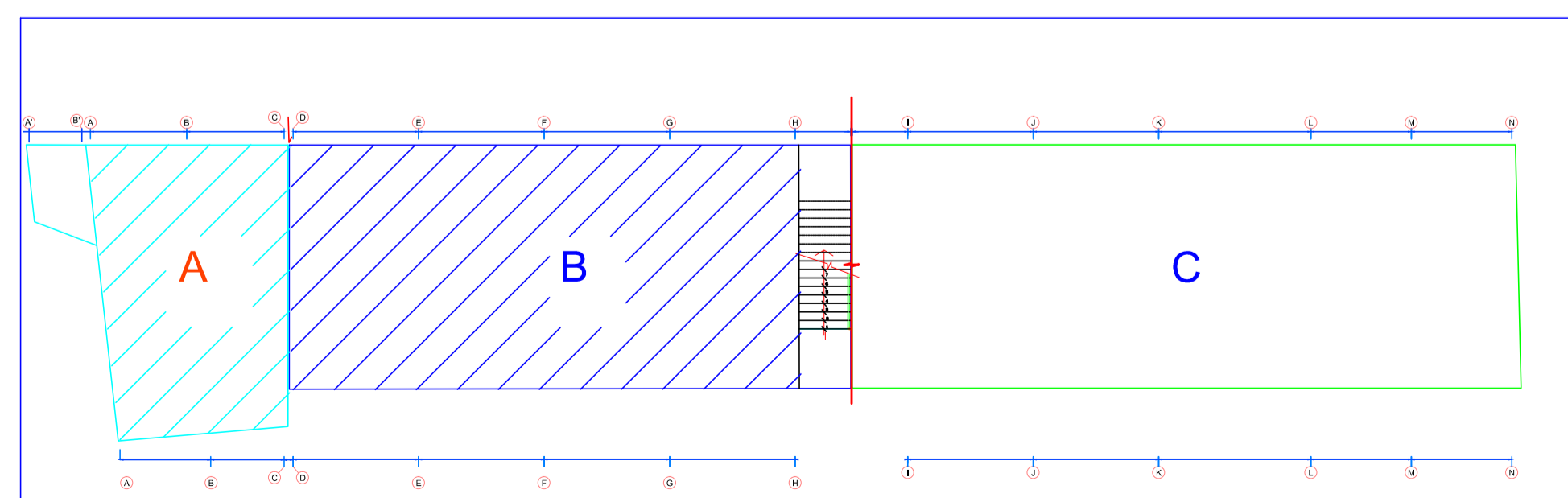
CUADRO DE COLUMNAS

Esc: 1/25

C1	C2	C3	C4	C5	C6	Ca
0.25x0.30 m. 4 Ø 5/8"	0.25x0.45x0.45 m. 8 Ø 5/8"	0.25x0.40x0.65 m. 4 Ø 3/4" + 6 Ø 5/8"	0.25x0.25 m. 4 Ø 5/8"	0.20x0.20 m. 4 Ø 1/2"	0.25x0.30 m. 4 Ø 1/2"	0.15x0.20 m. 4 Ø 3/8"
Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 1/4"	Ø 1/4"	Ø 1/4"
1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05+3Ø.10+ +Rto.Ø.15
4Ø5/8" C1(25X30)	8Ø 5/8" C2 (25X45X45)	4Ø3/4" + 6Ø5/8" C3 (25X65X40)	4Ø 5/8" C4 (25X25)	4Ø1/2" C5 (20X20)	4Ø1/2" C6 (25X30)	4Ø3/8" C5 (15X20)

VALORES DE m

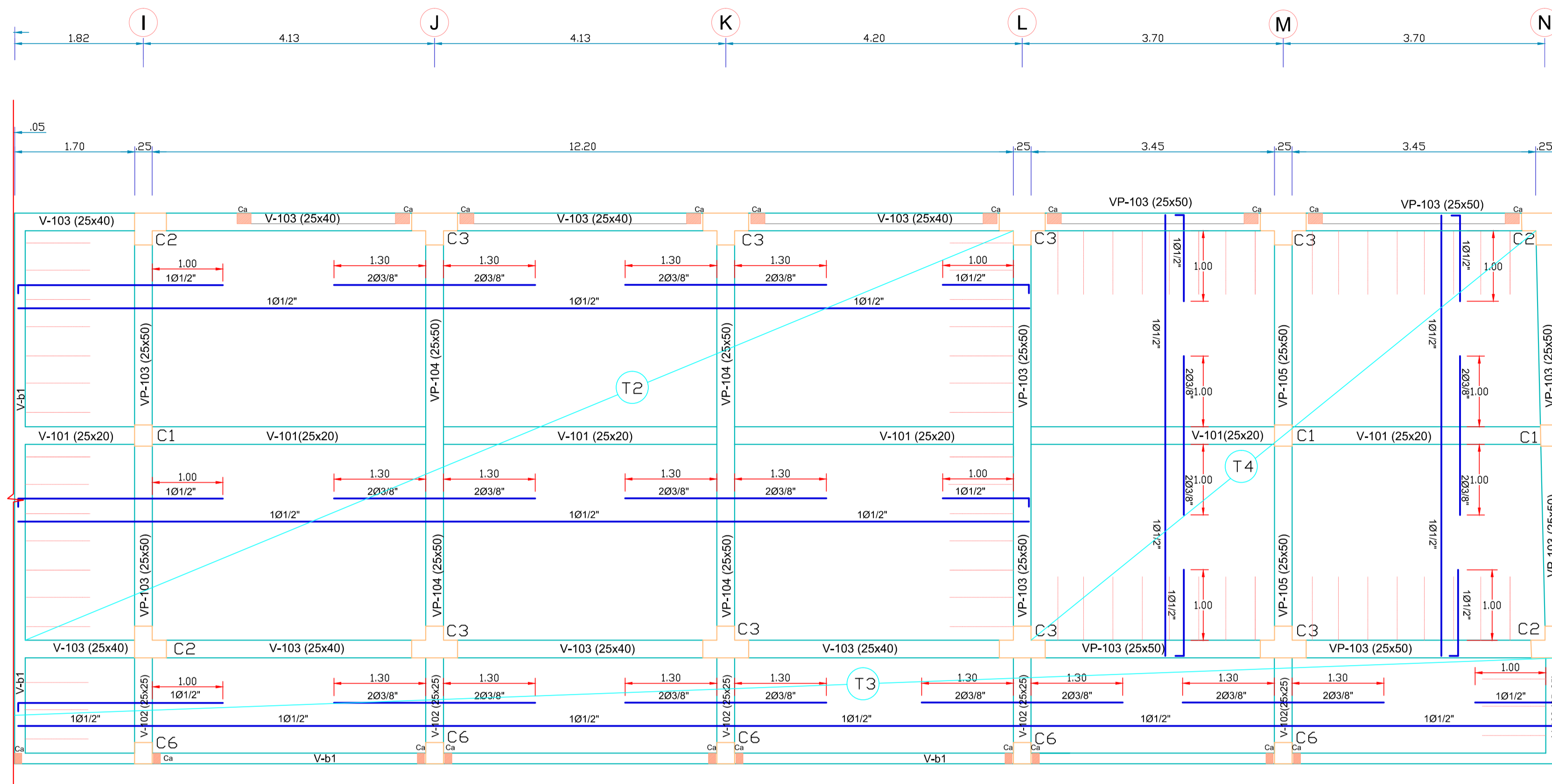
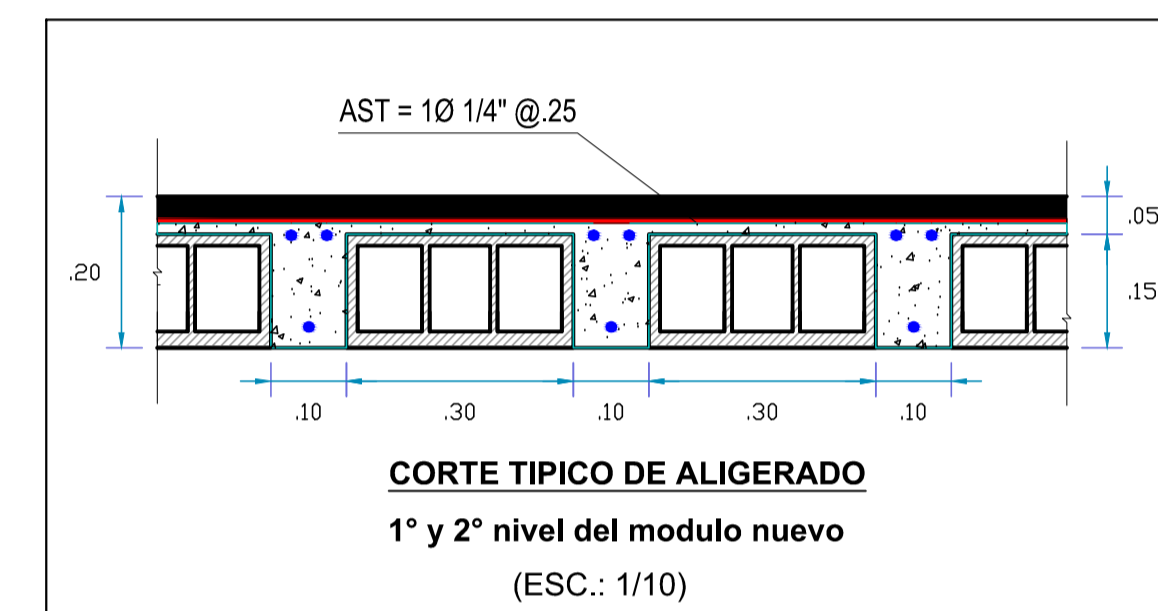
Ø	REFUERZO SUPERIOR	
	H CUALQUIERA	H < 30
3/8"	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.50
5/8"	0.50	0.60
3/4"	0.60	0.75



CUADRO DE COLUMNAS

Esc: 1/25

C1	C2	C3	C4	C5	C6	Ca
0.25x0.30 m. 4 Ø 5/8"	0.25x0.45x0.45 m. 8 Ø 5/8"	0.25x0.40x0.65 m. 4 Ø 3/4" + 6 Ø 5/8"	0.25x0.25 m. 4 Ø 5/8"	0.20x0.20 m. 4 Ø 1/2"	0.25x0.30 m. 4 Ø 1/2"	0.15x0.20 m. 4 Ø 3/8"
Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 1/4"	Ø 1/4"	Ø 1/4"
1Ø.05 + 3Ø.10 + 2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 + 2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 + 2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 + 2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 + 2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 + 2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 + +Rto.Ø.15
4Ø5/8" C1 (25X30)	8Ø 5/8" C2 (25X45X45)	4Ø3/4" + 6Ø5/8" C3 (25X65X40)	4Ø 5/8" C4 (25X25)	4Ø1/2" C5 (20X20)	4Ø1/2" C1 (25X30)	4Ø3/8" C5 (15X20)



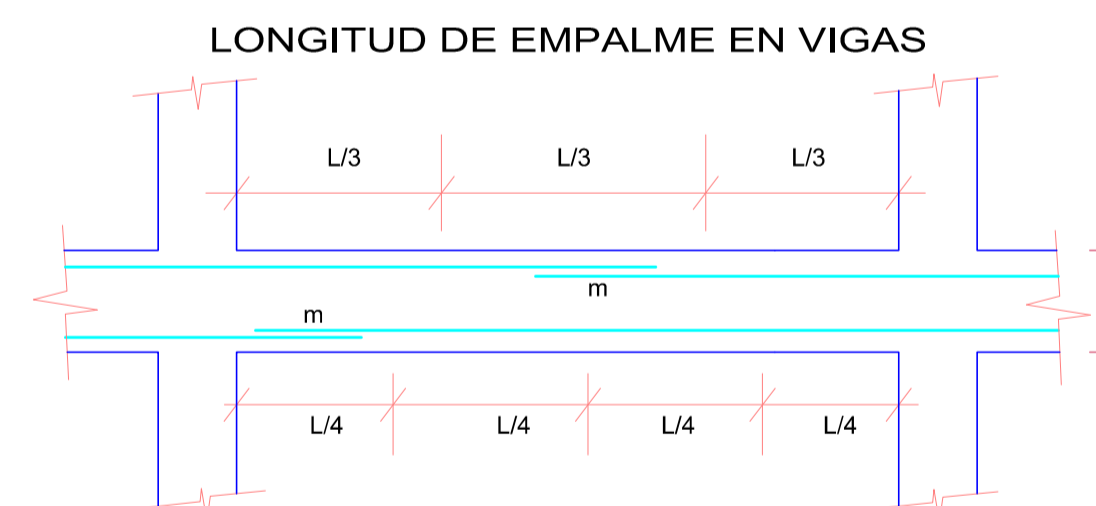
BLOQUE C - PRIMER PISO

1/50

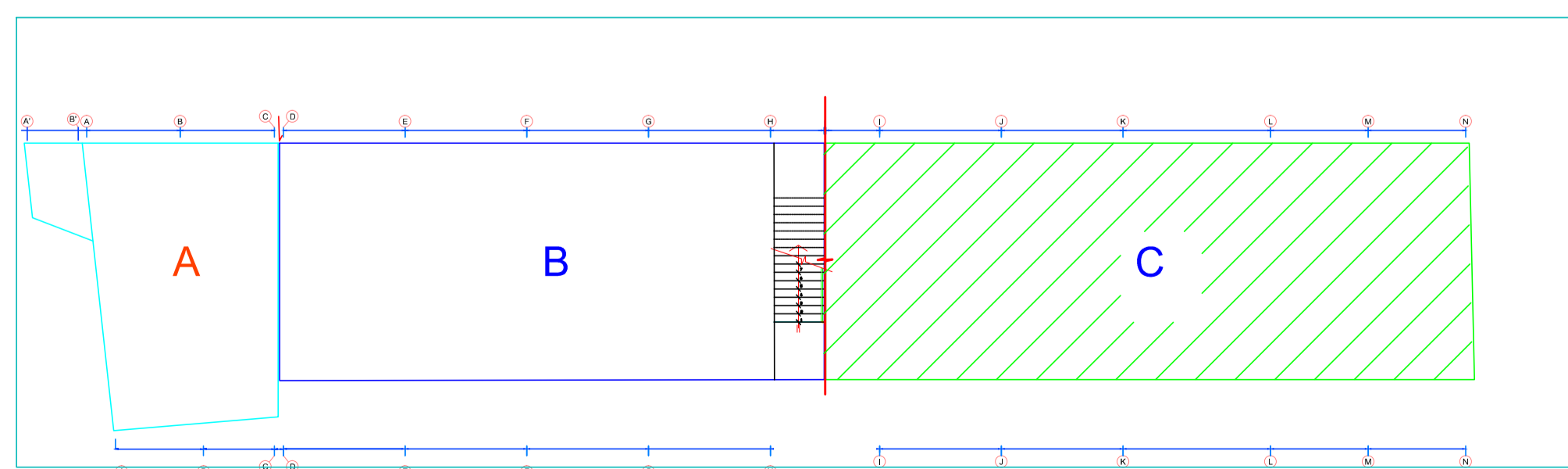
CUADRO DE VIGAS PRIMER PISO

Esc: 1/25

VP-100	VP-101	VP-102	VP-103	VP-104	VP-105	V-100	V-101	V-102	V-103	VIGUETA BORDE
0.20x0.17 m. 4 Ø 1/2"	0.25x0.40 m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.40 m. 5 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50 m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50m. 4 Ø 5/8"+1Ø1/2" + 2 Ø 3/8"	0.20x0.17 m. 4 Ø 1/2"	0.25x0.20 m. 4 Ø 5/8"	0.25x0.25m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.40m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.15x0.20m. 2 Ø 3/8"
Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 1/4"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 1/4"
1Ø.05, 5Ø.10, Rto.Ø.20	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05, 5Ø.10, Rto.Ø.20	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05, 4Ø.10, Rto.Ø.20
VP-100	VP-101	VP-102	VP-103	VP-104	VP-105	V-100	V-101	V-102	V-103	V-b1



Ø	VALORES DE m	
	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
H CUALQUIERA	H < 30	H > 30
3/8"	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.50
5/8"	0.50	0.60
3/4"	0.60	0.75



TPO	H(m)	DESCRIPCIÓN
1	0.20	HORIZONTAL
2	0.20	HORIZONTAL
3	0.20	HORIZONTAL
4	0.20	HORIZONTAL
5	0.17	INCLINADO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO CICLOPEO
 CEMENTOS CORRIDOS : CONCRETO CICLOPEO 110 (CEMENTO - HORMIGÓN)
 MÁS 30% DE PIEDRA GRANDE DE TAMAÑO MÁXIMO Ø 6".

SOBRECIMENTOS : CONCRETO CICLOPEO 18 - 25% PM

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO : f'c = 210 Kg/cm2
 CONCRETO : f'c = 175 Kg/cm2.
 ACERO DE REFUERZO : fy = 4200 Kg/cm2.

RECUBRIMIENTOS
 ZAPATA : 5.0 cm.
 COLUMNA : 4.0 cm.
 VIGA : 4.0 cm.
 LOSA : 3.0 cm.
 RESTO : 2.5 cm.

TERRENO
 CAPACIDAD PORTANTE : Gf = 152 Kg/cm2. (VERIFICAR EN OBRA).

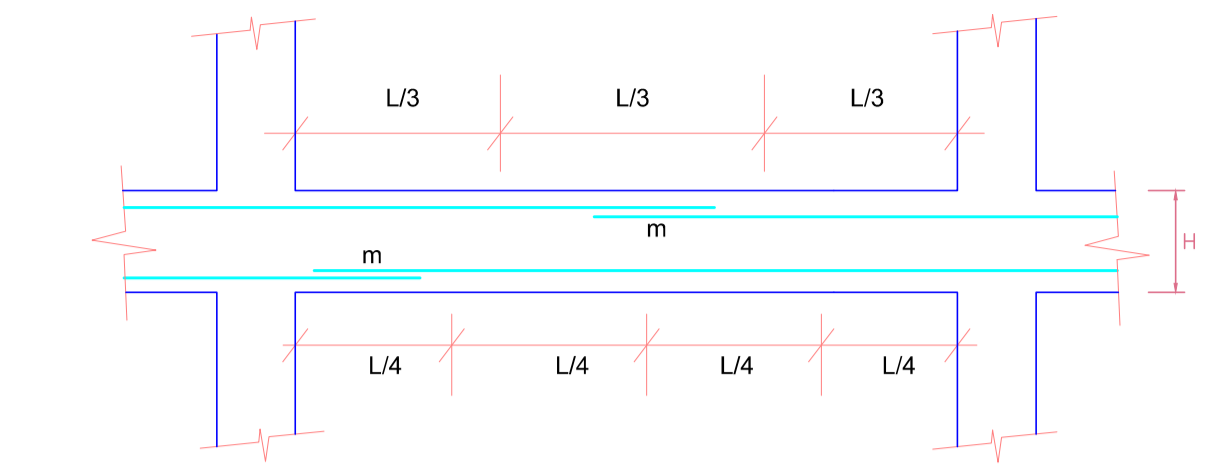
TECHOS
 ESPESOR DE LA LOSA: 0.20m (2º Y 3º NIVEL)
 ESPESOR DE LOSA EN TECHOS INCLINADOS: 0.17m

ALBAÑILERÍA
 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA : TODAS LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE MUROS SE FABRICARÁN CON LAS DIMENSIONES MÍNIMAS INDICADAS EN ESTE PLANO, PODRÁN SER DE CONCRETO, ARCILLA O SÍLICO CALCEADO. DEBERÁN CLASIFICAR COMO MÍNIMO CON EL TIPO IV DE LA NORMA ITINTEC CORRESPONDIENTE.

MORTERO : 1:4 (CEMENTO - ARENA)

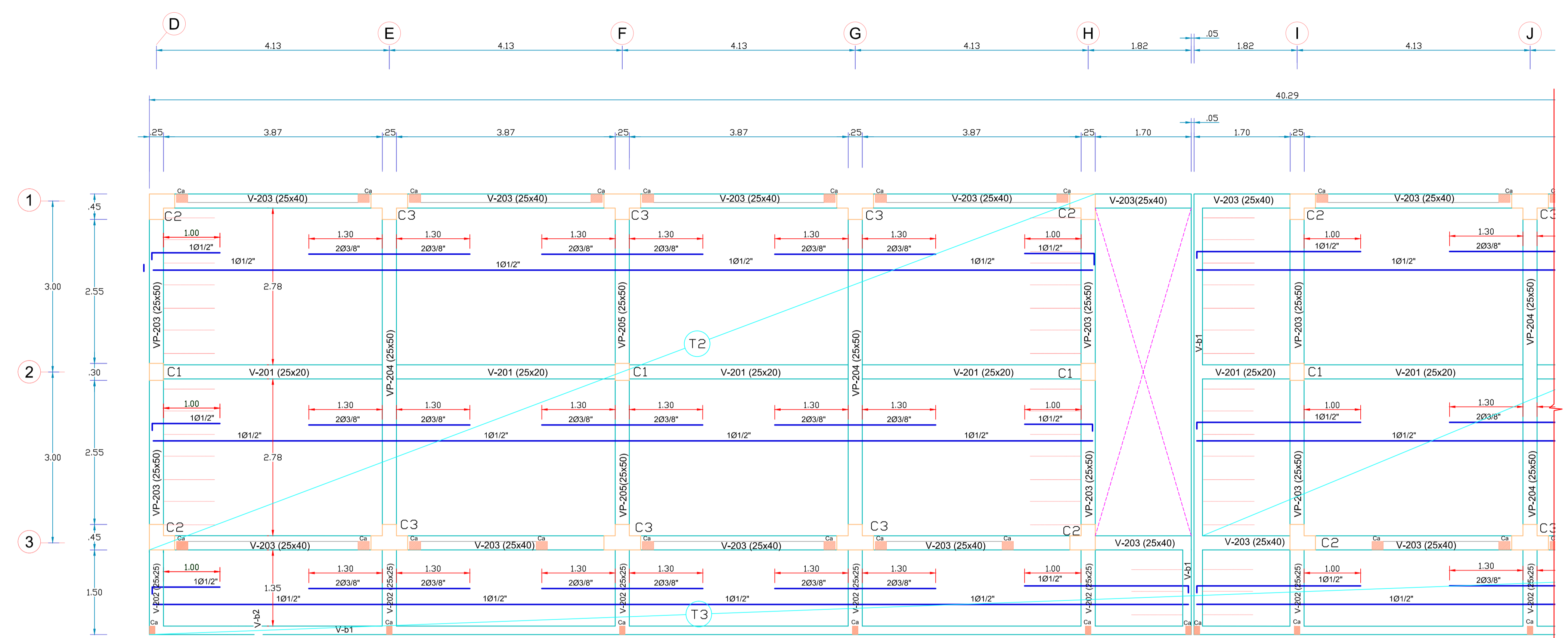
ALBAÑILERÍA : f'm 45 Kg/cm2.

LONGITUD DE EMPALME EN VIGAS



VALORES DE m		
Ø	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
	H CUALQUIERA	H < 30 H > 30
3/8"	0.40	0.40 0.45
1/2"	0.40	0.40 0.50
5/8"	0.50	0.45 0.60
3/4"	0.60	0.55 0.75

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONCRETO CICLOPEO	CONCRETO CICLOPEO 1:10 (CEMENTO- HORMIGÓN)
CIMENTOS CORRIDOS	MÁS 30% DE PIEDRA GRANDE DE TAMAÑO MÁXIMO Ø 6"
SOBRECIMENTOS	CONCRETO CICLOPEO 1:8 + 25% PM
CONCRETO ARMADO	
CONCRETO	f _c = 210 Kg/cm ²
CONCRETO	f _c = 175 Kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO	f _y = 4200 Kg/cm ²
RECURRIMIENTOS	
ZAPATA	5.0 cm.
COLUMNA	4.0 cm.
VIGA	4.0 cm.
LOSA	3.0 cm.
RESTO	2.5 cm.
TERRENO	
CAPACIDAD PORTANTE	G _f = 152 Kg/cm ² . (VERIFICAR EN OBRA)
TECHOS	
ESPESOR DE LA LOSA: 0.20m (2" Y 3" NIVEL)	
ESPESOR DE LOSA EN TECHOS INCLINADOS: 0.17m	
ALBAÑILERÍA	
UNIDAD DE ALBAÑILERÍA	TODAS LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE MUROS SE FABRICARÁN CON LAS DIMENSIONES MÍNIMAS INDICADAS EN ESTE PLANO, PODRÁN SER DE CONCRETO, ARCILLA O SÍLICO CALCAREO. DEBERÁN CLASIFICAR COMO MÍNIMO CON EL TIPO IV DE LA NORMA ITINTEC CORRESPONDIENTE.
MORTERO	1:4 (CEMENTO - ARENA)
ALBAÑILERÍA	f _m 45 Kg/cm ² .



BLOQUES A , B 2º PISO
1/50

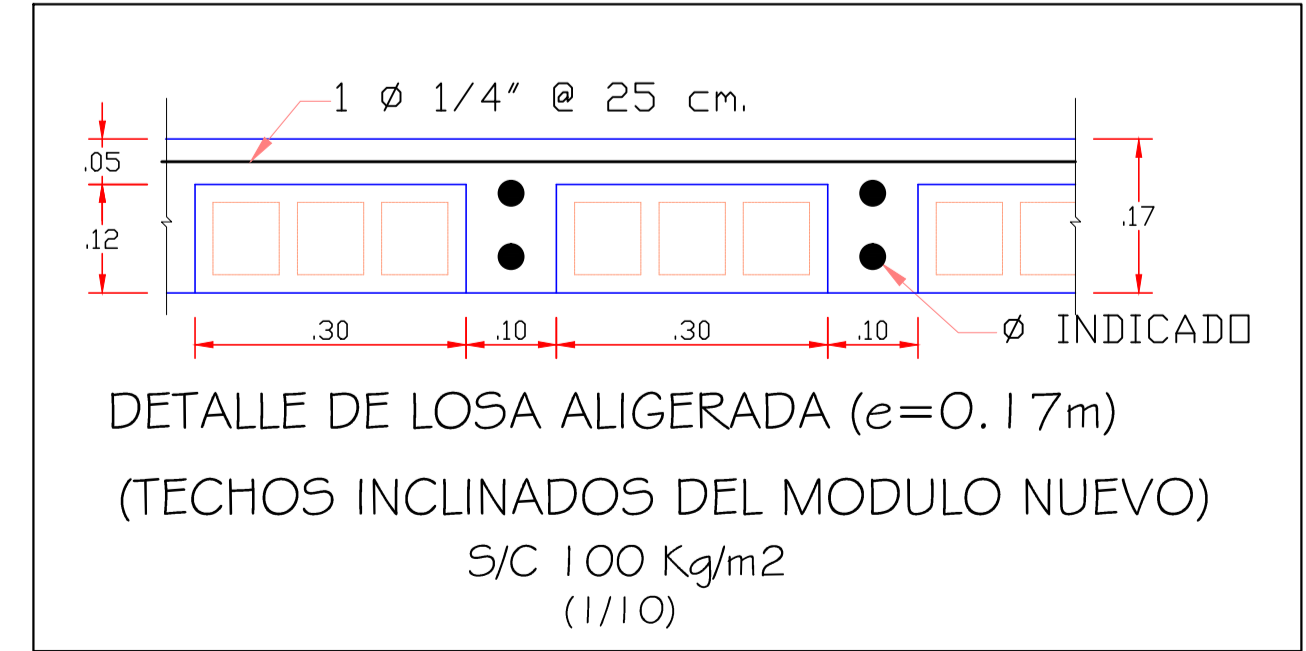
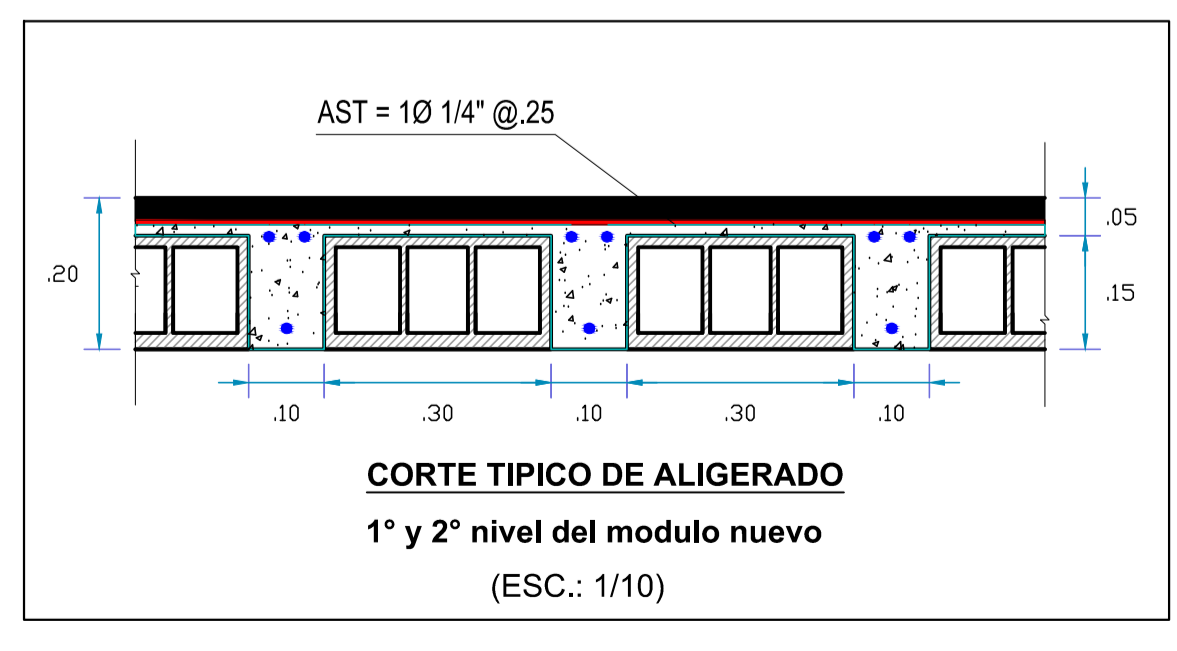
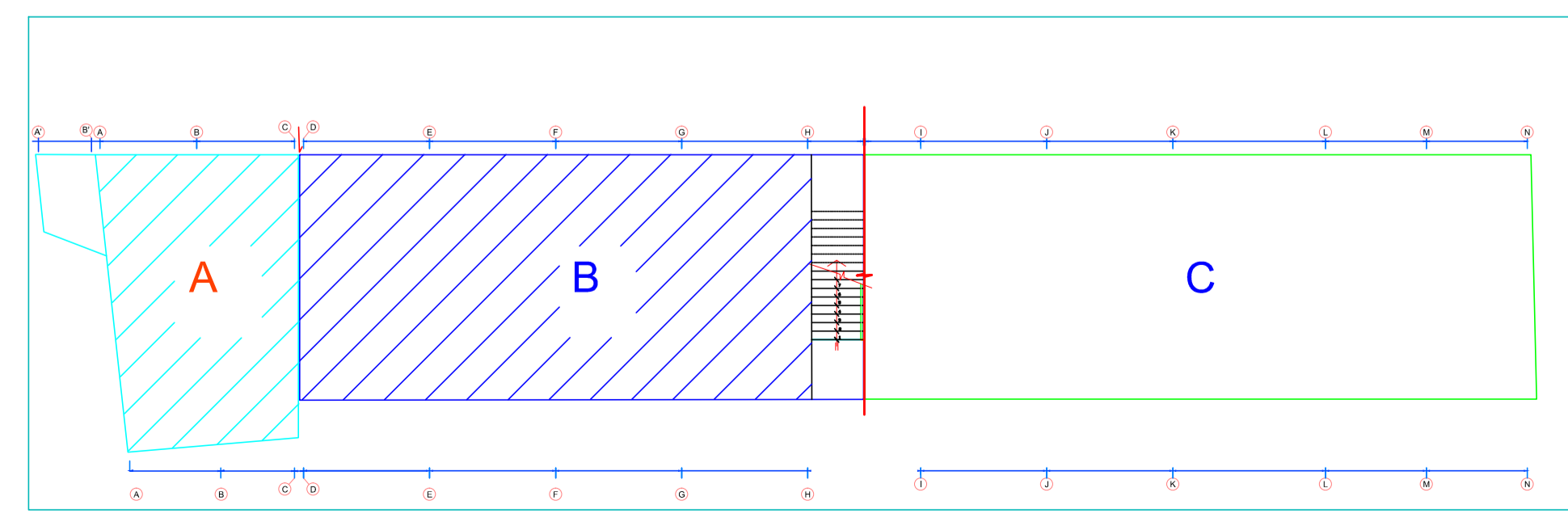
CUADRO DE VIGAS SEGUNDO PISO
Esc: 1/25

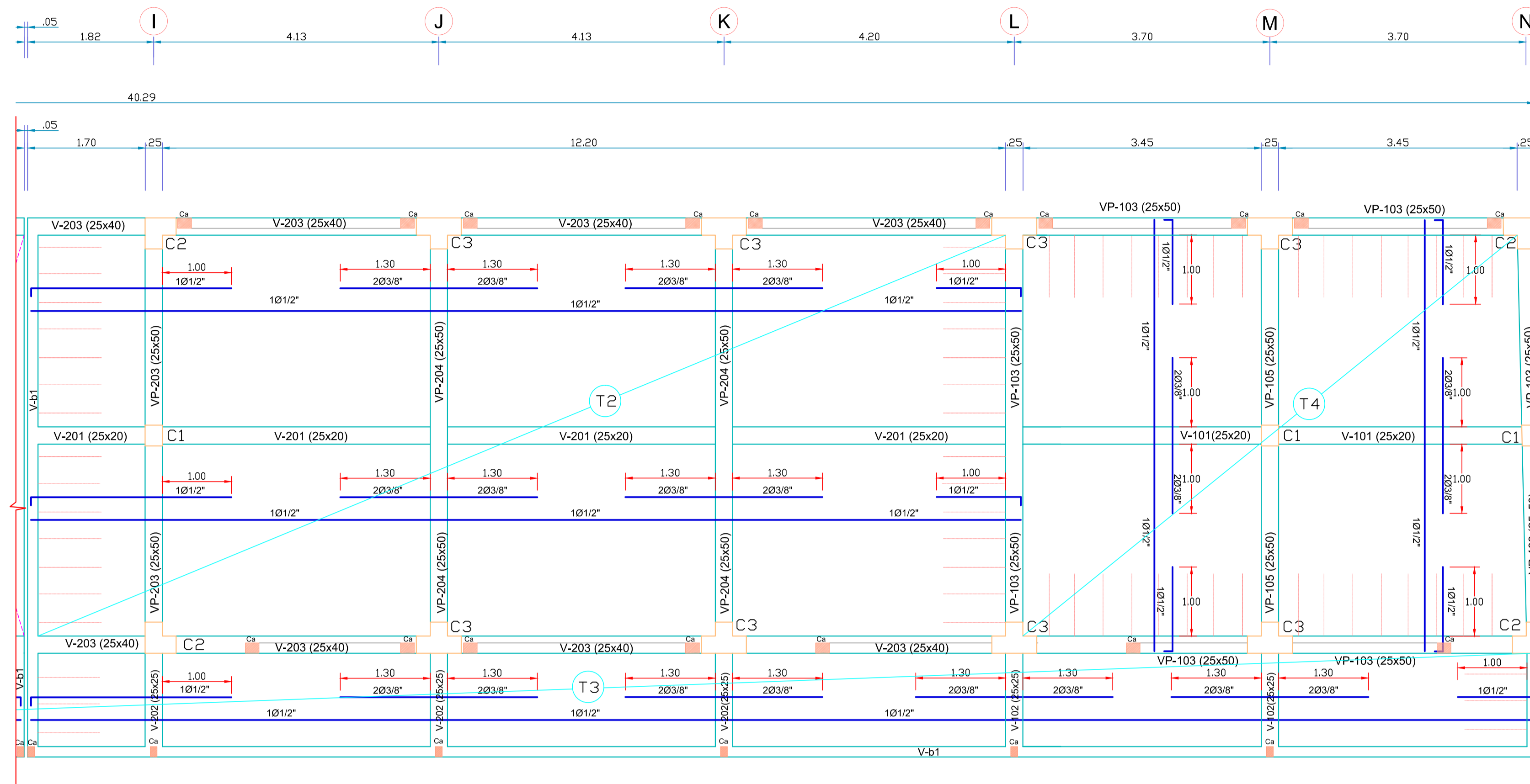
VP-201	VP-202	VP-203	VP-204	VP-205	V-201	V-202	V-203	VIGUETAS DE BORDE	
0.25x0.40 m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.40m. 5 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50 m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50m. 4Ø5/8"+1Ø1/2" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.20 m. 4 Ø 5/8"	0.25x0.25m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.40m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.15x0.20m. 2 Ø 3/8"	0.15x0.20m. 2 Ø 3/8"
Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 1/4"	Ø 1/4"
1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+Rto.Ø.25
VP-201	VP-202	VP-203	VP-204	VP-205	V-201	V-202	V-203	V-b1	V-b2

CUADRO DE COLUMNAS
Esc: 1/25

C1	C2	C3	C4	C5	C6	Ca
0.25x0.30 m. 4 Ø 5/8"	0.25x0.45x0.45 m. 8 Ø 5/8"	0.25x0.40x0.65 m. 4 Ø 3/4" + 6 Ø 5/8"	0.25x0.25 m. 4 Ø 5/8"	0.20x0.20 m. 4 Ø 1/2"	0.25x0.30 m. 4 Ø 1/2"	0.15x0.20 m. 4 Ø 3/8"
Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 1/4"	Ø 1/4"	Ø 1/4"
1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 +2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05+3Ø.10+ +Rto.Ø.15
4Ø5/8" C1(25X30)	8Ø 5/8" C2 (25X45X45)	4Ø3/4" + 6Ø5/8" C3 (25X65X40)	4Ø 5/8" C4 (25X25)	4Ø1/2" C5 (20X20)	4Ø1/2" C1(25X30)	4Ø3/8" C5 (15X20)

CUADRO DE TECHOS 2º PISO		
TIPO	H.M.	DESCRIPCIÓN
1	0.20	HORIZONTAL
2	0.20	HORIZONTAL
3	0.20	HORIZONTAL
4	0.20	HORIZONTAL
5	0.17	INCLINADO (BAÑOS)

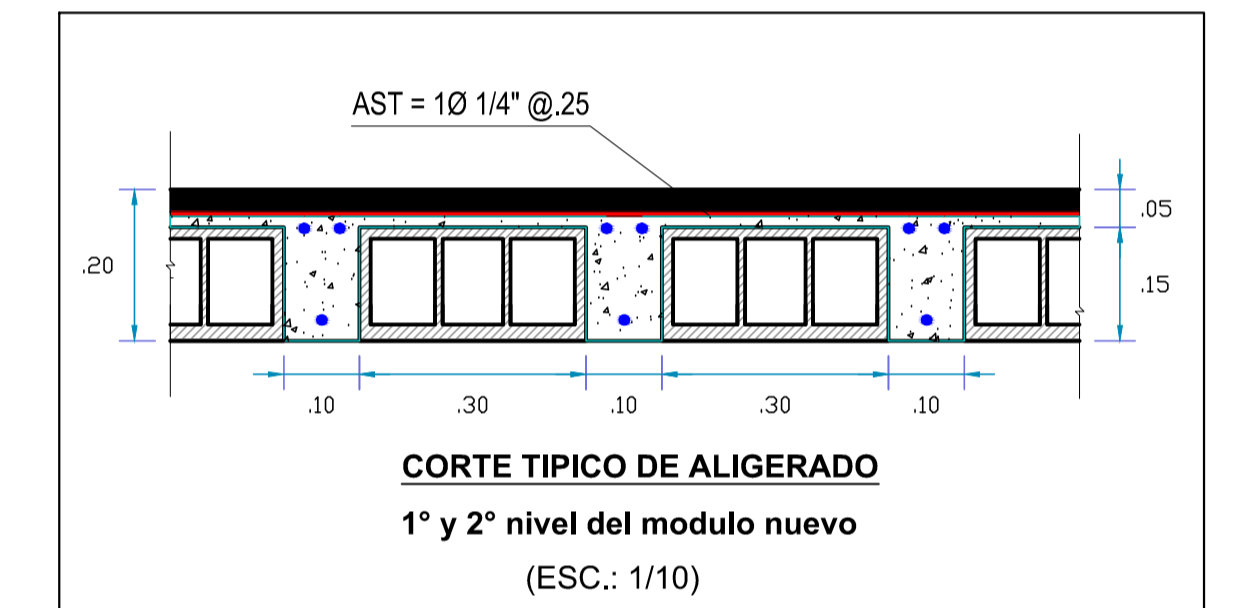




BLOQUE C - 2º PISO
1/50

CUADRO DE COLUMNAS
Esc: 1/25

C1	C2	C3	C4	C5	
0.25x0.30 m. 4 Ø 5/8"	0.25x0.45x0.45 m. 8 Ø 5/8"	0.25x0.40x0.65 m. 4 Ø 3/4" + 6 Ø 5/8"	0.25x0.25 m. 4 Ø 5/8"	0.20x0.20 m. 4 Ø 1/2"	0.25 4
Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 1/4"	
1Ø.05 + 3Ø.10 + 2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 + 2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 + 2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 + 2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 3Ø.10 + 2Ø.15, +1Ø.25	1Ø.05 + 2Ø.1
4Ø5/8" C1(25X30)	8Ø 5/8" C2 (25X45X45)	4Ø3/4" + 6Ø5/8" C3 (25X65X40)	4Ø 5/8" C4 (25X25)	4Ø1/2" C5 (20X20)	4Ø C1(



CUADRO DE VIGAS SEGUNDO PISO
Esc: 1/25

VP-201	VP-202	VP-203	VP-204	VP-205	V-201	V-202	V-203	VIGUETAS DE BORDE
0.25x0.40 m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.40m. 5 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50 m. 4Ø5/8"+1Ø3/4" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.50m. 4Ø5/8"+1Ø1/2" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.20 m. 4 Ø 5/8"	0.25x0.25m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.25x0.40m. 4 Ø 5/8" + 2 Ø 3/8"	0.15x0.20m. 2 Ø 3/8"
Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 3/8"	Ø 1/4"
1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+1Ø.15, +1Ø.20+Rto.Ø.25	1Ø.05+5Ø.10+Rto.Ø.25
VP-201	VP-202	VP-203	VP-204	VP-205	V-201	V-202	V-203	V-b1

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO CICLOPEO
 CIMENTOS CORRIDOS : CONCRETO CICLOPEO 1:10 (CEMENTO- HORMIGÓN)
 MÁS 30% DE PIEDRA GRANDE DE TAMAÑO MÁXIMO Ø 6".
 SOBRECIMENTOS : CONCRETO CICLOPEO 1:6 + 25% PM

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO : Fc = 210 Kg/cm²
 CONCRETO : Fc = 175 Kg/cm²
 ACERO DE REFUERZO : Fy = 4200 Kg/cm²

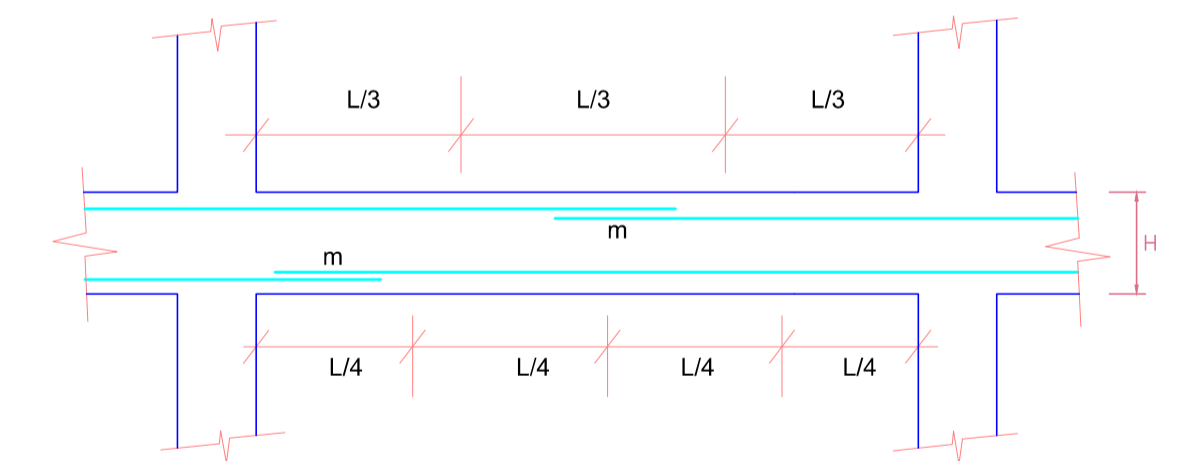
RECURRIMIENTOS
 ZAPATA : 5.0 cm.
 COLUMNA : 4.0 cm.
 VIGA : 4.0 cm.
 LOSA : 3.0 cm.
 RESTO : 2.5 cm.

TERRENO
 CAPACIDAD PORTANTE : Qf = 152 Kg/cm². (VERIFICAR EN OBRA).

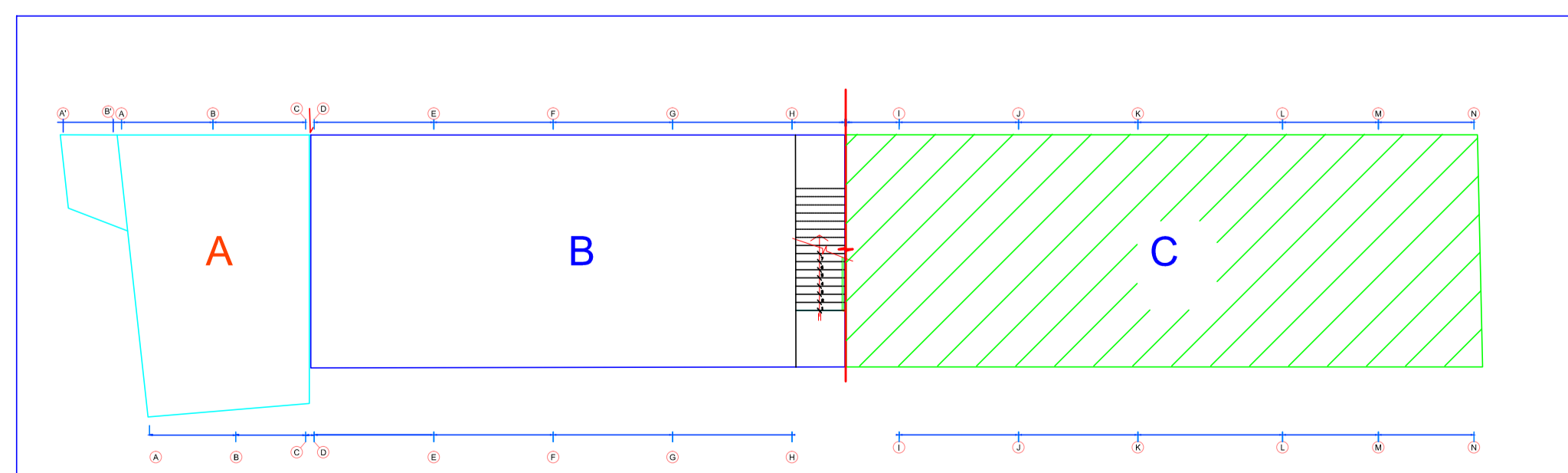
TECHOS
 ESPESOR DE LA LOSA: 0.20m (2" Y 3" NIVEL)
 ESPESOR DE LOSA EN TECHOS INCLINADOS: 0.17m

ALBAÑILERÍA
 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA : TODAS LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE MUROS SE FABRICARÁN CON LAS DIMENSIONES MÍNIMAS INDICADAS EN ESTE PLANO, PODRÁN SER DE CONCRETO, ARCILLA O SÍLICO CALCAREO. DEBERÁN CLASIFICAR COMO MÍNIMO CON EL TIPO IV DE LA NORMA ITINTEC CORRESPONDIENTE.
 MORTERO : 1:4 (CEMENTO - ARENA)
 ALBAÑILERÍA : Fm 45 Kg/cm².

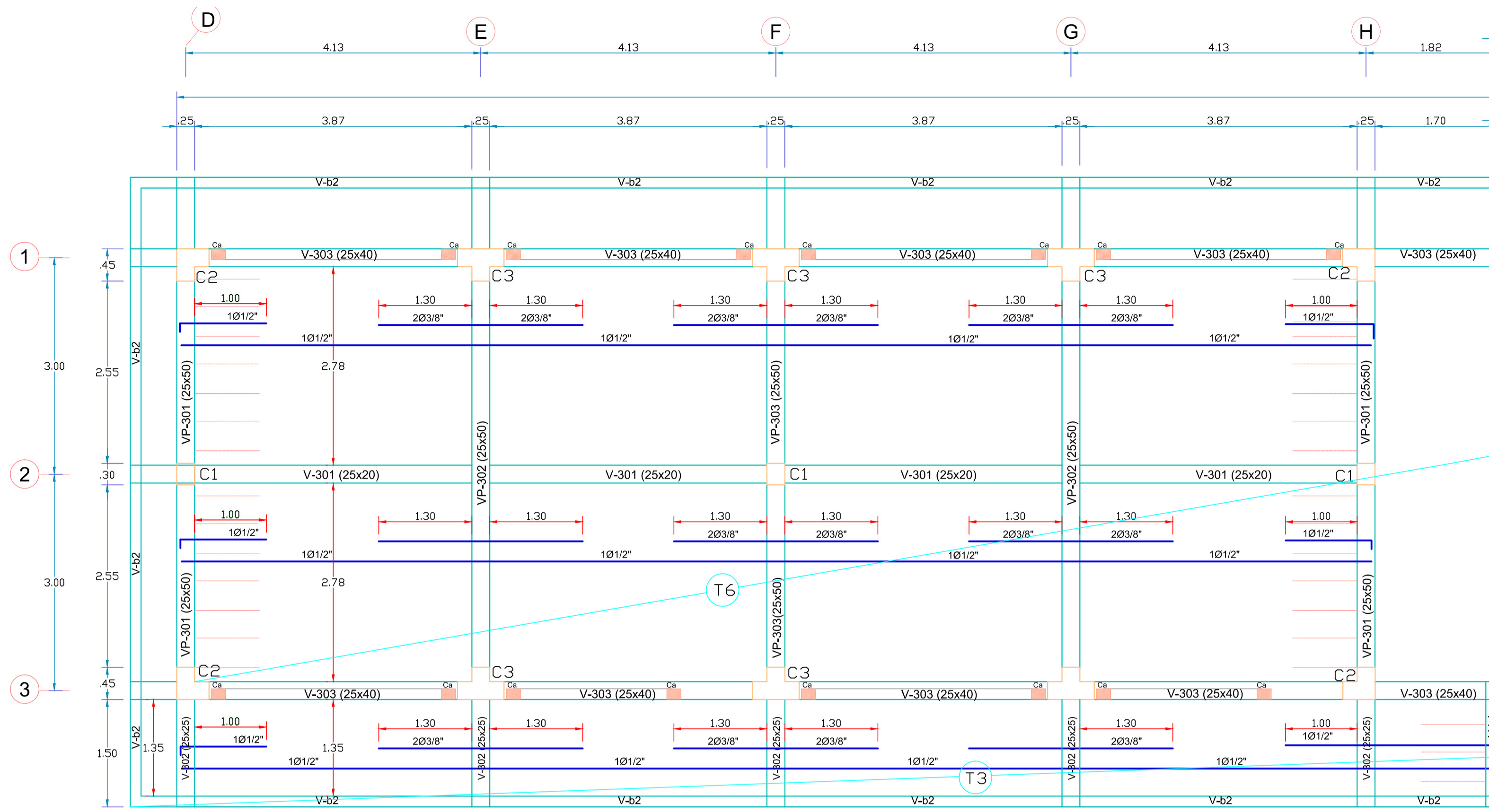
LONGITUD DE EMPALME EN VIGAS



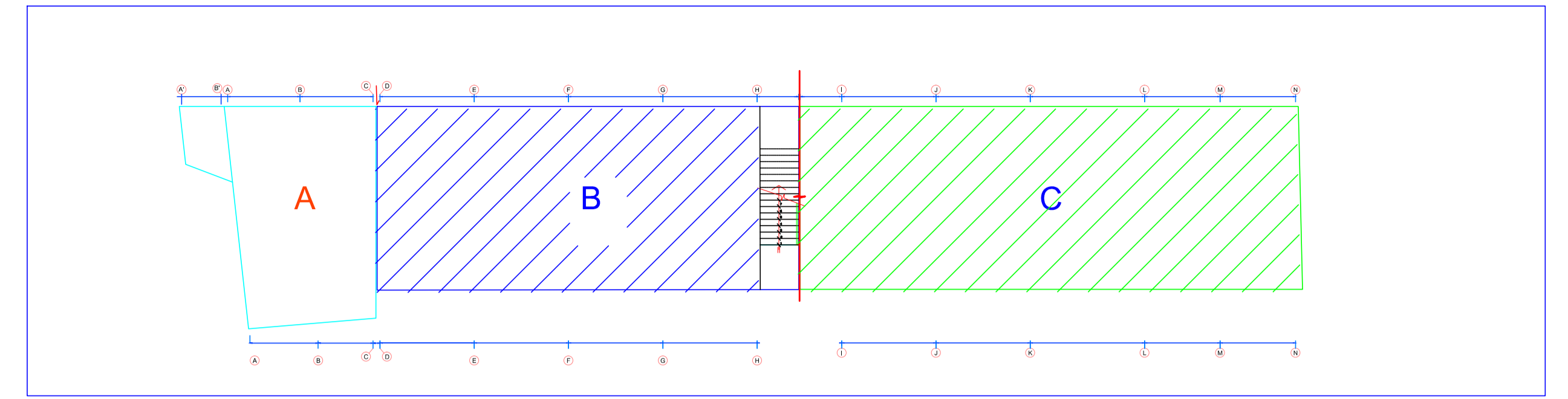
Ø	VALORES DE m		
	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	
	H CUALQUIERA	H < 30	H > 30
3/8"	0.40	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.40	0.50
5/8"	0.50	0.45	0.60
3/4"	0.60	0.55	0.75



TIPO	F.H.I	DESCRIPCIÓN
2	E.O.	HORIZONTAL
3	O.O.	HORIZONTAL
4	O.O.	HORIZONTAL
6	S.I.T	INCLINADO TAGUAS



BLOQUE B - 3º PISO
1/50



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO CICLOPEO
 CIMENTOS CORRIDOS : CONCRETO CICLOPEO 110 (CEMENTO- HORMIGÓN)
 MÁS 30% DE PIEDRA GRANDE DE TAMAÑO MÁXIMO ϕ 6".

SOBRECIMENTOS : CONCRETO CICLOPEO 110 + 25% PM

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO : $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 CONCRETO : $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
 ACERO DE REFUERZO : $f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.

RECURRIMIENTOS
 ZAPATA : 5.0 cm.
 COLUMNA : 4.0 cm.
 VIGA : 4.0 cm.
 LOSA : 3.0 cm.
 RESTO : 2.5 cm.

TERRENO
 CAPACIDAD PORTANTE : $Gf = 152 \text{ Kg/cm}^2$ (VERIFICAR EN OBRA).

TECHOS
 ESPESOR DE LA LOSA: 0.20m (2" Y 3" NIVEL)
 ESPESOR DE LOSA EN TECHOS INCLINADOS: 0.17m

ALBAÑILERÍA
 UNIDAD DE ALBAÑILERÍA : TODAS LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE MUROS SE FABRICARÁN CON LAS DIMENSIONES MÍNIMAS INDICADAS EN ESTE PLANO. PODRÁN SER DE CONCRETO, ARCILLA O SILICO CALCEARO. DEBERÁN CLASIFICAR COMO MÍNIMO CON EL TIPO IV DE LA NORMA INTETEC CORRESPONDIENTE.

MORTERO : 1/4 (CEMENTO - ARENA)

ALBAÑILERÍA : $f'm = 45 \text{ Kg/cm}^2$.

CUADRO DE COLUMNAS

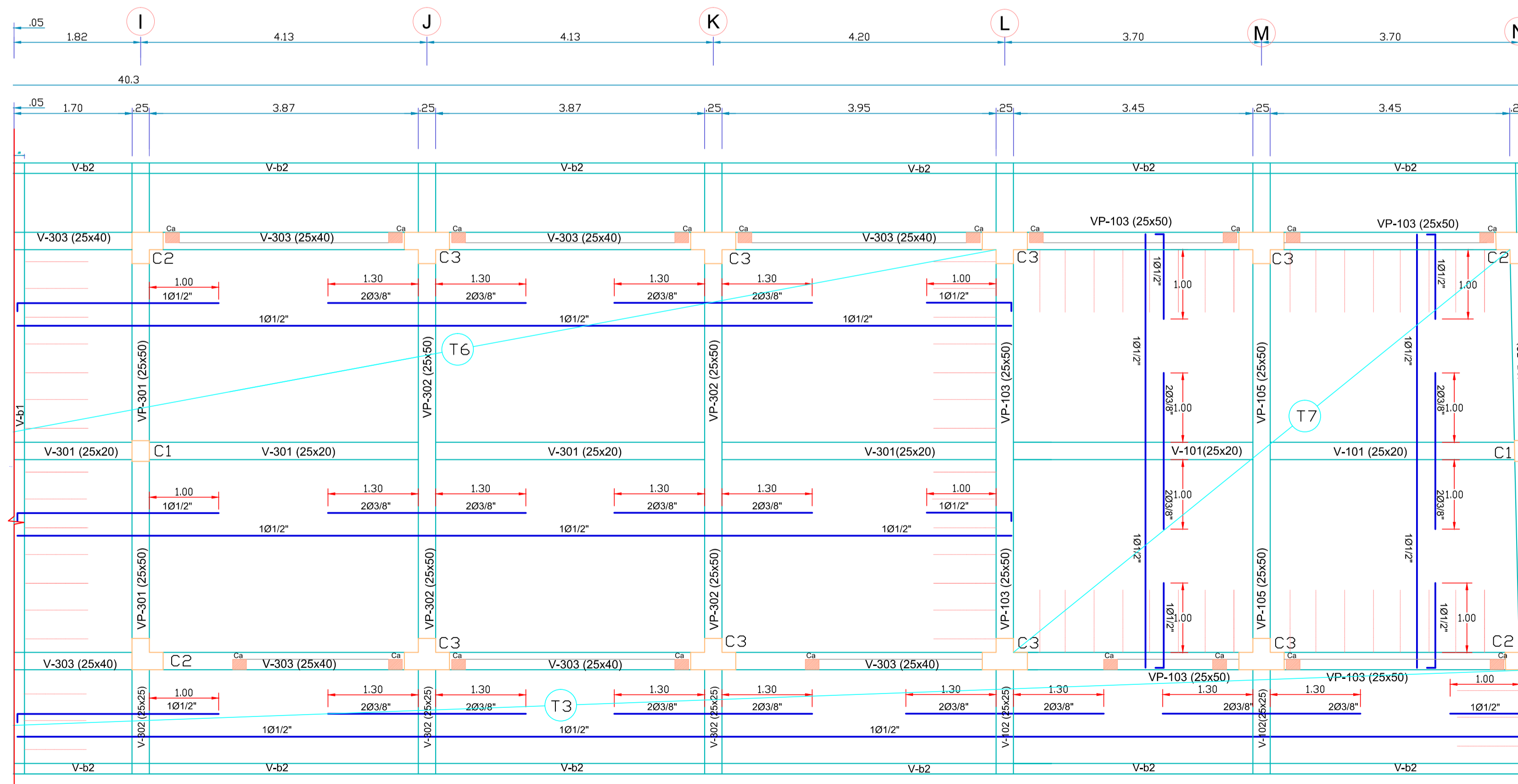
Esc: 1/25

C1	C2	C3	C4	C5
0.25x0.30 m. 4 ϕ 5/8"	0.25x0.45x0.45 m. 8 ϕ 5/8"	0.25x0.40x0.65 m. 4 ϕ 3/4" + 6 ϕ 5/8"	0.25x0.25 m. 4 ϕ 5/8"	0.20x0.20 m. 4 ϕ 1/2"
ϕ 3/8"	ϕ 3/8"	ϕ 3/8"	ϕ 3/8"	ϕ 1/4"
1 ϕ 05 + 3 ϕ 10 + 2 ϕ 15, +1 ϕ 25	1 ϕ 05 + 3 ϕ 10 + 2 ϕ 15, +1 ϕ 25	1 ϕ 05 + 3 ϕ 10 + 2 ϕ 15, +1 ϕ 25	1 ϕ 05 + 3 ϕ 10 + 2 ϕ 15, +1 ϕ 25	1 ϕ 05 + 3 ϕ 10 + 2 ϕ 15, +1 ϕ 25
4 ϕ 5/8" C1(25X30)	8 ϕ 5/8" C2 (25X45X45)	4 ϕ 3/4" + 6 ϕ 5/8" C3 (25X65X40)	4 ϕ 5/8" C4 (25X25)	4 ϕ 1/2" C5 (20X20)

CUADRO DE VIGAS TERCER PISO

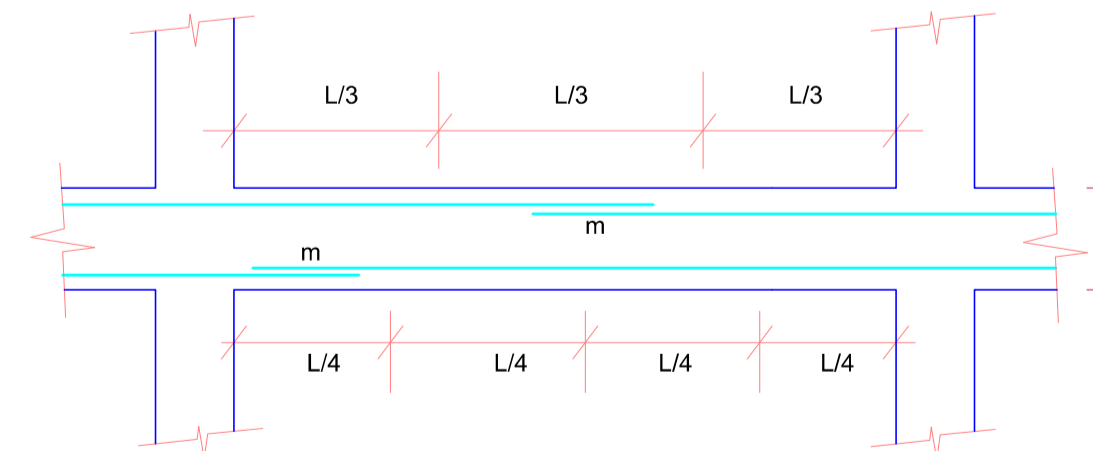
Esc: 1/25

VP-301	VP-302	VP-303	V-301	V-302	V-303	VIGUETAS DE BORDE
0.25x0.50 m. 4 ϕ 5/8" + 2 ϕ 3/8"	0.25x0.50 m. 4 ϕ 5/8"+1 ϕ 3/4" + 2 ϕ 3/8"	0.25x0.50 m. 4 ϕ 5/8"+1 ϕ 1/2" + 2 ϕ 3/8"	0.25x0.20 m. 4 ϕ 5/8"	0.25x0.25m. 4 ϕ 5/8"+1 ϕ 3/4" + 2 ϕ 3/8"	0.25x0.40m. 4 ϕ 5/8" + 2 ϕ 3/8"	0.15x0.20m. 2 ϕ 3/8"
ϕ 3/8"	ϕ 3/8"	ϕ 3/8"	ϕ 3/8"	ϕ 3/8"	ϕ 3/8"	ϕ 1/4"
1 ϕ 05+5 ϕ 10+1 ϕ 15, +1 ϕ 20+Rto. ϕ 25	1 ϕ 05+5 ϕ 10+1 ϕ 15, +1 ϕ 20+Rto. ϕ 25	1 ϕ 05+5 ϕ 10+1 ϕ 15, +1 ϕ 20+Rto. ϕ 25	1 ϕ 05+5 ϕ 10+1 ϕ 15, +1 ϕ 20+Rto. ϕ 25	1 ϕ 05+5 ϕ 10+1 ϕ 15, +1 ϕ 20+Rto. ϕ 25	1 ϕ 05+5 ϕ 10+1 ϕ 15, +1 ϕ 20+Rto. ϕ 25	1 ϕ 05+5 ϕ 10+Rto. ϕ 25
VP-301	VP-302	VP-303	V-301	V-302	V-303	V-b1
						V-b2



BLOQUE C - 3º PISO
1/50

LONGITUD DE EMPALME EN VIGAS



ϕ	VALORES DE m		
	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR	
	H CUALQUIERA	H < 30	H > 30
3/8"	0.40	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.40	0.50
5/8"	0.50	0.45	0.60
3/4"	0.60	0.55	0.75

CUADRO DE TECHOS 3º PISO	
TPO	1100
TPO	1100
TPO	1100
TPO	1100
TPO	1100
TPO	1100

