

Manual de Evaluación Sísmica y Reforzamiento Simplificado de Viviendas en Mampostería de Block en Guatemala

Desarrollado por:

Build Change y AGIES



con el apoyo de USAID y Project Concern International

Última actualización: Febrero 2019

Aclaración

Este documento no debe ser considerado como una norma para Guatemala. Es un manual: un conjunto de indicaciones y conceptos útiles que ayudan a elaborar, a través de un método simplificado, un diseño de reforzamiento sísmico para casas de mampostería de bloques de concreto. Este documento se enfoca exclusivamente en tipos de construcciones para casas que se encuentran comúnmente en Guatemala.

Ese material ha sido preparado para ser utilizado por ingenieros calificados. Su uso, sin el debido apego a las previsiones y limitaciones, no es correcto, como así también es incorrecto el uso aislado de la información aquí contenida fuera del contexto en el que se proporciona. La utilización de este material, sin tomar en cuenta su naturaleza genérica y sin una adecuada consideración sobre un entorno y circunstancias cambiantes, quedará sujeta al riesgo exclusivo de las personas o entidades que así lo hicieren. Este material no tiene como propósito ser utilizado como instrucciones a seguir por un contratista para la construcción.

Este material podrá requerir actualizaciones futuras basadas en los resultados de las intervenciones demostrativos de reforzamiento que se ejecutarán en el marco del proyecto Barrio Mío Scale Up, así como revisiones y retroalimentaciones de las partes interesadas.

Toda conclusión u acción derivada de la aplicación de estos materiales es la responsabilidad exclusiva del usuario. Este material no tiene el objetivo de generar derechos aplicables por parte alguna, ni deberían ser fundamento para la creación de los mismos.

Nada de lo contenido en este material dará lugar a relación contractual alguna ni causa legal a favor de alguna tercera parte que quiera utilizarlo contra Build Change o AGIES. El uso y/o apoyo de terceros en estos materiales o la información que contienen se hace a riesgo propio. Build Change y AGIES no serán responsables por cambios ni alteraciones hechas por terceros.

Agradecimientos

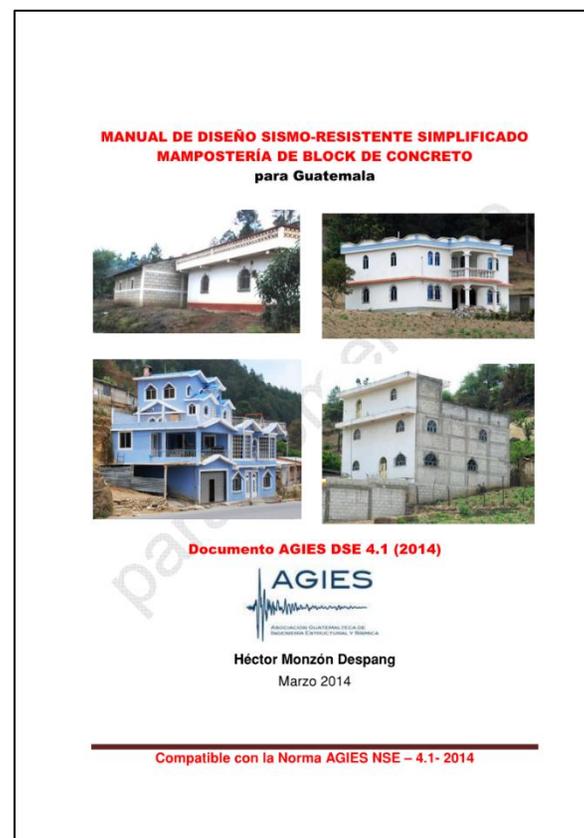
Build Change desea agradecer a las organizaciones que han colaborado en la producción de este Manual, como la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) y Risk Management Solutions (RMS), y PCI Guatemala en el marco del proyecto Barrio Mío. Build Change también desea agradecer a las personas naturales que han participado y apoyado el desarrollo, la producción, y la revisión de este Manual; su contribución ha sido tremendamente valiosa.

Referencias Compatibles

Este Manual ha sido desarrollado para ser compatible con el MANUAL PARA DISEÑO DE MAMPOSTERÍA SISMO-RESISTENTE DE BLOCK – AGIES DSE 4.1-2014, que ha sido publicado para el comentario público y es una guía simplificada de diseño para el mismo tipo de edificaciones, mampostería de block de concreto, para nuevas construcciones.

Cuando una edificación es evaluada y reforzada mediante este Manual y requiere la adición de nuevos elementos estructurales, como paredes y columnas, se recomienda que el diseño de esos nuevos elementos se haga utilizando el manual de AGIES para construcción nueva, MANUAL PARA DISEÑO DE MAMPOSTERÍA SISMO-RESISTENTE DE BLOCK.

Para ver la lista completa de referencias, favor dirigirse a la Sección 5 de este Manual.



CONTENIDO

1	Introducción.....	1
1.1	Antecedentes.....	1
1.2	Objetivo.....	1
1.3	Aplicabilidad.....	2
1.4	Fundamentación del Manual y Criterios de Desempeño	3
1.5	Cómo Utilizar el Manual.....	4
1.6	Consideraciones para Expansiones Futuras al Diseñar un Reforzamiento.....	5
2	Evaluación: La Realización de una Visita al Sitio	6
2.1	Preparación.....	6
2.2	Dibujar Planos	7
2.3	Identifica el Tipo de Construcción.....	11
3	Evaluación: Lista de Verificación de Deficiencias (checklist)	13
	Lista Sección 1.0: Amenazas Geológicas del Sitio	14
	Lista Sección 2.0: Cimientos.....	19
	Lista Sección 3.0: Sistema Constructivo.....	23
	Lista Sección 4.0: Paredes de Mampostería	29
	Lista Sección 5.0: Configuración	35
	Lista Sección 6.0: Elementos Constructivos.....	39
4	El Diseño del Reforzamiento.....	43
4.1	Recomendaciones Generales de Reforzamiento.....	44
4.2	Técnicas de Reforzamiento Específicos	45
	Técnicas de Reforzamiento por Sección 1.0: Amenazas Geológicas del Sitio	45

Técnicas de Reforzamiento por Sección 2.0: Cimientos	46
Técnicas de Reforzamiento por Sección 3.0: Sistema Constructivo	47
Técnicas de Reforzamiento por Sección 4.0: Paredes de Mampostería.....	51
Técnicas de Reforzamiento por Sección 5.0: Configuración.....	53
Técnicas de Reforzamiento por Sección 6.0: Elementos Constructivos	54
5 Referencias.....	55
Anexo A – Porcentaje de Área de Paredes Provista	A-1
Evaluación de Condiciones Existentes	A-1
Evaluación de Reforzamiento	A-2
Anexo B – Material de Referencia para el Porcentaje de Área de Paredes Requerido	B-1
Anexo C – Lista de Verificación de Deficiencias.....	C-1
Anexo D – Dibujos.....	D-1
Anexo E – Ejemplos de Evaluaciones y Diseños de Reforzamiento	E-1
Ejemplo 1	E-1
Ejemplo 2	E-13

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Guatemala es un país expuesto a muchas amenazas naturales, los terremotos son especialmente relevantes puesto que el contacto entre las placas de Norteamérica, la del Caribe, y la de Cocos se encuentra en el territorio o muy cerca del país. Esto ha ocasionado en el pasado terremotos que han dañado edificios y casas, dejando personas muertas, en peligro, y sin hogar. Recientemente, el terremoto más destructivo y con mayor índice de mortalidad en la historia registrada ocurrió en el año 1976, con una magnitud de 7.5 grados en escala de Richter, produciendo la muerte de 23,000 personas aproximadamente.

Las casas en Guatemala son frecuentemente construcciones informales de mampostería en block de concreto llevadas a cabo por maestros de obra y propietarios. La construcción informal comúnmente carece de elementos estructurales clave para la resistencia sísmica. No son los terremotos los que producen las muertes, son las malas construcciones las que las producen. De tal manera, es importante que tanto las edificaciones nuevas como las edificaciones existentes sean construidas bajo estándares que les permitan ser resistentes a desastres. Estas últimas, las edificaciones existentes, pueden no haber sido construidas adecuadamente desde el principio y deberán ser evaluadas y reforzadas para mejorar su desempeño en los futuros terremotos. Además, hay que considerar que, después de un evento sísmico destructivo, la evaluación, la reparación y el reforzamiento de las casas existentes deben ser llevadas a cabo lo más rápido y de la forma más económica posible para así incrementar la cantidad de casas seguras disponibles para la gente desplazada.

1.2 OBJETIVO

Este Manual proporciona un procedimiento simplificado para la evaluación sísmica y el reforzamiento sísmico de una edificación existente, casas construidas en mampostería de block de concreto que ya estén dañadas/reparadas o no, para aumentar su capacidad de resistir futuros terremotos de mejor manera. Las deficiencias sísmicas, incluyendo el nivel de daño si lo hubiere, se identifican a través del procedimiento y las técnicas de reforzamiento sísmico específicas, son también evaluadas con el fin de llevar la estructura a un nivel de comportamiento estructural de seguridad para la vida humana.

Evaluación Sísmica – un proceso o método adecuado para identificar y evaluar las deficiencias de un edificio, que le impiden alcanzar un desempeño meta seleccionado.

Reforzamiento Sísmico - la mejoría del comportamiento sísmico de elementos estructurales y/o no estructurales de una edificación mediante la corrección de las deficiencias identificadas durante una evaluación sísmica, que le permiten al edificio en su totalidad, alcanzar un nivel desempeño deseado.

1.3 APLICABILIDAD

Este Manual se puede utilizar sólo para edificaciones existentes, de baja altura, como casas de mampostería típicas de Guatemala. En la siguiente lista se identifican con más detalle los edificios a los cuales se les puede aplicar este Manual:

- **Edificación existente.** Este Manual no puede ser utilizado para edificación nueva. Para el diseño y construcción de edificación nueva de tipo similar de mampostería referirse a el *Manual para Diseño de Mampostería Sismo-Resistente de Block -- AGIES DSE 4.1-2014*
- **Uso:** Casas (correspondiente a Categoría de Ocupación II: Obras Ordinarias, NSE-1-2018, Sección 3.1.3).
- **Altura:** Tres pisos o menos.
- **Cimentación:** Generalmente construida en concreto reforzado como cimienta corrido bajo el muro, que puede o no incluir zapatas aisladas de concreto reforzado bajo las mochetas, o construida en mampostería de piedra, bajo los muros con zapatas aisladas de concreto reforzado bajo las mochetas. Los muros de cimentación bajo tierra son de mampostería de block de concreto o piedra ligada con mortero a base de cemento y arena.
- **Paredes:** Son de mampostería de block de concreto y forman parte de sistema de estructural. Las paredes de mampostería pueden ser construidas sin reforzamiento, parcialmente confinadas, o confinadas con elementos de concreto reforzado verticales (mochetas) y elementos de concreto reforzado horizontales (vigas y soleras). Este Manual también considera paredes con reforzamiento interno (pines, o bastones), pero estos no reemplazarán las mochetas confinantes.
- **Losas de piso y cubiertas:** Losas sólidas, losas aligeradas de concreto armado con viguetas y bovedillas, las cubiertas también pueden estar construidas de lámina metálica liviana sobre una estructura de madera o de perfiles metálicos livianos.

→ Si el edificio en cuestión no cumple con los criterios de aplicabilidad descritos arriba, no podrá ser evaluado y reforzado mediante este Manual.

1.4 FUNDAMENTACIÓN DEL MANUAL Y CRITERIOS DE DESEMPEÑO

Este manual está basado en NSE-6-2018, *Evaluación y Rehabilitación de Obras Existentes* y en la norma estadounidense ASCE 41-13 *Seismic Evaluation and Rehabilitation of Existing Buildings*. Los procedimientos han sido desarrollados para ser consistentes con los utilizados por el *Manual Para Diseño de Mampostería Sismo-Resistente de Block* de AGIES.

El nivel de comportamiento estructural que resulta de la aplicación de este manual es el de la *protección de la vida* (definido como nivel de comportamiento E-3 en NSE-6-2018, Sección 5.4, Tabla 5.4-1 y Anexo H) para el sismo básico de diseño (de acuerdo a NSE-6-2018, Sección 5.5), el cual se define como el sismo con 10% de probabilidad de ser excedido en un lapso de 50 años.

Nivel de Comportamiento para Protección de la Vida (E-3) - Desempeño de la edificación que incluye daños a los componentes estructurales durante el sismo considerado en el diseño, de tal manera que: (a) Queda al menos algún margen antes de un colapso estructural parcial o total, y (b) Se pueden producir lesiones, pero el riesgo general de lesiones fatales resultantes del daño estructural se espera que sea bajo.

La Tabla G-1 de la NSE-6-2018, describe el daño esperado en los muros de mampostería concebidos para protección de la vida (E-3).

Con la idea de minimizar la necesidad de reforzar estructuras con deficiencias relativamente pequeñas en relación al nivel de desempeño deseado, un factor de evaluación, C_E , igual a 0.75 es aplicado a las cargas laterales cuando se evalúa una edificación. Este factor toma el valor de 1.0 para el diseño del reforzamiento. Esto es consistente con la práctica histórica en la evaluación de edificios existentes donde se aplica un criterio ligeramente menos exigente que el que se aplica para construcción nueva. Se espera entonces, un grado mayor de daños en construcciones existentes en comparación con los daños esperados para construcción nueva y edificios reforzados de acuerdo a este manual.

El nivel de comportamiento para los elementos no estructurales que este manual adopta es el de reducción de riesgos (N-D, en NSE-6-2018 sección 5.3 y Anexo H), en el cual para elementos no estructurales que presentan alto peligro son asegurados para prevenir su caída en áreas habitables. Se proporcionan criterios específicos para escaleras y cornisas (parapetos) en este manual. Las previsiones para otros elementos no estructurales que no se encuentran normalmente en la típica casa en Guatemala, serán de responsabilidad del propietario.

Nivel de comportamiento para la reducción de riesgos (ND), se define como un estado de daños, post terremoto en el que los elementos no estructurales pueden estar dañados y potencialmente en riesgo de caerse, sin embargo, los elementos no estructurales de alto riesgo están asegurados de manera que no puedan caer en áreas habitadas. El aseguramiento de las salidas, la protección de sistemas contra incendios, y situaciones similares de seguridad de vidas no están consideradas en este nivel de comportamiento no estructural.

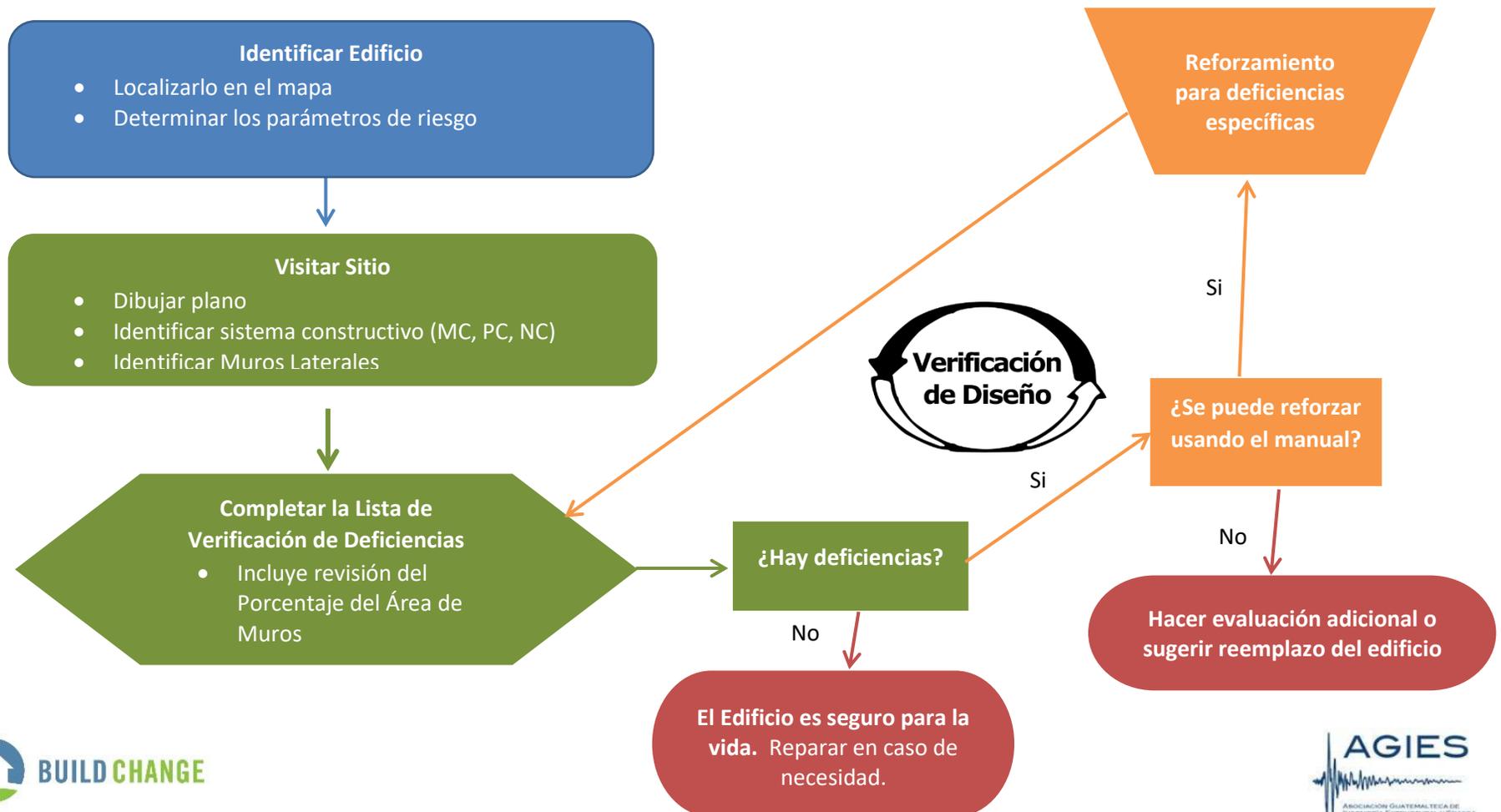
Se espera que la mayor parte de los edificios rehabilitados de acuerdo a este estándar se comporten de acuerdo a los niveles deseados una vez sometidos a los sismos para los que se han diseñado. Sin embargo, ajustarse a este estándar no garantiza el comportamiento; sino que representa el estándar actual de la práctica de diseño para ese comportamiento. La práctica de Ingeniería Sísmica evoluciona rápidamente, y nuestra

SECCIÓN 1 – INTRODUCCIÓN

comprensión del comportamiento de edificios sometidos a fuertes sismos, así como nuestra habilidad de predecir su comportamiento está avanzando.

1.5 CÓMO UTILIZAR EL MANUAL

El proceso de evaluación y reforzamiento estructural es un proceso cíclico subdividido en tres fases. En la primera fase se identifican la edificación y los parámetros de riesgo. Luego, se realiza la evaluación de la edificación, incluyendo la visita a terreno y completar la lista de verificación de deficiencias descrita en este manual. La tercera fase consiste en el diseño del reforzamiento estructural para subsanar las deficiencias identificadas. El usuario entonces vuelve cíclicamente al segundo paso para aplicar la lista de verificación de deficiencias al diseño reforzado para verificar que ya no hay deficiencias por subsanar.



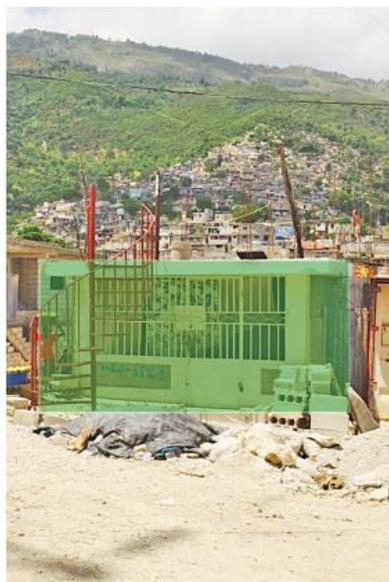
SECCIÓN 1 – INTRODUCCIÓN

1.6 CONSIDERACIONES PARA EXPANSIONES FUTURAS AL DISEÑAR UN REFORZAMIENTO

Si el propietario tiene intenciones de realizar una ampliación a futuro, añadiendo un piso adicional a la edificación, se deben tomar consideraciones en el proceso del reforzamiento. En ningún caso se debe permitir la ampliación de una edificación que ha sido reforzada, más allá del número de pisos descritos el Ítem 3.3, número de niveles, de la lista de verificación de deficiencias, según el sistema constructivo y la sismicidad aplicable a la estructura.

Ya sea que se haga la ampliación vertical inmediatamente o en el futuro, se recomienda que un profesional calificado sea contratado para el diseño. Es responsabilidad del profesional evaluar y determinar la factibilidad de la ampliación para cada caso específico. Dicho profesional debe considerar diversos factores, como las condiciones del suelo, las características de la cimentación, y la configuración del sistema estructural de la edificación y su capacidad para soportar la carga adicional debido a la ampliación. Los sistemas de resistencia lateral y vertical de la ampliación vertical deben ser siempre compatibles con los que se encuentran en la estructura existente debajo, y deben estar alineados en su configuración para mantener la continuidad vertical de los elementos estructurales.

→ Los procedimientos de este manual pueden utilizarse para revisar la capacidad del sistema lateral de resistir las cargas sísmicas de una ampliación vertical modificando los factores de nivel (C_i), e incrementando el número de niveles, N , utilizado en el cálculo de área de paredes, reflejando la situación futura una vez realizada la ampliación vertical. Adicionalmente debería aplicarse la lista de verificación de deficiencias a la vivienda considerando la ampliación futura, para asegurar que el desarrollo progresivo no creará deficiencias nuevas.



De izquierda a derecha:

- 1 –Reforzamiento en casa existente
- 2 –Construcción de ampliación vertical
- 3 – Ampliación segura

2 EVALUACIÓN: LA REALIZACIÓN DE UNA VISITA AL SITIO

Una parte esencial de la evaluación sísmica y del proceso de reforzamiento es la visita del sitio para observar y documentar las condiciones y dimensiones de la edificación existente.

2.1 PREPARACIÓN

Preparar la visita de campo con anticipación. Para una mejor eficiencia del tiempo requerido en la visita de campo, se recomienda que ésta se realice en equipos de dos personas.

Información a recopilar previo a la visita, si es posible:

- Determinar los parámetros sísmicos de acuerdo a la ubicación geográfica de la edificación (ver anexo B).
- Peligros potenciales del sitio, de Estudio de Sitios Peligrosos.
- Amenaza de inundación, de mapas de INSIVUMEH.
- Coordinar la visita con el propietario, así el propietario puede estar presente durante la visita y disponible para responder preguntas.

Materiales a disponer durante la visita a terreno:

- Este Manual
- Lista de verificación de deficiencias en papel o electrónica
- Hoja en blanco con formato para plano
- Tablero, libreta y lápices o bolígrafos
- Cámara
- Escáner para detectar "pines" o soleras intermedias internas.
- Cinta métrica
- Casco
- Calzado resistente o botas
- Receptor GPS (en ausencia de tableta electrónica) o teléfono con GPS
- Pala, barra de refuerzo de 12mm, martillo

SECCIÓN 2 – EVALUACIÓN: LA REALIZACIÓN DE UNA VISITA AL SITIO**2.2 DIBUJAR PLANOS**

Durante la visita en terreno, tome las dimensiones de la edificación y dibuje los planos de planta existentes. Dichos planos deberán ser trazados según lo siguiente:

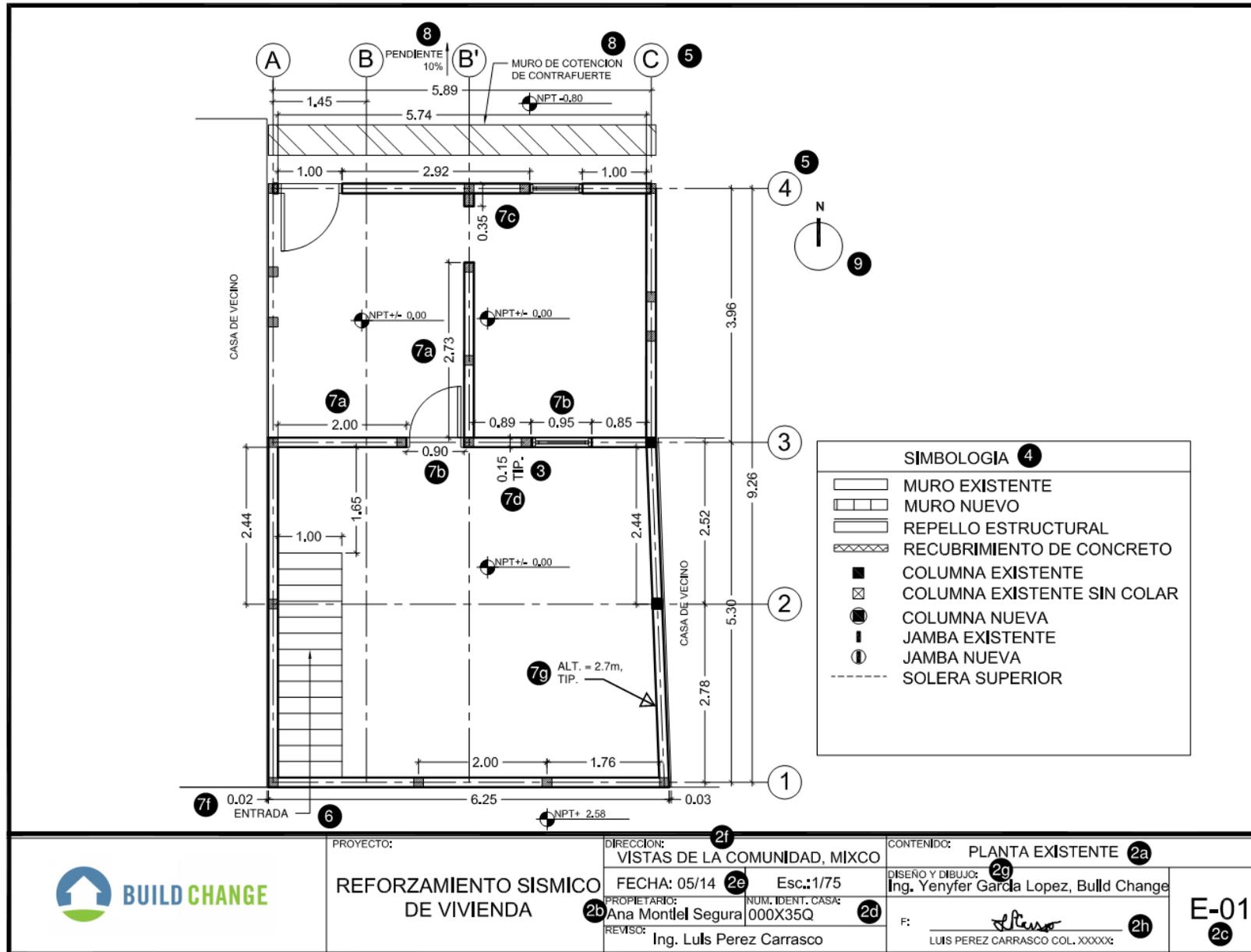
1. Comience con una cuadrícula y una escala aproximada (ej. 2 cm = 1 m). El plano no tiene que estar a escala estrictamente, pero es bueno tener una guía.
2. Llene la información del módulo con lo siguiente:
 - a. Contenido (describiendo el plano y el nivel), por ejemplo “Planta Primer Piso”.
 - b. Nombre del propietario.
 - c. Número de hoja (E para existente, R para reforzamiento), por ejemplo, E-1, E-2, E-3, etc.
 - d. Número de identificación de la casa (cuando es aplicable).
 - e. Fecha.
 - f. Dirección de la casa.
 - g. Nombre de la persona que hace la evaluación y el diseño.
 - h. Nombre, número de colegiado, y firma del ingeniero responsable.
3. Dibuje el plano de planta existente. Asegúrese de indicar y dibujar las paredes con su respectivo espesor (no como líneas simples)
4. Utilice la simbología correcta del cuadro para representar los elementos de la estructura.
5. Agregue líneas para los ejes de las paredes, usando números para una dirección y letras para la dirección perpendicular.
6. Indique la posición del frente de la edificación.
7. Indique las dimensiones siguientes en cada plano (como mínimo se deben dibujar las plantas de cada piso y una planta de techo)
 - a. Longitud de paredes (indicando en qué lado de la pared se ha tomado la cota).
 - b. Longitud y ubicación de vanos de puertas y ventanas.
 - c. Posiciones y tamaños de columnas.
 - d. Espesor de paredes, especialmente cuando hay paredes de distintos espesores.
 - e. Longitud de las placas de concreto, aleros de techos, y balcones.
 - f. Distancia de separación de edificaciones colindantes para todos los lados de la edificación donde corresponda.
 - g. Altura total de paredes para cada nivel, y alturas de paredes de media altura.
 - h. Altura de parapetos (cornisas).
8. Anote cualquier otra información relevante del edificio o el sitio, como la pendiente del terreno, presencia de laderas cercanas a la edificación, ubicación de caminos adyacentes, etc.
9. Indicar el norte mediante una flecha.

SECCIÓN 2 – EVALUACIÓN: LA REALIZACIÓN DE UNA VISITA AL SITIO

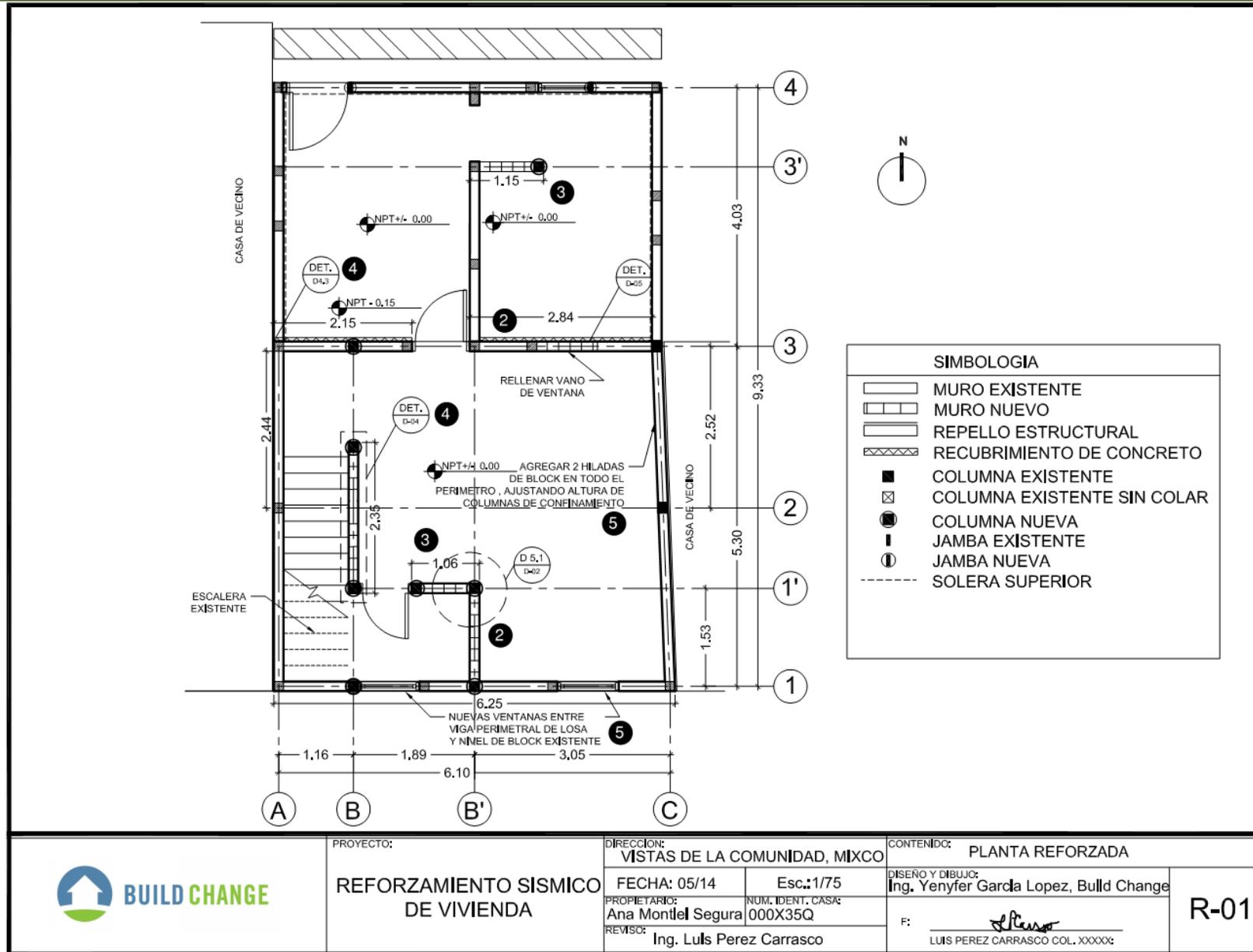
Después, para los planos del diseño de reforzamiento (si los hay), considerar lo siguiente:

1. Comience con los pasos de 1-6 de Planos Existentes.
2. Dibuje los elementos de reforzamiento, usando la simbología correcta.
3. Agregue las cotas de los nuevos elementos.
4. Agregue los llamados a los detalles correspondientes indicando el número de página correcto.
5. Indique toda otra información importante sobre el reforzamiento, como los elementos a demoler en la planta.

SECCIÓN 2 – EVALUACIÓN: LA REALIZACIÓN DE UNA VISITA AL SITIO



SECCIÓN 2 – EVALUACIÓN: LA REALIZACIÓN DE UNA VISITA AL SITIO



2.3 IDENTIFICA EL TIPO DE CONSTRUCCIÓN

Tal como se menciona en la sección 1.3 Aplicabilidad, este manual se enfoca en la típica casa de mampostería de block guatemalteca. Para los propósitos de este manual, las casas se clasifican en dos grupos de acuerdo a su sistema estructural: Mampostería Confinada (MC) y Parcialmente Confinada / No Confinada (PC/NC). Ambos tipos de edificaciones, MC y PC/NC, pueden tener las características descritas en la sección 1.3 (cimentación, losa, techos, etc.), no obstante, la diferenciación entre ambos sistemas estructurales se relaciona con la ubicación y cantidad de elementos de concreto reforzado o confinamiento (mochetas y soleras). Es muy importante que durante la visita a terreno, la ubicación de las mochetas y soleras sea determinada y registrada para que la edificación existente pueda ser clasificada y la calidad de la construcción evaluada.

- ➔ El tipo de construcción del edificio se clasificará en cada nivel y en cada dirección (longitudinal y transversal), y se señalará en el plano. Todas las paredes en una dirección dada deben ser de MC para ser clasificadas así, en caso contrario se deberá asumir un sistema estructural tipo PC/NC.

Una edificación tipo MC, para que así sea clasificada, debe tener mochetas en todos los extremos de las paredes estructurales, en sus intersecciones, y en los lados de las aberturas para las puertas. También las paredes deben tener mochetas intermedias ubicadas en los bordes de las ventanas. Y una solera deberá estar presente a nivel de techo, a nivel de piso, y en pisos elevados. Si un muro tiene todos esos elementos en cada ubicación requerida, el sistema estructural puede clasificarse como CM. Una casa con muy buena calidad de mampostería confinada (MC) tendrá también una solera intermedia a media altura del muro. Cuando una casa le falta alguna mocheta o solera, se considera un sistema estructural parcialmente confinado, y si no tiene ningún elemento confinante clasifica como sistema no confinado (NC) que es poco común. Casas con presencia parcial de elementos reforzados o ausencia de ellos puede ser clasificada como PC/NC.

Las edificaciones en mampostería confinada generalmente se comportan mejor en terremotos debido a que los elementos de concreto ayudan a mantener la pared junta durante el movimiento y se controlan más los daños en la mampostería. Las edificaciones nuevas tipo PC/NC normalmente no son permitidas en zonas de alta sismicidad.

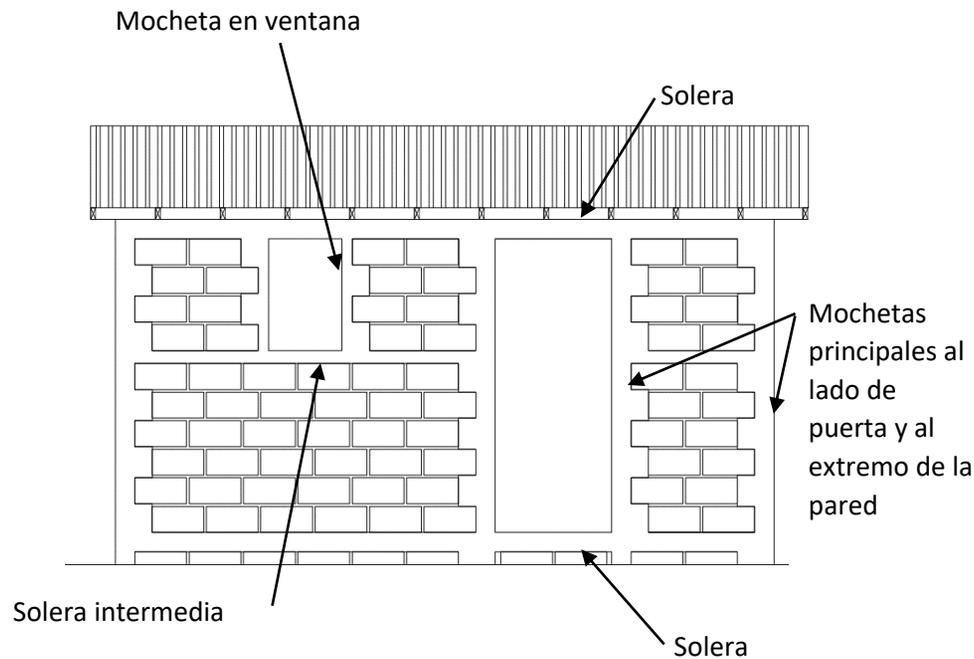
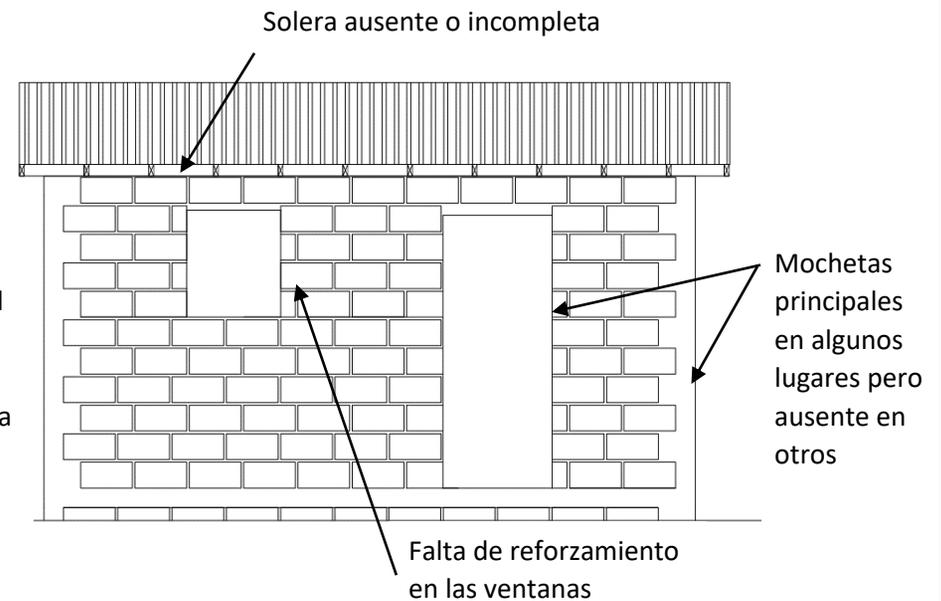


Casa construida en mampostería confinada.
Fuente: *MANUAL PARA DISEÑO DE MAMPOSTERÍA SISMO-RESISTENTE DE BLOCK*, AGIES DSE 4.01-2014



Casa construida en mampostería parcialmente confinada (Falta solera a nivel de techo)

SECCIÓN 2 – EVALUACIÓN: LA REALIZACIÓN DE UNA VISITA AL SITIO

**Casa de Mampostería Confinada****Casa de Mampostería Parcialmente Confinada****(o no confinada, si no hay elementos reforzados)****Mampostería Confinada**

- Las paredes son construidas primero, luego los elementos de concreto reforzado que las confinan
- Hay soleras a nivel de piso, pisos elevados, y a nivel de techo
- Mochetas principales colocadas en los extremos de las paredes, en las esquinas, en las intersecciones, y a los lados de las puertas
- Mochetas intermedias a cada lado de las ventanas

Mampostería Parcialmente Confinada o No Confinada

- Las paredes están hechas de blocks y no hay presencia de mochetas o bien faltan algunas en lugares donde se requieren
- Los refuerzos para ventanas no existen para algunos o todos los casos
- Los refuerzos para puertas no existen para algunos o todos los casos
- La solera superior no existe o bien está incompleta

3 EVALUACIÓN: LISTA DE VERIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS (CHECKLIST)

La lista de verificación de deficiencias es la parte más importante del proceso de evaluación. El Anexo C contiene una copia de la lista de verificación. En ella se suministra una lista de deficiencias sísmicas potenciales que se sabe han causado colapsos de edificios. Lea cada enunciado cuidadosamente y anote sus comentarios en la columna de observaciones para cada ítem:

- C** **Conforme** – Haga esta selección cuando sus observaciones concuerden con el enunciado de la lista.
- NC** **No-Conforme** – Haga esta selección cuando sus observaciones no concuerden con el enunciado de la lista. Los ítems no conformes deben ser corregidos mediante la propuesta de reforzamiento.
- N/A** **No Aplicable** – Haga esta selección cuando el enunciado de la lista no sea aplicable al edificio en evaluación. Los ítems no aplicables no se toman en consideración en la evaluación de la seguridad sísmica del edificio.

El usuario siempre tiene la opción de hacer una evaluación más detallada para intentar pasar un ítem de No-Conforme a Conforme. Esta es una mitigación de no conformidad que requiere una evaluación adicional. El ingeniero que pudiera incurrir en esta evaluación podrá hacerlo usando normas recomendadas por AGIES.

Algunos ítems en calidad de No-Conforme necesitarán automáticamente una revisión o análisis más detallado o requerirán de información adicional de parte de un ingeniero profesional especializado, por ejemplo en casas que se localizan en sitios con pendientes muy fuertes. Esos ítems están indicados con el símbolo: **!**

LISTA SECCIÓN 1.0: AMENAZAS GEOLÓGICAS DEL SITIO

Estudiar el sitio donde la casa está construida para verificar si es seguro. Si el sitio no es en sí seguro, el reforzamiento sísmico de la casa puede no estar aportando en la seguridad de la misma.

ÍTEM DE LISTA 1.1: RUPTURAS POR FALLAS SUPERFICIALES !

El sitio no deberá estar localizado en un área susceptible a rupturas por fallas superficiales.

Seleccione CONFORME si:

- El sitio está retirado por al menos 60m de una falla conocida.
-
- Durante terremotos pasados no hubo indicios en fallas superficiales producidas por estos, como por ejemplo “abombamiento del terreno” en la superficie o colapsos súbitos en ciertas áreas o avistamientos de fallas tipo escarpe en el terreno o desplazamiento vertical u horizontal de suelo evidenciado por rejas o cercos perimetrales.
- Seleccione NO-CONFORME, si el sitio está a menos de 60m de una falla conocida, o ha habido evidencia de fallas superficiales en el pasado.



Fuente: LGU Filipinas

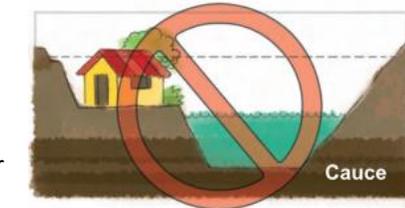
Para información adicional sobre fallas superficiales en edificaciones de baja altura, referirse a *NSE-4-2010, sección 2.1.1.*

ÍTEM DE LISTA 1.2: INUNDACIÓN !

El sitio no debe estar localizado en un área susceptible a inundaciones por ríos, canales o vulnerable a marejadas.

Seleccione CONFORME si:

- La casa está localizada lejos de una zona inundable conocida. Referirse a los mapas de amenaza de inundación en el sitio web de CONRED:
- http://www.conred.gob.gt/www/index.php?option=com_content&view=article&id=4904&Itemid=830
-
- La casa está localizada a los menos 10 metros alejada de ríos, canales o cañadas que pueden aumentar su nivel de agua y causar inundaciones.
-
- La casa no está localizada en un área baja adyacente al océano.



Fuente: Cartilla de Diseño Estructural de Mampostería Reforzada para Albañiles y Constructores, Trocare et al., 2015.

Seleccione NO-CONFORME si el sitio está localizado en un área inundable como las descritas anteriormente.

Para información adicional sobre amenaza de inundación, referirse a *NSE-4-2010, sección 2.1.2.*

ÍTEM DE LISTA 1.3: LICUEFACCIÓN !

La casa no se encuentra ubicada en un suelo susceptible a la licuefacción o que ha mostrado evidencia de licuefacción en terremotos pasados.

Seleccione CONFORME si:

- No ha ocurrido licuefacción en el sitio o en sitios adyacentes con suelos similares

Y

- El sitio no se encuentra en zonas susceptibles a la licuefacción conocidas. Referirse a mapas de INSIVUMEH en

http://www.insivumeh.gob.gt/Mapa_Amenaza_sismica.html

O

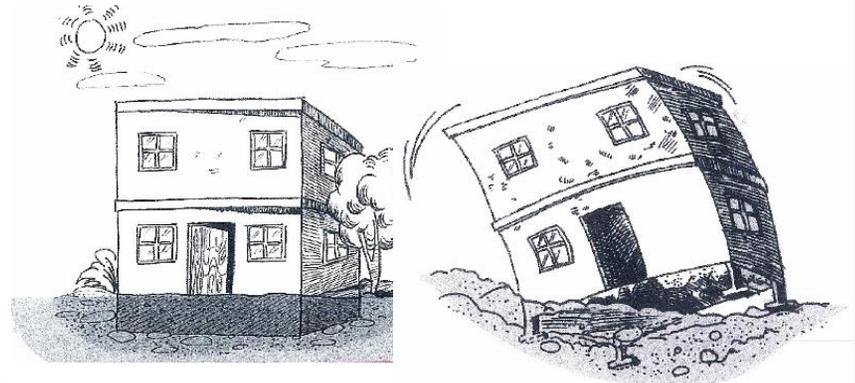
- El suelo se compone de roca, arcillas de compacidad o limo, o si está compuesto por arena, limo o grava, tendrá una proporción de arcilla superior al 20%

O

- El nivel freático de la napa subterránea se encuentra más profundo que 15 m. Esto puede ser constatado mediante el nivel de agua en pozos cercanos o cualquier otro medio

O

- Acceder al suelo a través de una excavación con una profundidad que le permita alcanzar el nivel de cimentación. Empujar una barra de 12mm de diámetro en el suelo, si la barra no puede ser introducida más de 15 cm, es CONFORME.



Fuente: Guide de bonnes pratiques pour la construction de petits bâtiments en maçonnerie chaînée en Haïti, MTPTC, Septiembre 2010

Es NO-CONFORME si el área ha experimentado licuefacción en el pasado o si se encuentra en una zona susceptible a la licuefacción conocida, o si no cumple ningún de los criterios arriba expuestos.

Para información adicional respecto al potencial de licuefacción, referirse a *NSE-2.1-2018, sección 9.3*.

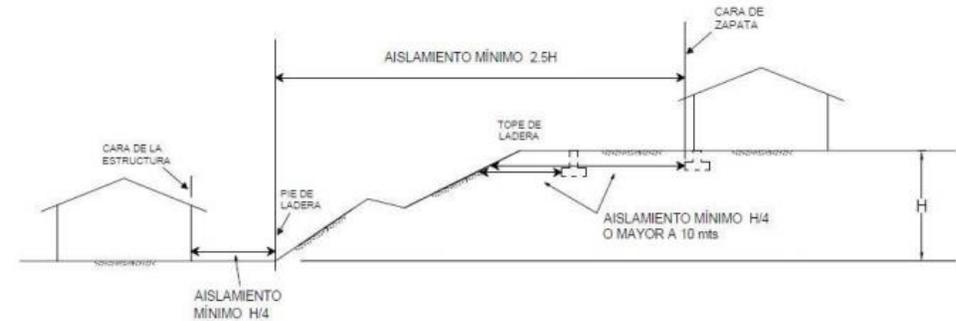
ÍTEM DE LISTA 1.4: FALLA DE LADERA !

La vivienda está localizada en un lugar a una distancia segura de laderas pronunciadas y la pendiente hacia abajo de la vivienda no tiene una pendiente superior al 30%.

Distancia a Laderas Vecinas

Seleccione CONFORME si la distancia a la ladera vecina concuerda con los requerimientos de la NSE-2.1-2018 Figura 6.2.12-1.

Seleccione NO-CONFORME si la distancia a la ladera vecina es menor a lo requerido por la NSE-2.1-2018 Figura 6.2.12-1.



NSE-2.1-2018, Figure 6.2.12-1, Distancia mínima para ubicación del proyecto desde el borde del barranco

Pendiente del terreno

Seleccione CONFORME si:

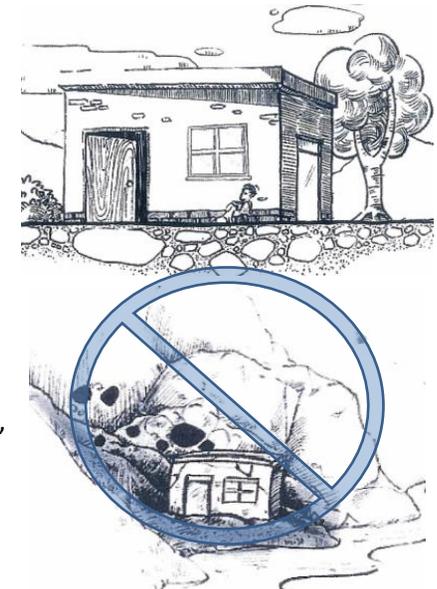
- El sitio no se encuentra ubicado en una zona de amenaza de susceptibilidad dinámica al deslizamiento alta conocida. Referirse a los mapas de amenaza de CONRED en: http://conred.gob.gt/www/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=119&Itemid=1118oi

Y

- La pendiente del sitio no es superior al 30%

Es NO-CONFORME si el sitio se encuentra localizado en una zona con amenaza de remoción en masa alta o muy alta, o si la pendiente del sitio es mayor al 30%.

Para información adicional respecto al riesgo por deslizamiento en laderas, referirse a NSE-4-2010, sección 2.1.4.



Fuente: Guide de bonnes pratiques pour la construction de petits bâtiments en maçonnerie chaînée en Haïti, MTPTC, Septiembre 2010

ÍTEM DE LISTA 1.5: MUROS DE CONTENCIÓN DEL SITIO !

Los muros de contención sin refuerzo (de gravedad con 40cm espesor mínimo) que soporten directamente la estructura no podrán tener una elevación superior a 2.0m sin refuerzo adicional. Todos los sistemas de muros de gravedad sólidos deberán contar con perforaciones de drenaje (lloraderas).

Seleccione CONFORME si alguna de las proposiciones siguientes es verdadera:

- No existen ni se necesitan muros de contención.
- Los muros de piedra simples o muros sin refuerzo que soportan la estructura, no superan 2.0 m de altura y los muros de contención tienen a lo menos 40cm de espesor en su parte superior (corona).
- Todos los muros de contención cuentan con perforaciones de drenaje.

Seleccione NO CONFORME si alguna de las proposiciones siguientes es verdadera:

- Los muros de piedra simples o muros sin refuerzo que soportan la estructura, superan 2.0 m de altura.
- El o los muros de contención tienen un espesor menor a 40cm en su parte superior
- Los muros de contención no cuentan con perforaciones de drenaje.

LISTA SECCIÓN 2.0: CIMIENTOS

Revisar las condiciones de las cimentaciones existentes y las cargas a las cuales están sometidas para determinar si son capaces de resistir un terremoto.

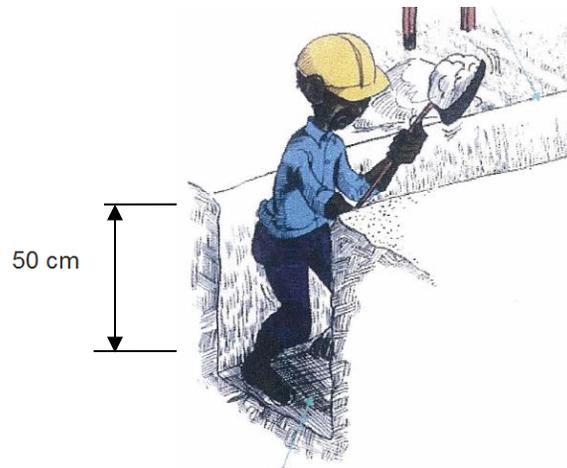
ÍTEM DE LISTA 2.1: CIMENTACIÓN DE PAREDES

Las cimentaciones están construidas con materiales competentes, se encuentran debidamente empotradas en el suelo, y bien conectadas entre ellas y la estructura del edificio.

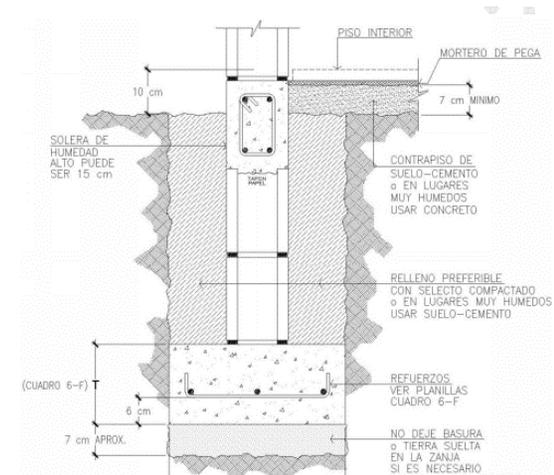
Seleccione CONFORME si todas son verdaderas:

- Las cimentaciones se conforman por una zarpa corrida de concreto reforzado y una pared de cimentación de block, o una pared de mampostería de piedra con cimentaciones de concreto aisladas en las columnas y mochetas.
- Los cimientos están empotrados al menos 50cm por debajo del nivel del suelo.
- La cimentación es continua bajo todas las paredes y en todo el perímetro cuando la pendiente del sitio es mayor a 10% o el edificio está clasificado como MC.
- Todas las columnas y mochetas están conectadas a la cimentación.

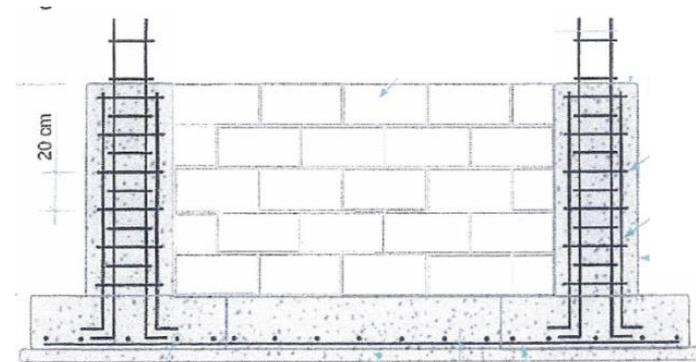
Es NO-CONFORME si cualquiera de los criterios anteriormente expuestos no se cumple.



Fuente: Guide de bonnes pratiques pour la construction de petits bâtiments en maçonnerie chaînée en Haïti, MTPTC, Septiembre 2010



Fuente: MANUAL PARA DISEÑO DE MAMPOSTERÍA SISMO-RESISTENTE DE BLOCK, AGIES DSE 4.01-2014



Para información adicional sobre cimentaciones, referirse a NSE-4-2010, sección 5.1 y Manual de Diseño de Mampostería Sismo-Resistente de Block, AGIES, sección 6.7.

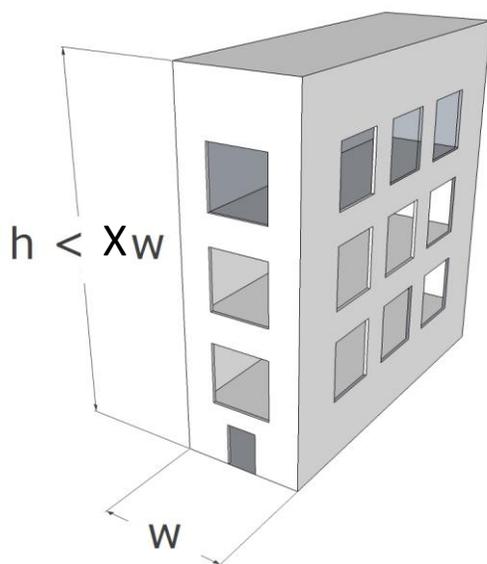
ÍTEM DE LISTA 2.2: DESEMPEÑO DE LOS CIMIENTOS !

No hay evidencia de movimiento en la cimentación o asentamientos diferenciales.

Es NO-CONFORME si hay evidencia de daños en la cimentación y/o edificación u otros indicios de asentamientos diferenciales. Si no hay evidencia alguna es CONFORME.

ÍTEM DE LISTA 2.3: VOLCAMIENTO

La proporción entre la altura total de la edificación (h) y el ancho de la misma (w), h/w , es menor a 1.75 para edificaciones en zonas de media y alta sismicidad, y $h/w < 2.00$ para edificaciones en zonas de baja sismicidad.



Es CONFORME si la altura total de la edificación es menor que X veces la dimensión lateral más angosta, donde X es 1.75 para zonas con media y alta sismicidad, 2.00 para zonas de baja sismicidad.

Para zona sísmica media y alta: $h/w < 1.75 \rightarrow$ CONFORME

Para zona sísmica baja: $h/w < 2.00 \rightarrow$ CONFORME

Donde, h es la altura total de la edificación y w es la dimensión lateral más angosta.

Es NO-CONFORME si la altura total de la edificación excede los valores descritos arriba para cada zona sísmica.

Para información adicional sobre cimentaciones, referirse a *NSE-4-2010, sección 6.1.5.4.*

ÍTEM DE LISTA 2.4: CONEXIÓN ENTRE LOS ELEMENTOS DE LA CIMENTACIÓN

Para sitios en pendiente (pendiente > 10%) y para sitios con suelos blandos, los elementos de sus cimentaciones están interconectados entre sí mediante una losa de concreto reforzado, o mediante cimentaciones con solera continua bajos los muros.

Seleccione CONFORME si:

- La edificación se encuentra en un sitio plano (pendiente < 10%) o en un sitio con suelos duros o firmes.
O
- Todos los elementos de la cimentación se encuentran interconectados mediante una losa de concreto reforzado o todas las paredes tienen una cimentación continua con solera.

Es NO-CONFORME si la edificación se encuentra en un sitio con pendiente (>10%) o el suelo es blando y la edificación no tiene una losa o cimentación con solera continua bajo todas las paredes.

ÍTEM DE LISTA 2.5: DETERIORO

No habrá evidencias de que los elementos de la cimentación tengan deterioro excesivo debido a la corrosión, ataque de sulfatos, descomposición de materiales u otras razones que pudieran afectar la integridad o resistencia de la estructura.

Seleccione CONFORME si:

- La cimentación está en buen estado sin indicios de deterioro.

Es NO-CONFORME si hay evidencias de deterioro en la cimentación.

LISTA SECCIÓN 3.0: SISTEMA CONSTRUCTIVO

En esta sección se verifica que el sistema estructural de la edificación cumple los requerimientos de este manual.

ÍTEM DE LISTA 3.1: MATERIALES !

Los materiales utilizados para los sistemas de cargas de gravedad y de cargas laterales son de concreto reforzado y mampostería de concreto. Un sistema liviano de madera y lámina metálica puede estar presente, pero sin exigencia sísmica.

Es CONFORME si la edificación está compuesta sólo por los materiales que arriba se mencionan.

Es NO-CONFORME si la edificación está construida con materiales distintos a los que arriba se mencionan.



Fuente: Cartilla de Diseño Estructural de Mampostería Reforzada para Albañiles y Constructores, Trocare et al., 2015.

ÍTEM DE LISTA 3.2: LÍNEA DE CARGA

Las siguientes condiciones se cumplen:

- Un mínimo de dos ejes distintos de muros es necesario en cada dirección; un eje adicional de muros es necesario por cada 4.5m de espacio.
- Los muros que se incluyan en la resistencia lateral deberán tener una longitud de al menos 1.2m.
- Los muros paralelos no tendrán más de 4.5m de distancia entre ellos.
- Las paredes están conectadas arriba y abajo a losas mediante vigas de concreto reforzado continuas, soleras, las cuales se encuentran centradas respecto a los ejes de las paredes. Las soleras serán construidas de manera integral con la losa donde hay losa.

Es CONFORME si se cumplen todas las condiciones arriba mencionadas.

Es NO-CONFORME si una o más de las condiciones arriba expuestas no cumplen.

ÍTEM DE LISTA 3.3: NÚMERO DE NIVELES

Para casas clasificadas como mampostería confinada (MC) el máximo número de pisos permitido es tres. Para casas clasificadas como mampostería parcialmente o no confinada (PC/NC), el máximo número de pisos permitido es uno en zonas de alta sismicidad, y dos en zonas de sismicidad media o baja.

MC en cualquier zona sísmica	≤	3 pisos	→	CONFORME
PC/NC en zona sísmica media o baja	≤	2 pisos	→	CONFORME
PC/NC en zona sísmica alta	≤	1 piso	→	CONFORME

Es CONFORME si la edificación sólo tiene un piso, o si es de dos pisos y está localizada en zona de sismicidad media o baja, o si clasifica como MC, o si es de tres pisos y es clasificada como MC.

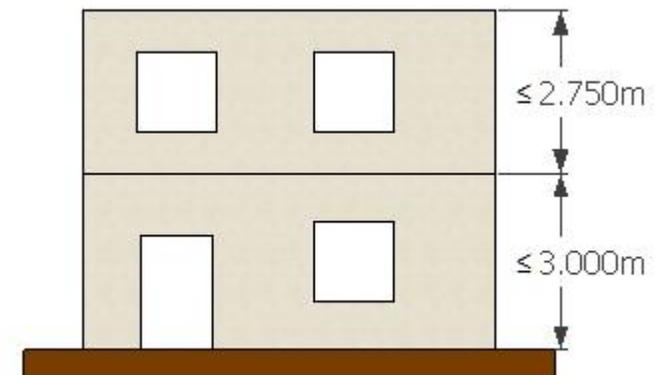
Es NO-CONFORME si la edificación supera los límites de pisos arriba expuestos.

ÍTEM DE LISTA 3.4: ALTURA DE PISOS !

El primer piso no tiene una altura superior a 3m, y los pisos superiores no superan los 2.75m de altura cada uno.

Es CONFORME si la altura de piso cumple con los requerimientos arriba expuestos.

Es NO-CONFORME si la altura de piso a algún nivel supera los límites arriba expuestos.



ÍTEM DE LISTA 3.5: CARGA

El peso sísmico promedio (1.0xD) de cada nivel, incluyendo la carga tributaria de paredes, no excede aproximadamente 665kgf/m² (1500 lbf/m²).

Es CONFORME si el peso del edificio y sus componentes cumplen con la descripción de una típica casa descrita en este manual y no existen cargas gravitacionales adicionales o distribuciones de masa no convencionales.

Es NO-CONFORME si el peso del edificio y sus componentes es significativamente mayor a los arriba expuesto, o existen distribuciones de masa no convencionales (grandes masas concentradas en puntos específicos en las plantas o áreas de la edificación).

ÍTEM DE LISTA 3.6: SISTEMA DE PISO Y CUBIERTA !

Los sistemas de pisos elevados y de cubierta son del tipo común en Guatemala (losas macizas de aproximadamente 12cm de espesor o losas de concreto armado con viguetas y bovedillas de aproximadamente 15cm de espesor). Las cubiertas también pueden ser de materiales livianos, como madera y lámina metálica. Si las viguetas tienen elementos de concreto prefabricado en su cara inferior, esos elementos no pueden estar en forma continua en toda la longitud de la pared, dichos elementos deben tener interrupciones y no ser continuos de manera de permitir una buena conexión entre la pared y la losa de concreto presente en su nivel superior.

Es CONFORME si todas las losas de pisos elevados y techos cumplen con las restricciones arriba descritas.

Es NO-CONFORME si cualquiera de las losas de pisos elevados o techos no cumple con los requisitos arriba descritos, como por ejemplo el uso de elementos de concreto prefabricado en pisos o placas de piso de madera en pisos elevados.

ÍTEM DE LISTA 3.7: PAREDES

Las paredes están construidas de unidades de concreto con arena y mortero de cemento con no menos de 14cm de espesor y un 50% - 55% de área solida neta.

Es CONFORME si las paredes tienen un espesor de a lo menos 14cm y están construidas en mampostería de block de concreto.

Es NO-CONFORME si las especificaciones de las paredes no cumplen con lo descrito arriba.



Blocks de concreto típicos.

Fuente:
MANUAL PARA
DISEÑO DE
MAMPOSTERÍA
SISMO-
RESISTENTE DE
BLOCK, AGIES
DSE 4.01-2014

ÍTEM DE LISTA 3.8: VOLADIZOS

Los muros perimetrales de los niveles superiores no están soportados por voladizos o aleros que se extiendan desde las paredes exteriores inferiores más allá del 50% del espesor de la pared, o 20 cm (el que sea mayor). Este enunciado no aplica a edificaciones de un solo nivel.

Es CONFORME si las paredes del piso superior se alinean con las del piso inferior, con menos de 20cm o la mitad del espesor de la pared de desfase (el que sea mayor)

Es NO-CONFORME si el desfase horizontal entre la pared del piso superior y la pared del piso inferior es mayor a lo descrito arriba.



Fuente: Cartilla de Diseño Estructural de Mampostería Reforzada para Albañiles y Constructores, Trocare et al., 2015.

ÍTEM DE LISTA 3.9: DAÑOS

La estructura no tiene daños producidos por sismos ni eventos climáticos, en las paredes de mampostería ni en el sistema de cubierta.

Es CONFORME si no se evidencia daño en la estructura, como fisuras o grietas debido a sismos.

Es NO-CONFORME si hay daño presente en la estructura de la casa, como en paredes, losas, vigas, soleras, columnas, o mochetas.

Los edificios con daños son NO CONFORME, pero pueden ser reparados siguiendo las técnicas descritas en la sección 4 de este manual u otra norma aplicable, para poder ser considerados CONFORME.



Daños producidos por terremoto en casas de mampostería en block de concreto. Posterior a terremoto en Puerto Príncipe, Haití 2010, Haití.

LISTA SECCIÓN 4.0: PAREDES DE MAMPOSTERÍA

Las paredes son el sistema de resistencia lateral primordial en este tipo de edificación, dicho sistema es el que ayuda a la casa a resistir la acción del sismo. Es entonces importante que las paredes sean construidas adecuadamente y que haya suficientes en la estructura para hacer edificación fuerte contra sismos.

ÍTEM DE LISTA 4.1: CONFINAMIENTO

Las paredes están ajustadas a las soleras o a las losas de entrepiso y a las columnas o mochetas si éstas no existen. No hay elementos de encofrado o vacíos presentes en las caras inferiores de las losas ni en las soleras.

Es CONFORME si el paño de mampostería de la pared está construido ajustadamente en todo su perímetro a los elementos de concreto reforzado, si los hay.

Es NO-CONFORME si hay vacíos entre el paño de mampostería de la pared y los elementos de concreto reforzado que lo confinan, si los hay, o bien si no hay losa de entrepiso o solera confinante en la parte superior de la pared.

ÍTEM DE LISTA 4.2: VANOS

Puertas, ventanas, y otras aberturas mayores a 0.6m deberán extenderse hasta la solera superior, o deberán contar con un dintel de concreto reforzado. Los dinteles deben extenderse como mínimo 15 cm dentro de la mampostería adyacente, o estar conectados a un elemento vertical de concreto.

Es CONFORME si todas las aberturas en las paredes cumplen los criterios arriba descritos, y los dinteles, si los hay, cumplen los requisitos descritos.

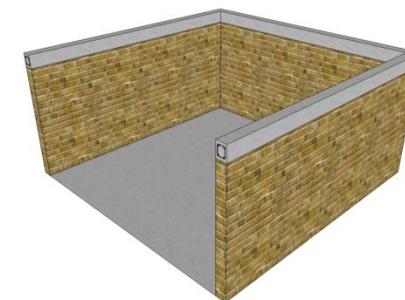
Es NO-CONFORME si cualquiera de las aberturas o dinteles no cumple los requerimientos arriba descritos. Indicar en los planos de levantamiento las aberturas que no cumplan con estos requisitos.

ÍTEM DE LISTA 4.3: SOLERA SUPERIOR

Las edificaciones con techo liviano de lámina metálica cuentan con un elemento de concreto continuo, y con refuerzo de acero en la parte superior de las paredes para transferir fuerzas laterales a las paredes transversales. Las soleras superiores pasan sobre los vanos de las puertas. El sistema de cubierta está firmemente anclado a la solera superior.

Es CONFORME si hay presente una solera en la parte superior de todas las paredes y cumplen los requisitos arriba expuestos.

Es NO-CONFORME si no existe solera en la parte superior de las paredes, o si la solera superior no cumple los requisitos arriba mencionados.



Sección de edificación con viga de solera continua sobre los muros

ÍTEM DE LISTA 4.4: PORCENTAJE DE ÁREA DE PAREDES

El Porcentaje de Área de Paredes existente, PAP_{ex} , es superior al Porcentaje de Área de Paredes Requerido, PAP_{req} (ver tabla abajo) en cada nivel y en cada dirección.

Es CONFORME si el PAP_{ex} para un nivel dado y una dirección dada es igual o superior que su correspondiente PAP_{req} .

Es NO-CONFORME si el PAP_{ex} para un nivel dado y una dirección dada es menor que su correspondiente PAP_{req} .

- ➔ A continuación, se da una descripción general del enfoque. Los Anexos A y B ofrecen información más detallada en caso de ser necesaria. Para ver ejemplos de cálculos detallados referirse a Anexo E.

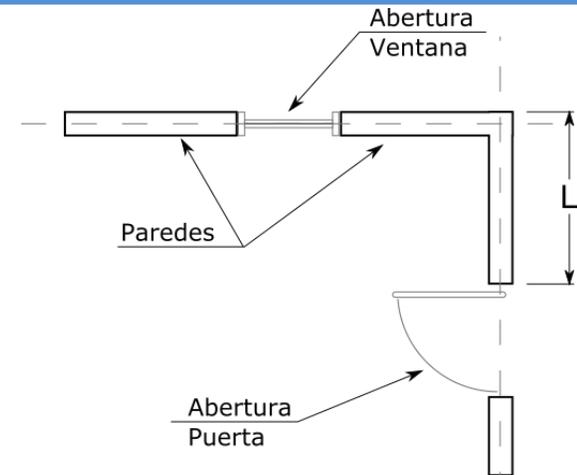
Identificar el tipo de construcción, localización y longitud de paredes

Se clasifica cada nivel y cada dirección horizontal de muros dentro de uno de los dos tipos de construcción previstos. Mampostería parcialmente confinada / no confinada (PC/NC) o Mampostería Confinada (MC). Para cada nivel y dirección todas las paredes deben cumplir los requerimientos de MC para poder ser clasificados así.

SECCIÓN 3 – EVALUACIÓN: LISTA DE VERIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS (CHECKLIST)

Las paredes de mampostería de la edificación se representarán en planta de un extremo a otro extremo de la pared. Un extremo se presenta en las esquinas del edificio, a los lados de las puertas u otras aberturas completas, o en la intersección de dos muros. Los costados de ventanas u otros vanos de más de 0.6m de longitud se designarán también como extremo de pared, interpretándose como segmentos.

- Si todas las paredes de una dirección en un nivel dado cumplen el siguiente requisito de MC entonces se puede considerar que esa dirección a ese nivel es MC, en caso contrario debe clasificarse como PC/NC:
- La longitud mínima para la resistencia lateral es de 1.2m. Se pueden permitir longitudes menores, pero no se pueden tomar en cuenta para el cálculo del Porcentaje de Área de Pared.
- Cada extremo de pared deberá contar con refuerzo de acero. Una columna de cuatro barras se requiere en las esquinas, en las intersecciones de los muros y en cada lado de las aberturas de las puertas y se exige por lo menos una barra a los lados de ventanas.
- Se permiten segmentos de paredes aisladas con una sola columna siempre y cuando su longitud no sea superior a los 0.60m. Estos segmentos no se tomarán en cuenta para el cálculo del Porcentaje de Área de Pared.



Ejemplo de consideración de longitud de pared. Se consideran de extremo a extremo sin contar las aberturas.

Porcentaje de Área de Paredes Existente (PAP_{ex})

Una vez que se han identificado y clasificado los tipos de construcción y las longitudes de las paredes en cada dirección y en cada nivel se puede determinar la densidad (porcentaje) de paredes cortantes EXISTENTE. Esta información se levanta durante la visita de campo tomando la superficie de la losa o el techo sostenido y la superficie de las paredes en cada dirección primaria del edificio. Dividiendo la superficie de muro entre la superficie de la estructura soportada, da como resultado el porcentaje EXISTENTE de área de paredes. Las paredes de mampostería que no cumplan los requerimientos mínimos aquí descritos no pueden ser incluidos en el cálculo de PAP_{ex}. Vea el Anexo A.

No se puede considerar que los repellos de cemento existentes contribuyan a la capacidad de resistencia lateral sin antes confirmar el espesor promedio y el nivel de adherencia a la mampostería del substrato. La contribución de repello existente se incluirá aumentando el espesor de las paredes existentes, y/o la superficie neta, distintamente al repello nuevo de reforzamiento.

SECCIÓN 3 – EVALUACIÓN: LISTA DE VERIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS (CHECKLIST)

Porcentaje de Área de Paredes Requerido (PAP_{req})

Luego, determine el Porcentaje de Área de Paredes REQUERIDO (densidad) para cada nivel y cada dirección horizontal del edificio. Esto se basa en los valores tabulados siguientes, ajustados según los supuestos descritos:

PAP _{req} para sistemas tipo PC/NC*				
NIVEL	# DE NIVELES			NOTAS
	1 PISO	2 PISOS	3 PISOS	
3	-	-	5%	PARA EDIFICACIONES CON ENTREPISOS Y CUBIERTAS PESADAS DE CONCRETO REFORZADO VIGUETAS Y BOVEDILLAS
2	-	5%	8%	
1	5%	7%	10%	
3	-	-	5%	PARA EDIFICACIONES CON CUBIERTAS LIVIANAS DE MADERA Y LAMINA METALICA
2	-	5%	8%	
1	5%	6%	10%	

*Para sistemas tipo MC usar el 40% de los valores descritos en esta tabla, y nunca usar valores menores a 2%

Supuestos y Ajustes:

- La tabla es aplicable para $S_{cd} = 1.0g$ para zonas con sismicidad alta, para otros valores de movimiento del suelo proporcione los valores adecuadamente.
- Los valores tabulados son para construcciones de mampostería parcialmente confinada / no confinada. Para MC usar el 40% de esos valores (2% como mínimo).
- Los valores tabulados son para calidades “promedio” de construcción. Para calidades deficientes de construcción incremente en un 50%. Ver la guía fotográfica del Anexo B.
- La tabla aplica a block tipo D ($f'p = 25 \text{ kg/cm}^2$), ver el Anexo B para ajustes de otras resistencias.
- Estos valores son para evaluación de edificios existentes, incremente en un tercio para evaluar propuestas de diseño de reforzamiento.
- El block es usualmente de 14cm de ancho, tipo DT, aproximadamente 55% sólido, y sin repello. Para otros espesores, porcentajes de área neta, ajuste el Porcentaje de Área de Paredes requerido con la información de los Anexos A y B.

SECCIÓN 3 – EVALUACIÓN: LISTA DE VERIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS (CHECKLIST)

Se puede utilizar la tabla siguiente para calcular la longitud necesaria de muros de 14cm para un Porcentaje de Área de Paredes cortantes requeridos (%) para una superficie dada en una edificación:

Longitud Total de Pared Requerida* (metros), calculado en base al Porcentaje de Área Requerida y el área en planta.														
Área en Planta (m²)	Porcentaje de Área de Pared													
	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%	13%	14%	15%
10	1.4	2.1	2.9	3.6	4.3	5.0	5.7	6.4	7.1	7.9	8.6	9.3	10.0	10.7
20	2.9	4.3	5.7	7.1	8.6	10.0	11.4	12.9	14.3	15.7	17.1	18.6	20.0	21.4
30	4.3	6.4	8.6	10.7	12.9	15.0	17.1	19.3	21.4	23.6	25.7	27.9	30.0	32.1
40	5.7	8.6	11.4	14.3	17.1	20.0	22.9	25.7	28.6	31.4	34.3	37.1	40.0	42.9
50	7.1	10.7	14.3	17.9	21.4	25.0	28.6	32.1	35.7	39.3	42.9	46.4	50.0	53.6
60	8.6	12.9	17.1	21.4	25.7	30.0	34.3	38.6	42.9	47.1	51.4	55.7	60.0	64.3
70	10.0	15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	40.0	45.0	50.0	55.0	60.0	65.0	70.0	75.0
80	11.4	17.1	22.9	28.6	34.3	40.0	45.7	51.4	57.1	62.9	68.6	74.3	80.0	85.7
90	12.9	19.3	25.7	32.1	38.6	45.0	51.4	57.9	64.3	70.7	77.1	83.6	90.0	96.4
100	14.3	21.4	28.6	35.7	42.9	50.0	57.1	64.3	71.4	78.6	85.7	92.9	100.0	107.1

*La Longitud Total de Pared Requerida es para cada dirección en cada nivel para lo que el Porcentaje de Área Requerida fue calculado.

LISTA SECCIÓN 5.0: CONFIGURACIÓN

En terremotos anteriores se ha observado que las edificaciones con malas configuraciones han tenido malos o muy malos comportamientos. Las configuraciones irregulares permiten concentración de tensiones en zonas específicas de la estructura que, en algunos casos, la edificación no es capaz de resistir. Así entonces, verificar que la configuración estructural de la casa sea buena y no irregular es parte de este manual.

ÍTEM DE LISTA 5.1: TORSIÓN

Hay paredes en todos los lados exteriores de la edificación, a no más de un 25% de la cota en planta del borde de la edificación, incluyendo plantas en L y en T.

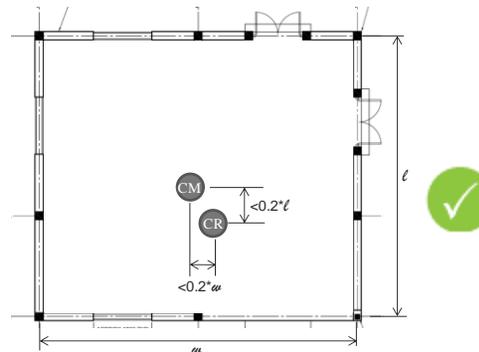
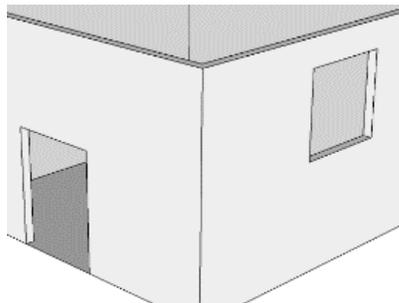
Alternativamente, la distancia estimada entre el centro de inercia y el centro de rigidez, para cada dirección ortogonal, será menor al 20% de la cota menor de la edificación en planta.

Seleccione CONFORME si:

- Hay paredes a todos los lados exteriores del edificio. (dentro del 25% de la dimensión en planta).
- La distancia entre el centro de gravedad y el de rigidez es menor a un 20% de la menor dimensión en planta del edificio.

(Si el edificio no cumple el primer requerimiento, debe realizarse una evaluación más detallada para demostrar la conformidad con el segundo criterio.)

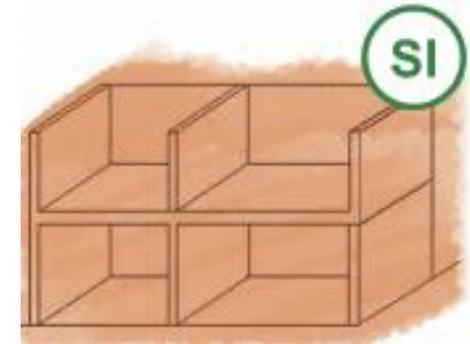
Es NO- CONFORME si la edificación no cumple ninguno de las condiciones arriba mencionadas.



ÍTEM DE LISTA 5.2: DISCONTINUIDADES VERTICALES

En general, las paredes del segundo nivel están ubicadas sobre las del primer nivel. Las paredes del segundo nivel que no estén alineadas con las del nivel inferior, estarán soportadas por alguna de las siguientes, y no tendrán más de 3.0m sin apoyo:

- Columnas aisladas conformes, ver lista de verificación específica para los requerimientos de este ítem (ítem 6.1).
- Paredes perpendiculares que se prolonguen al menos 60cm a cada lado de la pared de arriba.
- Paredes paralelas con por lo menos $\frac{1}{4}$ de la longitud de la pared superior (30cm como mínimo) de traslape con la pared de abajo.



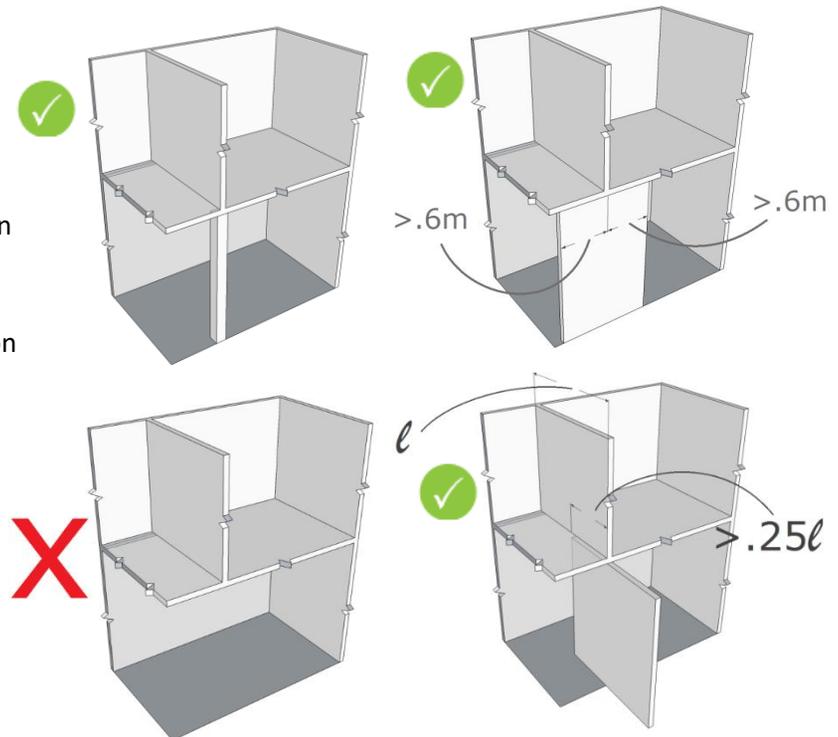
Fuente: Cartilla de Diseño Estructural de Mampostería Reforzada para Albañiles y Constructores, Trocare et al., 2015.

Este enunciado no aplica a edificaciones de un sólo piso.

Es CONFORME si:

- Todas las paredes son continuas hasta su cimentación
- Las paredes en pisos elevados que no son continuas hasta la cimentación son soportadas en cada uno de sus extremos por columnas
- Las paredes en pisos elevados que no son continuas hasta la cimentación están soportadas por debajo por paredes perpendiculares que se extienden a lo menos 60 cm en cada lado de la pared discontinua, o soportado por debajo por paredes paralelas que apoyan a lo menos $\frac{1}{4}$ del muro discontinuo (30 cm mínimo).

Es NO-CONFORME si los criterios mencionados arriba no se cumplen, o las paredes discontinuas no están apoyadas en una losa.



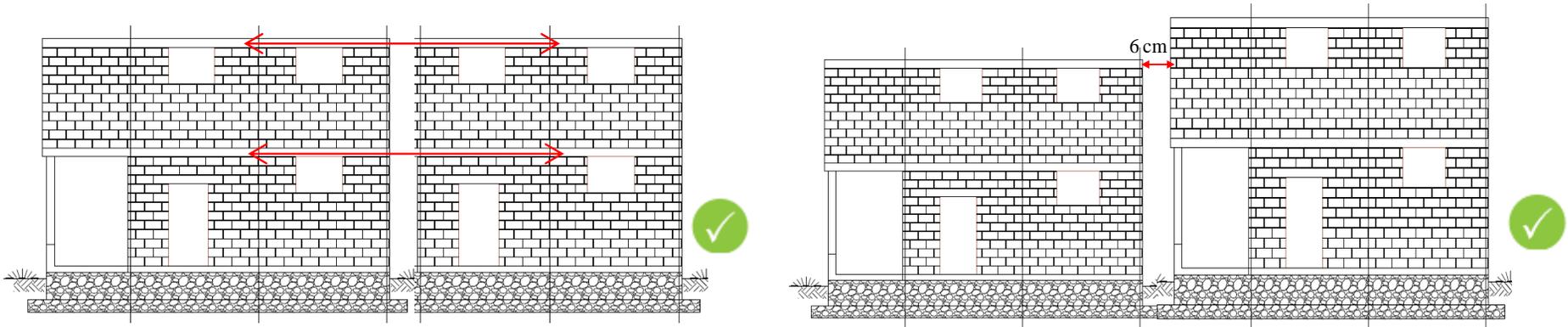
ÍTEM DE LISTA 5.3: EDIFICACIONES ADYACENTES

Si las losas de cubierta y entrepisos de los edificios vecinos no están alineadas verticalmente debe haber una distancia de contacto superior a 3cm para estructuras de un solo nivel, 6cm para dos niveles, y de 9cm para tres niveles. Si las losas de entrepiso y de cubierta están alineadas el ítem está CONFORME.

Es CONFORME si:

- Las placas adyacentes se encuentran alineadas verticalmente.
O
- La distancia entre las edificaciones es por lo menos 3cm para estructuras de un solo nivel, 6cm para dos niveles, y de 9cm para tres niveles.

Es NO-CONFORME si ninguna de las condiciones mencionadas se cumple.



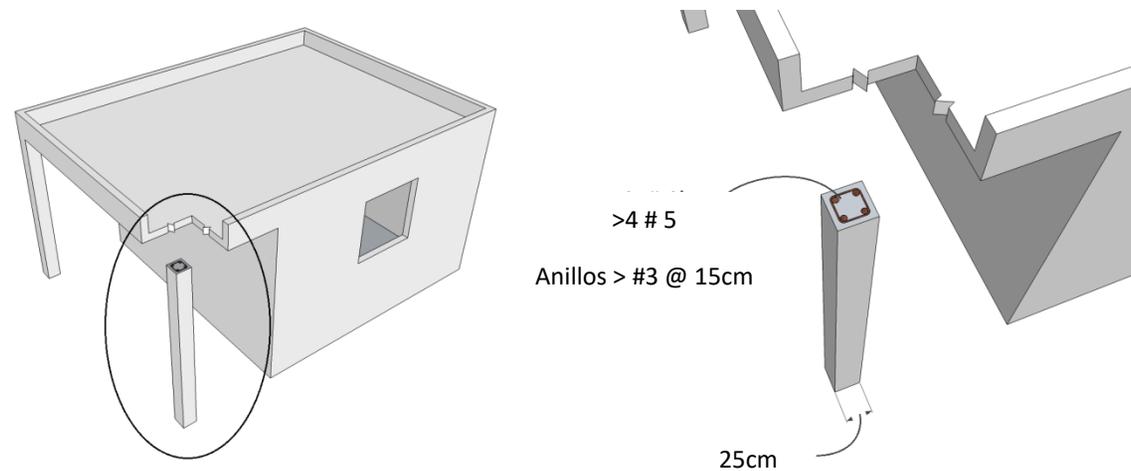
LISTA SECCIÓN 6.0: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Elementos clave de la edificación son también críticos para asegurar un comportamiento para la protección de la vida.

ÍTEM DE LISTA 6.1: COLUMNAS DE CONCRETO AISLADAS

Las columnas aisladas que estén soportando losas de concreto o los tramos de paredes de mampostería discontinuas deberán cumplir los siguientes requerimientos mínimos:

- Las columnas estarán construidas de concreto reforzado, y en buen estado con una altura libre mínima de 1.5m.
- La base de la columna estará conectada al resto del edificio mediante un cimiento corrido o una losa de concreto reforzado.
- Las columnas aisladas cumplirán los requerimientos de MANUAL PARA DISEÑO DE MAMPOSTERÍA SISMO-RESISTENTE DE BLOCK – AGIES DSE 4.01-2014 para las dimensiones mínimas y reforzamiento.

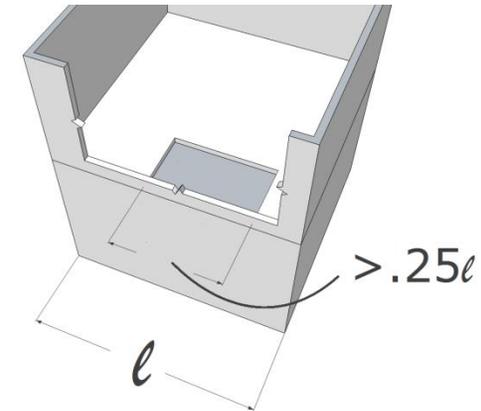


Ejemplo: 1 piso, 2 vigas

ÍTEM DE LISTA 6.2: VACÍOS EN LOSAS CERCA DE PAREDES CORTANTES

Los vacíos en las losas adyacentes a las paredes cortantes deberán cumplir los siguientes requerimientos:

- Los vacíos adyacentes a las paredes cortantes deben medir menos del 25% de la longitud de la pared.
- Los vacíos cercanos a las paredes exteriores no serán mayores a 2.5m en su longitud, y una viga de concreto armado existirá en toda la longitud de la pared adyacente.



Seleccione CONFORME si:

- No hay vacíos en la losa, o sus aberturas están localizadas lejos de las paredes.
O
- Todo vacío en la losa adyacente a pared cortante mide menos que el 25% de la longitud de la pared adyacente.
Y
- Todo vacío en la losa adyacente a una pared perimetral mide menos de 2.5m de longitud, y en esa zona la pared dispone de solera o viga de concreto reforzada.

Es NO-CONFORME si las condiciones arriba expuestas no se cumplen.

ÍTEM DE LISTA 6.3: PARAPETOS (CORNISAS)

No habrá parapetos ni cornisas sin soporte lateral que tengan una relación de altura/espesor superior a 1.5. Los parapetos de mampostería deberán estar en buenas condiciones con sus elementos bien adheridos a la estructura que los soporta.

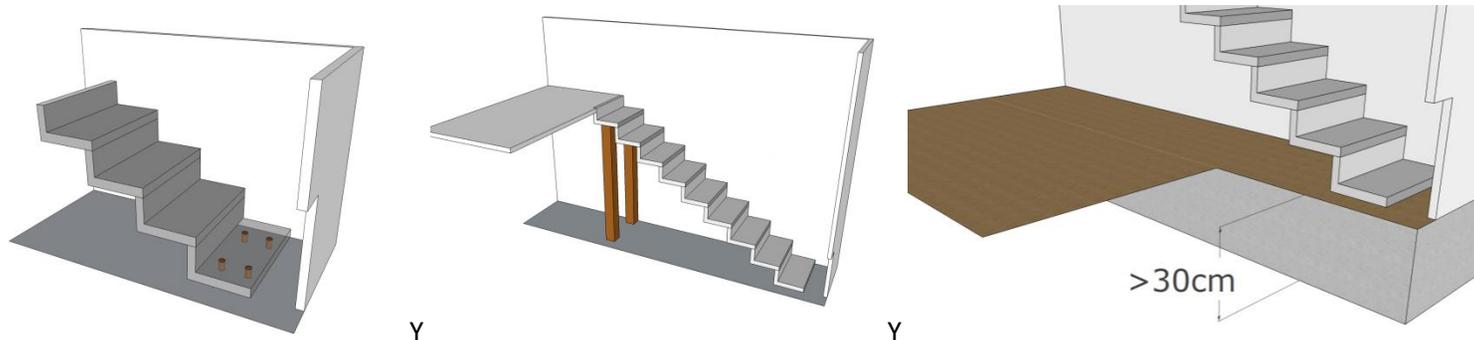
Es CONFORME si los parapetos o cornisas cumplen los requerimientos indicados arriba, para cualquier otro caso es NO-CONFORME.

ÍTEM DE LISTA 6.4: ESCALERAS Y DESCANSOS

Las escaleras (gradas) deberán cumplir todos los requisitos siguientes:

- Las escaleras estarán conectadas a la losa de concreto en cada nivel elevado de la edificación por un descanso continuo de concreto reforzado. Las escaleras no dependerán de las paredes o muros del edificio como forma de apoyo vertical.
- El apoyo vertical de las escaleras y descansos será provisto por columnas aisladas conformes, o muros de mampostería de por lo menos 60cm de longitud.
- La cimentación de las escaleras deberá estar edificada de mampostería de piedra o concreto con un empotramiento en el suelo de por lo menos 30cm. En sitios con una pendiente superior al 10% o en suelos blandos la cimentación de las escaleras deberá ser continua con la del resto de la edificación.

CONFORME:



Es CONFORME si todos los requisitos arriba expuestos se cumplen, en caso contrario es NO-CONFORME.

4 EL DISEÑO DEL REFORZAMIENTO

Al completar la evaluación y ya conociendo las deficiencias, el diseñador identifica un esquema adecuado de reforzamiento para convertir todo lo *NO CONFORME* a *CONFORME*.

- ➔ Para que la edificación cumpla con el Nivel de Comportamiento meta para la Protección de la Vida, todos los ítems deben estar en condición de *CONFORME* al final.

El diseñador tiene siempre la opción de realizar una evaluación más detallada para intentar convertir un ítem *No Conforme* a condición *Conforme*. Eso es una mitigación a través de evaluación adicional. El ingeniero haría esa evaluación utilizando la normativa y los estándares aplicables y vigentes.

Se han previsto técnicas de reforzamiento adecuadas para la mayoría de los ítems de la Lista de Verificación, pero no para todos. Algunos ítems *No Conformes* requerirán de una revisión de ingeniería más detallada o de información adicional por parte de las autoridades, por ejemplo, en edificaciones ubicadas en laderas de alta pendiente.

A menos que los reforzamientos hubiesen sido ordenados por una autoridad competente para alcanzar el nivel de comportamiento para protección de la vida, entonces se consideran técnicamente como una Mejoría Sísmica Voluntaria. Tanto como el diseñador pueda explicar a los propietarios las deficiencias y sus posibles consecuencias, el propietario podrá tomar una decisión informada ya sea para corregir esas deficiencias dentro de su presupuesto, o aceptar el riesgo de no corregirlas todas, o de relocalizar su casa, o de construir una nueva.

4.1 RECOMENDACIONES GENERALES DE REFORZAMIENTO

Las propuestas de reforzamiento deben ser discutidas con el propietario. Es posible que no deseen agregar paredes nuevas, o rellenar vanos de puertas o ventanas, ni demoler un segundo piso. Un enfoque flexible permite diferentes opciones para las diferentes necesidades de los propietarios. Si el reforzamiento se hace de manera voluntaria, el propietario puede escoger hacer sólo una parte, y aceptar algunos riesgos como la licuefacción o deficiencias del sitio. El ingeniero debe informar de esos riesgos y priorizar las opciones de reforzamiento para que el propietario pueda tomar una decisión informada sobre los trabajos a realizar.

Respuestas a preguntas frecuentes y consejos generales sobre el reforzamiento

- Si su proyecto de reforzamiento convierte el sistema a mampostería confinada, el factor m se amplía 2.4 veces, y el Porcentaje de Área de Paredes requerido se reduce significativamente. Esa es una buena manera de reforzar.
- Paredes diagonales (descuadradas). Si el ángulo es leve (por ejemplo menor a 15 grados) normalmente suponemos que actúa en uno de los ejes. Si el ángulo es mayor deberemos considerar los componentes x , y de la longitud en los cálculos.
- Longitud significativa. Las paredes de menos de 1.2m de longitud no cuentan. Las dimensiones de las columnas o mochetas pueden ser contabilizadas como longitud de pared.
- En caso de que una ventana sea rellenada consideraremos a $K_m = 1.0$, ya que su parte inferior todavía tiene vieja mampostería.
- El repello no debe ser tomado en cuenta donde hay vanos.
- Asegúrese de que sus documentos de evaluación sean claros y concisos. Cualquiera que no esté familiarizado con el edificio debería poder entender el trabajo, y comprender sus observaciones y las propuestas de reforzamiento.
- Recuerde la correcta situación del edificio cuando proponga el esquema de refuerzo. Por ejemplo, no especifique repello sobre una pared que ya esté repellada, o una de difícil acceso.
- Tenga presente el costo. Si su proyecto de reforzamiento contiene mucha más superficie de muros que la requerida, es posible que esté desperdiciando recursos. La eficiencia económica de parte del diseñador es importante. Mientras más eficazmente se diseñe, más viviendas podrán ser reforzadas.
- No olvide considerar la torsión y otros problemas de la lista de verificación que no están específicamente abordados en los cálculos de porcentaje de superficie de muros. El PAP requiere ser calculado y puede ser el centro de atención del diseño de reforzamiento sísmico, sin embargo, todas las deficiencias encontradas son importantes de subsanar también.
- Mantenga presente la secuencia de edificación, al diseñar su proyecto de reforzamiento. Antes de seleccionar un detalle tipo, asegúrese de que es en realidad aplicable a su caso particular.
- Asegúrese de comprender el procedimiento constructivo de cada detalle antes de incluirlo en su proyecto de refuerzo.
- Para una edificación clasificada como PC/NC, no es necesario añadir mochetas adicionales a la estructura a menos que se requiera llevar el sistema estructural a MC.
- Anote siempre el número de la vivienda o el nombre del propietario sobre el documento de evaluación. Mantenga presente una buena organización y documentación.

4.2 TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO ESPECÍFICOS

La siguiente sección describe recomendaciones específicas que pueden ser utilizadas para abordar deficiencias identificadas en la Lista de Verificación de Deficiencias en la sección 3.0 de este manual.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR SECCIÓN 1.0: AMENAZAS GEOLÓGICAS DEL SITIO

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 1.1: RUPTURAS POR FALLAS SUPERFICIALES !

Un resultado de No Conforme con este ítem de la Lista de Verificación no puede ser mitigado utilizando este manual y debe realizarse una evaluación más detallada por un profesional calificado.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 1.2: INUNDACIÓN !

Un resultado de No Conforme con este ítem de la Lista de Verificación no puede ser mitigado utilizando este manual y debe realizarse una evaluación más detallada por un profesional calificado.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 1.3: LICUEFACCIÓN !

Un resultado de No Conforme con este ítem de la Lista de Verificación no puede ser mitigado utilizando este manual y debe realizarse una evaluación más detallada por un profesional calificado.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 1.4: FALLA DE LADERA !

Un resultado de No Conforme con este ítem de la Lista de Verificación no puede ser mitigado utilizando este manual y debe realizarse una evaluación más detallada por un profesional calificado.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 1.5: MUROS DE CONTENCIÓN !

Un resultado de No Conforme con este ítem de la Lista de Verificación no puede ser mitigado utilizando este manual y debe realizarse una evaluación más detallada por un profesional calificado.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR SECCIÓN 2.0: CIMIENTOS

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 2.1: CIMENTACIÓN DE PAREDES

Las edificaciones con esta deficiencia requieren de especial atención. Puede ser difícil profundizar una cimentación existente por debajo de su nivel de cimentación, sin embargo, esto se puede realizar con la indicación de un ingeniero calificado. Cuando la cimentación existente no es continua, se pueden construir nuevas partes de cimentación para conectar las existentes entre sí. Si las columnas o mochetas no se encuentran conectadas a la cimentación, se puede remover el concreto de recubrimiento para descubrir los reforzamientos y así instalar barras de refuerzo adicionales para conectar las columnas o mochetas con la cimentación existente.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 2.2: DESEMPEÑO DE LOS CIMIENTOS !

Un resultado de No Conforme con este ítem de la Lista de Verificación no puede ser mitigado utilizando esta manual y debe realizarse una evaluación más detallada por un profesional calificado.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 2.3: VOLCAMIENTO

Esta deficiencia puede ser mitigada mediante dos opciones: agregando paredes a la estructura ensanchando la dimensión más angosta de la edificación, o eliminando pisos para reducir la altura de la edificación.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 2.4: CONEXIÓN ENTRE LOS ELEMENTOS DE LA CIMENTACIÓN

Para mitigar esta deficiencia se puede añadir una losa de concreto reforzado de cimentación, o añadir una solera inferior, asegurando que los nuevos elementos se encuentren bien conectados y ajustados a las paredes.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 2.5: DETERIORO

Las partes de la edificación que presenten deterioros pueden ser reparadas o reconstruidas para mitigar esta deficiencia.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR SECCIÓN 3.0: SISTEMA CONSTRUCTIVO

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 3.1: MATERIALES !

Este manual no es aplicable a estructuras que no estén construidas con mampostería de block de concreto. Estructuras NO CONFORMES requieren una evaluación más detallada realizada según normas y referencias aprobadas.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 3.2: LÍNEA DE CARGA

Esta deficiencia puede ser mitigada agregando nuevos muros según la edificación lo requiera. Así también, cuando las paredes no se encuentren conectadas a vigas, mochetas, o losas, nuevas vigas y conectores pueden ser construidos para asegurar su unión y funcionamiento conjunto.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 3.3: NÚMERO DE NIVELES

Para mitigar esta deficiencia, pisos superiores pueden ser eliminados, o, si es aplicable, la edificación puede ser convertida a mampostería confinada.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 3.4: ALTURA DE PISOS !

Un resultado de No Conforme con este ítem en la Lista de Verificación no puede ser mitigado utilizando este manual y debe realizarse una evaluación más detallada por un profesional calificado, con la excepción cuando la edificación tenga cubierta liviana en su piso superior. Cuando este sea el caso, la cubierta liviana puede ser fácilmente retirada y reemplazada de manera de permitir que la parte superior de las paredes sea rebajada para alcanzar la altura límite.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 3.5: CARGA !

Si la carga está uniformemente distribuida y es significativamente superior a la especificada en la Lista de Verificación, el factor sísmico C_w puede ser ajustado para tomar en cuenta este incremento en masa sísmica respecto al valor previamente especificado. Un resultado de No Conforme con este ítem de la Lista de Verificación debido a distribuciones de masa desbalanceada o no usuales, no puede ser mitigado utilizando este manual y debe realizarse una evaluación más detallada por un profesional calificado.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 3.6: SISTEMA DE PISO Y CUBIERTA !

Un resultado de No Conforme con este ítem de la Lista de Verificación no puede ser mitigado utilizando este manual y debe realizarse una evaluación más detallada por un profesional calificado.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 3.7: PAREDES

Ver en el Anexo B un método para tomar en cuenta diferentes espesores de paredes y áreas netas. Las estructuras con espesores menores de 14 cm y 40% área neta solida requieren una evaluación más detallada.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 3.8: VOLADIZOS

La pared del nivel superior puede ser relocalizada de manera de alinearla con la pared del nivel inferior, o se puede añadir soporte bajo el muro que se encuentra en el voladizo, como los que requeridos abajo por discontinuidad vertical en paredes.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 3.9: DAÑO

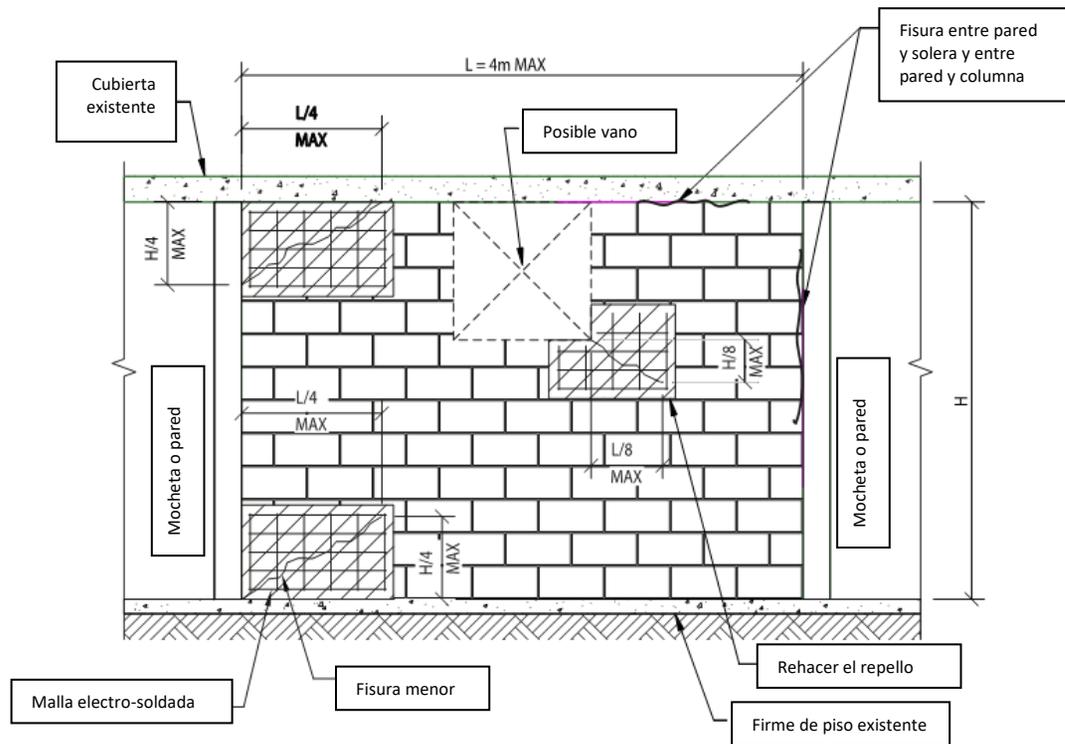
Clasificar el daño como reparable o reemplazable según las siguientes recomendaciones (basadas en *Guide Pratique de Reparation de Petits Batiments en Haiti*):

Reparable:

- La mampostería está erosionada o ligeramente dañada en algunas áreas. -> Ver Detalle D0.1
- Existe vacío(s) entre la parte superior de la mampostería y la cara inferior de la losa de concreto o solera. -> Ver Detalle D0.2
- Fisuras o grietas en el repello que comienzan típicamente en las aberturas y se propagan diagonalmente desde ahí hacia el resto de la pared. 1.5mm de espesor de grieta máximo. Su extensión horizontal es menos de un octavo de la longitud de la pared, y su longitud vertical es menor a un octavo de la altura de la pared. -> Ver Detalle D0.3
- Fisuras o grietas en la pared de mampostería cuyo espesor es menor a 1.5mm y que se extiende horizontalmente menos de un cuarto de la longitud de la pared, y verticalmente menos de un cuarto de la altura de la pared. -> Ver Detalle D0.3
- Fisuras o grietas en el borde de la pared de mampostería donde hace contacto con la mocheta. Espesor máximo de grieta de 1.5mm. -> Ver Detalle D0.3
- Fisuras o grietas en el borde superior de la pared de mampostería donde hace contacto con la losa o solera. Espesor máximo de grieta de 1.5mm. -> Ver Detalle D0.3

SECCIÓN 4 – EL DISEÑO DEL REFORZAMIENTO

- Pérdida del recubrimiento de concreto en la cara superior y/o inferior de columna o mocheta que no se extiende más de 30cm, y deja el núcleo de la columna con sus barras de reforzamiento longitudinales y transversales intactas -> Ver Detalle D0.4



Izquierda, pared de mampostería con fisuras o grietas reparables. Arriba, fisuras o grietas reparables en columna.

Source: *Guide Pratique de Reparation de Petits Batiments en Haiti*, MTPTC

Reemplazable:

El reemplazo de paredes, dinteles, o columnas puede ser necesario cuando el daño excede las limitaciones descritas arriba para ser reparable.

- Pérdida del recubrimiento de concreto y fisuras en el núcleo de concreto de una columna, donde la columna no ha sufrido un desplazamiento permanente de más de 1.25cm en planta respecto a su eje. -> Ver Detalle D0.5
- Fisuras o grietas a través del dintel sobre ventanas. Reemplace el dintel o extienda la ventana. -> Ver Detalle D0.6
- Fisuras o grietas diagonales con alguna pérdida de material. Reemplace la pared con una nueva pared. -> Ver Detalles D1.1 o D1.2
- Paredes desplomadas o parcialmente colapsadas. Reemplace la pared con una nueva pared. -> Ver Detalles D1.1 o D1.2
- Fisuras o grietas alrededor de ventanas o puertas con alguna pérdida de material. Reemplace la pared con una nueva pared. -> Ver Detalles D1.1 o D1.2
- Fisuras o grietas en las intersecciones de las paredes donde no hay mocheta o presencia de columna en la unión. Reemplace las partes dañadas de la pared y conecte las paredes en la intersección. -> Ver Detalle D1.9



La reconstrucción completa de paredes, dinteles y columnas puede ser necesaria si hay daño después de un terremoto.

Source: *Guide Pratique de Reparation de Petits Batiments en Haiti*, MTPTC

- Un profesional calificado puede ser consultado y un estudio más detallado puede ser llevado a cabo para la reparación o reemplazo de elementos dañados si se trata de cosas que no se identifican en esta lista.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR SECCIÓN 4.0: PAREDES DE MAMPOSTERÍA

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 4.1: CONFINAMIENTO

Esta deficiencia puede ser mitigada de muchas maneras diferentes dependiendo de las características de la misma. Si hay restos de encofrado entre la pared y la losa, los restos pueden ser retirados o demolidos y la pared reparada según se necesite. Luego el vacío, o cualquier espacio que exista entre la pared y los elementos de concreto, pueden ser rellenados con mortero de cemento. Ver Detalle D0.2 para un ejemplo de detalle de esta técnica. Si se trata de un vacío o espacio grande entre la parte superior de la pared y la losa, una hilada adicional de blocks puede ser considerada, o un nuevo elemento de concreto reforzado, como se muestra en Detalle D0.2. Si hay cubierta liviana y no hay solera como confinamiento superior en la pared, se puede considerar construir una solera nueva. Ver Detalles D7.1 o D7.2 para añadir solera confinante superior nueva en pared existente.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 4.2: VANOS

Hay muchas opciones para mitigar esta deficiencia.

- Ventanas no ajustadas pueden ser rellenadas. Ver Detalle D6.1.
- Partes de la mampostería arriba de ventanas o puertas que no están soportadas por dinteles pueden ser retiradas de tal manera que la ventana o puerta se extienda hasta la viga o solera superior.
- Dinteles pueden ser adicionados sobre puertas o ventanas cuando no existan o los existentes no cumplan con los requerimientos. Ver Detalle D0.6.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 4.3: SOLERA SUPERIOR

Si no existe solera superior, esta deficiencia se puede mitigar incorporando una nueva y asegurando que la estructura de techo esté correctamente conectada a ella. Ver Detalles D7.1 o D7.2 para añadir solera nueva y anclaje para cubierta liviana. Para el caso que existe solera superior pero la cubierta liviana no se encuentra bien anclada, anclajes adecuados serán añadidos.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 4.4: PORCENTAJE DE ÁREA DE PAREDES

El porcentaje de área de pared de la evaluación también indica potenciales soluciones de reforzamiento. Si la densidad de pared cortante es MENOR que la requerida, la edificación necesita ser reforzada. El ingeniero puede elegir dentro de una lista de alternativas como aumentar el área de pared, o reducir el área de pared requerida.

Para incrementar el área de pared, el ingeniero puede recomendar lo siguiente:

- Añadir paredes adicionales, o incrementar las longitudes de paredes que miden menos de 1.2 m de longitud. -> Ver Detalles D1s.
- Duplicar el espesor de las paredes existentes. -> Ver Detalles D2s
- Incrementar el área efectiva de pared existente añadiéndoles repello. -> Ver Detalles D3s
- Incrementar el área efectiva de pared existente añadiéndoles recubrimiento de concreto reforzado. -> Ver Detalles D4s
- Relleno de puertas y/o ventanas. -> Ver Detalle D6.1
- Mejorar la calidad de las paredes existentes reparándolas, o si el block es de baja resistencia, reemplazando la pared por una nueva. -> Ver Detalles D1s
- Añadir soporte inferior a paredes con discontinuidad vertical y así esas nuevas paredes pueden ser incluidas en el PAP. -> Ver Detalles D1s

Para reducir el área de pared requerida, el ingeniero puede recomendar:

- Hacer el sistema estructural más dúctil (agregar todos los elementos estructurales de confinamiento para llevar el sistema a MC). -> Ver Detalle D5s
- Disminuir la carga sísmica de la edificación (eliminar masas con participación sísmica, por ejemplo, demoler un piso superior, o reemplazar una losa de concreto por una cubierta liviana)
- Ajustar a través de ensayos experimentales los valores de resistencia a la compresión de la mampostería (los valores asumidos por este manual son conservadores).
- Reparar la mampostería que ha sido mal instalada, ver *Técnicas de Reforzamiento por 3.9: Daño*.

Detalles ejemplos para esas técnicas de reforzamiento son mostradas en el Anexo D. El usuario es responsable de verificar que esos detalles son adecuados para ser aplicados. Un grupo de planos separados con plantas y elevaciones debe ser incluido indicando claramente donde aplica cada detalle.

- ➔ Una vez ya seleccionada la opción u opciones de reforzamiento, él o ella debe aplicar la Lista de Verificación de Deficiencias y recalculer el Porcentaje de Área de Pared para confirmar que la propuesta cumple con los requerimientos del manual.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR SECCIÓN 5.0: CONFIGURACIÓN

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 5.1: TORSIÓN

Para mitigar esta deficiencia, paredes adicionales pueden ser añadidas en el perímetro de la estructura, donde se requiera para cumplir los requerimientos.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 5.2: DISCONTINUIDADES VERTICALES

Para mitigar esta deficiencia, los elementos de soporte requeridos pueden ser añadidos. Alternativamente, las paredes que presentan este problema pueden ser demolidas si es posible hacerlo.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 5.3: EDIFICACIONES ADYACENTES

La mitigación de esta deficiencia puede significar mucho trabajo. Puede ser logrado a través de la demolición y reconstrucción de la pared adyacente a la edificación vecina para darle la distancia requerida.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR SECCIÓN 6.0: ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 6.1: COLUMNAS DE CONCRETO AISLADAS

El procedimiento a seguir para mitigar esta deficiencia dependerá del tipo de problema que presente. Si la columna tiene una altura libre menor a 1.5m se puede hacer una demolición parcial de las paredes inferiores para que la columna alcance a lo menos 1.5m libres. Otra opción es rellenar un vano adyacente a la columna para que la misma ya no trabaje en forma aislada. Si la columna no se encuentra conectada a nivel de cimentación al resto de la estructura se puede considerar agregar una losa de cimentación o nueva viga de cimentación, y conectar la columna o mocheta a la losa o viga mediante barras de reforzamiento.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 6.2: ABERTURAS EN LOSAS CERCA DE PAREDES CORTANTES

Para la mitigación de esta deficiencia se pueden considerar dos opciones, construir nueva porción de losa para reducir el vano adyacente a la pared cortante asegurado que la nueva porción de losa se encuentre debidamente conectada con la losa y vigas existentes, o NO considerar la pared adyacente a la abertura como pared cortante en el sistema de resistencia lateral de la estructura y asegurar que dicha pared, en el tramo de la abertura, dispone de una viga o solera que tenga la capacidad de resistir las fuerzas fuera de plano de la pared.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 6.3: PARAPETOS (CORNISAS)

Se puede mitigar esta deficiencia de dos maneras: rebajar la cornisa para cumplir la limitación de altura/espesor no superior a 1.5, o agregar apoyo lateral a la cornisa incorporando elementos de concreto reforzado u otras técnicas.

TÉCNICAS DE REFORZAMIENTO POR 6.4: ESCALERAS Y DESCANSOS

Para mitigar esta deficiencia se puede conectar la escalera existente a la viga o losa incorporando concreto reforzado en el caso que no esté conectada la escalera con la losa o viga en su nivel superior, o construir columnas aisladas o pared para bridarle apoyo inferior a la escalera en caso que no lo tenga, o construir una cimentación nueva para la escalera en caso que no disponga de una.

5 REFERENCIAS

Manual para Diseño de Mampostería Sismo-Resistente de Block, AGIES DSE 4.01, 2014

Cartilla de Diseño Estructural de Mampostería Reforzada para Albañiles y Constructores, Trocare, CRS, AGIES, et. Al., Junio 2015

AGIES NSE-1-2018, Generalidades, Administración De Las Normas y Supervisión Técnica

AGIES NSE-2-2018, Demandas Estructurales y Condiciones De Sitio

AGIES NSE-2.1-2018, Estudios Geotécnicos

AGIES NSE-4-2010, Requisitos Prescriptivos Para Vivienda y Edificaciones Menores de Uno y Dos Niveles

AGIES NSE-6-2018, Evaluación y Rehabilitación de Obras Existentes

ASCE 41-13, Seismic Evaluation and Rehabilitation of Existing Buildings, ASCE, 2013

Guide Pratique de Reparation de Petits Batiments en Haiti, Primera edición, MTPTC, Octubre 2010

Guide de bonnes pratiques pour la construction de petits bâtiments en maçonnerie chaînée en Haïti, MTPTC, Septembre 2010

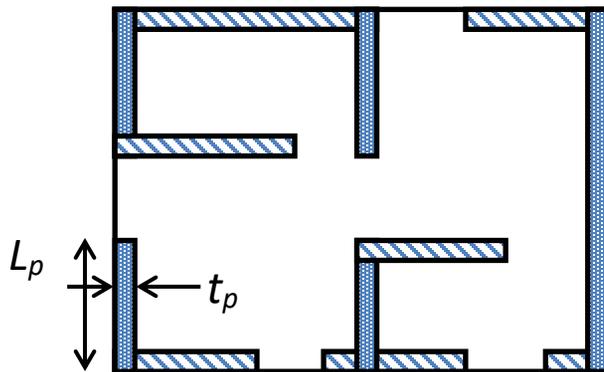
The Confined Masonry Network, Seismic Design Guide for Low-Rise Confined Masonry Buildings. www.confinedmasonry.org : World Housing Encyclopedia, Earthquake Engineering Research Institute (EERI), Risk Management Solutions (RMS), Indian Institute of Technology , Pontificia Universidad Católica del Perú, International Association for Earthquake Engineering (EERI), World Seismic Safety Initiative (WSSI), Build Change.

ANEXO A – PORCENTAJE DE ÁREA DE PAREDES PROVISTA

La evaluación estructural exige el cálculo del porcentaje de área de paredes existente y del provisto en caso de necesitar reforzamiento, en su ítem 4.4 de la Lista de Verificación de Deficiencias.

EVALUACIÓN DE CONDICIONES EXISTENTES

El Porcentaje de Área de Paredes (PAP) existente se calcula como el área de paredes en cada dirección dividido entre la superficie total de la losa o techo soportado por las paredes. El PAP se debe calcular por separado para la dirección transversal y la longitudinal de la edificación en cada nivel.



Ejemplo de Planta



$$PAP \text{ existente} = \frac{t_{p1} \times l_{p1} + t_{p2} \times l_{p2} + \dots + t_{pn} \times l_{pn}}{A_c}$$

Dónde:

t_{p1} = Espesor de pared #1 (repetir para todas las paredes de la misma dirección)

l_{p1} = longitud de la pared #1 (repetir para todas las paredes de la misma dirección). Ver el ítem 4.4 de la Lista de Verificación de Deficiencias en la sección 3.0 de este manual para las recomendaciones de longitud de paredes utilizables.

A_c = Área de cubierta

Típicamente las áreas de paredes andan en el orden de 2% a 8% del área de la cubierta sobre las paredes. El valor calculado en cada dirección debe cotejarse con las áreas requeridas en el Anexo B.

EVALUACIÓN DE REFORZAMIENTO

Si el Porcentaje de Área de Paredes existente (PAPex) es menor al requerido, entonces el edificio debe ser reforzado. Las opciones están en la Sección 4, *Técnicas de Reforzamiento por 4.4: Porcentaje de Área de Paredes*. Algunas de ellas incrementan el PAP, así que se debe recalcular para incluir lo previsto en el plan de reforzamiento. Las técnicas posibles incluyen:

1. Convertir el Sistema estructural de mampostería PC/NC a un sistema MC, con los detalles de reforzamiento requeridos.
2. Incrementar el área de paredes efectiva mediante:
 - Agregar nuevas paredes de mampostería
 - Duplicar el espesor de paredes existentes
 - Rellenar vanos de puertas y ventanas
 - Agregar un repello de 2.5cm (1.25 cm a cada lado de la pared)
 - Agregar un recubrimiento nuevo de concreto reforzado de 7.5cm de espesor.

La incorporación de nueva mampostería, repello, o concreto proporciona un incremento al área de paredes que se calculó en la evaluación de las condiciones existentes de la edificación. La resistencia de los nuevos materiales se normaliza a la resistencia del block típico de 14cm, “DT”, tipo D. Los factores ‘K’ se proporcionan para poder relacionar la resistencia de los materiales nuevos a la resistencia del material tipo, obteniendo la pared efectiva. Abajo un resumen de los factores K, seguido de una explicación más detallada.

➔ Ver Anexo D para detalles típicos de construcción de varias técnicas de reforzamiento.

ANEXO A - PORCENTAJE DE ÁREA DE PAREDES PROVISTA**A-3****Factor de ajuste para Paredes Nuevas en Mampostería, K_m**

El block Nuevo probablemente sea más resistente que el existente; Entonces se le adjudica un incremento a su uso en el reforzamiento. (“muy malo” corresponde a blocks que no alcanzan la resistencia del block tipo D, su resistencia a la compresión en su área gruesa se asume como 17kgf/cm²)

Pared Nueva				Pared Existente							
				Tipo D, DT		Tipo D, UT		Muy Malo, DT		Muy Malo, UT	
Tipo de Block	f'p kg/cm ²	Ancho (cm)		14cm	19cm	14cm	19cm	14cm	19cm	14cm	19cm
D	25	14	DT	1.00	0.76	1.08	0.81	1.21	0.93	1.31	0.98
	25	14	UT	0.93	0.71	1.00	0.75	1.12	0.86	1.21	0.91
	25	19	DT	1.31	1.00	1.41	1.06	1.59	1.21	1.71	1.29
	25	19	UT	1.23	0.94	1.33	1.00	1.50	1.14	1.61	1.21
C	36	14	DT	1.20	0.92	1.29	0.97	1.46	1.11	1.57	1.18
	36	14	UT	1.11	0.85	1.20	0.90	1.35	1.03	1.46	1.09
	36	19	DT	1.57	1.20	1.69	1.27	1.90	1.46	2.05	1.54
	36	19	UT	1.48	1.13	1.60	1.20	1.80	1.37	1.94	1.46
B	55	14	DT	1.48	1.13	1.60	1.20	1.80	1.38	1.94	1.46
	55	14	UT	1.38	1.05	1.48	1.11	1.67	1.28	1.80	1.35
	55	19	DT	1.94	1.48	2.09	1.57	2.35	1.80	2.54	1.91
	55	19	UT	1.83	1.40	1.97	1.48	2.22	1.70	2.39	1.80
A	77	14	DT	1.75	1.34	1.89	1.42	2.13	1.63	2.30	1.72
	77	14	UT	1.63	1.24	1.75	1.32	1.97	1.51	2.13	1.60
	77	19	DT	2.30	1.75	2.48	1.86	2.78	2.13	3.00	2.26
	77	19	UT	2.17	1.66	2.34	1.75	2.63	2.01	2.83	2.13

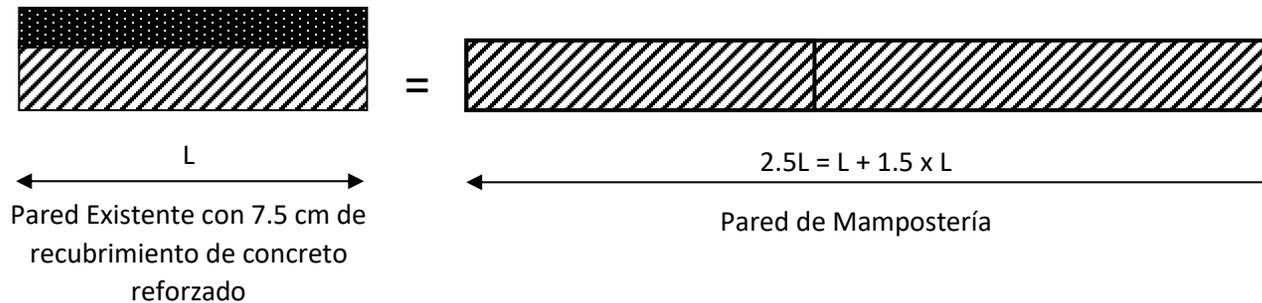
Donde, UT: Block con un tabique central

DT: Block con dos tabiques centrales

Factor de Ajuste de Recubrimiento de Concreto Reforzado Nuevo K_c

$K_c = 1.5$ al agregar 7.5 cm de recubrimiento de concreto reforzado nuevo a una pared de 14 cm (en una sola cara).

Agregar un recubrimiento de concreto reforzado a una pared de mampostería con un factor K_c de 1.5 se puede considerar equivalente a agregar 1.5 veces la longitud de la pared existente. Para efectos de cálculo, el diseñador puede considerar que la incorporación de 7.5cm de recubrimiento de concreto reforzado es igual a incrementar la longitud de la pared existente en 150%.



*** Es importante notar que el uso del factor K_c es únicamente apropiado para edificaciones en las cuales la Resistencia del block existente es similar a la del tipo B o menor. No deberá este factor ser considerado para recubrimientos de concreto reforzado aplicado en paredes con block de resistencia superiores a las del tipo B (como block tipo A).**

Calcule el Área Efectiva de Paredes después de reforzar

$$PAP_{efectiva} = \underbrace{\frac{A_{paredes, existentes}}{A_r}}_{PAP_{existente}} + \underbrace{\frac{0.14 \times (K_m L_m + K_p L_p + K_c L_c)}{A_r}}_{PAP_{reforzado}}$$

Calcule el $PAP_{efectivo}$ en cada dirección primaria y coteje contra el PAP requerido en el Anexo B.

ANEXO B – MATERIAL DE REFERENCIA PARA EL PORCENTAJE DE ÁREA DE PAREDES REQUERIDO

Este anexo contiene material de referencia para realizar el cálculo del Porcentaje de Área de Paredes Requerido (PAPreq).

$$bPAP_{req} = 7.6\% * S_{cd} * N * \frac{1}{m}$$

Donde:

S_{cd} = Aceleración espectral de diseño de período corto (g), calculada de acuerdo a NSE-2-2018 para el Sismo Básico (ver referencias, NSE)

N = número de niveles de la vivienda

m = Factor de reducción de fuerza lateral (1.25 o 3.0)

$$PAP_{req} = bPAP_{req} \times C_B \times C_E \times C_Q \times C_N \times C_L \times C_w \geq 5\% (PC/NC), 2\% (MC)$$

Donde:

$bPAP_{req}$ = Porcentaje básico de área de paredes requerido

C_B = Factor de resistencia del block (valores entre 0.57 a 1.21+, según la resistencia del block existente)

C_E = Factor de evaluación (0.75 o 1.0)

C_Q = Factor de calidad de obra (1.0 a 1.5)

C_N = Factor de área neta (0.55 y mayor)

C_L = Factor de nivel (0.26 a 0.85)

C_w = Factor de peso sísmico

Información de Referencia**Sismicidad**

S_{cd} = Parámetro de Aceleración Espectral de Respuesta de Período Corto

De acuerdo con la sección 4.3 de NSE-2-2018 el S_{cd} se puede calcular considerando el sismo básico de la siguiente manera:

$$S_{cs} = S_{cr} \times F_d \quad (\text{Eq. 4.5.2-1, NSE-2-2018})$$

(También se puede utilizar la ecuación 4.5.3-1, donde aplique)

$$S_{cd} = K_d \times S_{cs} \quad (\text{Eq. 4.5.5-1, NSE-2-2018})$$

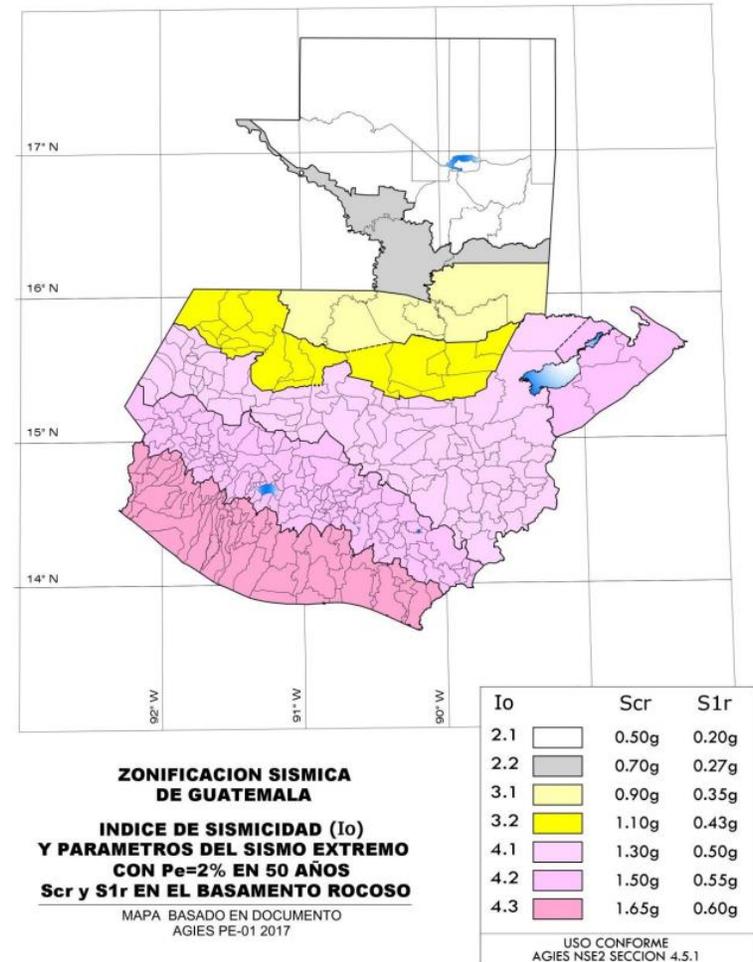
Donde S_{cr} se ha tomado de la figura 4.5-1 o del Anexo A de NSE-2-2018, F_d se ha tomado de la tabla 4.5-1 de NSE-2-2018 dependiendo de la clase del suelo del sitio y del índice de sismicidad, y $K_d = 0.66$ para el Sismo Básico (NSE-2-2018, Sección 4.5.5).

➔ S_{cr} no será mayor a 1.5g en ningún caso.

Clase de sitio	Índice de sismicidad						
	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3
AB	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
C [1]	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2		
D	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0		
E	1.7	1.3	1.1	1.0	0.9		
F	Se requiere evaluación específica - ver Sección 4.4						

[1] En los casos en que la investigación de suelos abreviada no especifique si un suelo firme clasifica como C o como D, el factor F_d se tomará del suelo C.

La clasificación del sitio se establece de acuerdo a la norma NSE-2.1-2018, Anexo A, y se resume en la siguiente tabla. Para información más detallada ver referencia.



NSE-2-2018, Figura 4.5-1: Zonificación sísmica para la República de Guatemala

ANEXO B – MATERIAL DE REFERENCIA PARA EL PORCENTAJE DE ÁREA DE PAREDES REQUERIDO

B-3

Clase de suelo	Nombre Perfil de Suelo	PROPIEDADES PROMEDIO EN LOS PRIMEROS 30 METROS		
		Velocidad de onda de corte, \bar{v}_s (m/s)	Resistencia a la penetración estándar, \bar{N}	Resistencia al corte del suelo no drenado, \bar{s}_v , (kpa)
A	Roca dura	$\bar{v}_s > 1524$	N/A	N/A
B	Roca	$762 < \bar{v}_s \leq 1524$	N/A	N/A
C	Suelo denso y roca suave	$366 < \bar{v}_s \leq 762$	$\bar{N} > 50$	$\bar{s}_v \geq 13790$
D	Perfil de suelo rígido	$183 \leq \bar{v}_s \leq 366$	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$6895 \leq \bar{s}_v \leq 13790$
E	Perfil de suelo suave	$\bar{v}_s < 183$	$\bar{N} < 15$	$\bar{s}_v < 6895$
E	-	Cualquier perfil con más de 3 metros de suelo con las siguientes características: 1. Índice de plasticidad $PI > 20$, 2. Contenido de humedad $w \geq 40\%$, 3. Resistencia al corte de suelo no drenado < 24 kPa		
F	-	Cualquier perfil con contenido de suelo que tenga una o más de las siguientes características: 1. Suelos vulnerables a fallas o colapsos bajo cargas sísmicas así como suelos licuables, arcillas altamente sensibles, suelos débilmente cementados. 2. Turbas y/o arcillas altamente orgánicas (H > 3 metros de turba o arcilla altamente orgánica) 3. Arcillas altamente plásticas (H > 8 metros con coeficiente de plasticidad $P > 75$) 4. Arcillas en estratos de gran espesor, suave/medio rígidas (H > 36 metros)		

NSE-2.1-2018, Tabla A-1: Clasificación tipo de suelo.

ANEXO B – MATERIAL DE REFERENCIA PARA EL PORCENTAJE DE ÁREA DE PAREDES REQUERIDO**Resistencia del block**

C_B = **Factor de Resistencia del Block**. La resistencia del block puede ser cuantificada mediante pruebas de laboratorio o pruebas de campo equivalentes. Se puede asumir una resistencia de 25 kgf/cm² ante la ausencia de información.

$C_B = 1.0$ para $f'_p = 25$ kgf/cm² (Tipo D)

$$C_B = \frac{4.4269}{\sqrt{f'_p * 0.784}}$$

Para otras resistencias del bloque

El factor se puede utilizar para ajustar el PAP requerido para las diferentes resistencias, y también en el caso de las propuestas de reforzamiento para ajustar las longitudes de las paredes nuevas cuando el block nuevo tiene una resistencia distinta al existente.

Tipo de Block	Resistencia a la compresión en el área neta, kg/cm ²	Resistencia a la compresión en el área bruta, kg/cm ² (f'p)	C_B
A	140	77	0.57
B	100	55	0.67
C	66	36	0.83
D	45	25	1.00
muy mala	30	17	1.21

El factor se puede modificar realizando pruebas con el bloque existente.

C_E = Factor de evaluación para el análisis

$C_E = 0.75$ para evaluación

$C_E = 1.00$ para reforzamientos

C_Q = Factor de Calidad de Obra, su intención es plasmar los detalles de mala calidad de obra en Mampostería de Relleno o Confinada. No es para plasmar mampostería frágil (Ver factor C_B)

$C_Q = 1.0$ para calidad común

$C_Q = 1.5$ para mala calidad

Se pueden utilizar valores intermedios basándose en la gravedad de los problemas de calidad de obra. Se podrá requerir demolición selectiva en algunos casos para confirmar detalles de refuerzo. Esperas de acero u otras condiciones expuestas visibles se pueden también utilizar como indicios del refuerzo presente en el edificio.

Se muestran ejemplos fotográficos de mala calidad de obra.

Se puede reducir el factor aplicando técnicas de reparación aceptadas en la normativa vigente.

Ejemplos de mala calidad de obra:



Juntura incompleta o vacía, relleno de ventana suelto.



Hilada superior de mampostería sin contacto con la losa o viga superior.



Reforzo visible demasiado corto.



Obra en ejecución que muestra detalles mal hechos

ANEXO B – MATERIAL DE REFERENCIA PARA EL PORCENTAJE DE ÁREA DE PAREDES REQUERIDO

B-7

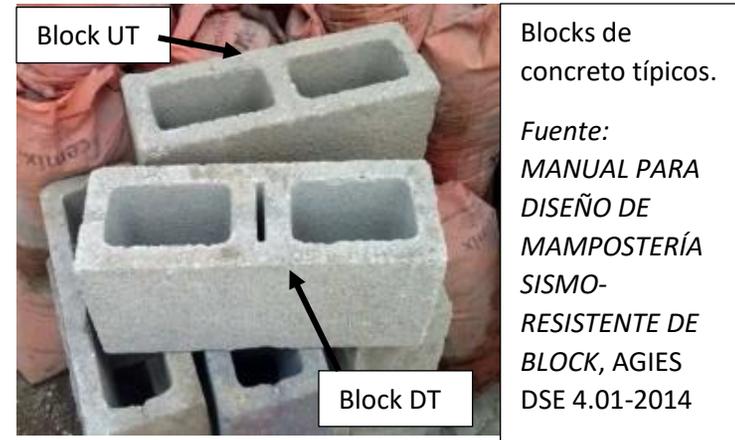
C_N = Factor de Área Neta. $C_N=1.0$ para blocks de 14 cm con un área sólida de 55% incluyendo secciones internas y externas.

$$C_N = 0.55 / K_v$$

$$K_v = \text{Área Sólida} / \text{Área Bruta}$$

$$C_N = 0.55 * \text{Área Bruta} / \text{Área Sólida}$$

Block Type	K_v^*	C_N
14cm, Type DT	0.55	1.00
14cm, Type UT	0.51	1.08
19cm, Type DT	0.53	1.04
19cm, Type UT	0.5	1.10
19cm, lecho completo	0.8	0.69
14cm, lecho completo	0.8	0.69



Blocks de concreto típicos.

Fuente:
MANUAL PARA
DISEÑO DE
MAMPOSTERÍA
SISMO-
RESISTENTE DE
BLOCK, AGIES
DSE 4.01-2014

* De AGIES, MANUAL PARA DISEÑO DE MAMPOSTERÍA SISMO-RESISTENTE DE BLOCK

Ejemplo: Si el block fuese sólido, entonces $C_N = 0.55$, se necesita menos pared

ANEXO B – MATERIAL DE REFERENCIA PARA EL PORCENTAJE DE ÁREA DE PAREDES REQUERIDO**B-8**

CL = Factor de Nivel requerido para considerar las diferentes demandas sísmicas en los distintos niveles. Una evaluación diferenciada se requiere para cada nivel (piso) de la edificación. Los pisos superiores en voladizo sobre niveles inferiores deberán ser reforzados según los requerimientos de la lista de verificación.

Para edificaciones con pisos y cubiertas pesadas compuestas por losas de concreto, viguetas de concreto, y bovedillas.

Nivel	# de niveles de la edificación		
	1 piso	2 pisos	3 pisos
3	-	-	0.34
2	-	0.50	0.61
1	0.85	0.79	0.75

Para edificaciones con cubierta ligera de madera y lámina metálica

Nivel	# de niveles de la edificación		
	1 piso	2 pisos	3 pisos
3	-	-	0.26
2	-	0.35	0.56
1	0.85	0.72	0.70

*Si se prevé la posibilidad de que se adicione un piso posteriormente, utilice los factores correspondientes a asumir que la edificación ya tiene ese nivel adicional.
Para para primer piso en edificación con futura expansión utilice $CL=1.0$ como mínimo.*

Nota: Los factores se han derivado de una combinación de NSE-3-2018 esfuerzos cortantes por nivel (Eq. 2.2.1-2) y el Factor de Modificación C (factor para relacionar los desplazamientos inelásticos esperados a los desplazamientos elásticos, ASCE 31 Cuadro 3-4) para edificaciones de Mampostería de varios niveles. Los factores han sido normalizados a 1.0 para un piso con cubierta pesada al incluir el factor de 1.4 en la derivación del área de pared base.

ANEXO B – MATERIAL DE REFERENCIA PARA EL PORCENTAJE DE ÁREA DE PAREDES REQUERIDO

C_w = Factor de peso sísmico

$$C_w = w_m / (664 \text{kgf/m}^2)$$

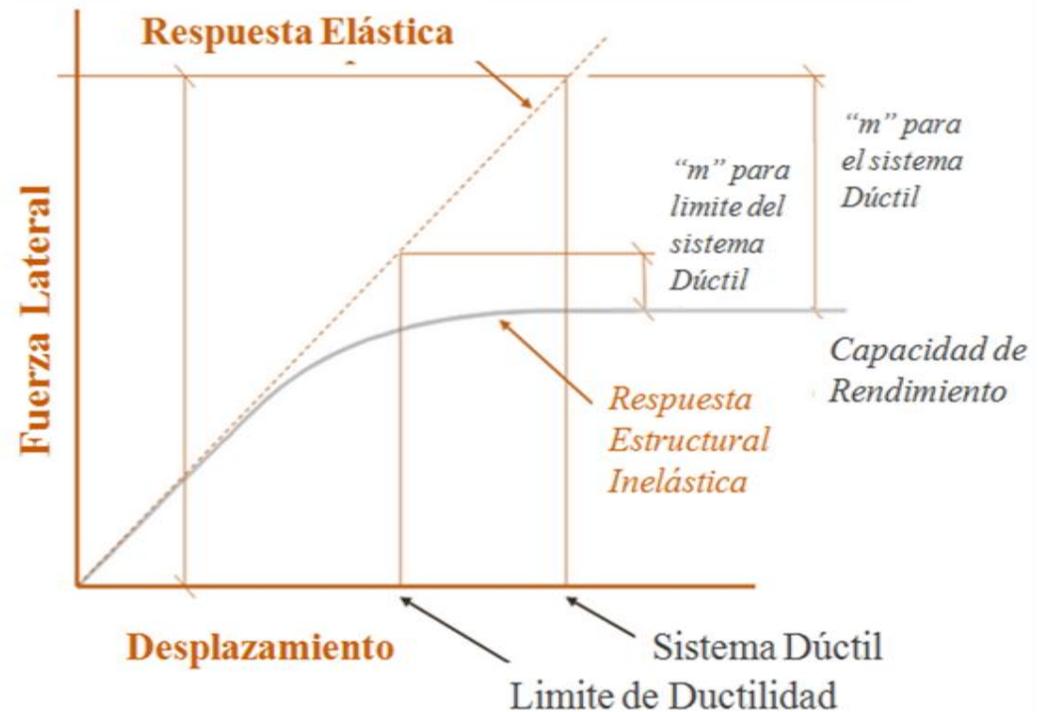
w_m = Peso sísmico tributario promedio en un nivel intermedio de la edificación (incluye losa de concreto, paredes que tributan desde el nivel superior e inferior), en kgf/m^2 .

m = Factor de Reducción de Fuerza Sísmica

El factor m varía de acuerdo a la resistencia del block y al sistema estructural. Por ejemplo, la mampostería con menor resistencia tiene una ductilidad menor. De manera análoga, las paredes de mampostería carente de elementos de confinamiento, tienen una ductilidad menor a las de mampostería confinada o de relleno.

Mampostería Confinada: $m = 3.0$

Mampostería parcialmente confinada o no confinada: $m = 1.25$



ANEXO C – LISTA DE VERIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS

Disponer de una versión electrónica o en papel de la Lista de Verificación de Deficiencias contigo para evaluar la edificación. Agregar notas en cada ítem de la lista en la columna derecha.

LISTAS DE VERIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS

Propietario:		Fecha:		Ing.:	
Dirección:					
1.0		AMENAZAS GEOLÓGICAS DE SITIO			Notas
1.1	C NC	Rupturas por fallas superficiales: El sitio no se encuentra en un área susceptible a rupturas por fallas superficiales.			
1.2	C NC	Inundación: El sitio no está localizado en un área susceptible a inundaciones por ríos o canales o vulnerable a marejadas.			
1.3	C NC	Licuefacción: La casa no se encuentra en un suelo susceptible a licuefacción o que ha mostrado evidencia de licuefacción en terremotos pasados.			
1.4	C NC N/A	Falla de ladera: La casa está ubicada a una distancia segura de laderas pronunciadas y la pendiente hacia debajo de la casa no tiene una pendiente superior a 30%			
1.5	C NC N/A	Muros de contención en sitio: los muros sin refuerzos que soporten la estructura no tienen una altura superior a 2.0m, y todos los muros de contención tienen perforaciones para drenajes (lloraderas)			

2.0		CIMENTACIONES			
2.1	C NC	Cimentación de paredes: están construidas con materiales competentes, se encuentran bien empotradas al suelo, y bien conectadas entre ellas y la estructura de la edificación.			
2.2	C NC	Desempeño de los cimientos: No hay evidencia de movimiento en la cimentación o asentamientos diferenciales.			
2.3	C NC	Volcamiento: Para zona sísmica alta y media se cumple $h/w < 1.75$, y para zona sísmica baja $h/w < 2.00$. Donde h es la altura de la edificación y w la dimensión lateral más angosta.			
2.4	C NC	Conexión entre los elementos de la cimentación: La casa se encuentra en sitio con pendiente menos a 10%, o los elementos de su cimentación se encuentran interconectados.			
2.5	C NC	Deterioro: No hay evidencia de que los elementos de la cimentación tengan deterioro excesivo debido a corrosión, ataques de sulfatos, descomposición de materiales, u otras razones que puedan afectar la resistencia de la estructura.			

3.0		SISTEMA CONSTRUCTIVO			
3.1	C NC	Materiales: son de concreto reforzado y mampostería de concreto. Un sistema liviano de madera y lámina metálica puede estar presente.			
3.2	C NC	Línea de carga: Un mínimo de dos ejes de paredes en cada dirección; y las paredes consideradas tienen una longitud mínima de 1.2m; y paredes paralelas no están a más de 4.5m de distancia entre ellas; y las paredes están bien conectadas arriba y abajo al resto de la edificación.			
3.3	C NC N/A	Número de niveles: No más de 3 pisos para estructura tipo MC; no más de 2 pisos para estructura tipo PC/MC en zona sísmica media o baja; y no más de 1 piso para estructura tipo PC/MC en zona sísmica alta.			
3.4	C NC N/A	Altura de pisos: primer piso no supera una altura de 3.0m, y los pisos superiores no superan una altura de 2.75m cada uno.			

LISTAS DE VERIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS

Propietario:		Fecha:		Ing.:	
Dirección:					
3.5	C NC N/A	Carga: el peso promedio por nivel es aproximadamente 680kgf/m ² .			
3.6	C NC N/A	Sistema de piso y cubierta: Las losas de pisos elevados tienen un espesor mínimo de 12cm para losas macizas, y 15cm para losas compuestas por viguetas y bovedillas. Cuando estas últimas tienen viguetas de concreto prefabricadas, las mismas no pueden estar de manera continua sobre la pared, debe estar interrumpida de manera de poder conectar la losa con las paredes.			
3.7	C NC	Paredes: Se constituyen por unidades de concreto con arena y mortero de cemento, y tienen un espesor mínimo de 14cm con un 50% de área sólida neta.			
3.8	C NC N/A	Voladizos: Paredes perimetrales de niveles superiores no están soportadas por voladizos			
3.9	C NC	Daños: La estructura no presenta daños producidos por sismos ni eventos climáticos.			

4.0		PAREDES DE MAMPOSTERÍA																																						
4.1	C NC N/A	Confinamiento: Las paredes están ajustadas a las soleras o a las losas de entrepiso, y a las columnas o mochetas si estas existen. No hay elementos de encofrado o vacíos presentes en las caras inferiores de losas o mochetas.																																						
4.2	C NC	Vanos: Aberturas mayores a 0.6m se extienden hasta la solera superior, o cuentan con dintel de concreto reforzado. Los dinteles se extienden como mínimo 15cm dentro de la mampostería adyacente, o están conectados a elementos verticales de concreto.																																						
4.3	C NC N/A	Solera superior: Las cubiertas livianas cuentan con elementos de concreto reforzado continuo en la parte superior de las paredes. Las soleras superiores pasan sobre los vanos de las puertas. La cubierta liviana está firmemente anclada a los elementos de concreto en los cuales se apoya.																																						
4.4		<p>Porcentaje de área de paredes: El porcentaje de área de paredes existente es mayor o igual al porcentaje de área de paredes requerido para cada dirección en cada nivel.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;"></th> <th style="width: 15%;">PAPreq [%]</th> <th style="width: 15%;">PAPex [%]</th> <th style="width: 30%;">Estado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4">Dirección transversal</td> </tr> <tr> <td>Nivel 1</td> <td></td> <td></td> <td>C NC</td> </tr> <tr> <td>Nivel 2</td> <td></td> <td></td> <td>C NC N/A</td> </tr> <tr> <td>Nivel 3</td> <td></td> <td></td> <td>C NC N/A</td> </tr> <tr> <td colspan="4">Dirección Longitudinal</td> </tr> <tr> <td>Nivel 1</td> <td></td> <td></td> <td>C NC</td> </tr> <tr> <td>Nivel 2</td> <td></td> <td></td> <td>C NC N/A</td> </tr> <tr> <td>Nivel 3</td> <td></td> <td></td> <td>C NC N/A</td> </tr> </tbody> </table>				PAPreq [%]	PAPex [%]	Estado	Dirección transversal				Nivel 1			C NC	Nivel 2			C NC N/A	Nivel 3			C NC N/A	Dirección Longitudinal				Nivel 1			C NC	Nivel 2			C NC N/A	Nivel 3			C NC N/A
	PAPreq [%]	PAPex [%]	Estado																																					
Dirección transversal																																								
Nivel 1			C NC																																					
Nivel 2			C NC N/A																																					
Nivel 3			C NC N/A																																					
Dirección Longitudinal																																								
Nivel 1			C NC																																					
Nivel 2			C NC N/A																																					
Nivel 3			C NC N/A																																					

5.0		CONFIGURACIÓN		
5.1	C NC	Torsión: Hay paredes en todos los lados exteriores de la edificación, a no más de un 25% de la cota en planta del borde de la edificación, incluyendo planta en L y en T.		

LISTAS DE VERIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS

Propietario:		Fecha:		Ing.:	
Dirección:					
5.2	C NC N/A	Discontinuidades verticales: Las paredes en pisos superiores estarán soportadas por: columnas aisladas, o paredes perpendiculares que se prolonguen al menos 60cm a cada lado de la pared de arriba, o por paredes paralelas con por lo menos ¼ de la longitud de la pared superior (30cm min.) de traslape.			
5.3	C NC N/A	Edificaciones adyacentes: Las losas adyacentes se encuentran alineadas verticalmente, o la distancia entre las edificaciones es a lo menos 3cm para estructuras de un solo nivel, 6cm para dos niveles, y de 9cm para tres niveles.			

6.0		ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS			
6.1	C NC N/A	Columnas de concreto aisladas o mochetas de carga: están construidas en concreto reforzado, tiene una luz libre mínima de 1.5m, la base está conectada al resto de la edificación mediante cimiento corrido o losa de concreto reforzado, y cumplen los requisitos de Manual para Diseño de Mampostería Sismo-resistente de Block – AGIES DSE 4.01-2014.			
6.2	C NC N/A	Vacios en losas cerca de paredes cortantes: Miden menos del 25% de la longitud de la pared, y las aberturas cercanas a paredes exteriores no serán mayores a 2.5m en su longitud con una viga de concreto reforzado en toda la longitud de la pared adyacente.			
6.3	C NC N/A	Parapetos: tienen soporte lateral, o una relación altura/espesor menor a 1.5.			
6.4	C NC N/A	Escaleras y descansos: están conectados a la losa de concreto en cada nivel elevado, no dependen de paredes cortantes como apoyo vertical, tienen apoyo vertical con columnas aisladas o pared de mampostería de 60cm o más, y su cimentación tiene una profundidad de al menos 30cm y se encuentra conectada a la cimentación del edificio si la pendiente del sitio es mayor a 10%.			

C: Conforme

NC: No Conforme

N/A: No Aplica

** Para todo ítem en calidad de NC se recomienda explicar la razón de la no conformidad en las notas.*

*** Para todo ítem que haya pasado de estado NC a C a través del diseño de reforzamiento, se recomienda explicar cómo fue superada la no conformidad en las notas.*

ANEXO D – DIBUJOS

LISTA DE PLANOS - GENERAL

- G0.1 - LISTA DE PLANOS
- G0.2 - DIMENSIONES Y REFUERZOS DE CIMIENTOS CORRIDOS
- G0.3 - REFUERZO DE LAS MOCHETAS PRINCIPALES
- G0.4 - MOCHETAS DE CARGA
- G0.5 - COLUMNAS AISLADAS
- G0.6 - MOCHETAS INTERMEDIAS
- G0.7 - REFUERZO DE VIGAS PARA ENTREPISOS Y AZOTEAS

LISTA DE PLANOS - REPARACIONES Y REFORZAMIENTOS

D0 - REPARACIONES

- D0.1 - REPARACIÓN DE MAMPOSTERÍA DEGRADADA POR LA INTERPERIE
- D0.2 - REPARACIÓN DE JUNTA PARED TECHO
- D0.3 - FISURA MEENOR EN PARED
- D0.4 - CAPA DE CONCRETO EN PARTE SUPERIOR O INFERIOR DE COLUMNA DAÑADA
- D0.5 - COLUMNA O MOCHETA DAÑADA
- D0.6 - REEMPLAZO DE UN DINTEL

D1 - DETALLES DE PAREDES NUEVAS EN CASAS EXISTENTE

- D1.1 - ELEVACION DE PARED NUEVA (PC/NC) SIN ABERTURA
- D1.2 - ELEVACION DE PARED NUEVA (PC/NC) CON ABERTURA
- D1.3 - ELEVACION DE PARED NUEVA (MC) SIN ABERTURA
- D1.4 - ELEVACION DE PARED NUEVA (MC) CON ABERTURA
- D1.5 - JUNTA ENTRE PARED NUEVA Y CIMIENTO EXISTENTE
- D1.6 - JUNTA ENTRE PARED Y CIMIENTO NUEVO
- D1.7 - PARED NUEVA PARALELA A LAS VIGUETAS (PC/NC)
- D1.8 - PARED NUEVA PERPENDICULAR A LAS VIGUETAS (PC/NC)
- D1.9 - PARED NUEVA PARALELA A VIGUETAS CON SOLERA DE 4 VARILLAS (MC)
- D1.10 - PARED NUEVA PERPENDICULAR A VIGUETAS CON SOLERA DE 4 VARILLAS (MC)
- D1.11 - JUNTA DE PARED NUEVA CON PARED EXISTENTE (PC/NC)
- D1.12 - CONEXIÓN PARED NUEVA CON PARED EXISTENTE (PC/NC)
- D1.13 - CONEXIÓN PARED NUEVA (PC/NC) CON COLUMNA EXISTENTE (EN D1.1)
- D1.14 - CONEXIÓN PARED NUEVA (MC) CON COLUMNA EXISTENTE (EN D1.3)

D2 - DETALLES DE PAREDES DOBLES

- D2.1 - PARED DOBLE EN EL CIMIENTO
- D2.2 - PARED DOBLE (PC/NC) PARALELA A VIGUETAS DE LOSA ELEVADA
- D2.3 - PARED DOBLE (PC/NC) PERPENDICULAR A VIGUETAS DE LOSA ELEVADA
- D2.4 - PARED DOBLE PARALELA A VIGUETAS CON SOLERA DE 4 VARILLAS (MC)
- D2.5 - PARED DOBLE PERPENDICULAR A VIGUETAS CON SOLERA DE 4 VARILLAS (MC)

D3 - REVOQUE DE REPELLO

- D3.1 - REPELLO DE DOS CARAS
- D3.2 - REPELLO DE UNA CARA

D4 - RECUBRIMIENTO DE CONCRETO REFORZADO

- D4.1 - CONEXIÓN DE PARED CORTANTE CON RECUBRIMIENTO DE CONCRETO A CIMIENTO
- D4.2 - CONEXIÓN DE PARED CORTANTE CON RECUBRIMIENTO DE CONCRETO A MOCHETA
- D4.3 - CONEXIÓN DE PARED CORTANTE, FIRME DE PISO Y LOSA SUPERIOR
- D4.4 - CONEXIÓN DE PARED CORTANTE CON RECUBRIMIENTO DE CONCRETO AL TECHO

D5 - CONVERSIÓN A MAMPOSTERÍA CONFINADA

- D5.1 - ELEVACIÓN TIPO PARA DISTRIBUCIÓN DE REFUERZOS
- D5.2 - CORTE EN PISO - MAMPOSTERÍA CONFINADA
- D5.3 - MOCHETA CONFINANTE EN ESQUINA
- D5.4 - MOCHETA CONFINANTE EN "T"
- D5.5 - CONFINAMIENTO VERTICAL EN PUNTA
- D5.6 - CONFINAMIENTOS VERTICALES DE VANOS DE VENTANAS
- D5.7 - CONFINAMIENTOS VERTICALES DE VANOS DE VENTANA CON PLACA EXISTENTE
- D5.8 - CORTE EN LOSA - MAMPOSTERÍA CONFINADA

D6 - RELLENADO DE VENTANAS

- D6.1 - ALZADO DE RELLENO DE VENTANA

D7 - SOLERAS PRINCIPALES

- D7.1 - SOLERA SUPERIOR (PC/NC)
- D7.2 - SOLERA SUPERIOR (MC)
- D7.3 - CONEXION A VIGUETA DE 2 BARRAS (EN D7.1)
- D7.4 - CONEXION A VIGUETA DE 4 BARRAS (EN 7.2)
- D7.5 - PLANTA UNION SOLERAS SIN MOCHETA
- D7.6 - SOLERA SUPERIOR EN CAMBIO DE NIVEL

LISTA DE PLANOS - NUEVA CONSTRUCCIÓN

NC1 - CIMENTACIÓN

- NC1.1 - DETALLE DE CIMIENTO CORRIDO DE CONCRETO

NC2 - PAREDES CON SOLERA

- NC2.1 - SECCIONES TÍPICAS PARA PARED NUEVA

NC3 - DETALLES DE SOLERAS

- NC3.1 - DETALLE DE SOLERA DE HUMEDAD EN EL ENCUENTRO DE TRES PAREDES
- NC3.2 - DETALLE DE SOLERA DE HUMEDAD EN ESQUINA
- NC3.3 - DETALLE DE SOLERA INTERMEDIA EN EL ENCUENTRO DE TRES PAREDES
- NC3.4 - DETALLE DE SOLERA INTERMEDIA EN ESQUINA
- NC3.5 - DETALLE DE SOLERA SUPERIOR EN EL ENCUENTRO DE TRES PAREDES
- NC3.6 - DETALLE DE SOLERA SUPERIOR EN ESQUINA

NC4 - VANO DE PUERTA Y VENTANAS

- NC4.1 - DETALLE VANO DE VENTANA TIPO
- NC4.2 - DETALLE VANO DE PUERTA TIPO

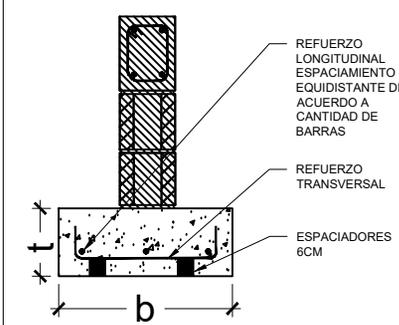
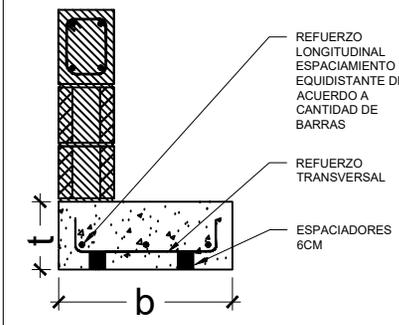
NC5 - ENTREPISOS Y CUBIERTA

- NC5.1 - DETALLE DE CUBIERTA/ENTREPISO DE CONCRETO REFORZADO
- NC5.2 - DETALLE DE CUBIERTA DE VIGUETAS Y PURLINS DE MADERA
- NC5.3 - DETALLE DE CUBIERTA DE VIGUETAS DE MADERA
- NC5.4 - DETALLE DE CONEXIÓN ENTRE VIGUETAS Y SOLERAS DE CIERRE

NOTA:

1. LOS PLANOS DE DETALLES CONTENIDOS EN ESTE MANUAL DEBEN SER UTILIZADOS COMO REFERENCIA POR UN INGENIERO CALIFICADO.
2. SIGLAS IMPORTANTES:
 - PC/NC: MAMPOSTERIA PARCIALMENTE O NO CONFINADA
 - MC: MAMPOSTERIA CONFINADA

TABLA 1
DIMENSIONES Y REFUERZOS DE CIMIENTOS CORRIDOS

DIMENSIONES Y REFUERZOS DE CIMIENTOS CORRIDOS						
Tipo de cimiento	Ancho de pared	Clase de Block de la Pared que se encuentra arriba				
			B	C	D	
Cimiento corrido centrado *b=50cm min 	14 cm	t = 0.18 m	0.18 m	0.18 m	0.18 m	
		b = 0.50 m	0.50 m	0.50 m	0.50 m	
		Refuerzo Longitudinal : 4#3	3#3	3#3	3#3	
	19 cm	Refuerzo Transversal : #3@0,25	#3@0,25	#3@0,25	#3@0,25	
		t = 0.18 m	0.18 m	0.18 m	0.18 m	
		b = 0.80 m	0.60 m	0.50 m	0.50 m	
Refuerzo Longitudinal : 4#3	4#3	3#3	3#3			
Refuerzo Transversal : #3@0,20	#3@0,25	#3@0,25	#3@0,25			
Cimiento corrido excéntrico o de lindero *b=50cm min 	14 cm	t = 0.18 m	0.18 m	0.18 m	0.18 m	
		b = 0.80 m	0.60 m	0.50 m	0.50 m	
		Refuerzo Longitudinal : 4#3	3#3	3#3	3#3	
	19 cm	Refuerzo Transversal : #3@0,25	#3@0,25	#3@0,25	#3@0,25	
		t = 0.20 m	0.18 m	0.18 m	0.18 m	
		b = 1.00 m	0.80 m	0.50 m	0.50 m	
Refuerzo Longitudinal : 4#3	4#3	3#3	3#3			
Refuerzo Transversal : #3@0,18	#3@0,25	#3@0,25	#3@0,25			

Se puede utilizar esta tabla si y sólo si se cumplen los siguientes 5 puntos:

- 1.- Suelo bueno o de capacidad admisible igual o superior a 10 tonf/m²
- 2.- Edificación de altura no superior a 3 pisos
- 3.- La aplicación del mortero puede ser completa o parcial
- 4.- Peso de la estructura no superior a 1800 lbf/m²
- 5.- Los blocks de las paredes no han sido rellenos con graut

Requisitos expuestos se basan en Manual de Diseño Sismo-resistente Simplificado Mampostería de Block de Concreto para Guatemala, AGIES DSE 4.1 (2014), PhD. Héctor Monzón Despang, March 2014.

TABLA 2

REFUERZO DE LAS MOCHETAS PRINCIPALES					
	Sección mocheta	Clase de Block de la pared adyacente			
		A	B	C	D
Nivel con ninguno o un piso arriba	15 x 15	4#4 + ET1	4#4 + ET1	4#4 + ET1	4#4 + ET1
	19 x 19	4#5 + ET2	4#4 + ET1	4#4 + ET1	4#4 + ET1
Primer piso de casa de 3 pisos	15 x 15	4#5 + ET2	4#5 + ET2	4#4 + ET1	4#4 + ET1
	19 x 19	4#5 + 2#4 + ET2	4#5 + 2#4 + ET2	4#5 + ET2	4#5 + ET2

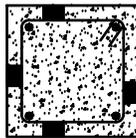
Donde :

ET1 (estribos tipo 1) = estribos #2@0,2m en vanos, y #2@0,1m a 40cm o menos de las conexiones

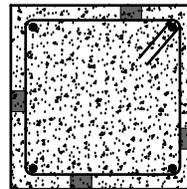
ET2 (estribos tipo 2) = estribos #3@0,2m en vanos, y #3@0,1m a 40cm o menos de las conexiones

EJEMPLOS DE SECCIONES TRANSVERSALES DE MOCHETAS

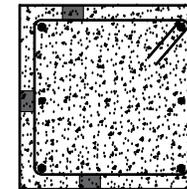
Sección 15x15 : 4#4 + ET1



Sección 19x19 : 4#5 + ET2



Sección 19x19 : 4#5 + 2#4 + ET1



NOTA:

- SI LA MOCHETA SOPORTA UN O MÁS VIGAS, VER DETALLE G.04 PARA TAMAÑOS Y REFUERZOS REQUERIDOS
- REQUISITOS EXPUESTOS SE BASAN EN *Manual de Diseño Sismo-resistente Simplificado Mampostería de Block de Concreto para Guatemala*, AGIES DSE 4.01 (2014), PhD. Héctor Monzón Despang, March 2014.

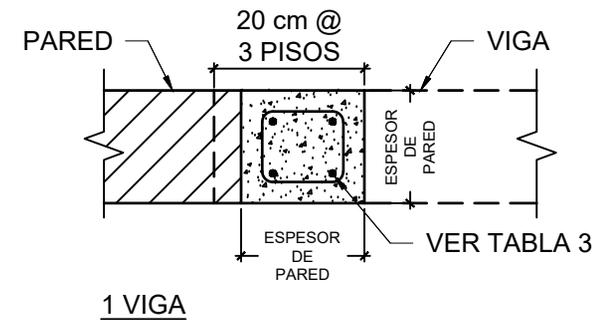
TABLA 3 MOCHETAS DE CARGA: DIMENSIONES Y REFUERZOS

CONSTRUCCIÓN DE 1 NIVEL DE ALTURA				
No. VIGAS QUE LLEGAN A LA MOCHETA	PARED 14CM		PARED 19CM	
1 VIGA	14 x 14	4#4	19 x 15	4#4
2 VIGAS	14 x 14	4#4	19 x 15	4#4
3 VIGAS	14 x 20	4#4	19 x 20	4#4

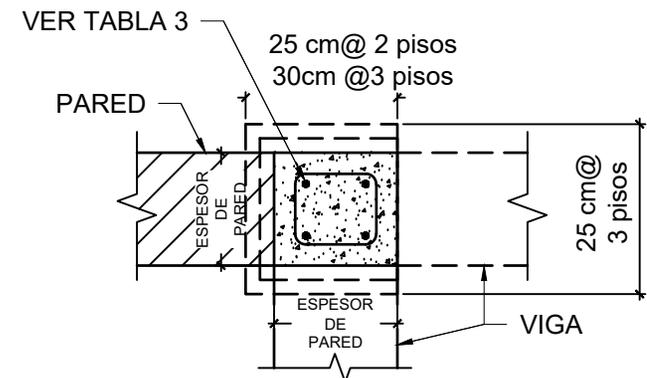
CONSTRUCCIÓN DE 2 NIVELES DE ALTURA				
No. VIGAS QUE LLEGAN A LA MOCHETA	PARED 14CM		PARED 19CM	
1 VIGA	14 x 14	4#4	19 x 20	4#4
2 VIGAS	14 x 30	6#4	19 x 20	4#4
3 VIGAS	25 x 25	8#4	25 x 25	8#4

CONSTRUCCIÓN DE 3 NIVELES DE ALTURA				
No. VIGAS QUE LLEGAN A LA MOCHETA	PARED 14CM		PARED 19CM	
1 VIGA	14 x 20	6#4	19 x 20	6#4
2 VIGAS	25 x 25	8#4	25 x 25	8#4
3 VIGAS	30 x 30	8#4	30 x 30	8#4

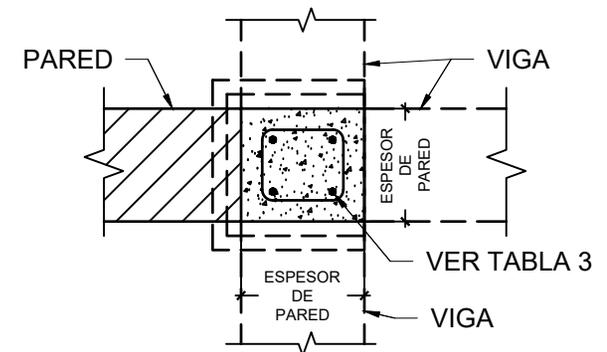
CUADRO 6-C MANUAL DE DISEÑO SISMO-RESISTENTE SIMPLIFICADO MAMPOSTERÍA DE BLOCK DE CONCRETO PARA GUATEMALA, AGIES DSE 4.01 (2014), PhD. HÉCTOR MONZÓN DESPANG, MARCH 2014.



1 VIGA



2 VIGAS

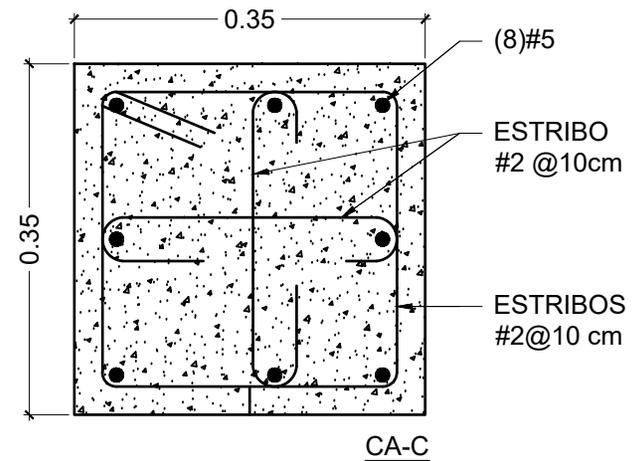
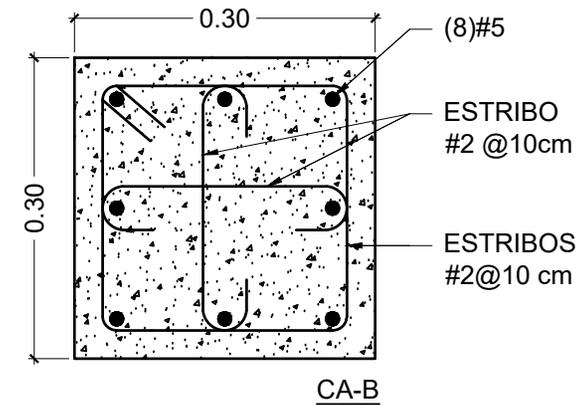
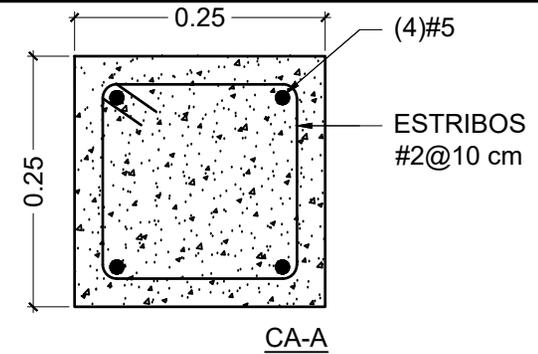


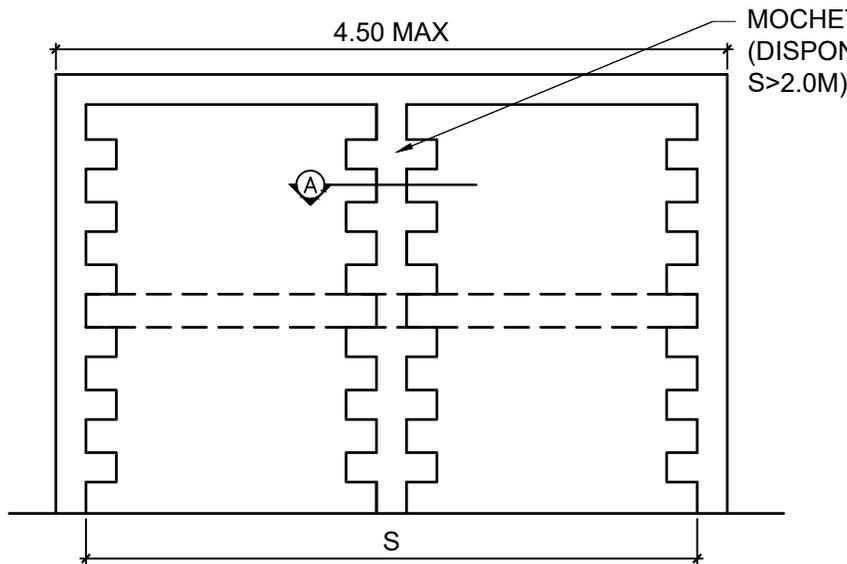
3 VIGAS

TABLA 3

No. VIGAS SOPORTADAS POR COLUMNA	1 NIVEL	2 NIVELES	3 NIVELES
2 VIGAS	CA-A	CA-A	CA-A
3 VIGAS	CA-A	CA-A	CA-B
4 VIGAS	CA-A	CA-B	CA-C

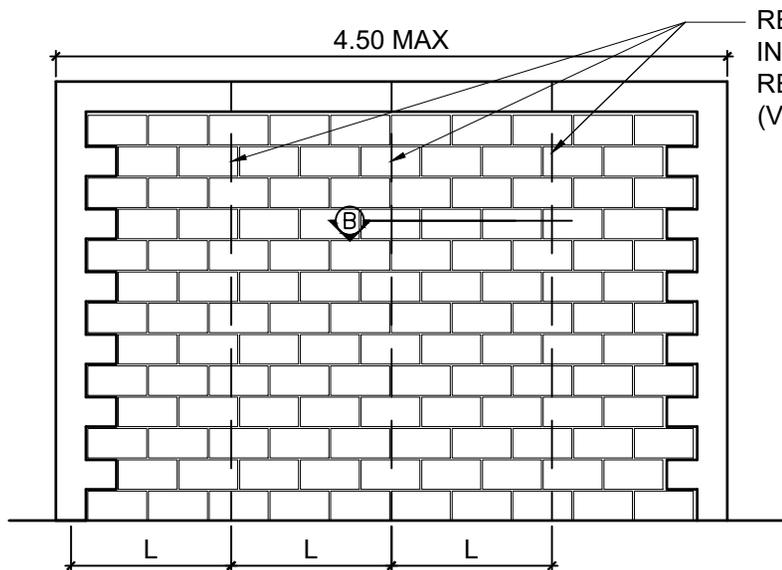
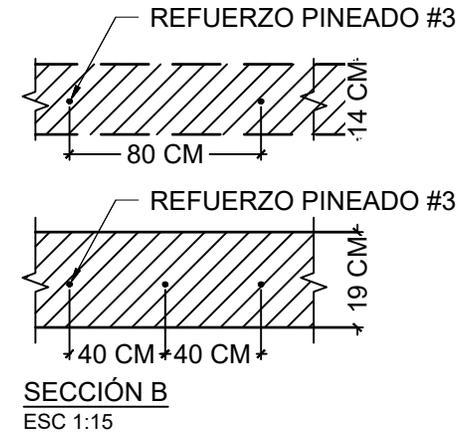
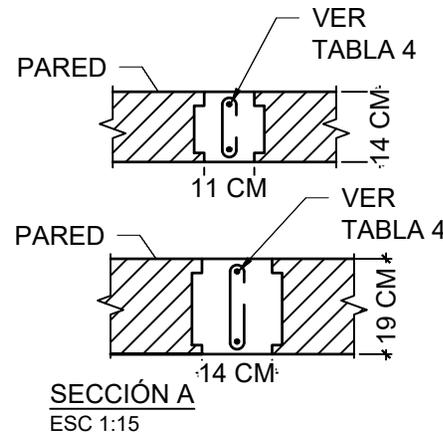
NOTA:
 REQUISITOS EXPUESTOS SE BASAN EN MANUAL DE DISEÑO SISMO-RESISTENTE SIMPLIFICADO MAMPOSTERÍA DE BLOCK DE CONCRETO PARA GUATEMALA, AGIES DSE 4.01 (2014), PhD. HÉCTOR MONZÓN DESPANG, MARCH 2014.





OPCIÓN 1

MOCHETA INTERMEDIA
(DISPONER CUANDO
 $S > 2.0M$)



OPCIÓN 2

REFUERZO VERTICAL
INTERMEDIO O
REFUERZO PINEADO
(VER NOTA 1)

TABLA 4 MOCHETAS INTERMEDIAS: DIMENSIONES Y REFUERZOS

SEPARACIÓN ENTRE MOCHETAS PRINCIPALES	ESPESOR DE PARED	
	PARED 14CM	PARED 19CM
$S < 2.0M^*$	N/A	N/A
$S = 2.5M$	11 x 14 2#3	14 x 19 2#4
$S = 3.0M$	11 x 14 2#3	14 x 19 4#3
$S = 3.5M$	11 x 14 1#3+1#4	14 x 19 2#3+2#4
$S = 4.0M$	11 x 14 1#3+1#4	14 x 19 2#3+2#4
$S = 4.5M$	11 x 14 2#4	14 x 19 4#4

*N/A = No Aplica. En paredes donde la distancia entre mochetas principales es menor a 2m no es necesario disponer mochetas intermedias

NOTA:

- DÓNDE EXISTA REFUERZO PINEADO RELLENAR CAVIDAD CON GRAUT.
- REQUISITOS EXPUESTOS SE BASAN EN MANUAL DE DISEÑO SISMO-RESISTENTE SIMPLIFICADO MAMPOSTERÍA DE BLOCK DE CONCRETO PARA GUATEMALA, AGIES DSE 4.01 (2014), Ph.D. HÉCTOR MONZÓN DESPANG, MARCH 2014.

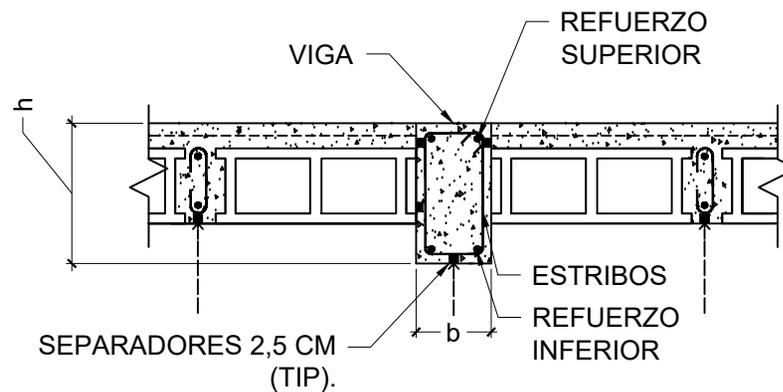
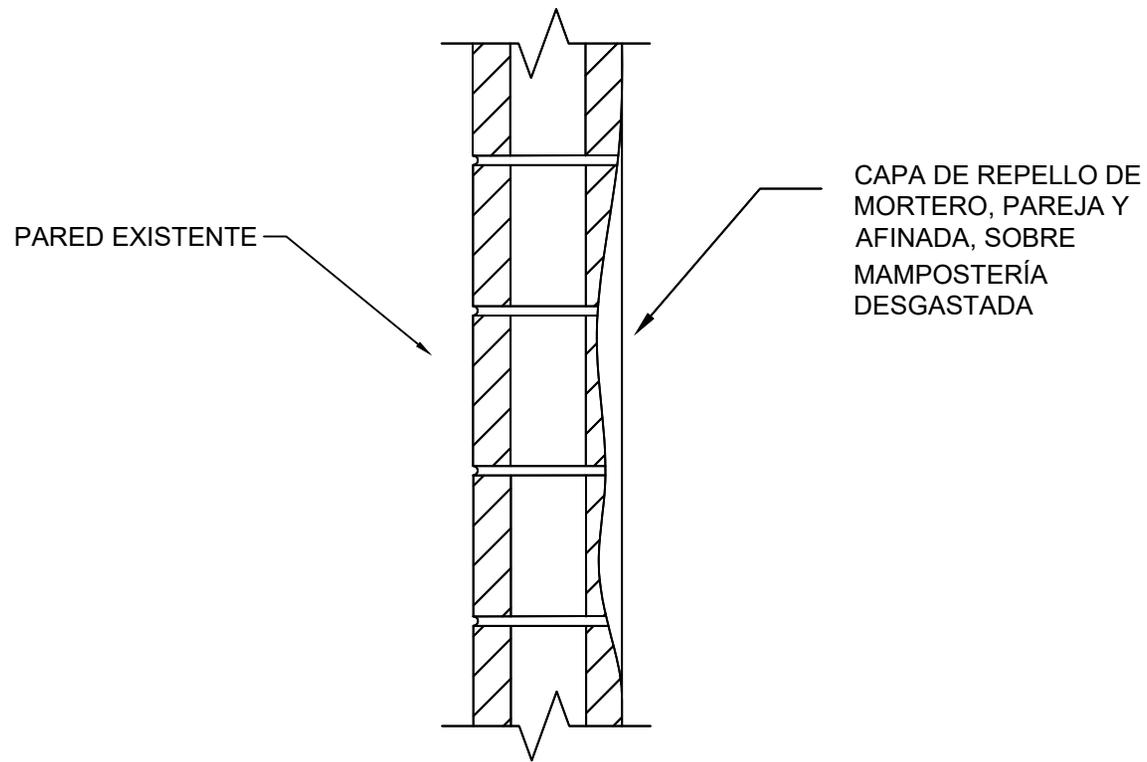


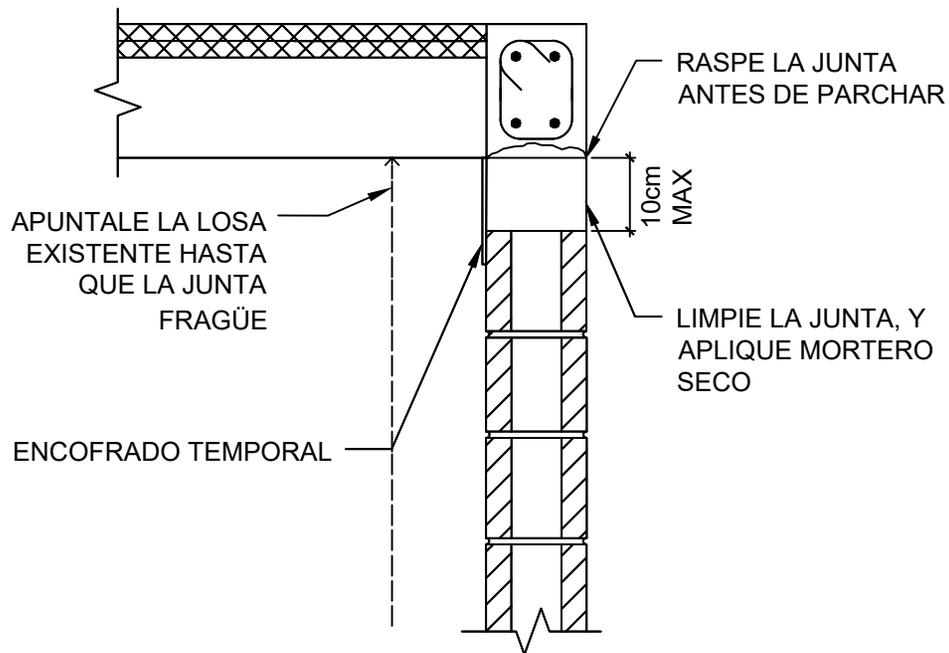
TABLA 4: DIMENSIONES Y REFUERZOS PARA VIGAS

	LUZ DE VIGA				
	4.5M	4.0M	3.5M	3.0M	2.5M O MENOS
h	0.35	0.35	0.35	0.30	0.30
b	0.19	0.19	0.19	0.19	0.14
REFUERZO INFERIOR	3#5	2#5 + 1#4	2#5 + 1#4	3#4	3#4
REFUERZO INFERIOR	3#5	2#5 + 1#4	2#5 + 1#4	3#4	3#4
ESTRIBOS	E#2@0.12	E#2@0.12	E#2@0.12	E#2@0.15	E#2@0.15

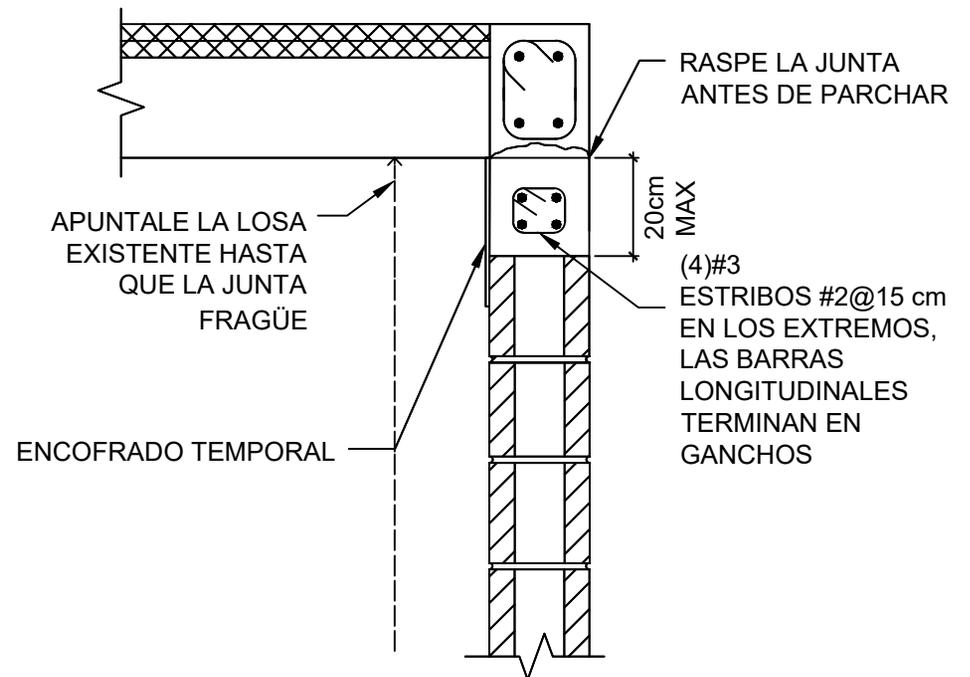
NOTA:

- REQUISITOS EXPUESTOS SE BASAN EN MANUAL DE DISEÑO SISMO-RESISTENTE SIMPLIFICADO MAMPOSTERÍA DE BLOCK DE CONCRETO PARA GUATEMALA, AGIES DSE 4.01 (2014), PhD. HÉCTOR MONZÓN DESPANG, MARCH 2014.
- VIGAS Y LOSAS NUEVAS DEBEN ESTAR APUNTALADAS COMO MINIMO LOS 14 DIAS DESPUES DEL VACIADO.

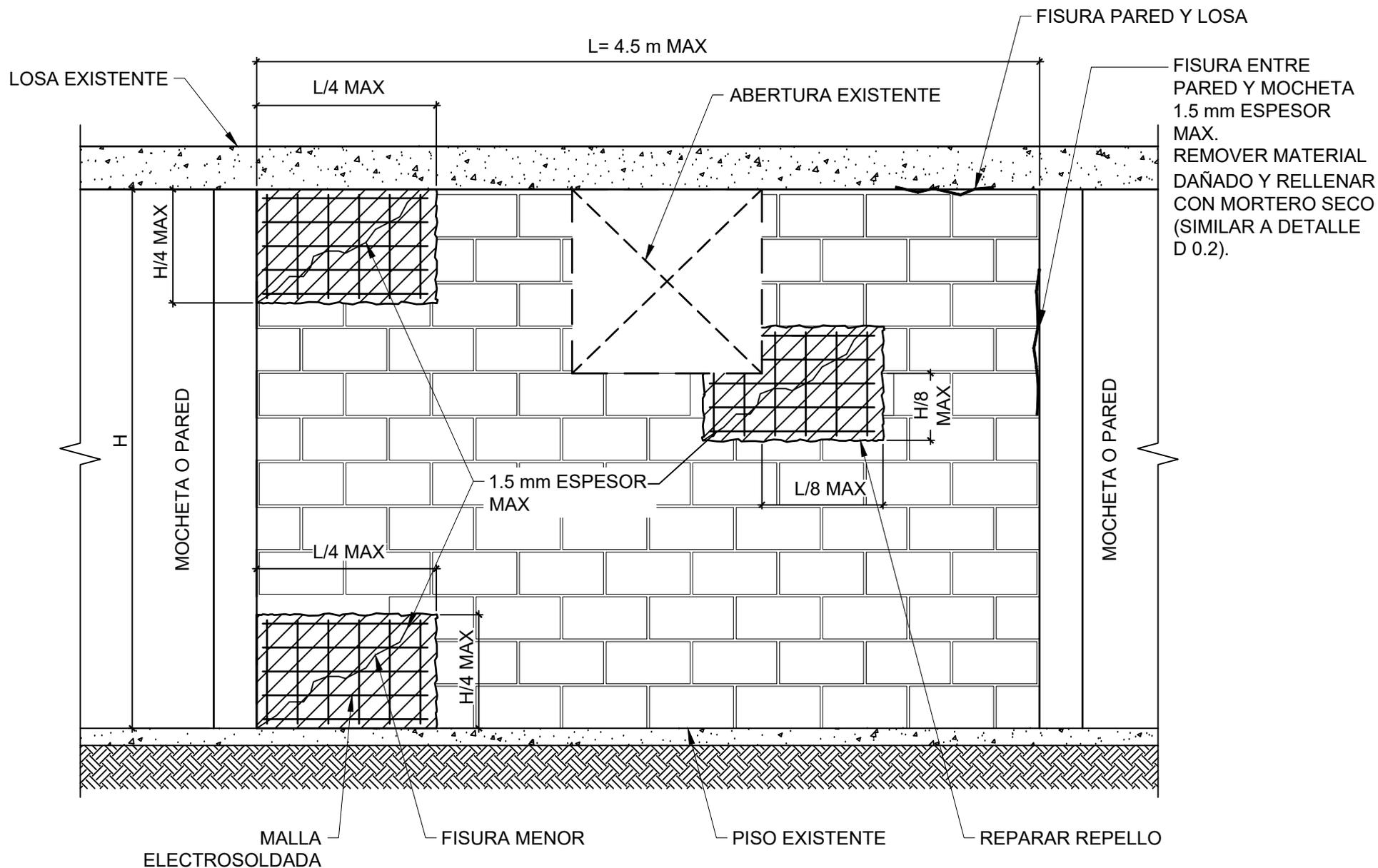


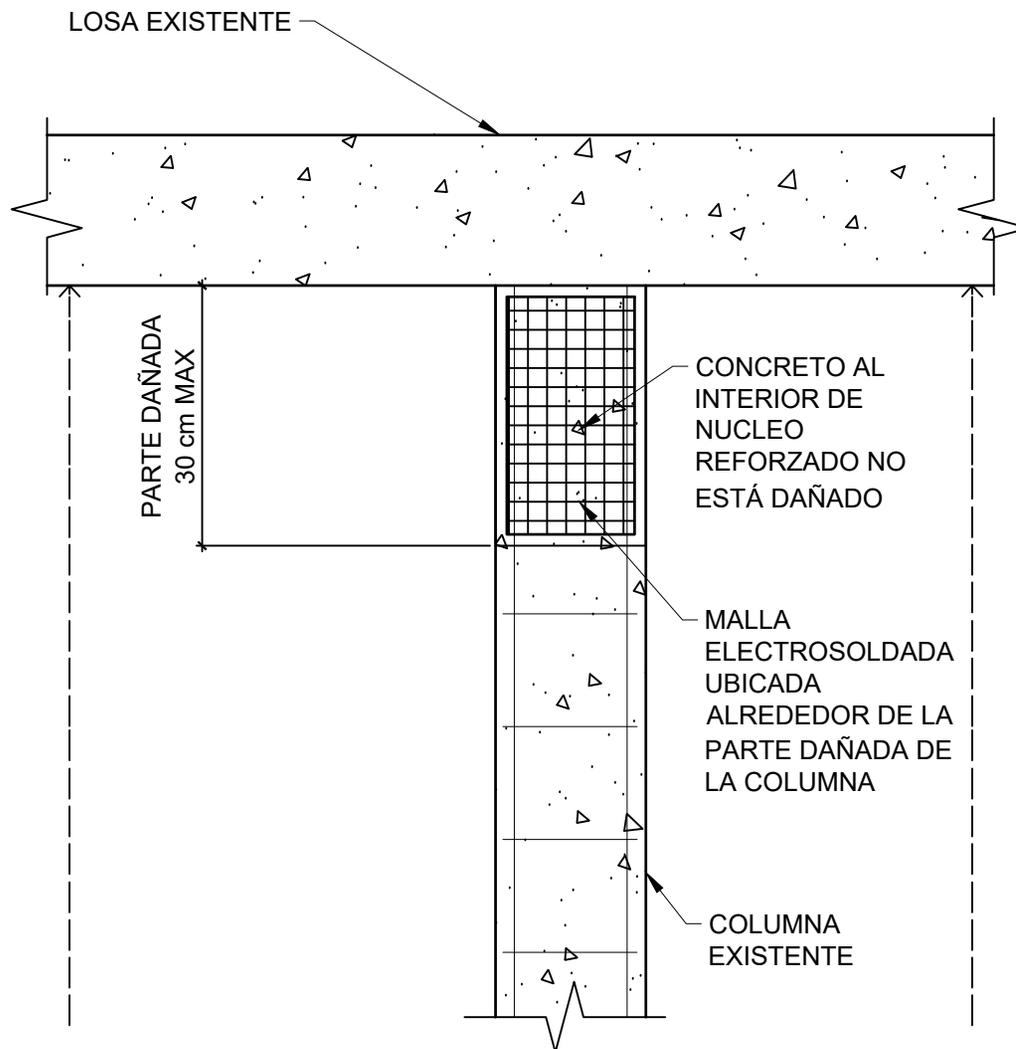


D0.2A REPARACIÓN DE JUNTA PARED-TECHO SIN REFORZAMIENTO

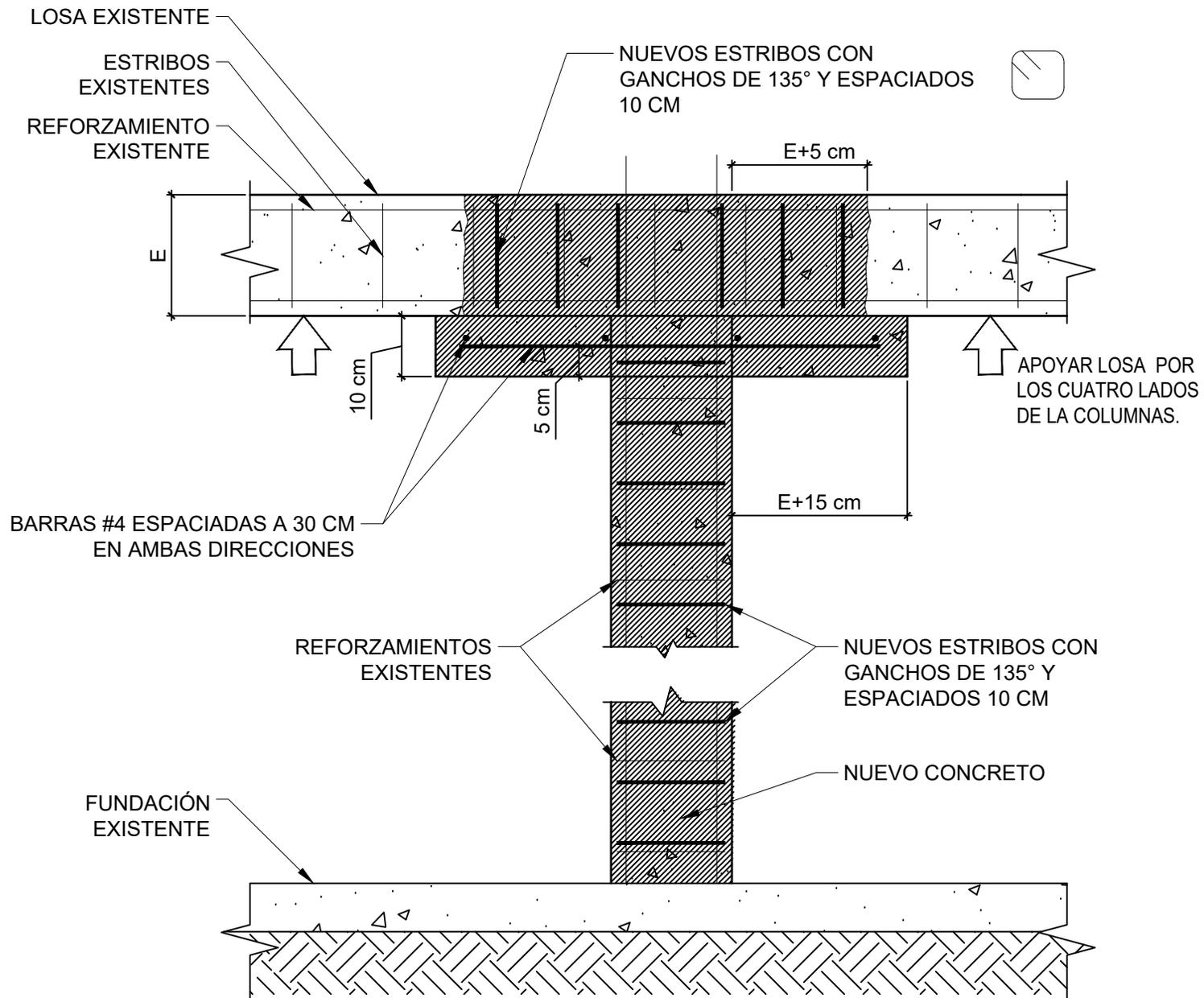


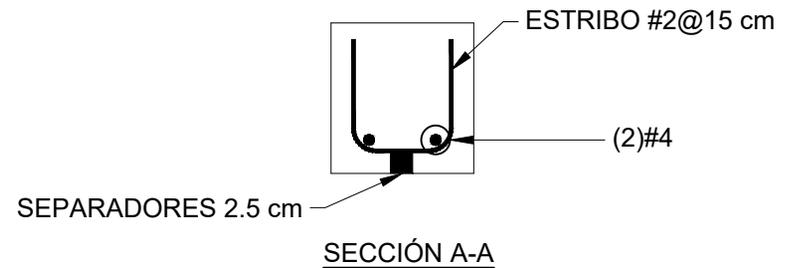
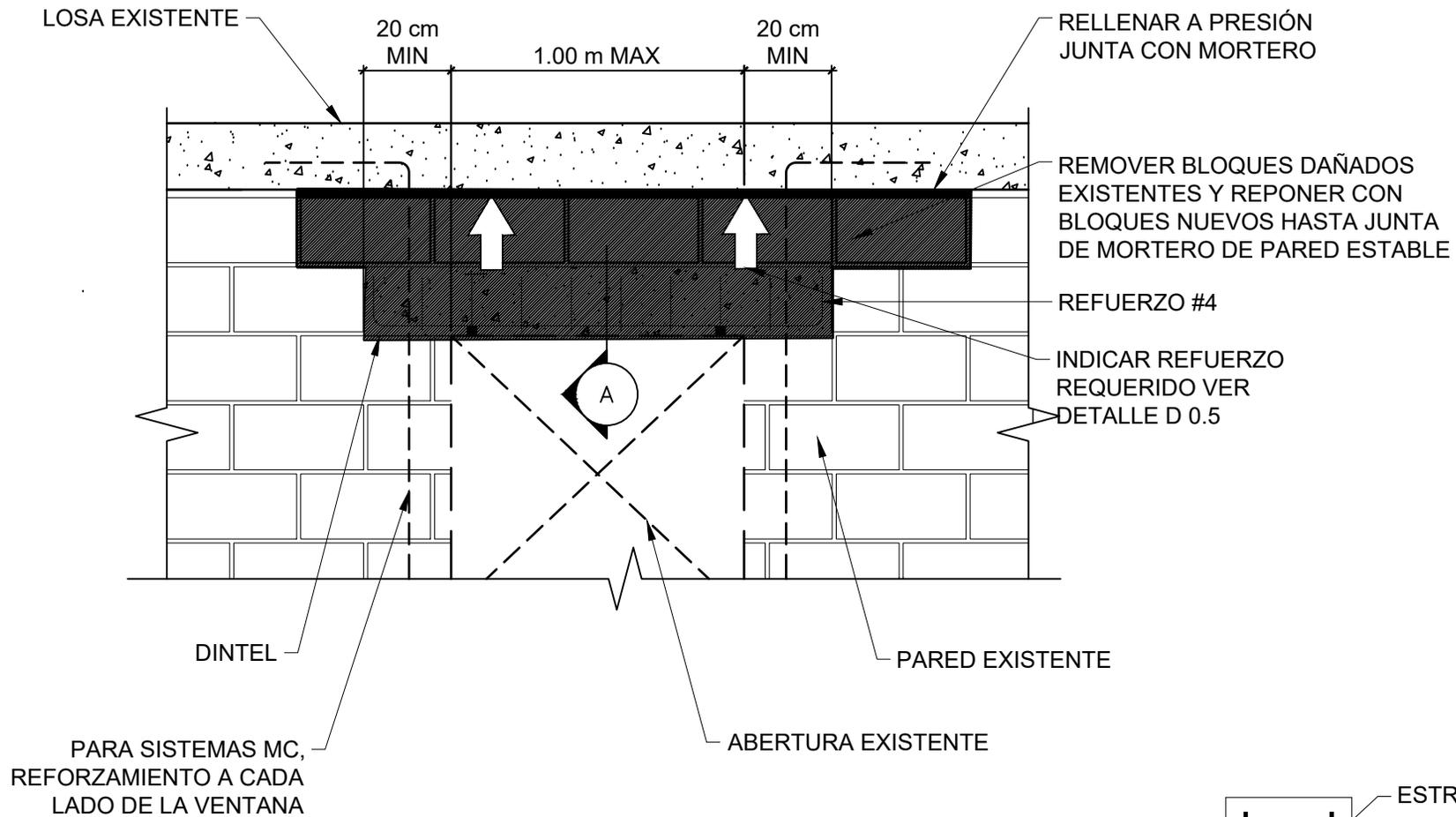
D0.2B REPARACIÓN DE JUNTA PARED-TECHO CON REFORZAMIENTO

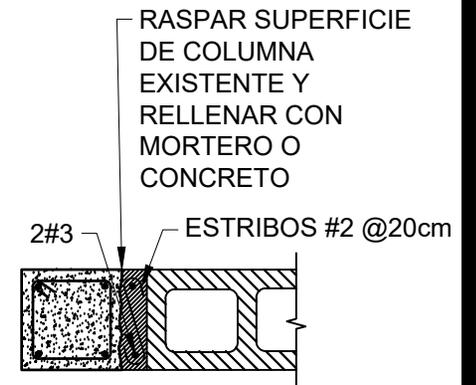
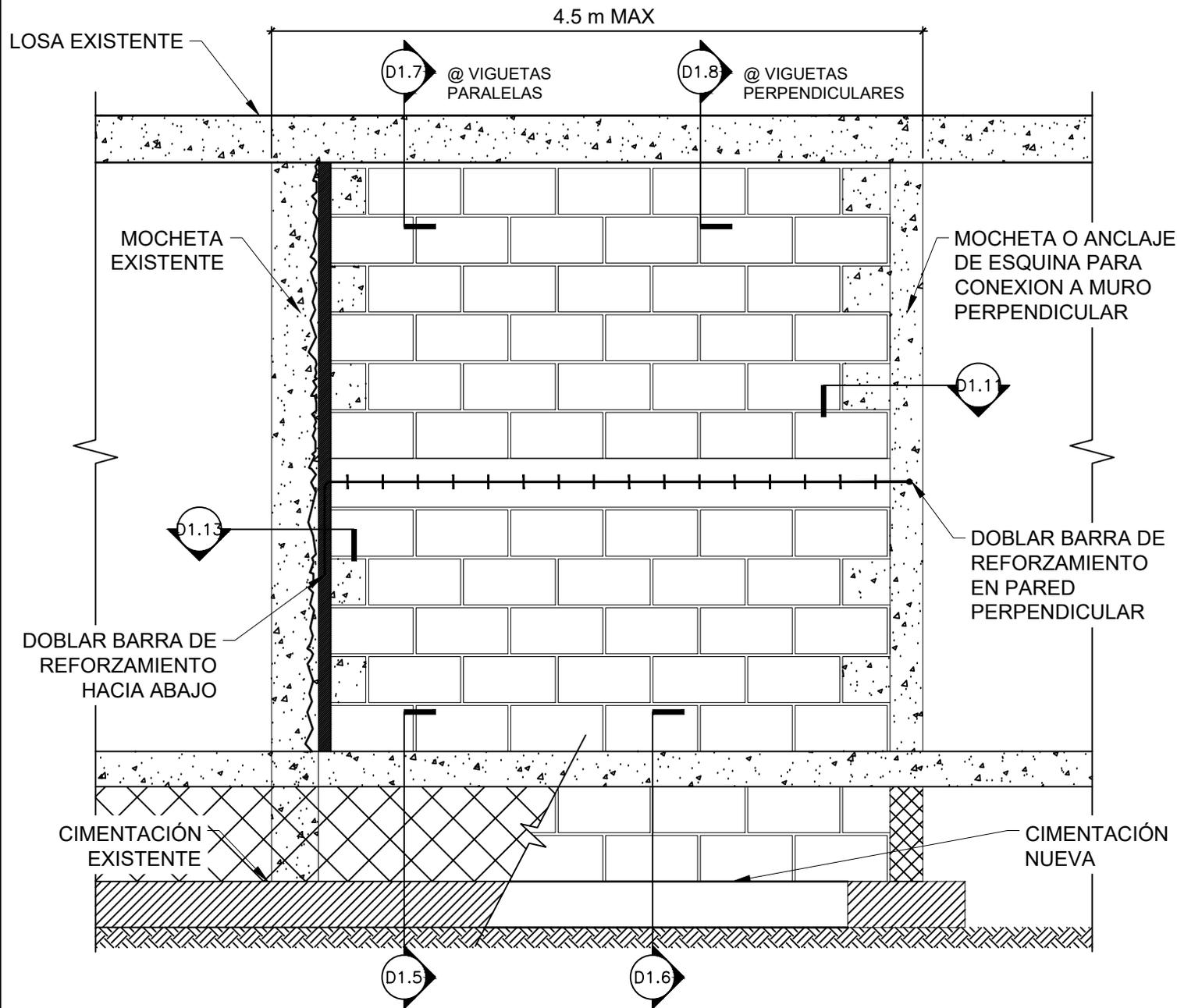




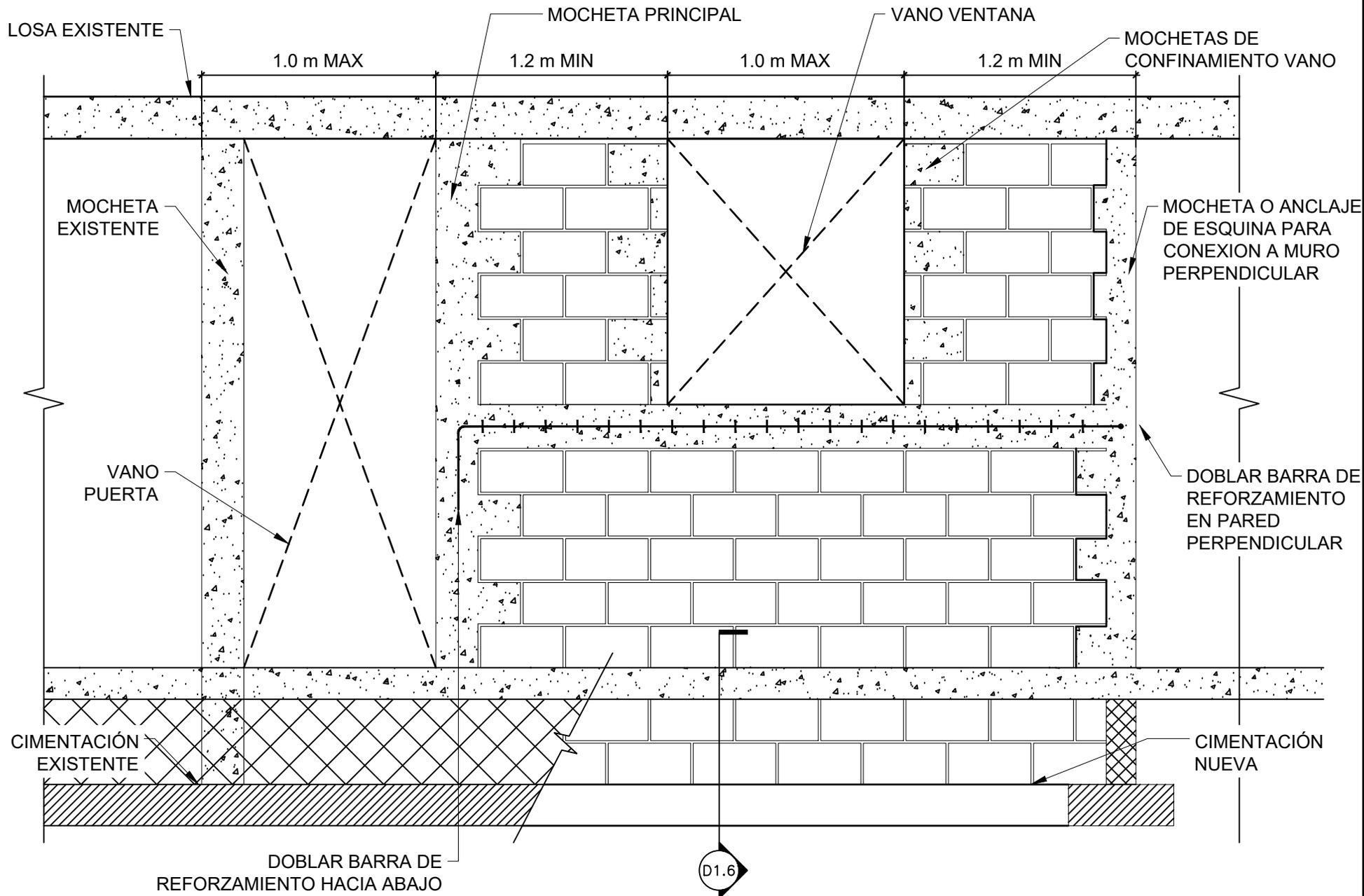
NOTA: LA LOSA ALREDEDOR DE LA COLUMNA DEBE ESTAR APUNTALADA. VER G 0.0

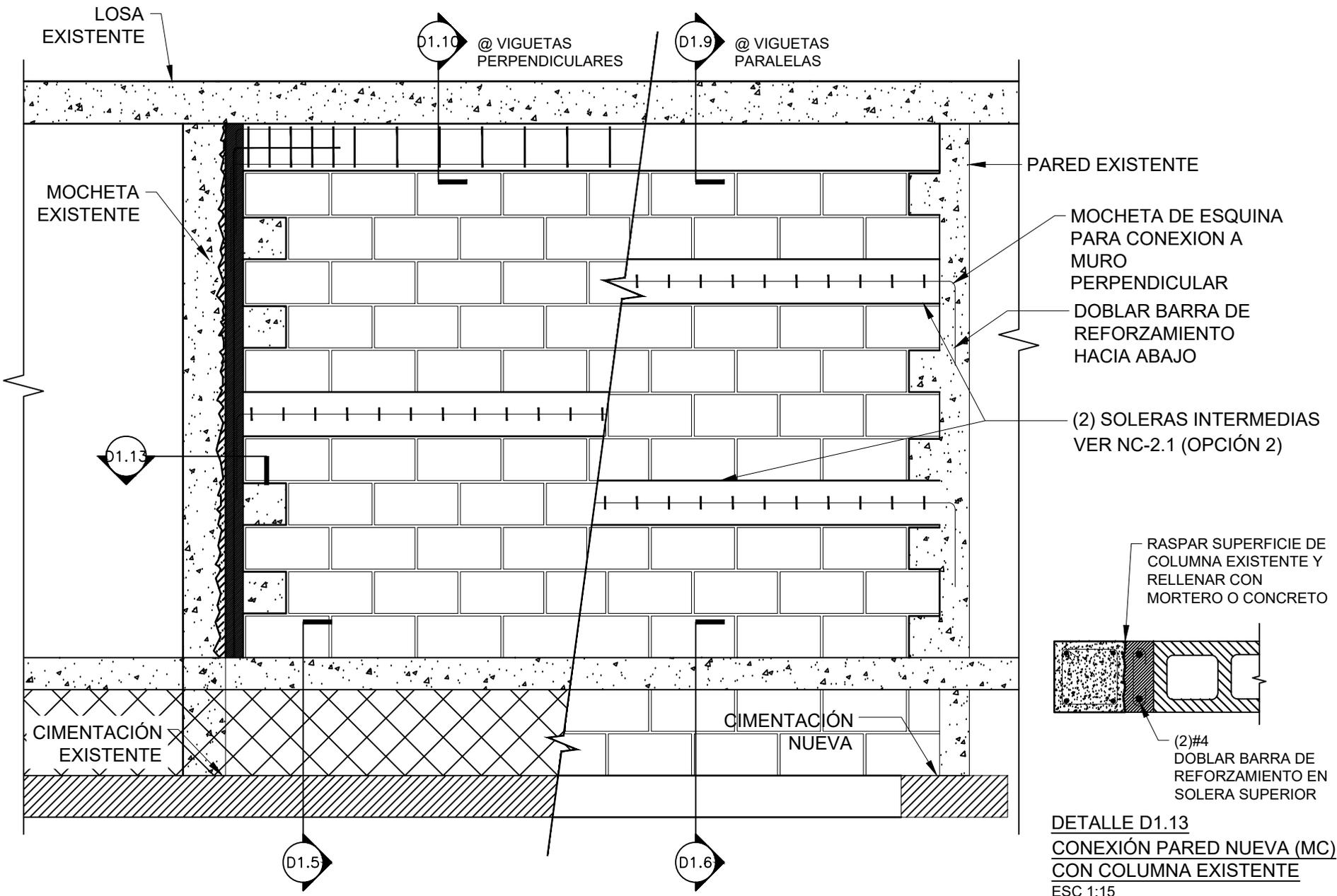




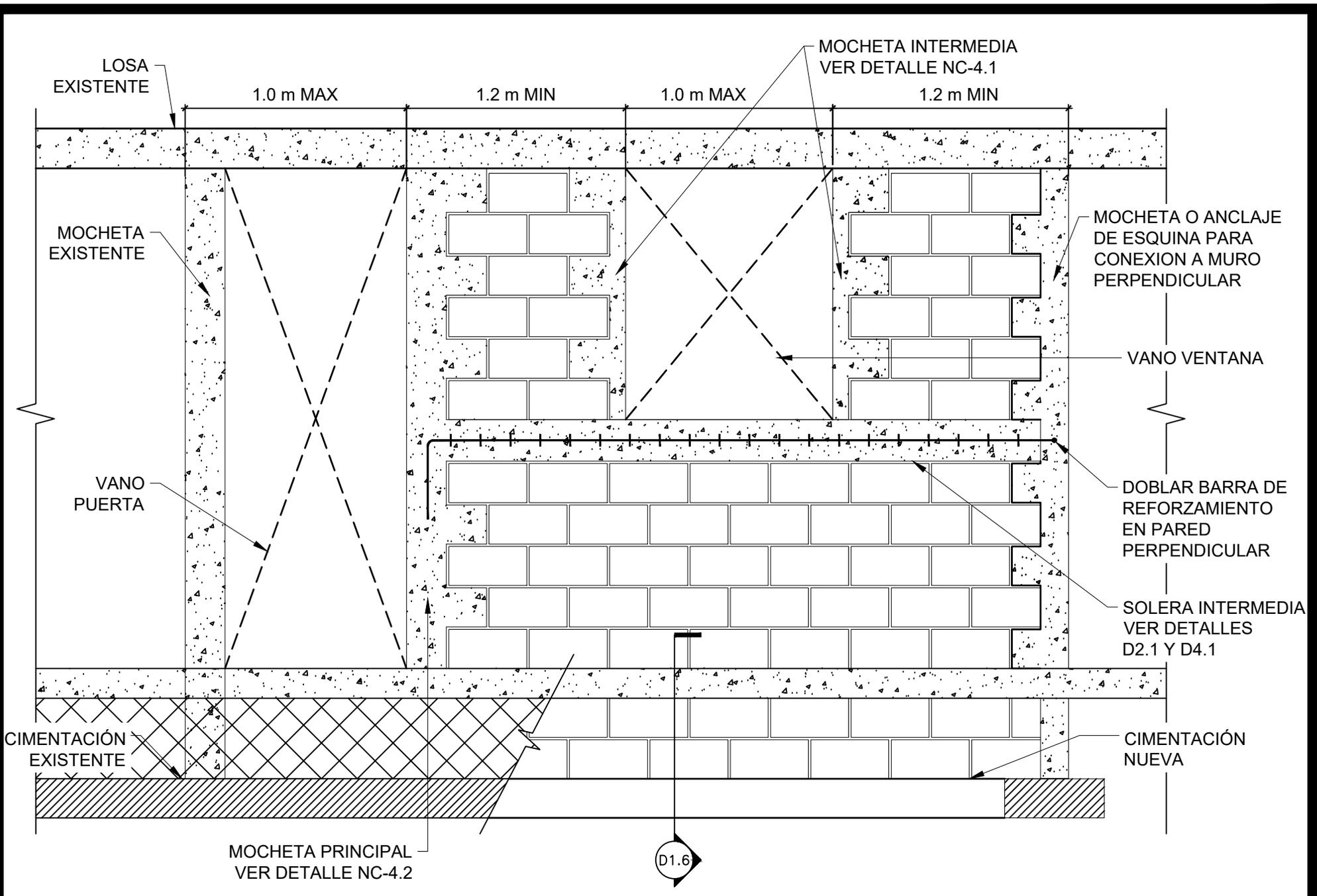


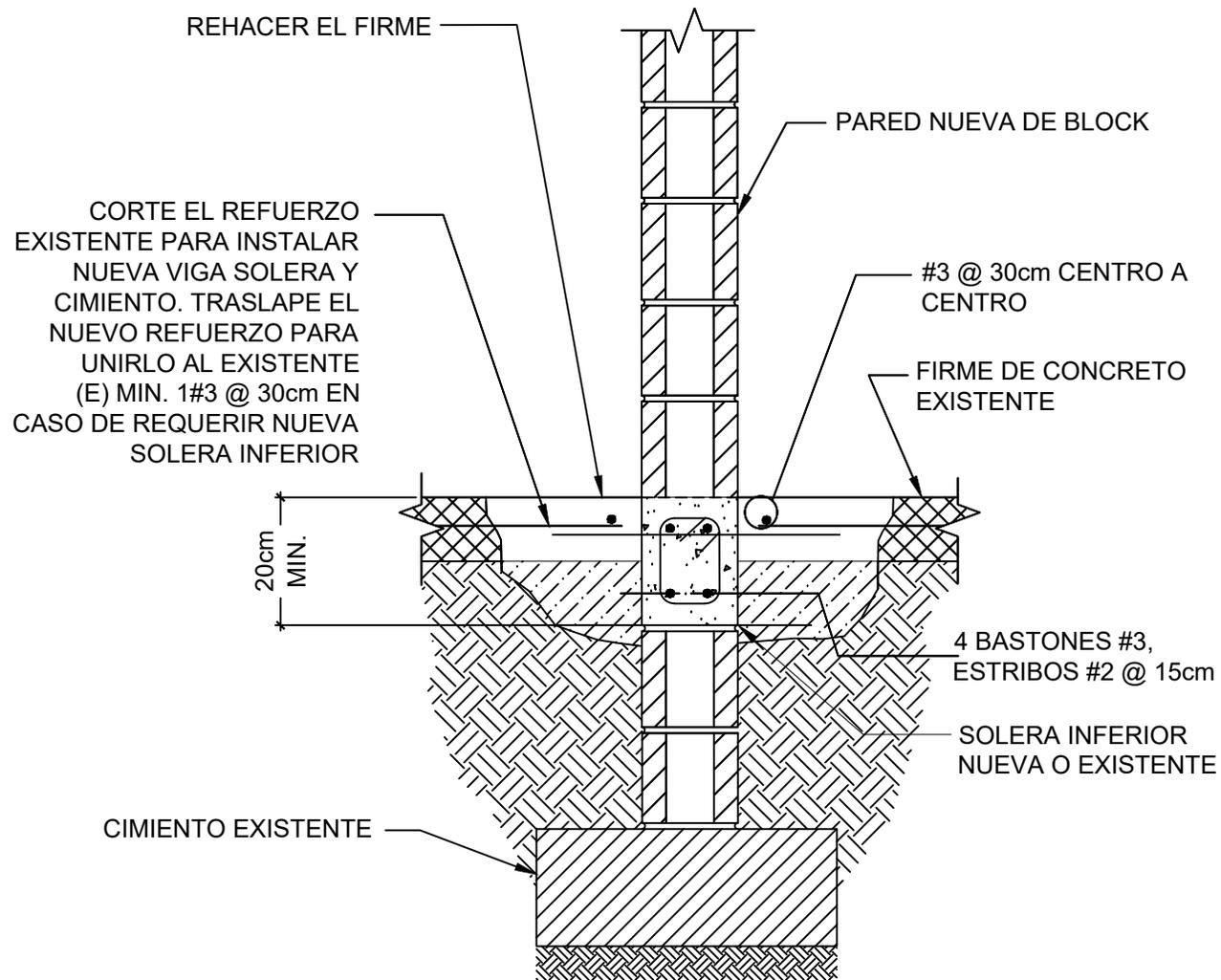
DETALLE D1.13
CONEXIÓN PARED NUEVA (PC/NC)
CON COLUMNA EXISTENTE
 ESC 1:15



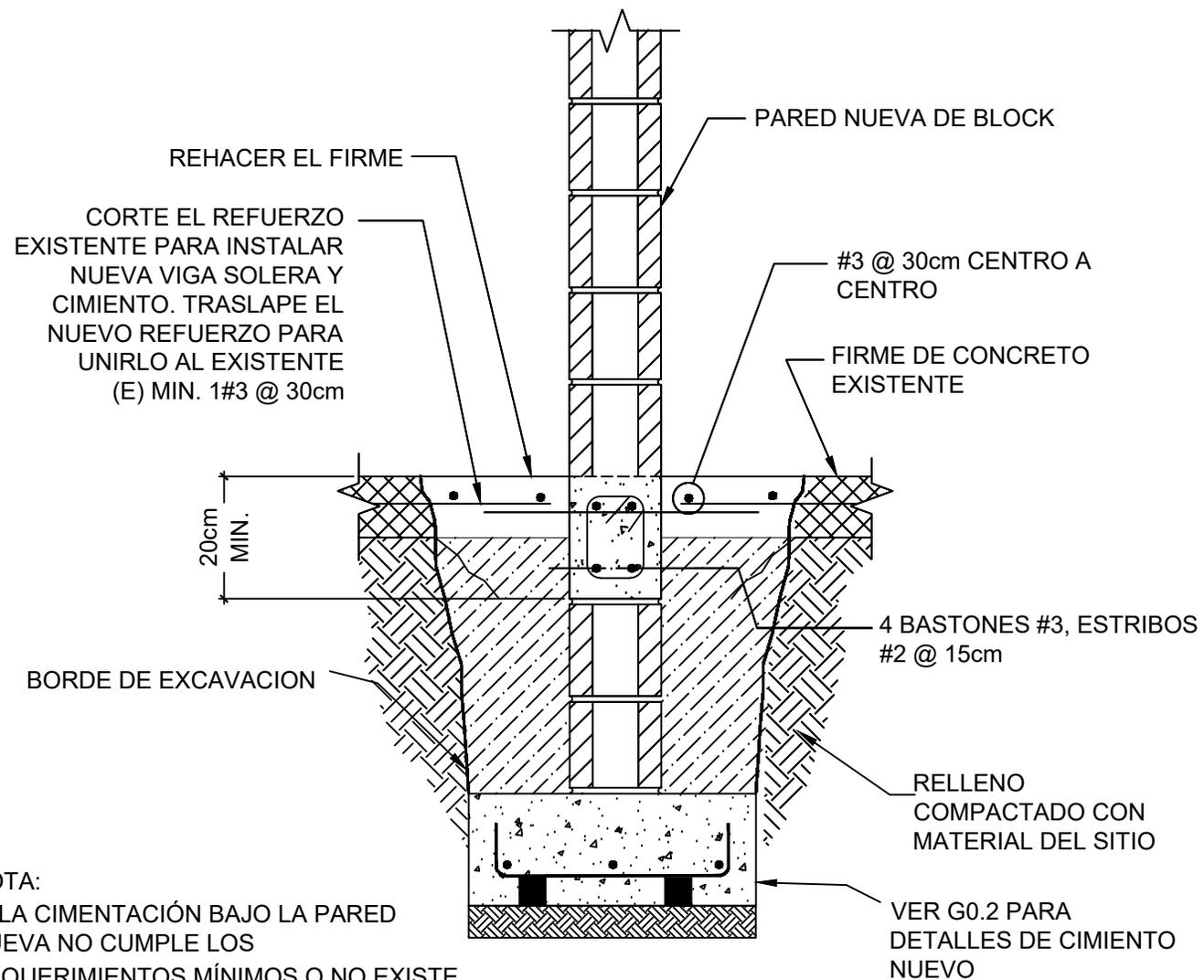


DETALLE D1.13
CONEXIÓN PARED NUEVA (MC)
CON COLUMNA EXISTENTE
 ESC 1:15

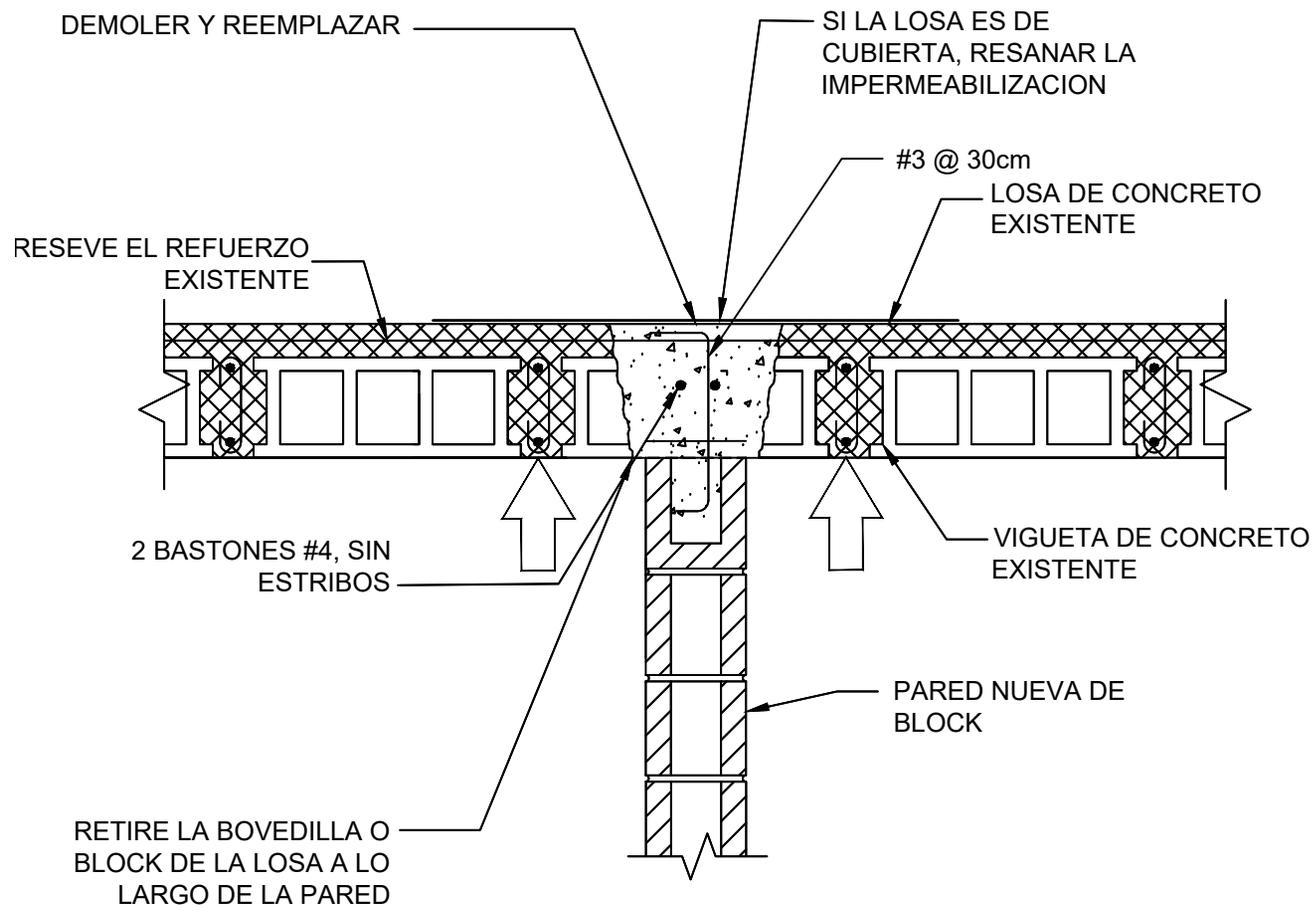


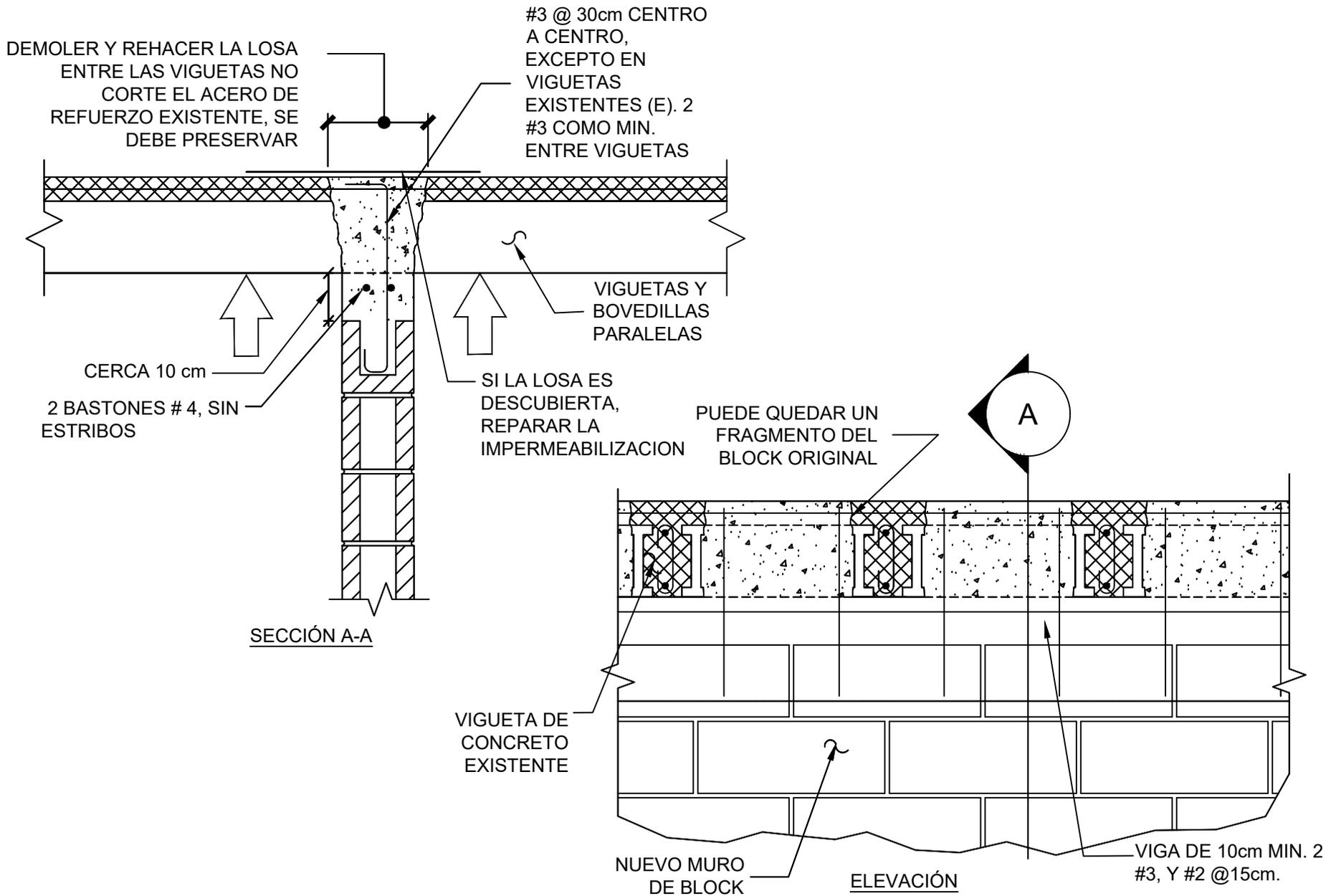


NOTA:
 DONDE SE REQUIERA SOLERA INFERIOR,
 COLOCAR GANCHOS #3 EN COLUMNA O
 PERPENDICUALR A SOLERA EN CADA
 EXTREMO DE LA PARED

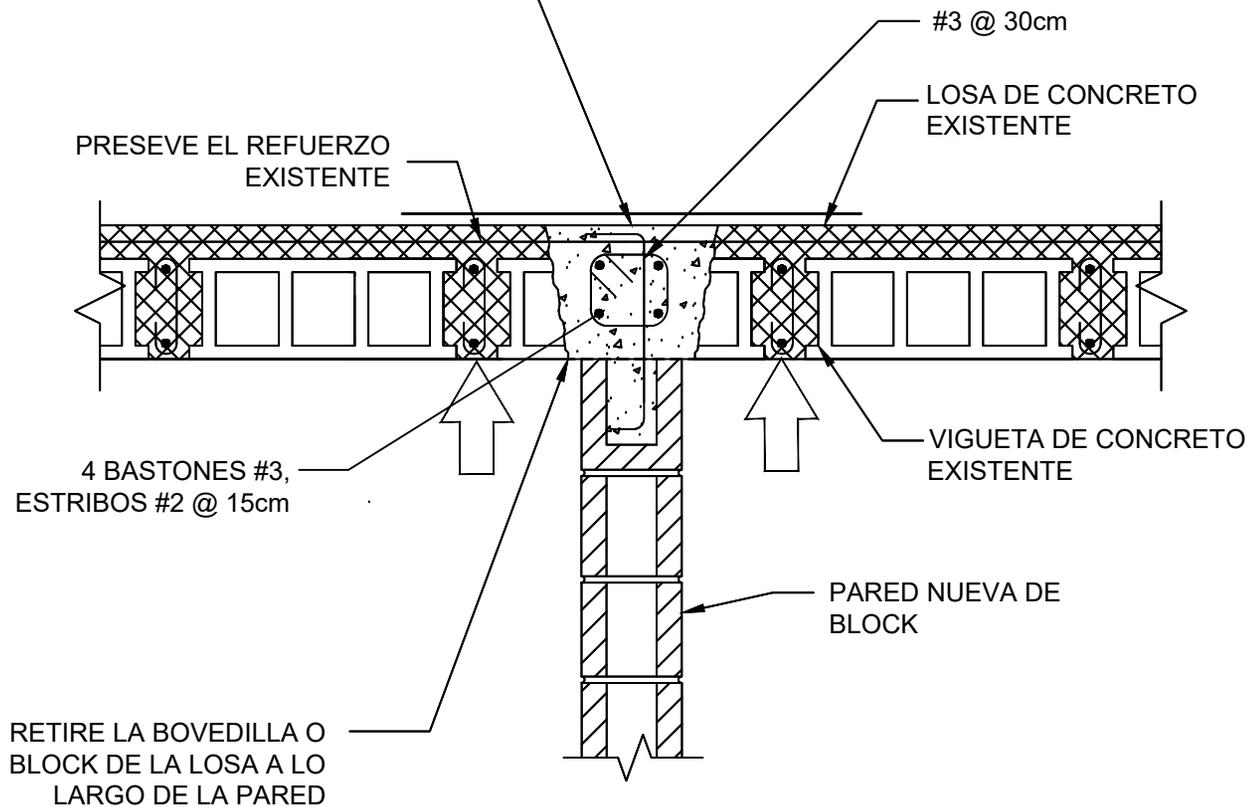


NOTA:
 SI LA CIMENTACIÓN BAJO LA PARED NUEVA NO CUMPLE LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS O NO EXISTE, CONSTRUIR UNA NUEVA CIMENTACIÓN. VER DETALLE NC-1.1 Y G0.3





DEMOLER Y REEMPLAZAR
 LOSA @ UBICACIÓN DE
 REFUERZO #3, PERFORAR
 COMO MÍNIMO 10cm x 10cm



PRESEVE EL REFUERZO
 EXISTENTE

#3 @ 30cm

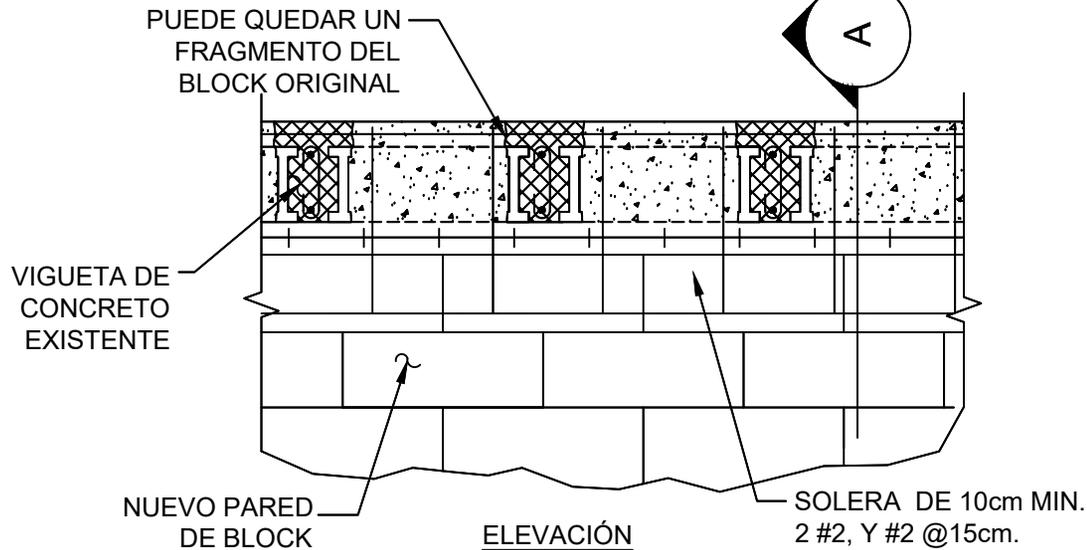
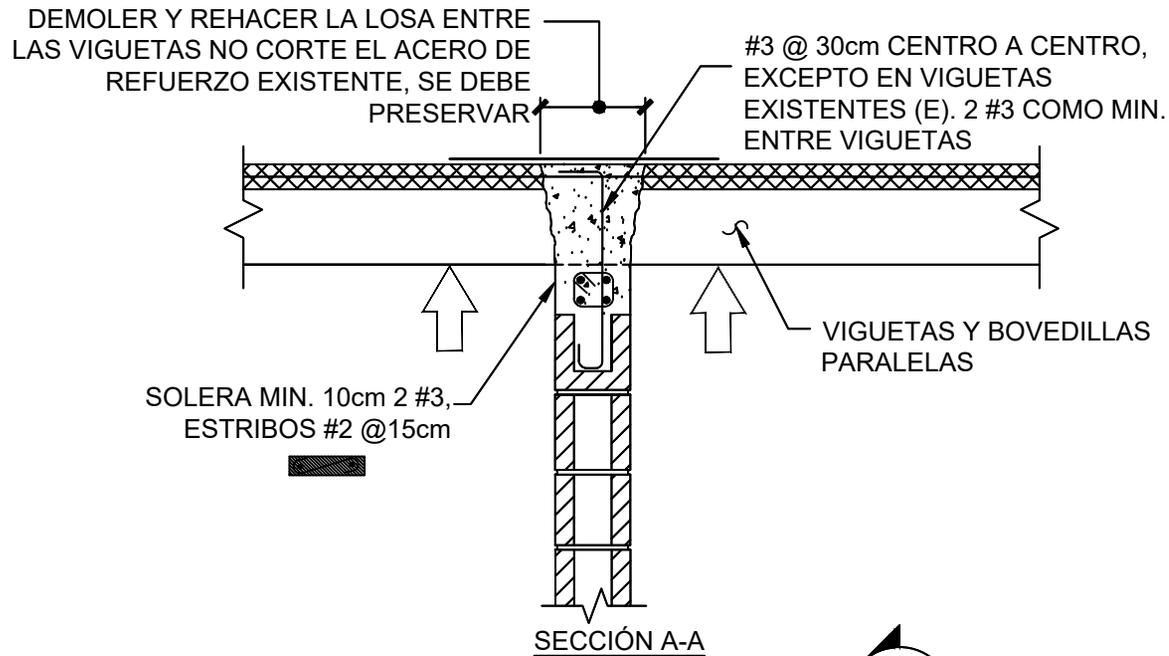
LOSA DE CONCRETO
 EXISTENTE

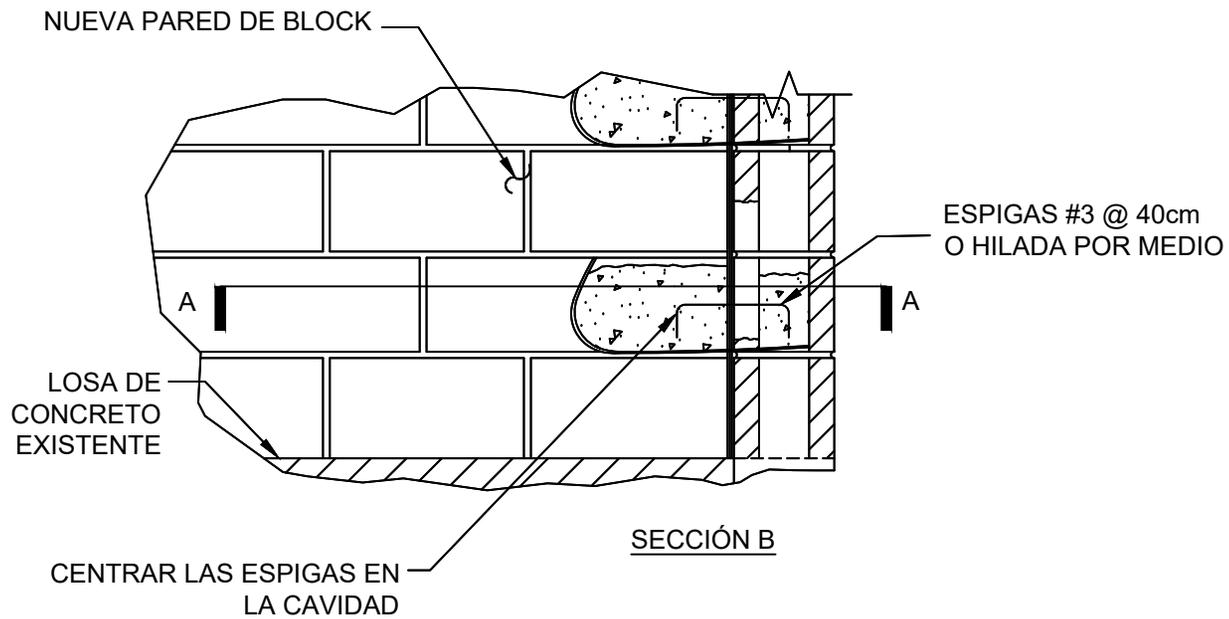
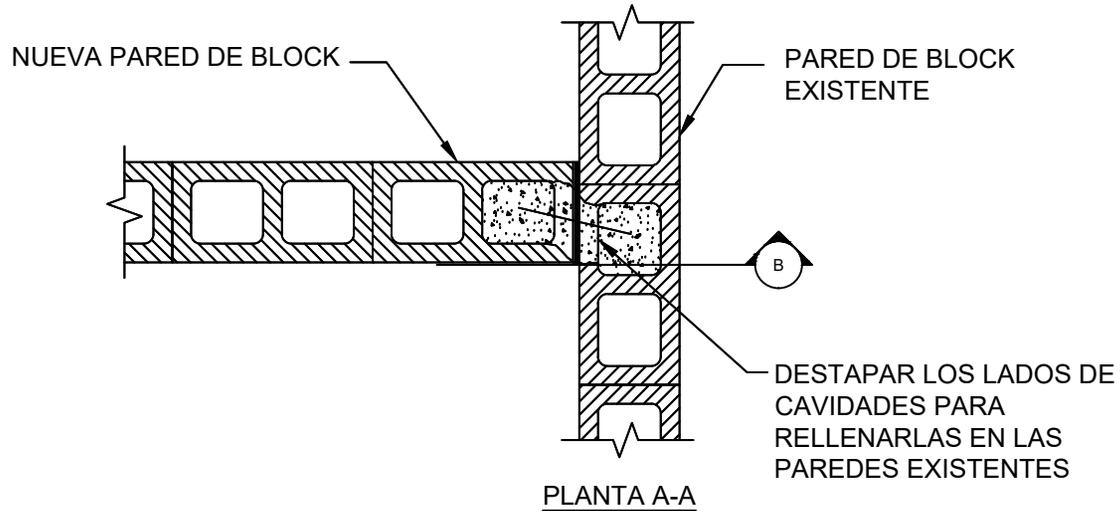
VIGUETA DE CONCRETO
 EXISTENTE

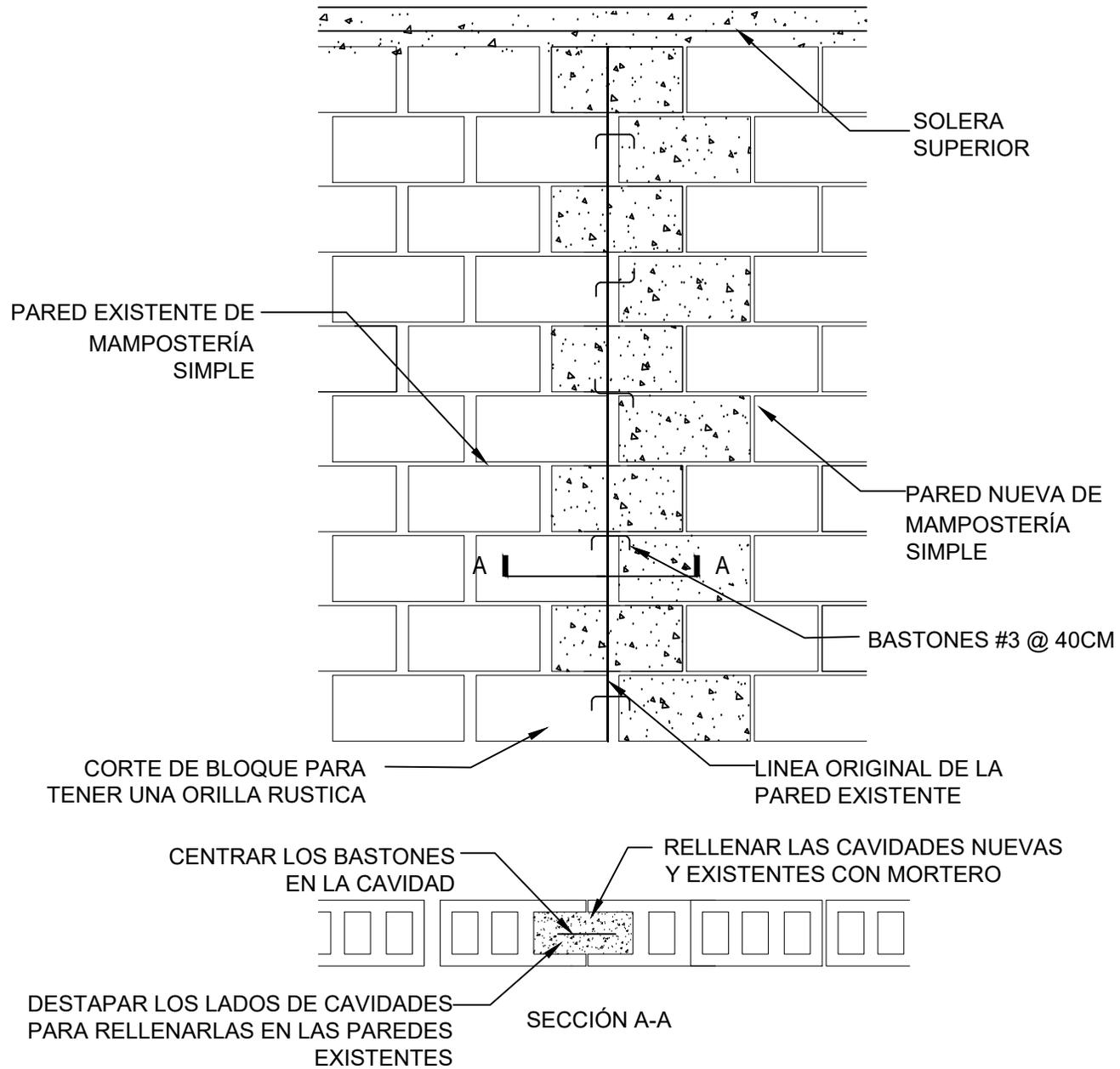
4 BASTONES #3,
 ESTRIBOS #2 @ 15cm

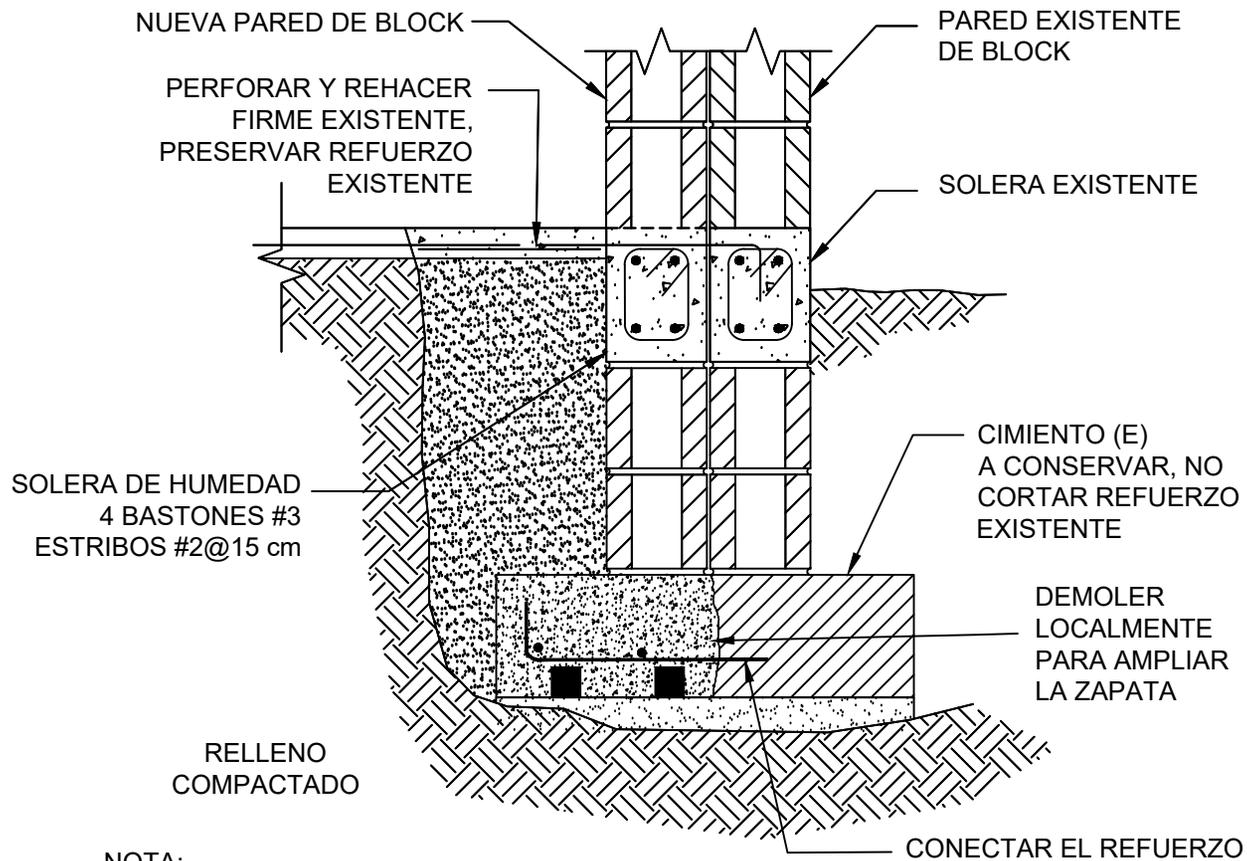
PARED NUEVA DE
 BLOCK

RETIRE LA BOVEDILLA O
 BLOCK DE LA LOSA A LO
 LARGO DE LA PARED





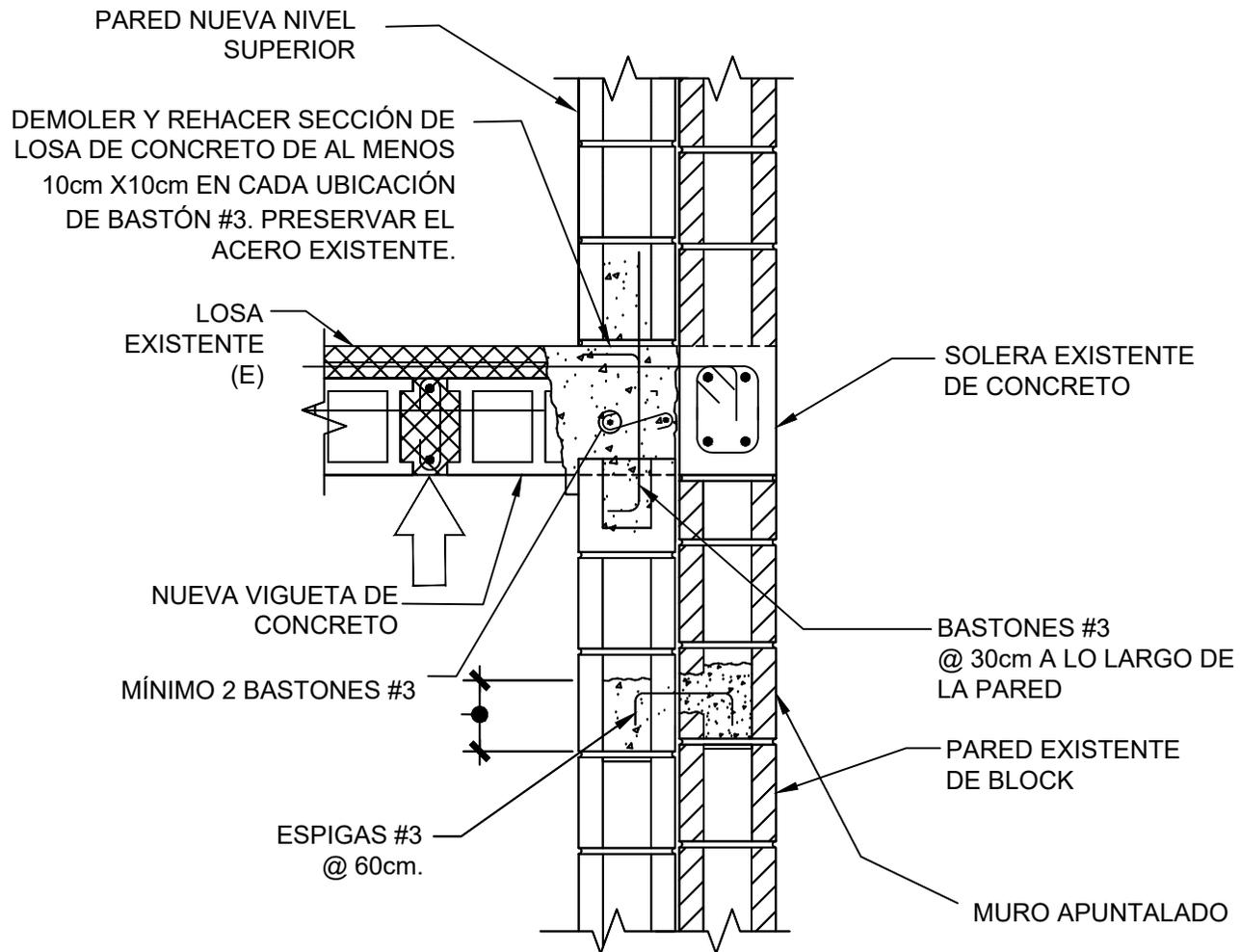


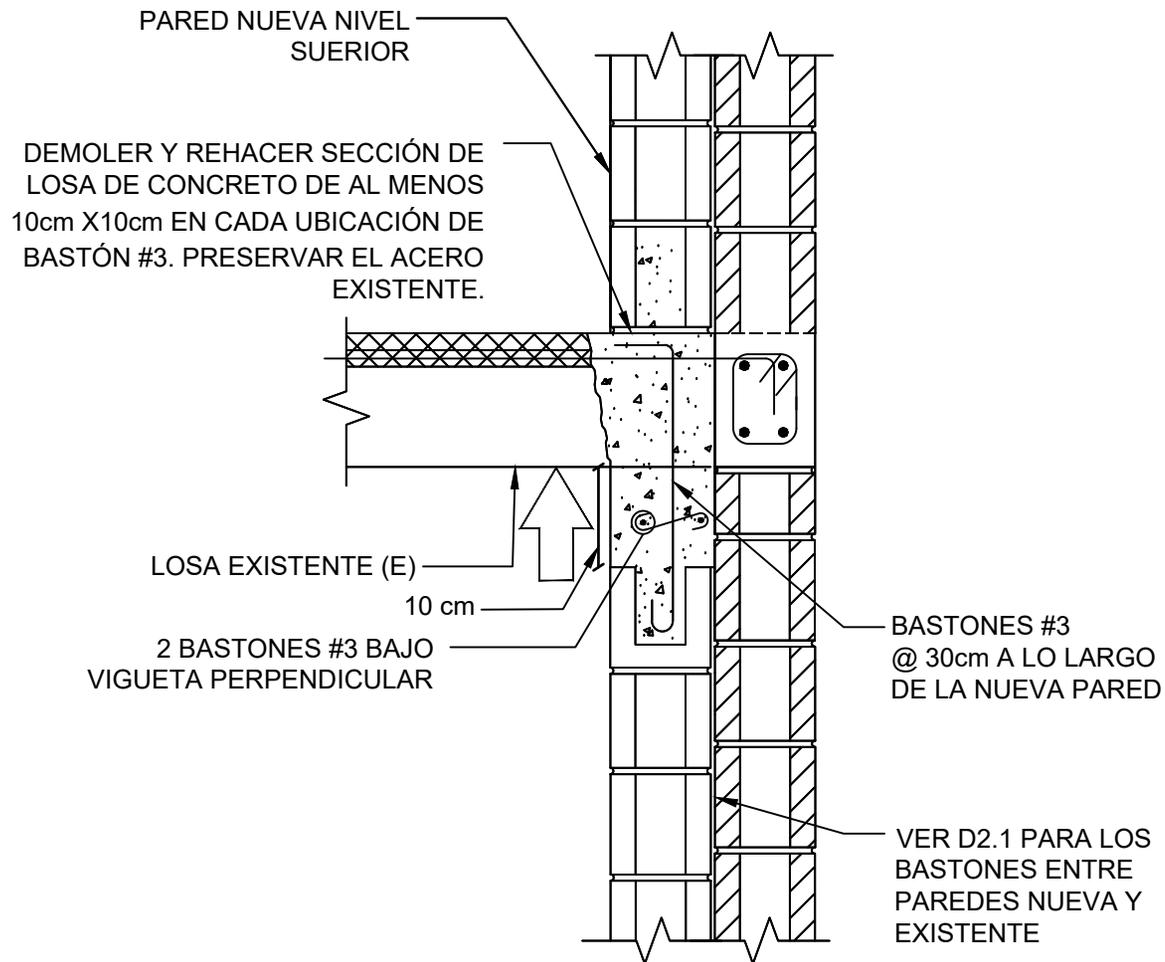


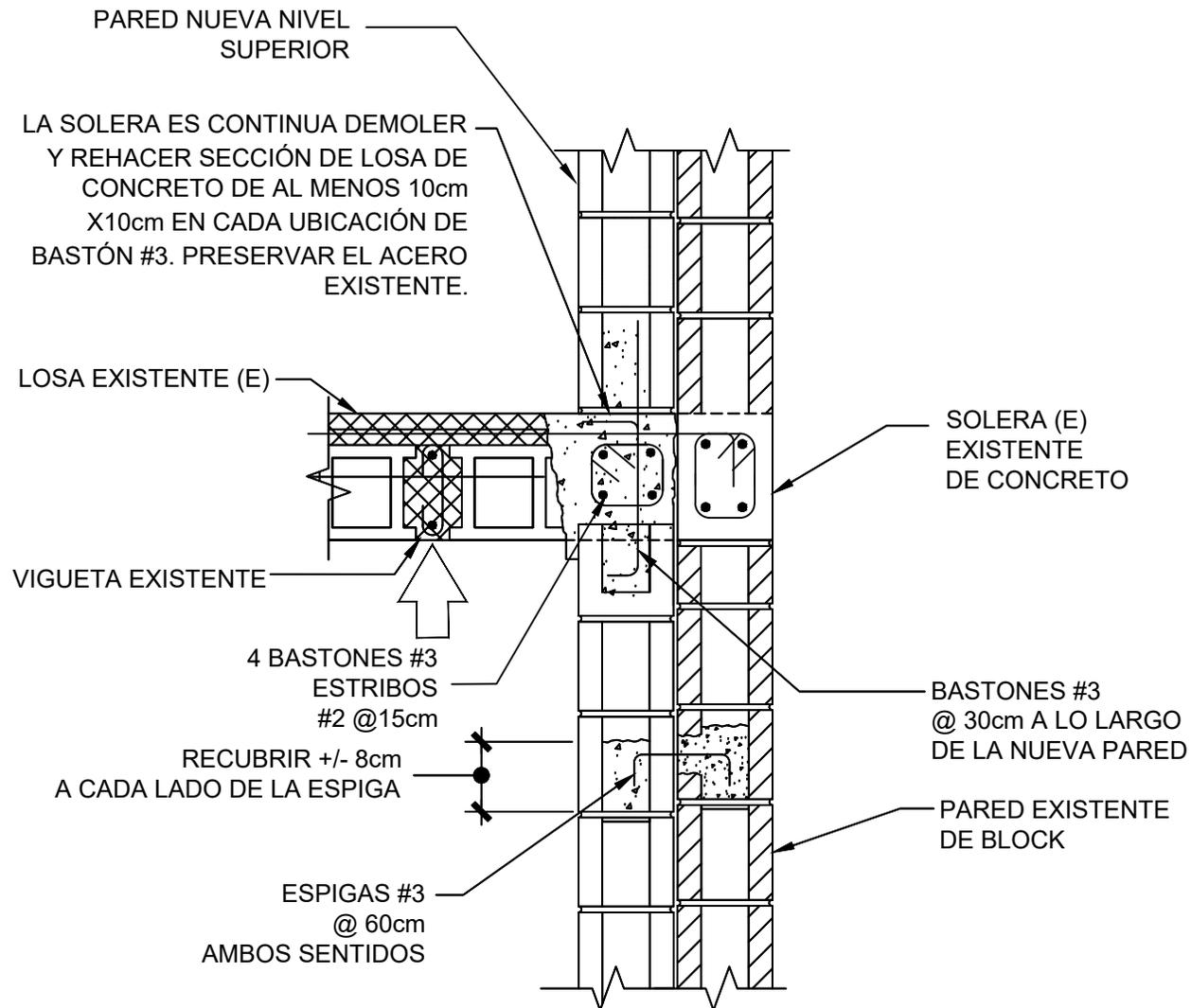
NOTA:

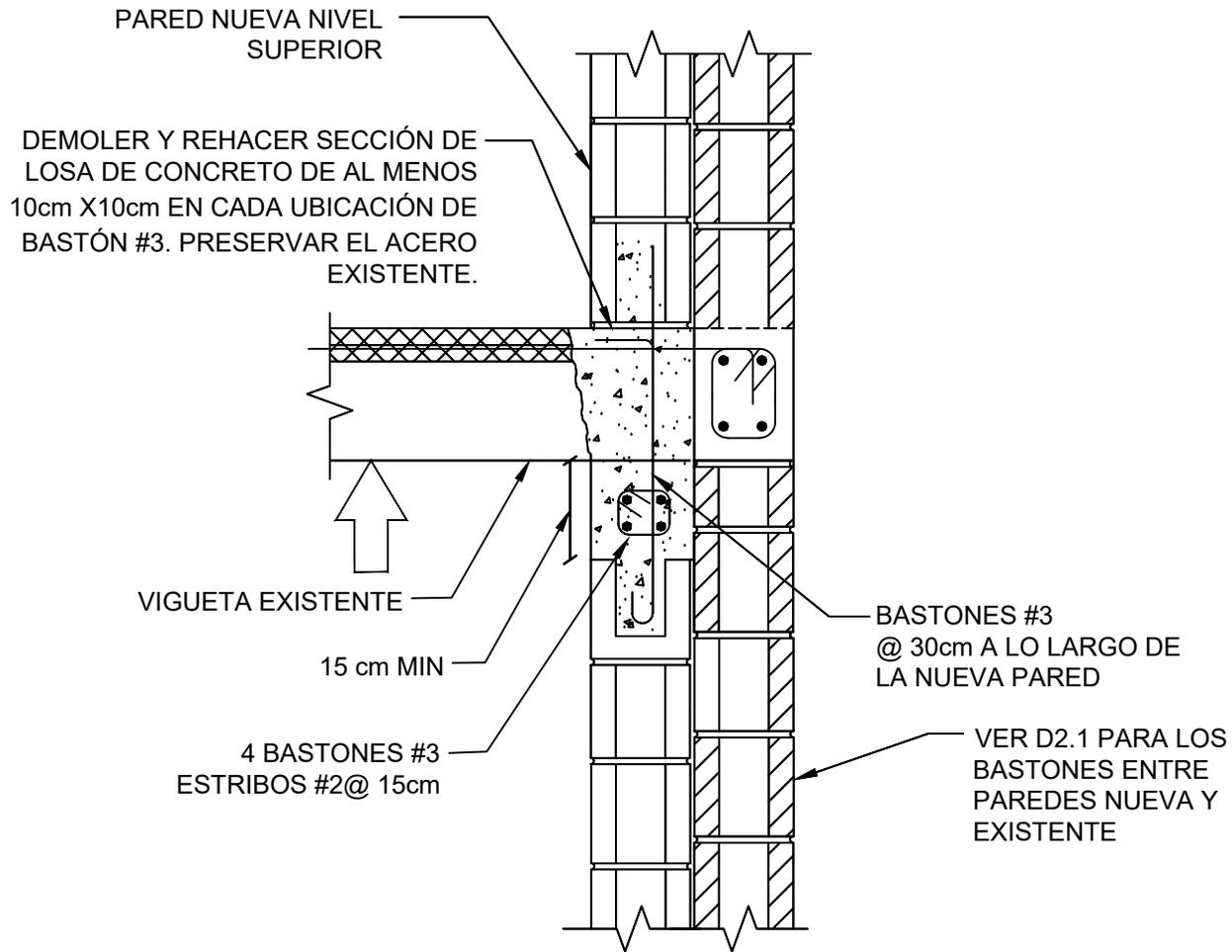
AJUSTE PROFUNDIDAD EXISTENTE DE ACUERDO A PROFUNDIDAD MÍNIMA SEGÚN EL CASO.

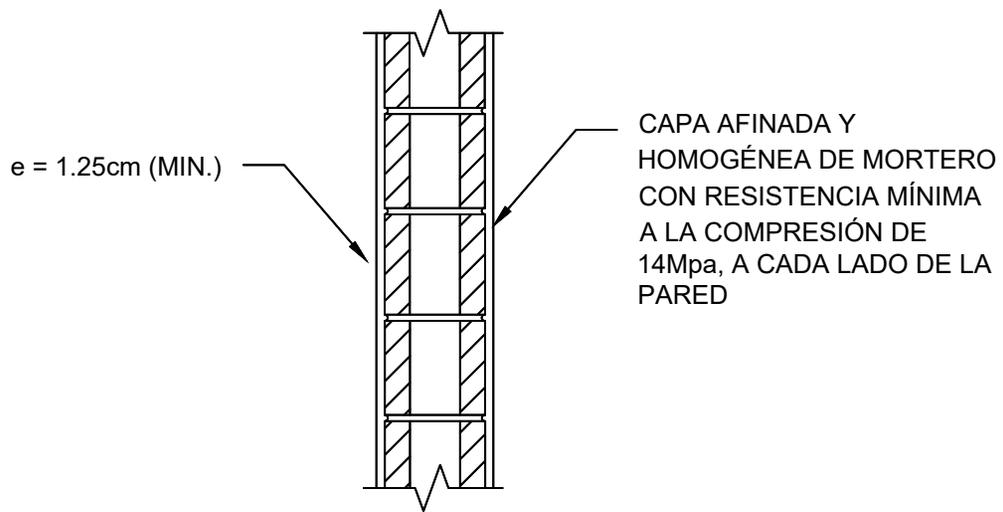
ENSANCHE EL CIMENTO HASTA LA PROFUNDIDAD DEL EXISTENTE

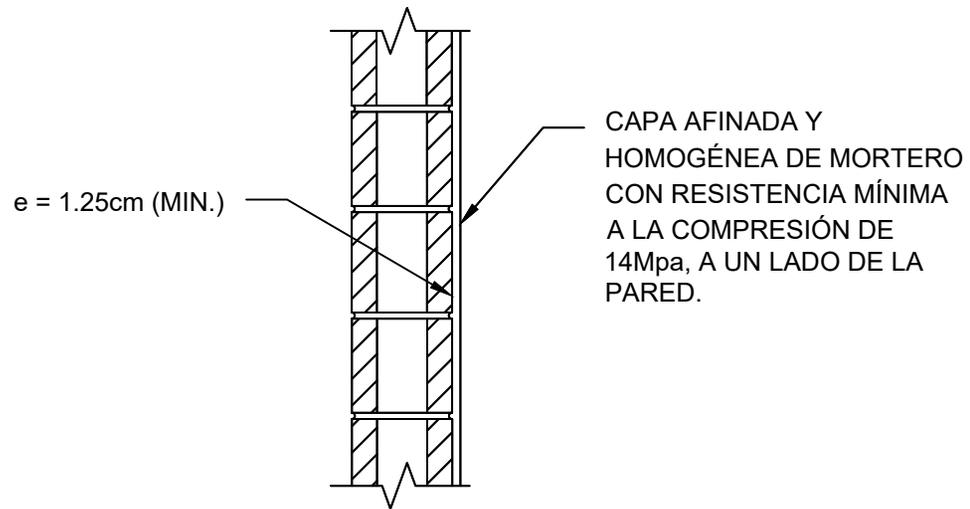


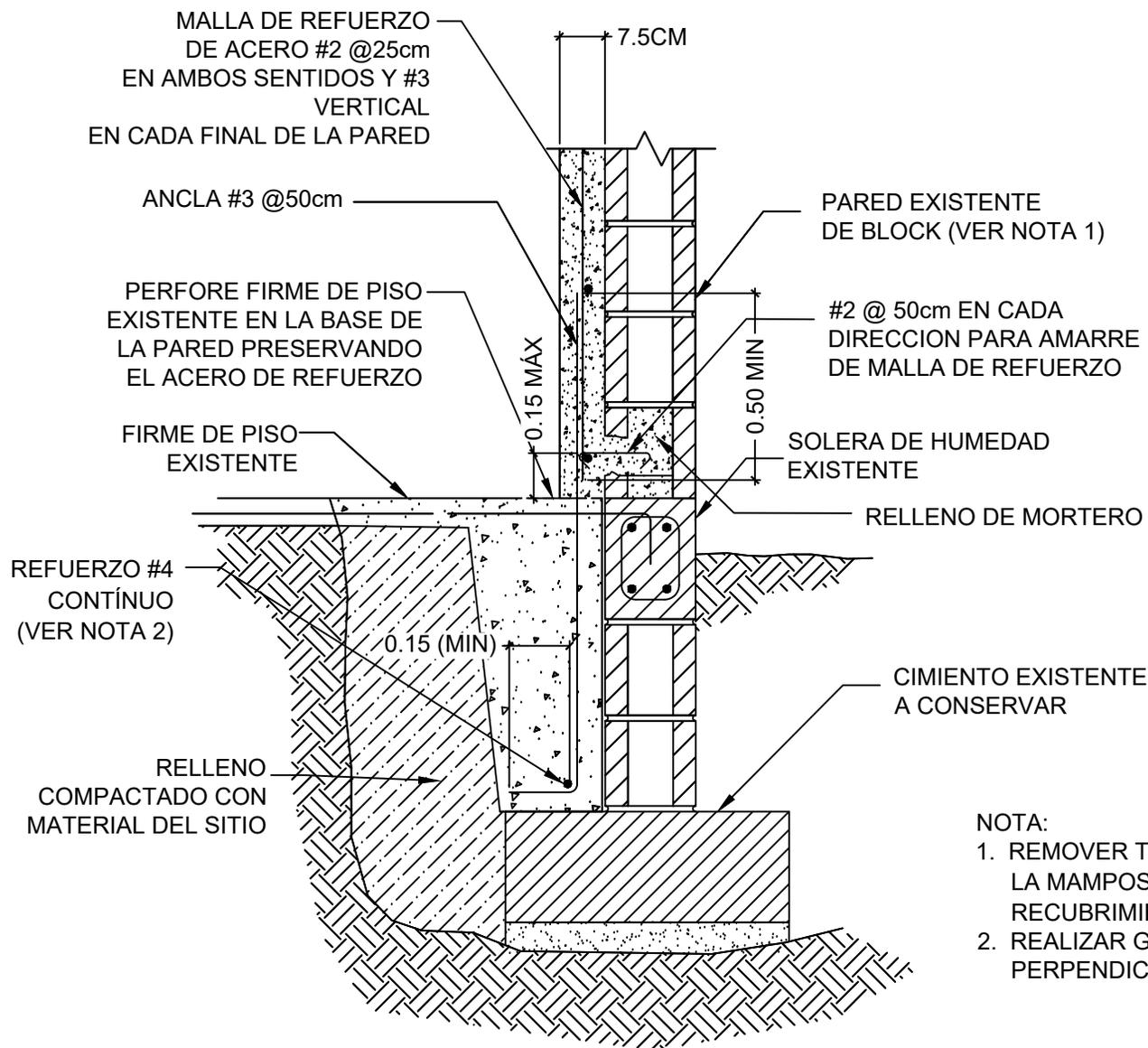






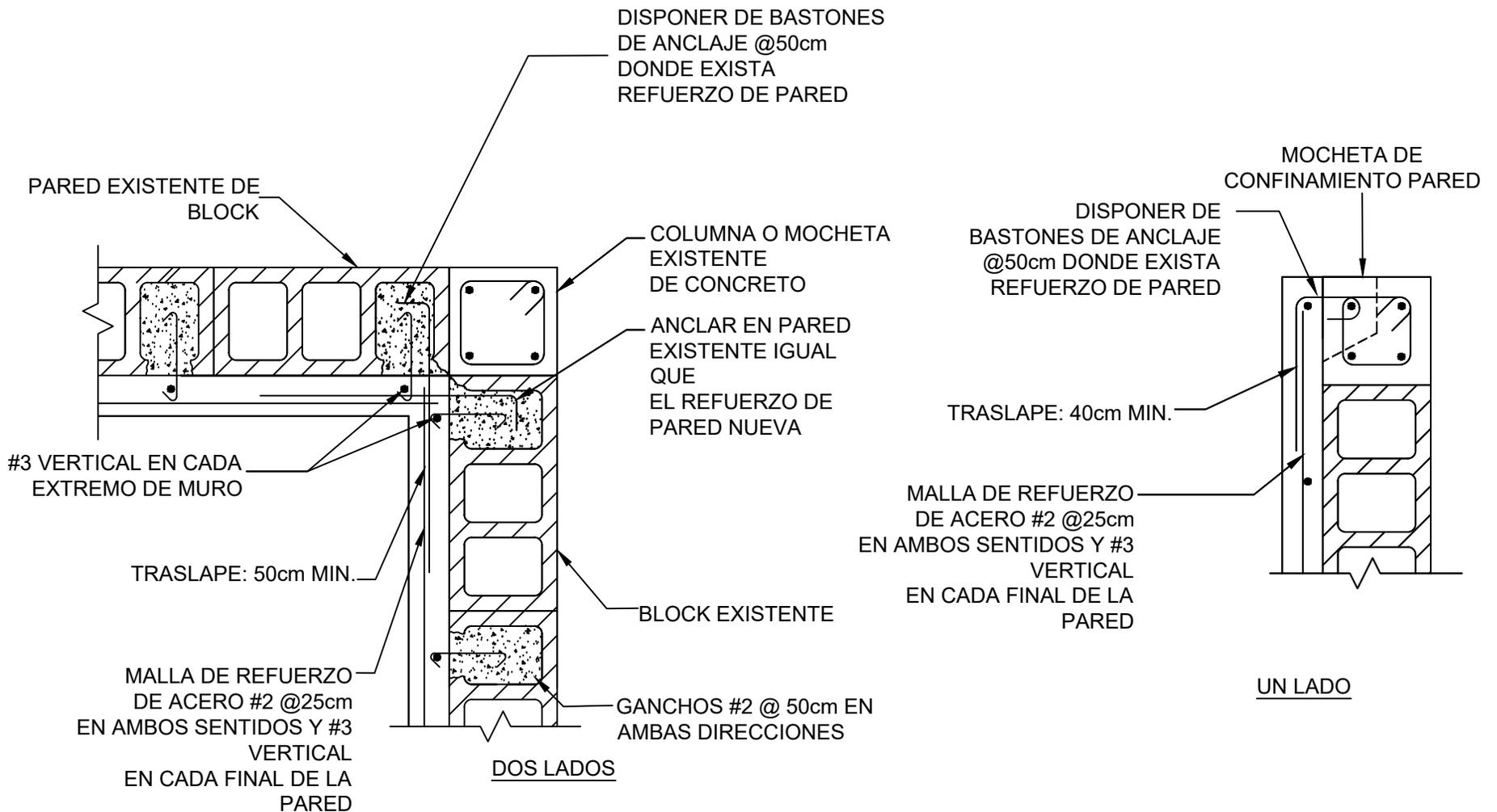


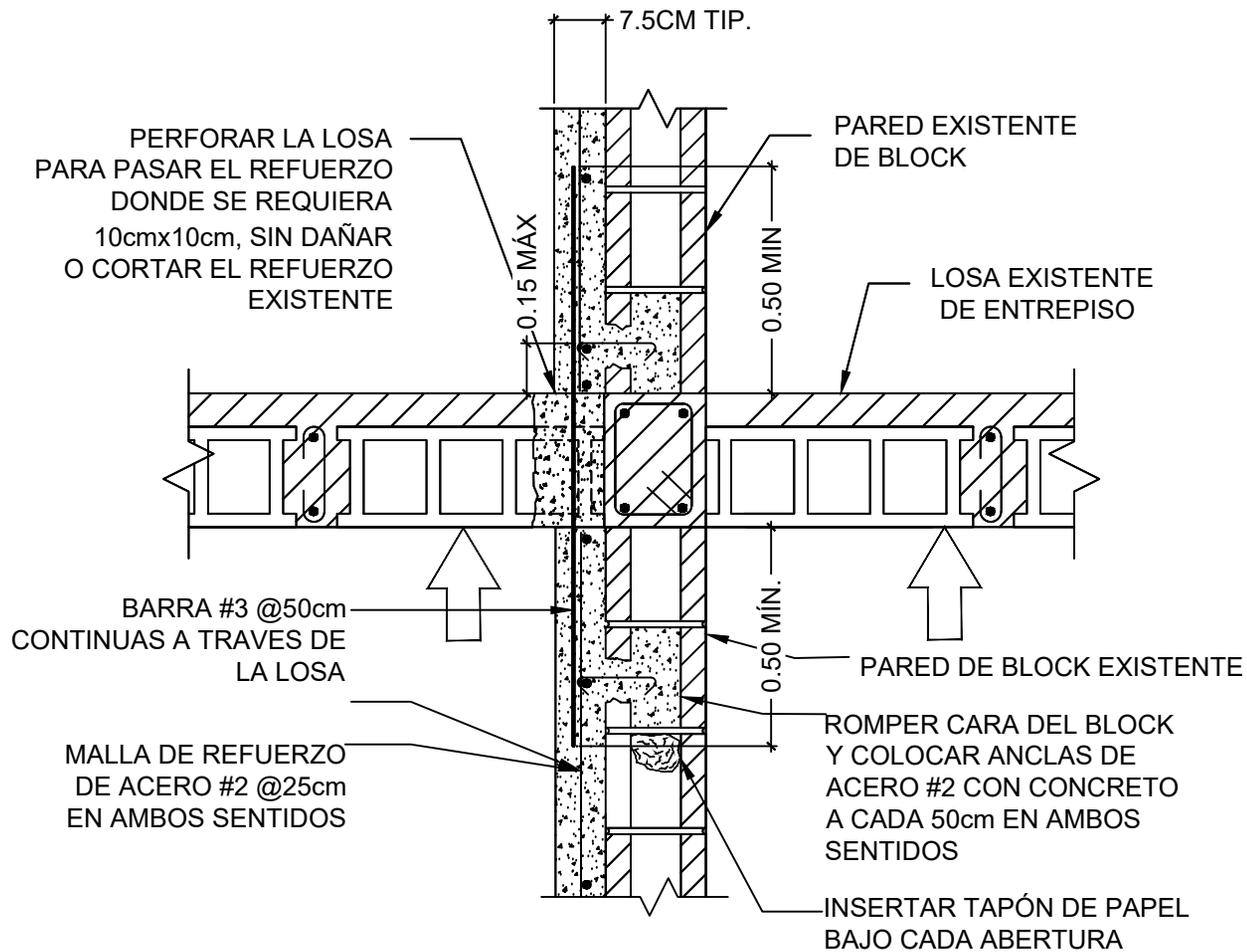




NOTA:

1. REMOVER TODOS LOS REVOQUES EXISTENTES, PARA EXPONE LA MAMPOSTERÍA EXISTENTE ANTES DE FUNDIR EL RECUBRIMIENTO.
2. REALIZAR GANCHO DE 50CM. MIN. EN LAS VIGAS CORONA PERPENDICULARES EN LOS EXTREMOS.

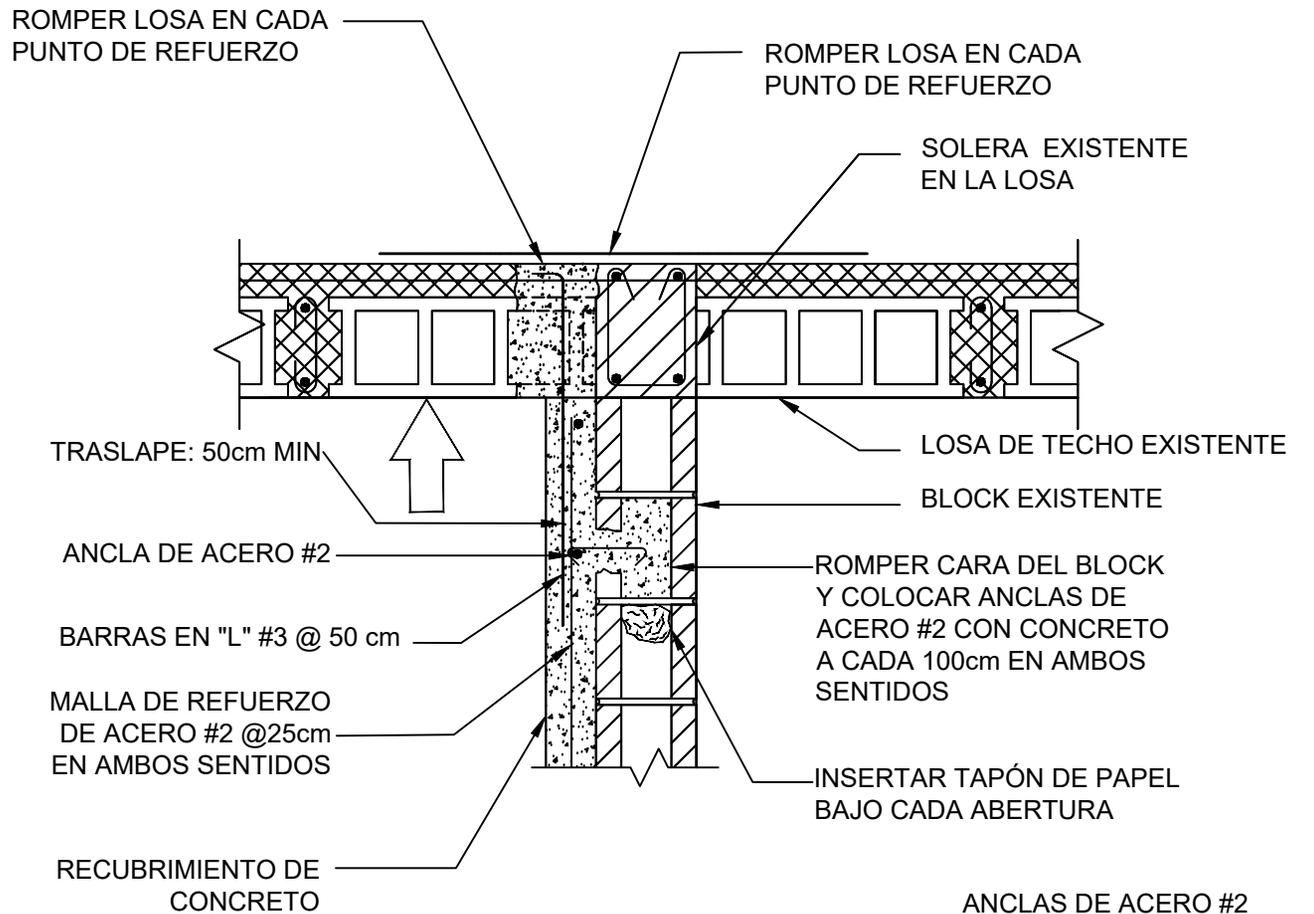




ANCLAS DE ACERO #2
@ 50cm

4cm  4cm
VARIABLE

12cm, PARA PARED DE 14cm
17cm, PARA PARED DE 19cm



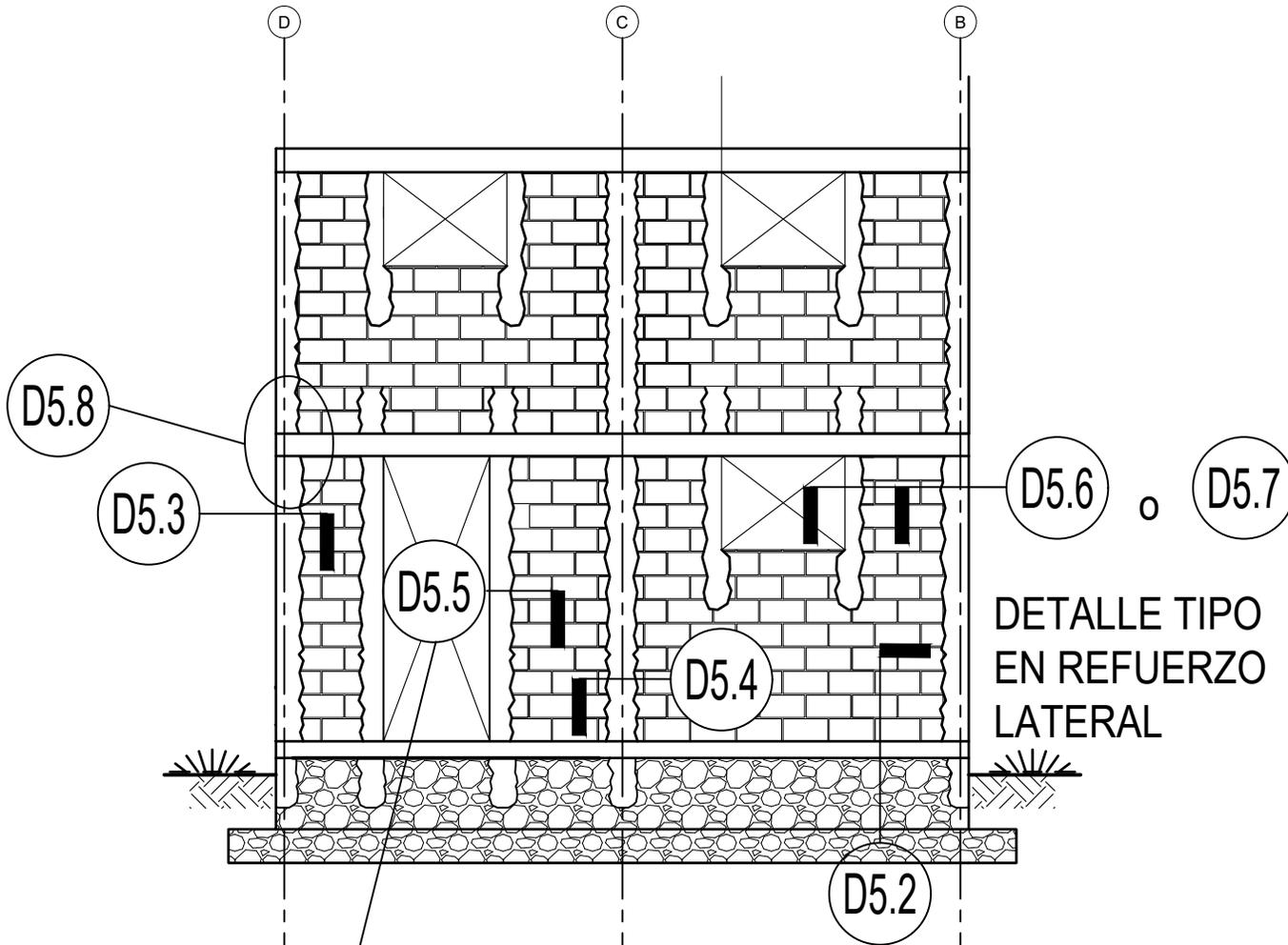
ANCLAS DE ACERO #2 @ 50cm

4cm / VARIABLE / 4cm

12cm, PARA PARED DE 14cm

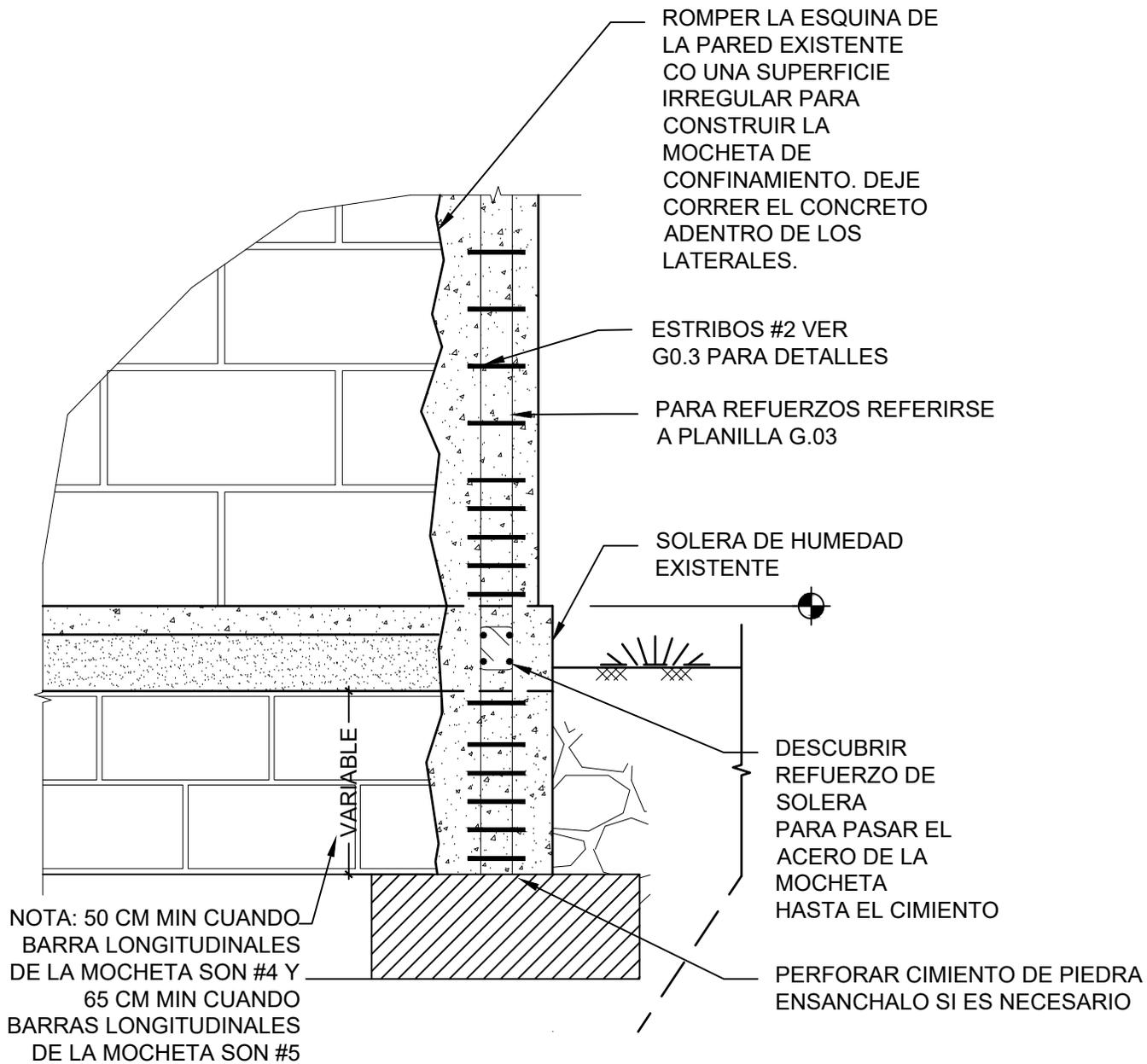
17cm, PARA PARED DE 19cm

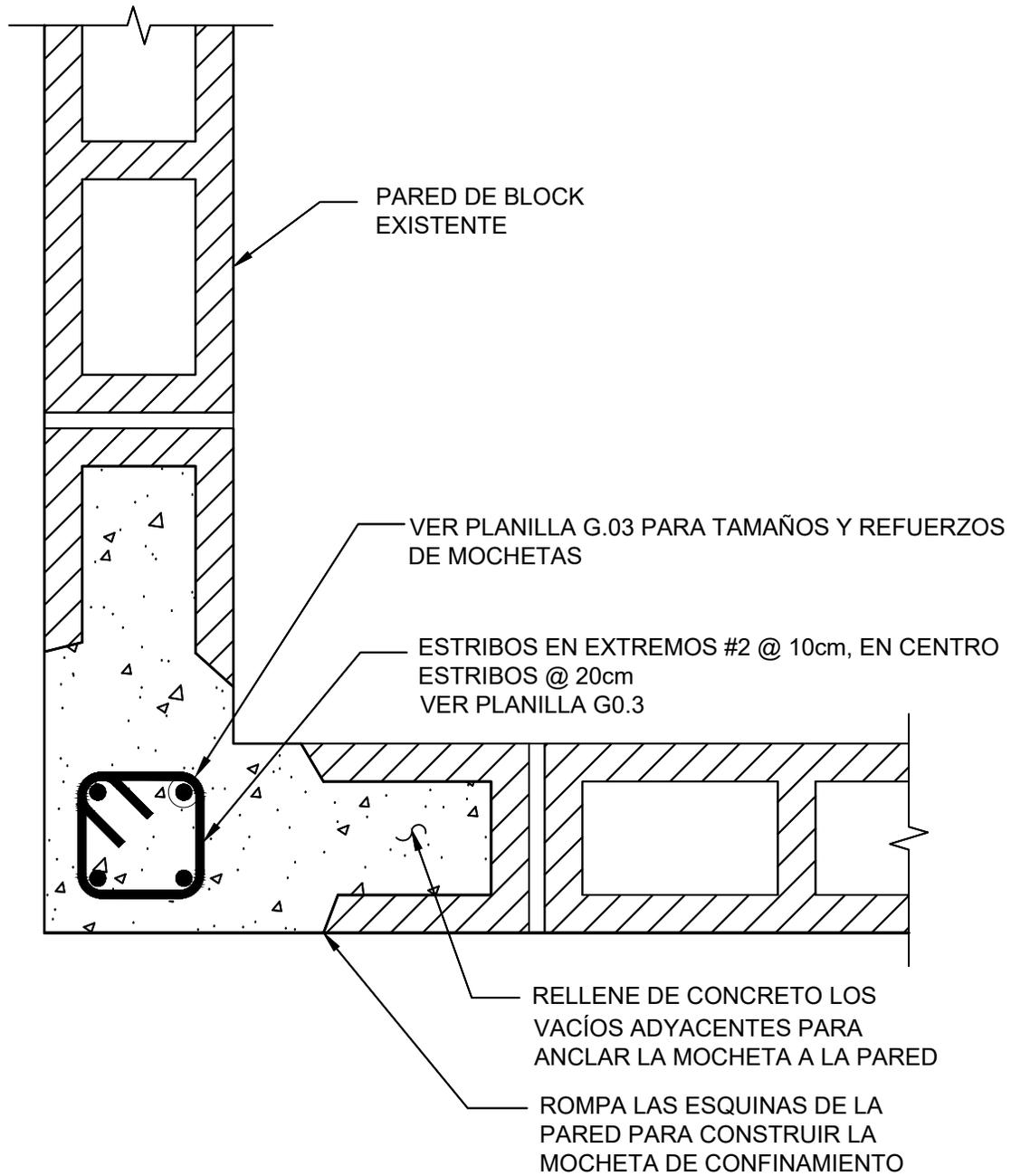
DET. TIPO EN
MOCHETAS
NUEVAS



DETALLE TIPO EN
REFUERZO
LATERAL

DETALLE TIPO
EN REFUERZO
LATERAL



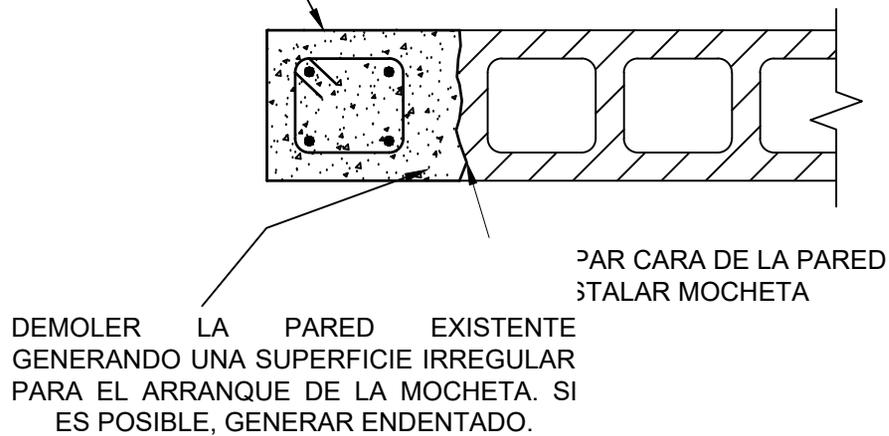
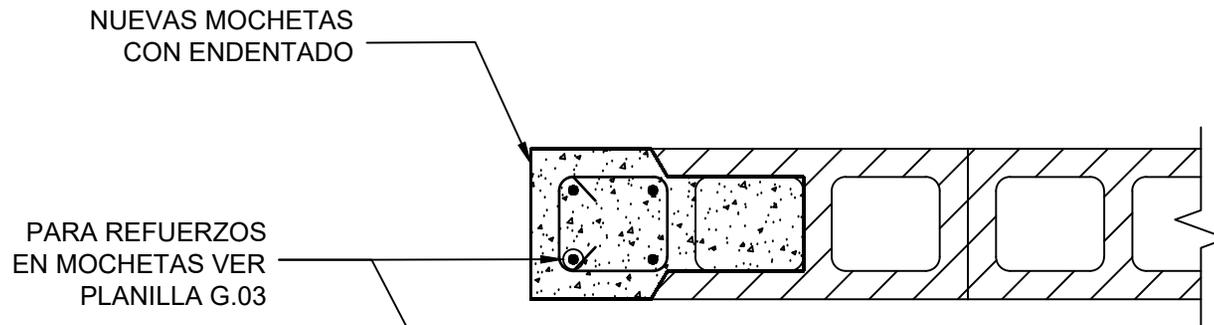


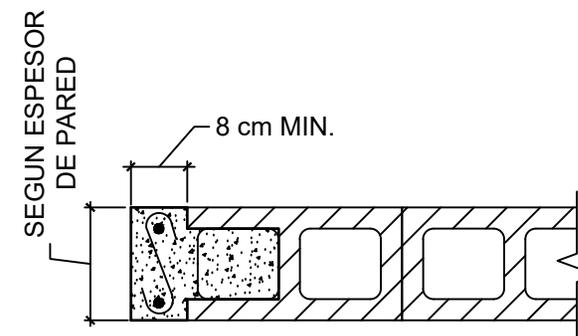
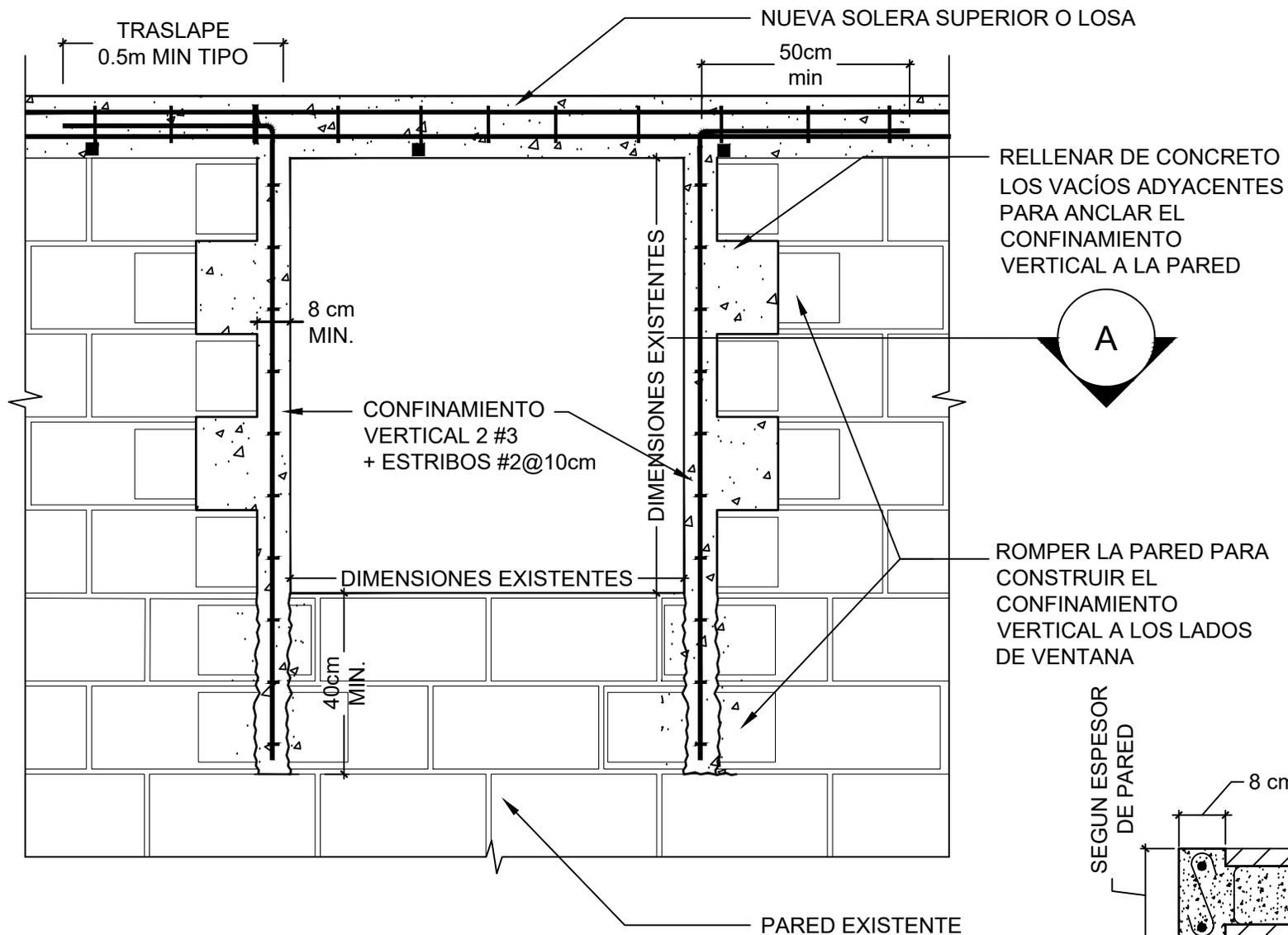
ROMPER LA ESQUINA DE LA PARED EXISTENTE PARA CONSTRUIR LA MOCHETA DE CONFINAMIENTO. DEJE CORRER EL CONCRETO ADENTRO DE LOS LATERALES.

VER PLANILLA G.03 PARA TAMAÑOS Y REFUERZOS DE MOCHETA

ESTRIBOS EN EXTREMOS #2 @ 10cm, EN CENTRO ESTRIBOS @ 20cm VER PLANILLA G.03

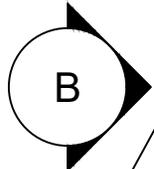
RELLENE DE CONCRETO LOS VACÍOS ADYACENTES PARA ANCLAR LA MOCHETA A LA PARED





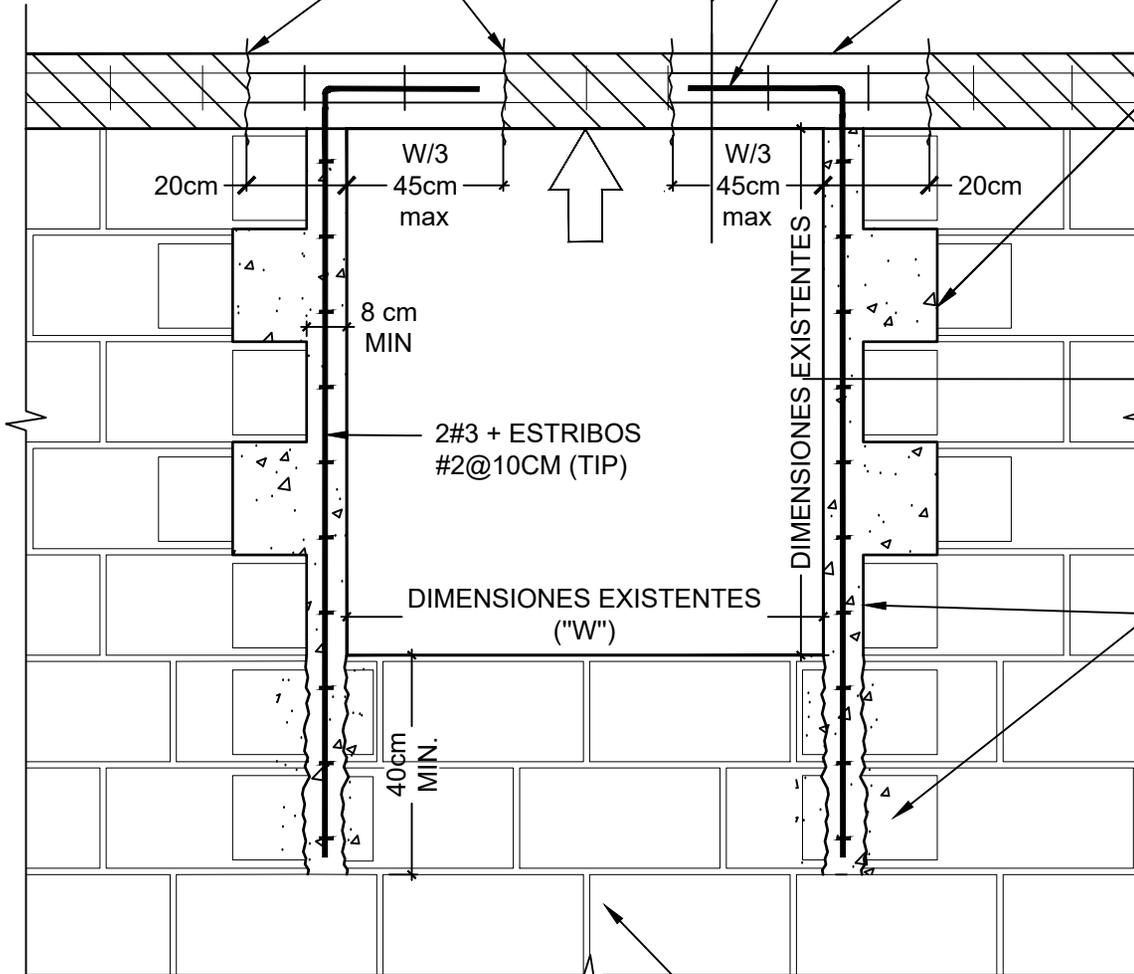
SECCION A

DEMOLER CONCRETO PARA
DESCUBRIR REFUERZO
EXISTENTE, SIN DAÑARLO O
CORTARLO. TIP.

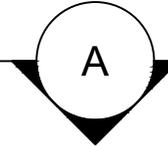


DOBLAR LAS BARRAS PARA
CORRECTO AMARRE

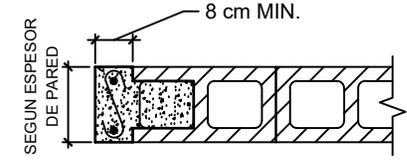
LOSA EXISTENTE



RELLENAR DE
CONCRETO LOS
VACIOS ADYACENTES
PARA ANCLAR EL
CONFINAMIENTO
VERTICAL
A LA PARED



ROMPER LA PARED
PARA CONSTRUIR EL
CONFINAMIENTO
VERTICAL
ABAJO DE VENTANA



SECCIÓN A

DIMENSIONES EXISTENTES
("W")

2#3 + ESTRIBOS
#2@10CM (TIP)

DIMENSIONES EXISTENTES

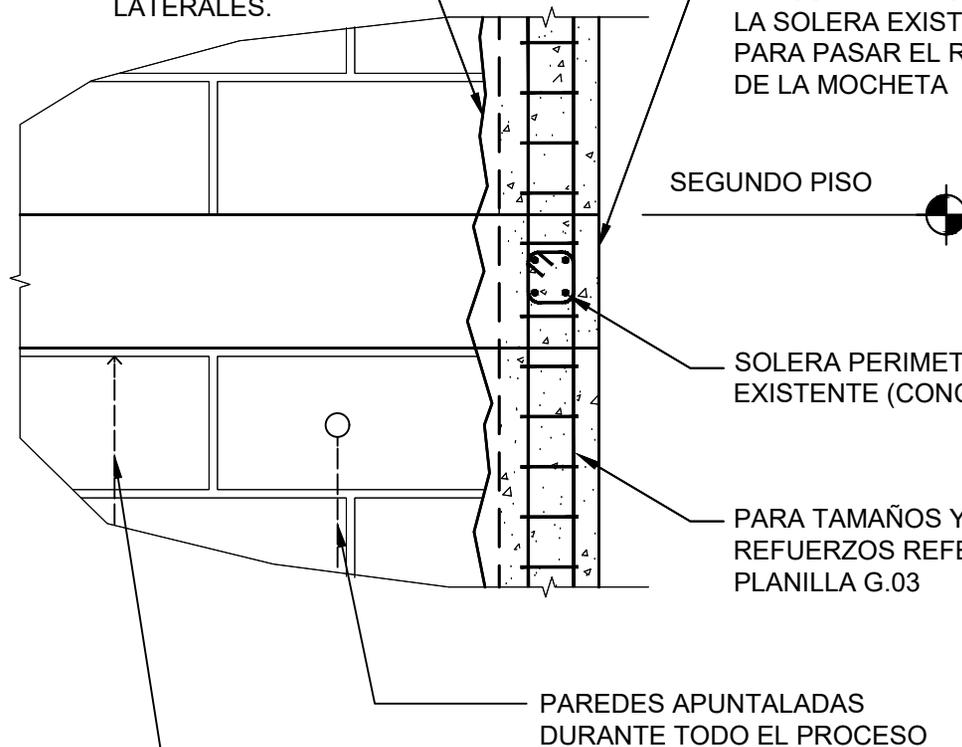
PARED EXISTENTE

VARIABLE
(W/3)-5 cm

REFUERZO VENTANA
VARIABLE 2#3

DETALLE REFUERZO VENTANA

ROMPER LA ESQUINA DE LA PARED EXISTENTE PARA CONSTRUIR LA MOCHETA DE CONFINAMIENTO. DEJE CORRER EL CONCRETO ADENTRO DE LOS LATERALES.



DESCUBRA EL ACERO DE LA SOLERA EXISTENTE PARA PASAR EL REFUERZO DE LA MOCHETA

SEGUNDO PISO

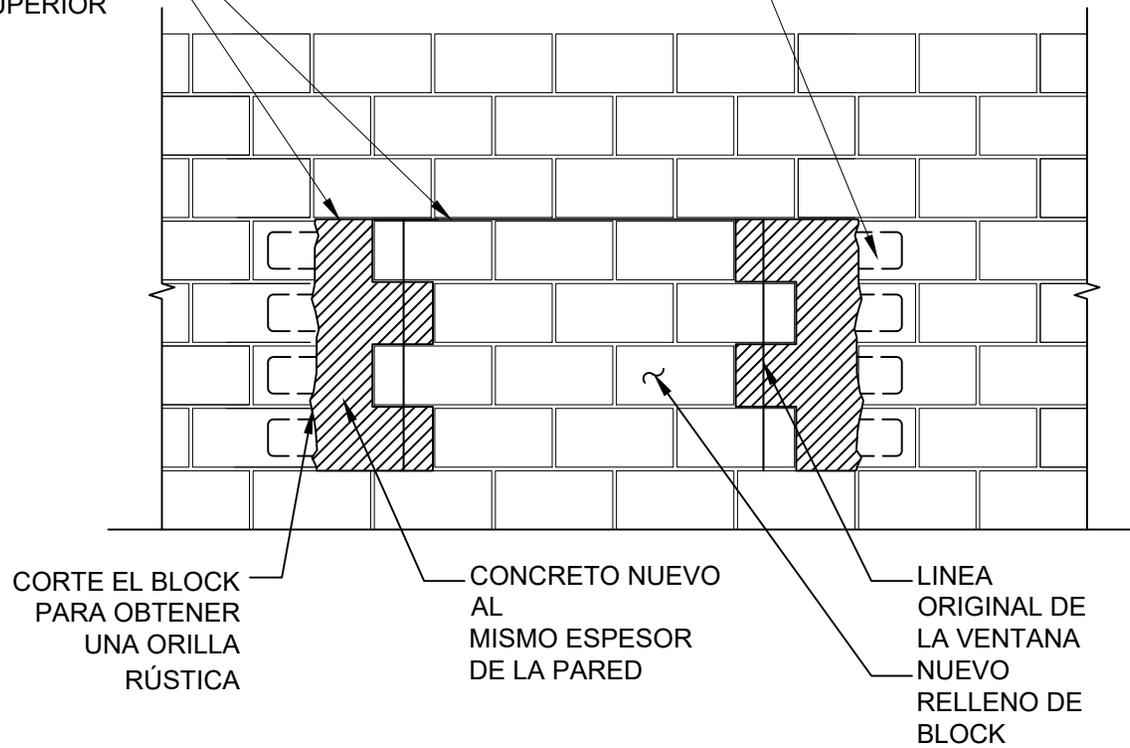
SOLERA PERIMETRAL EXISTENTE (CONCRETO)

PARA TAMAÑOS Y REFUERZOS REFERIRSE A PLANILLA G.03

PAREDES APUNTALADAS DURANTE TODO EL PROCESO

COMPACTE FIRMEMENTE EL
MORTERO EN TODA LA
PROFUNDIDAD DE LA LIGA
SUPERIOR

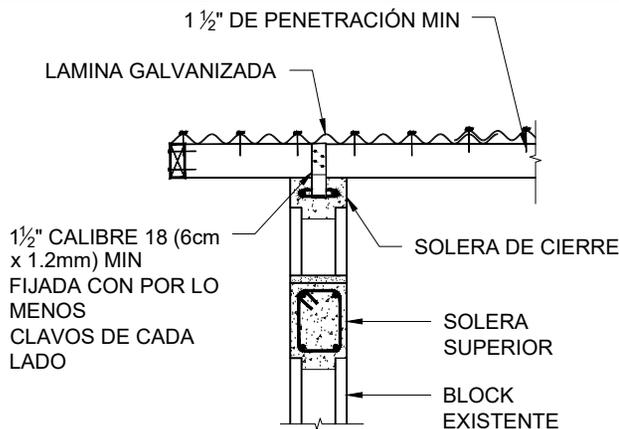
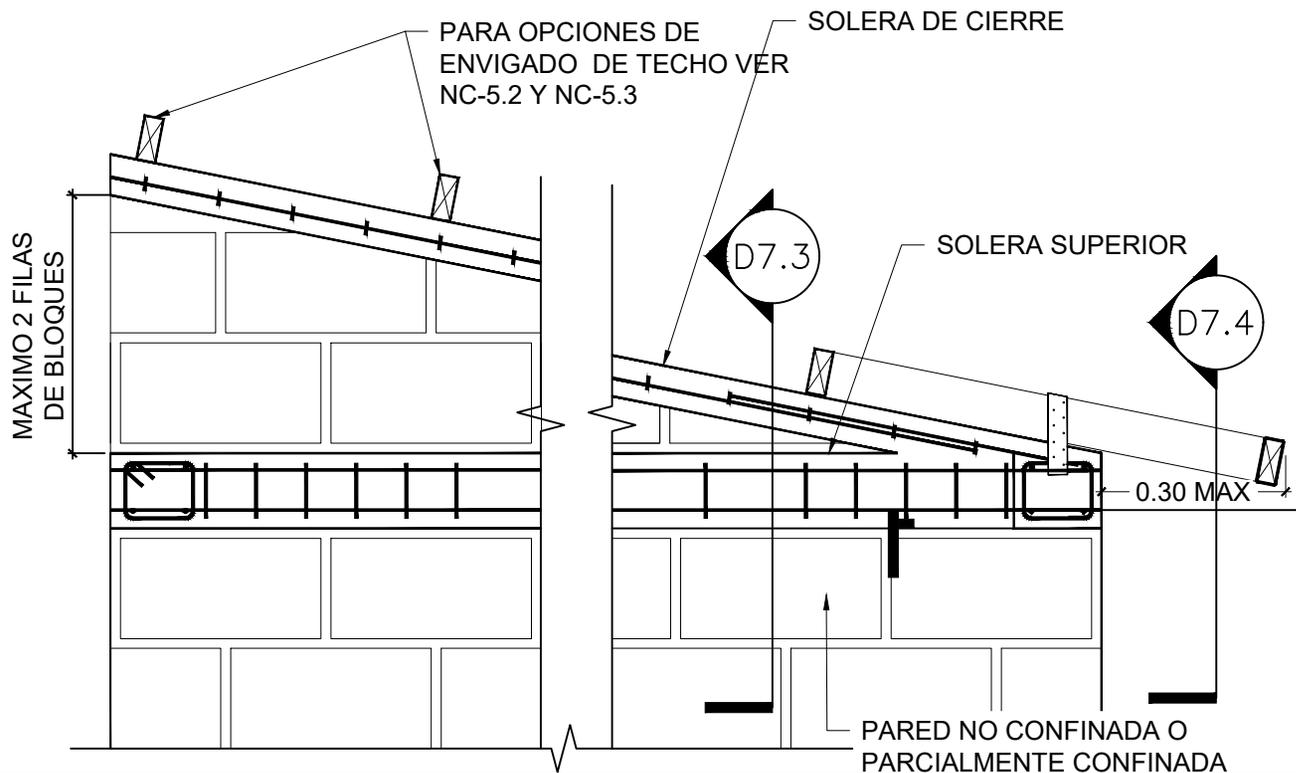
PERMITA QUE EL CONCRETO LLENE
LOS VACÍOS, PROVEA TAPONES
PARA EVITAR DESPERDICIO



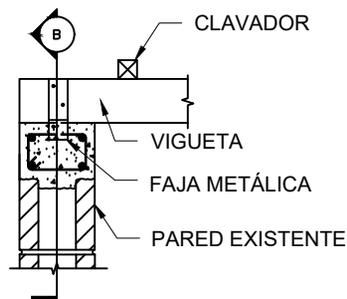
CORTE EL BLOCK
PARA OBTENER
UNA ORILLA
RÚSTICA

CONCRETO NUEVO
AL
MISMO ESPESOR
DE LA PARED

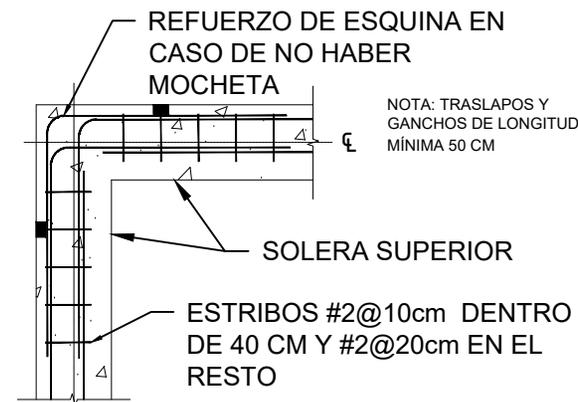
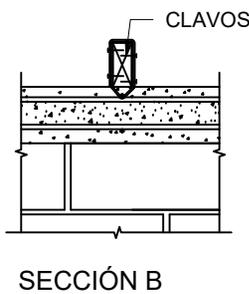
LINEA
ORIGINAL DE
LA VENTANA
NUEVO
RELLENO DE
BLOCK



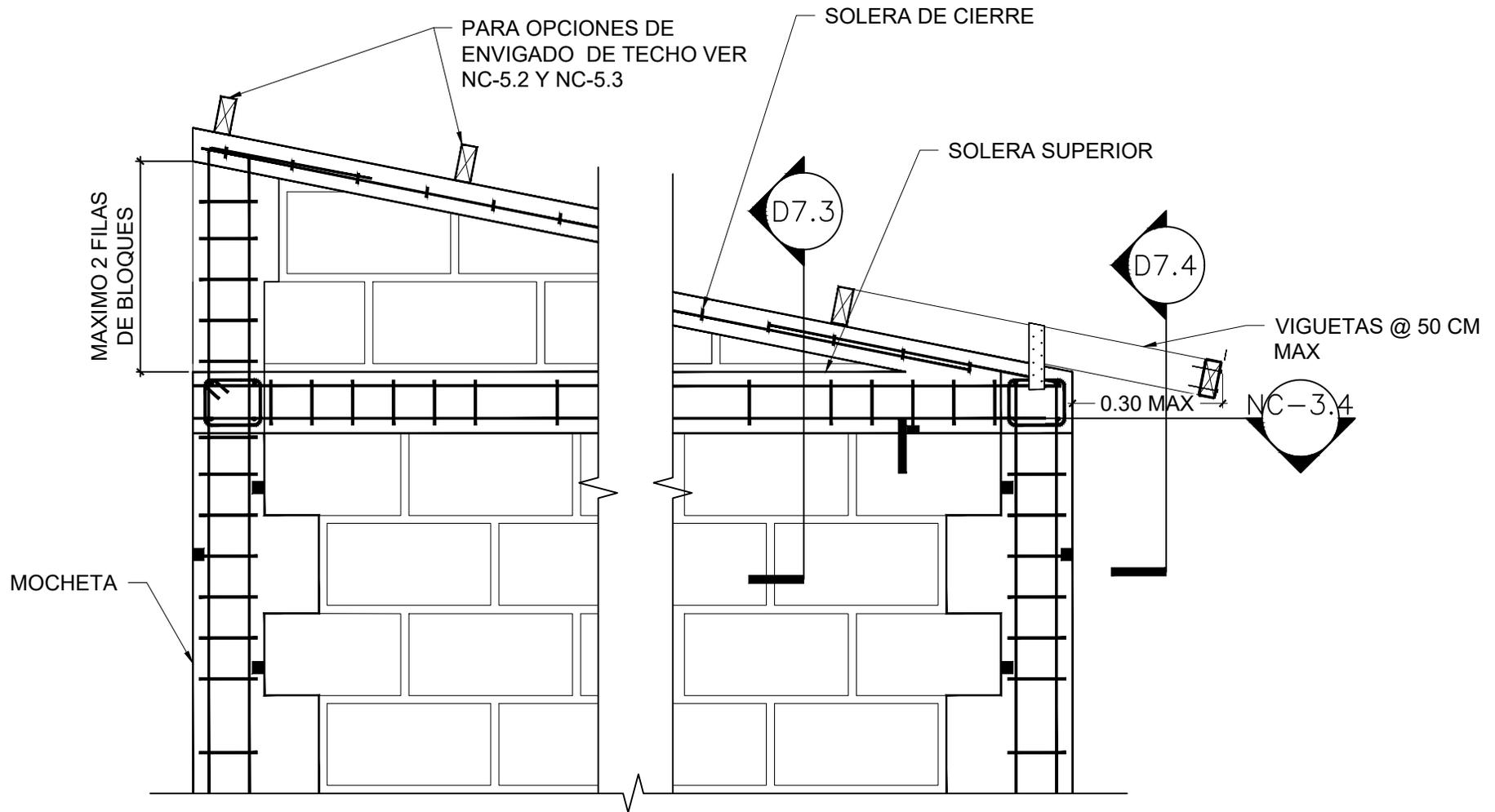
DETALLE D7.3
CONEXIÓN A VIGUETA DE 2 BARRAS
 ESC 1:20

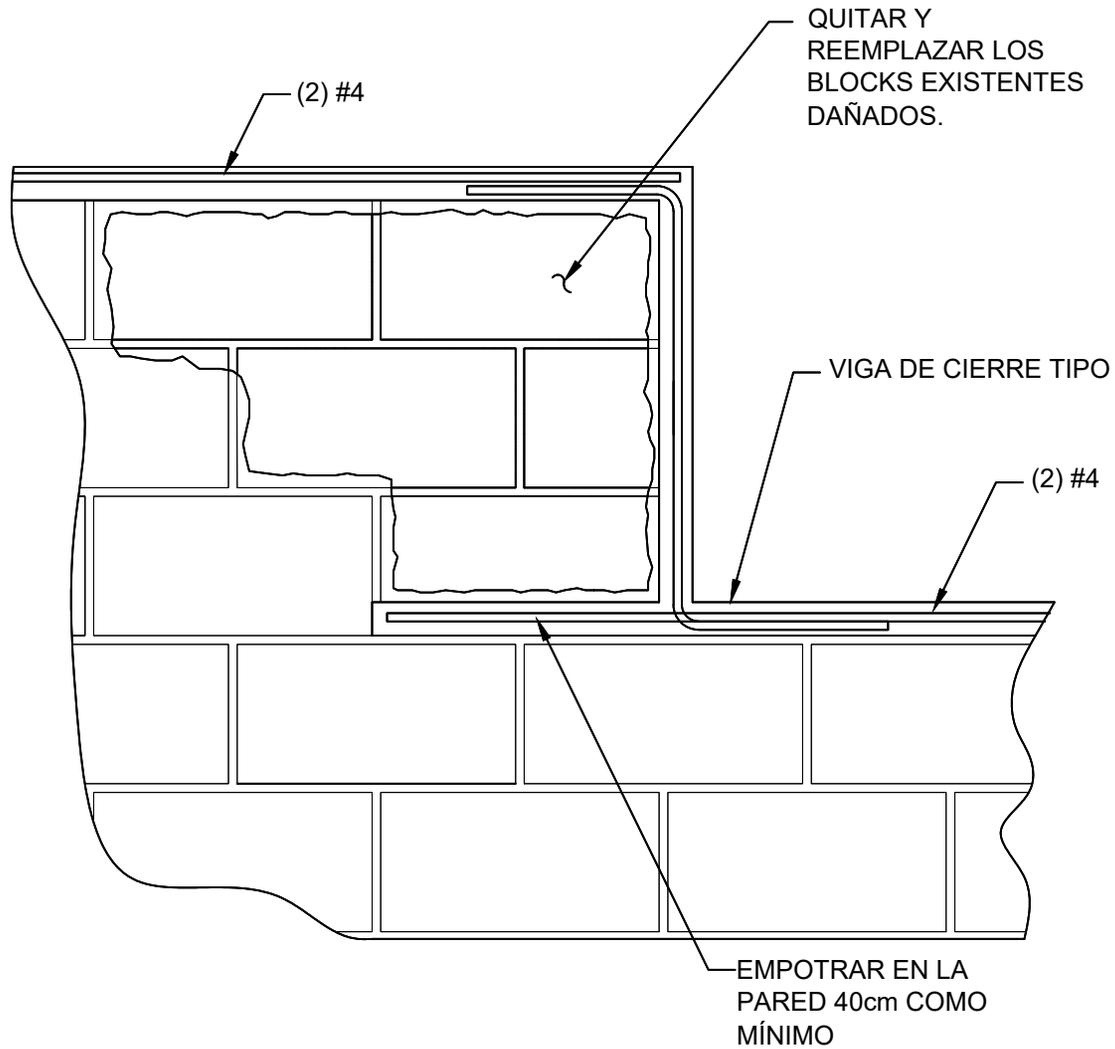


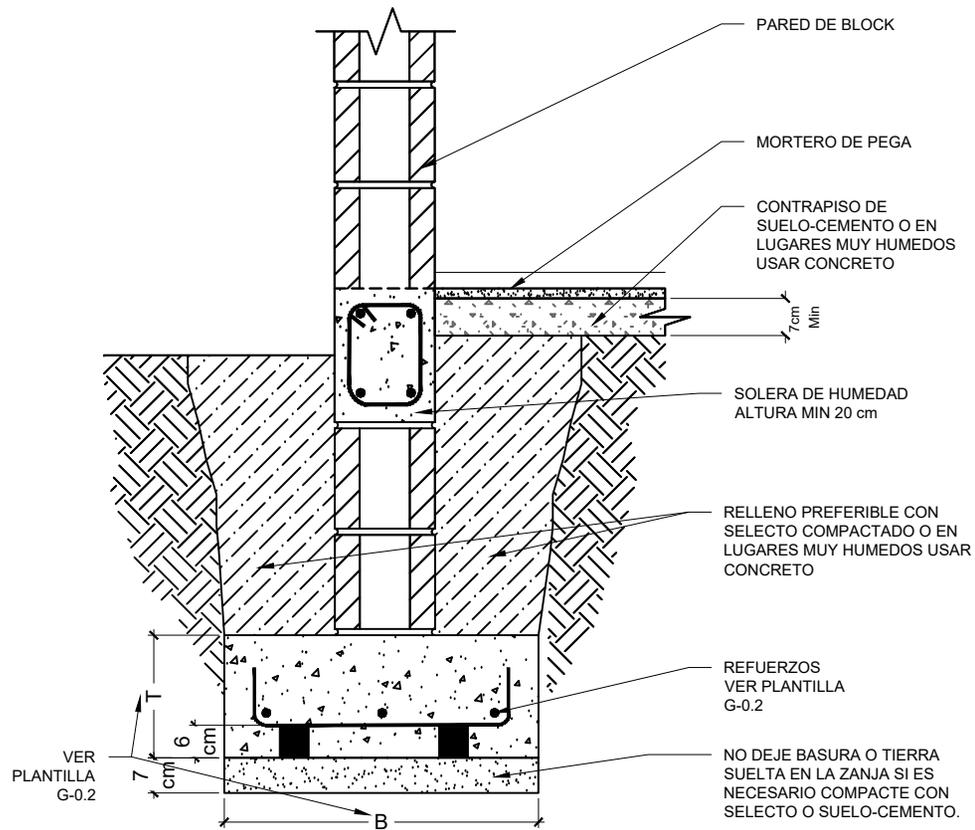
DETALLE D7.4
CONEXIÓN A VIGUETA DE 4 BARRAS
 ESC 1:20



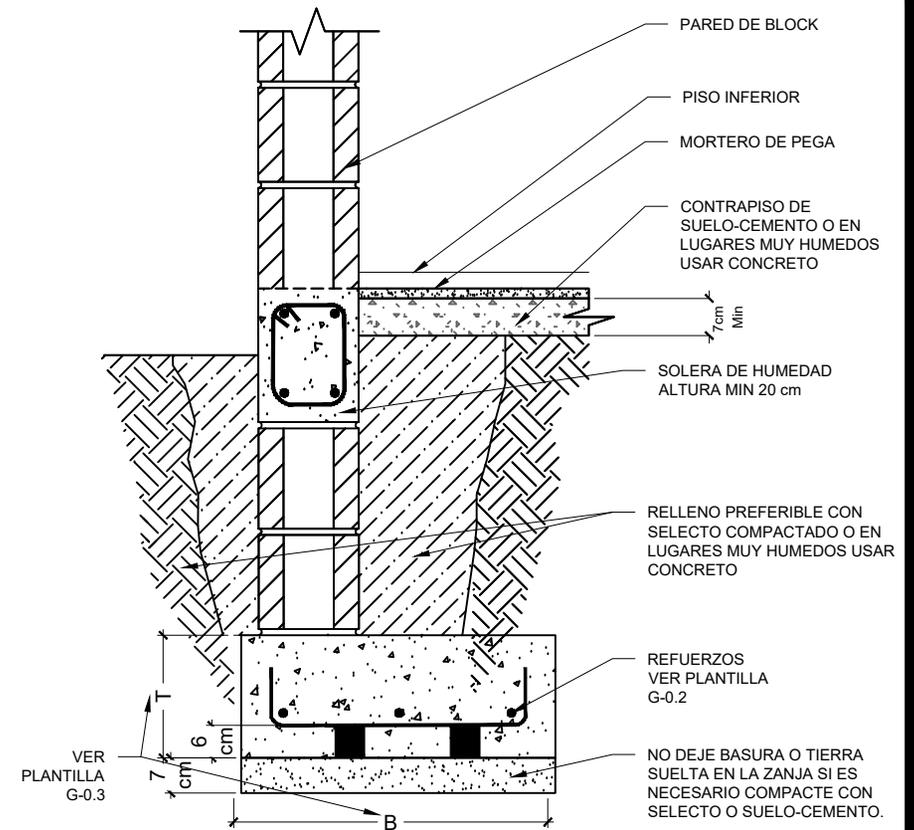
DETALLE D7.5
PLANTA UNIÓN SOLERAS SIN MOCHETA
 ESC 1:20







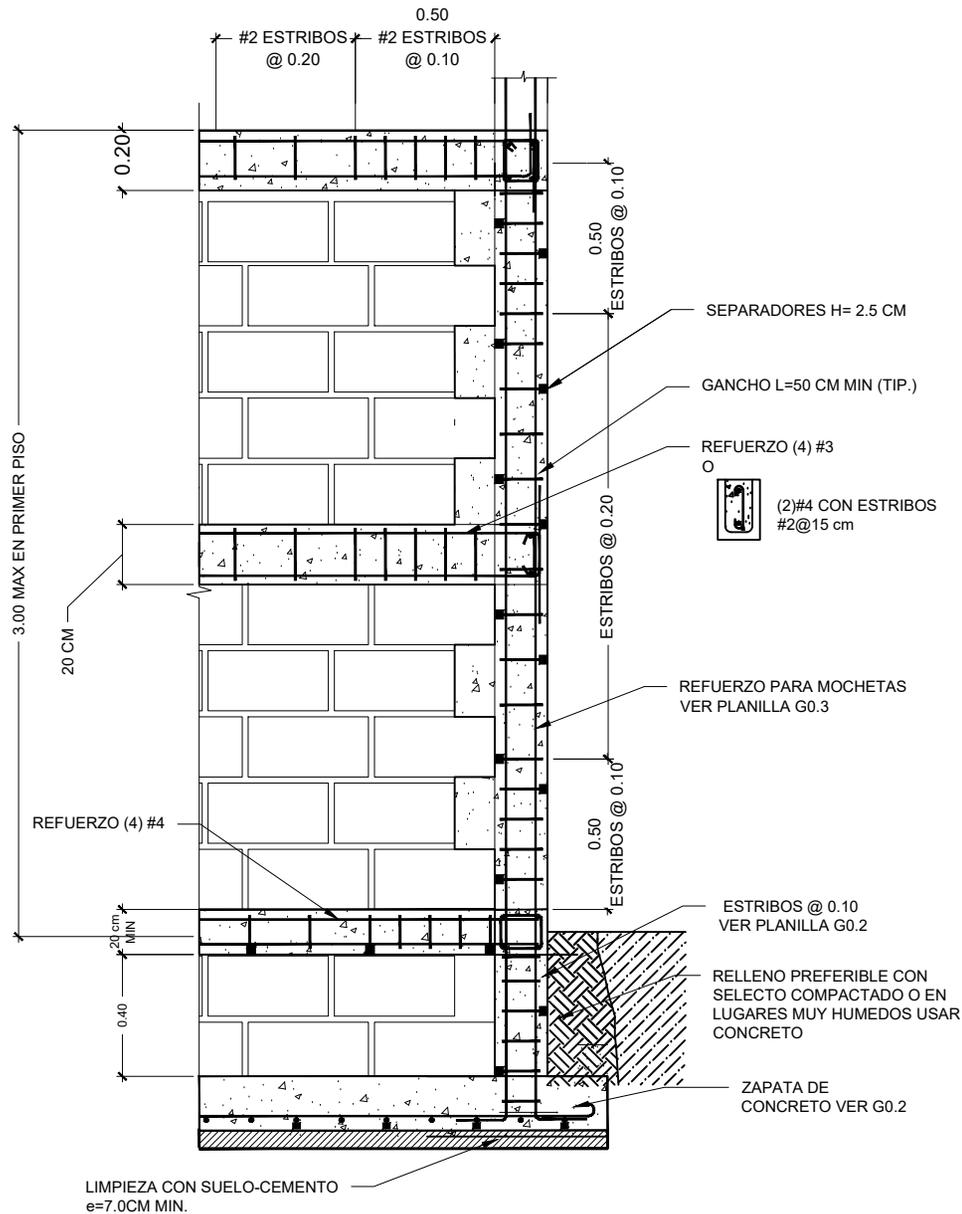
DETALLE DE CIMIENTO CORRIDO TIPO



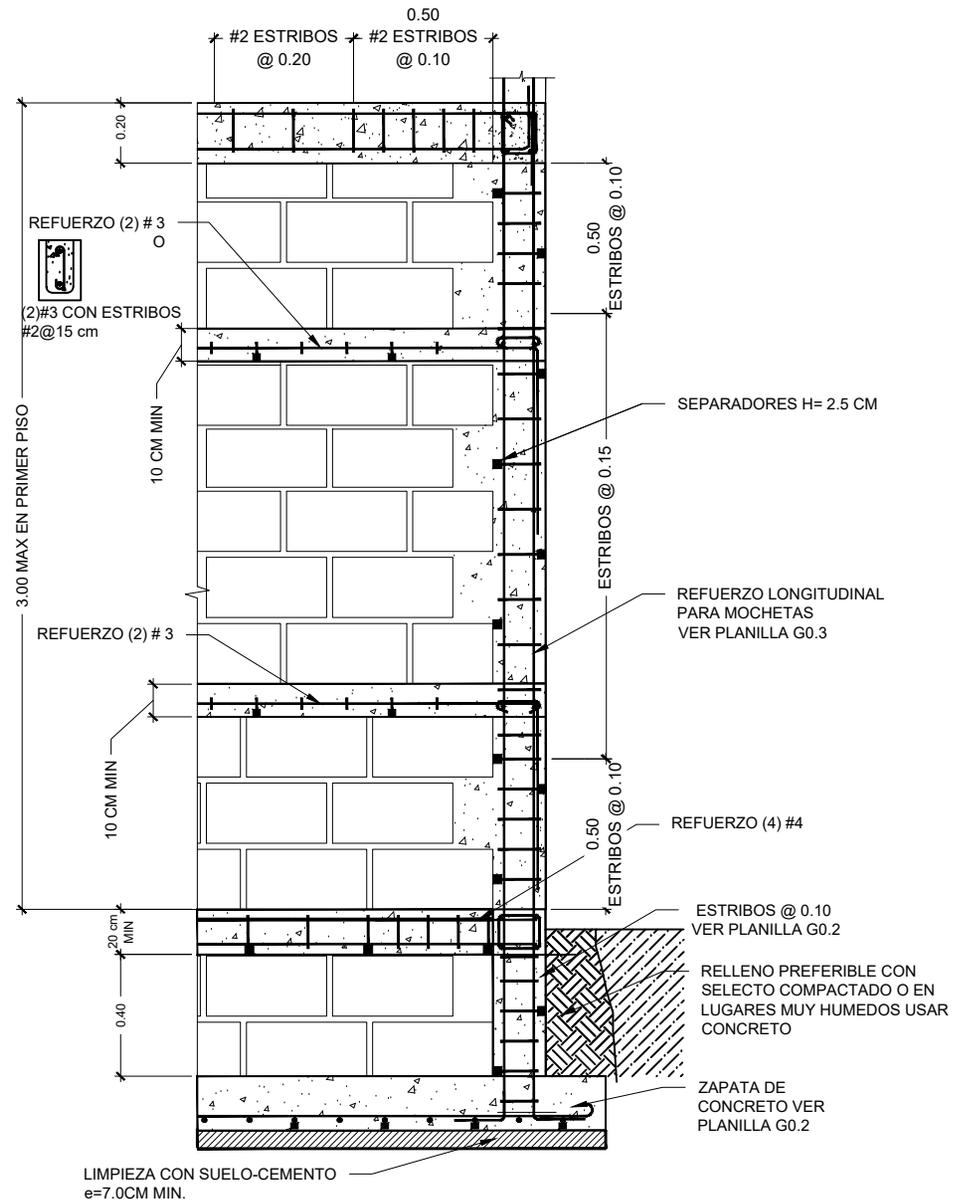
DETALLE DE CIMIENTO CORRIDO DE LINDERO

NOTAS:

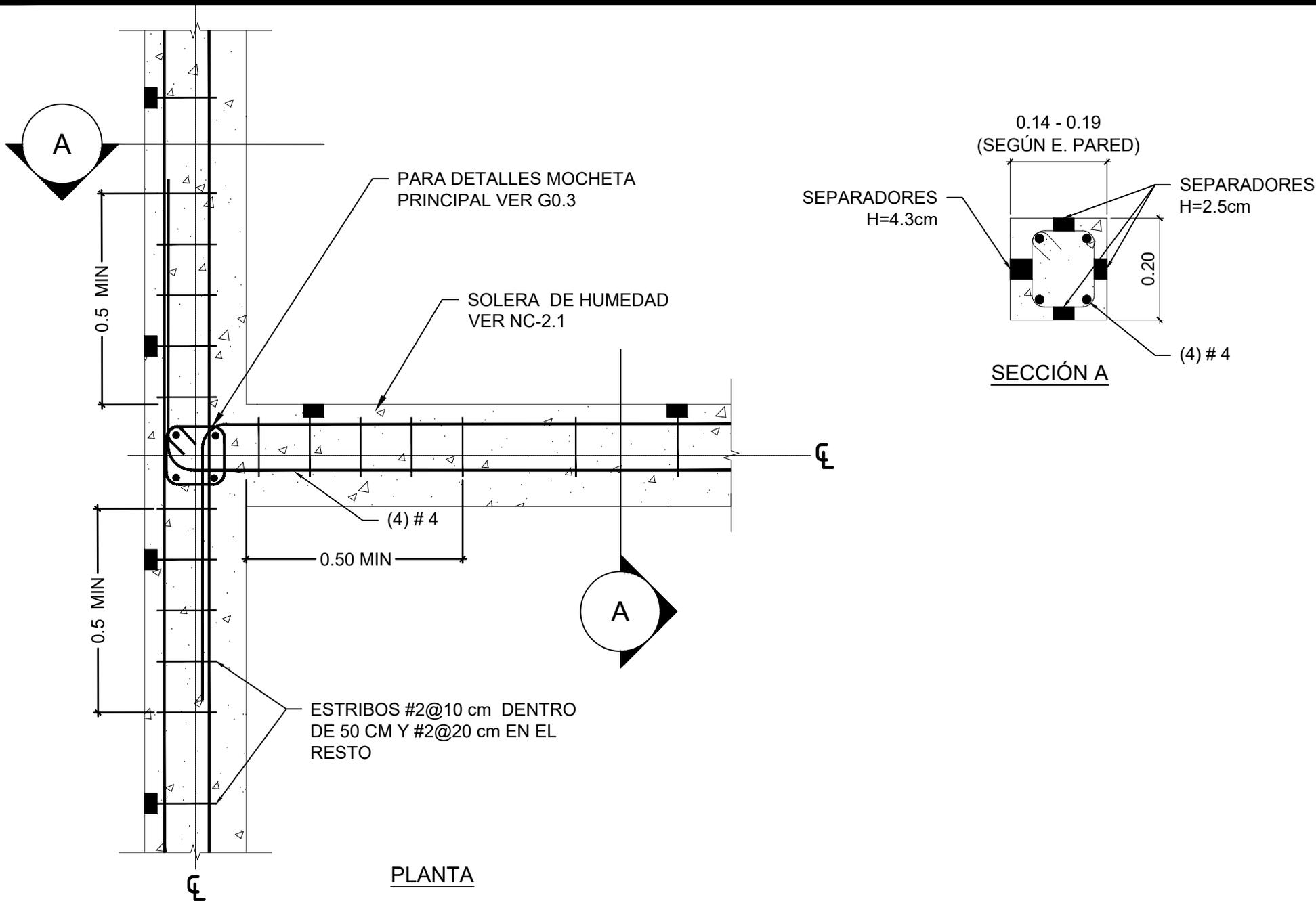
1. ESTA CIMENTACIÓN ES SÓLO VÁLIDA PARA PAREDES DE MAMPOSTERÍA EN ESTRUCTURAS TIPO CAJÓN Y NO ES APLICABLE A OTRO TIPO DE ESTRUCTURAS NI A COLUMNAS AISLADAS, NI A MOCHETAS CON ALTA CONCURRENCIA DE VIGAS.
2. LAS MOCHETAS DE LAS ESQUINAS NO NECESITAN ZAPATAS.
3. ESTA CIMENTACIÓN NO ES VÁLIDA PARA SUELOS DE CALIDAD BAJA.
4. CONCRETO CLASE 210 O SUPERIOR.

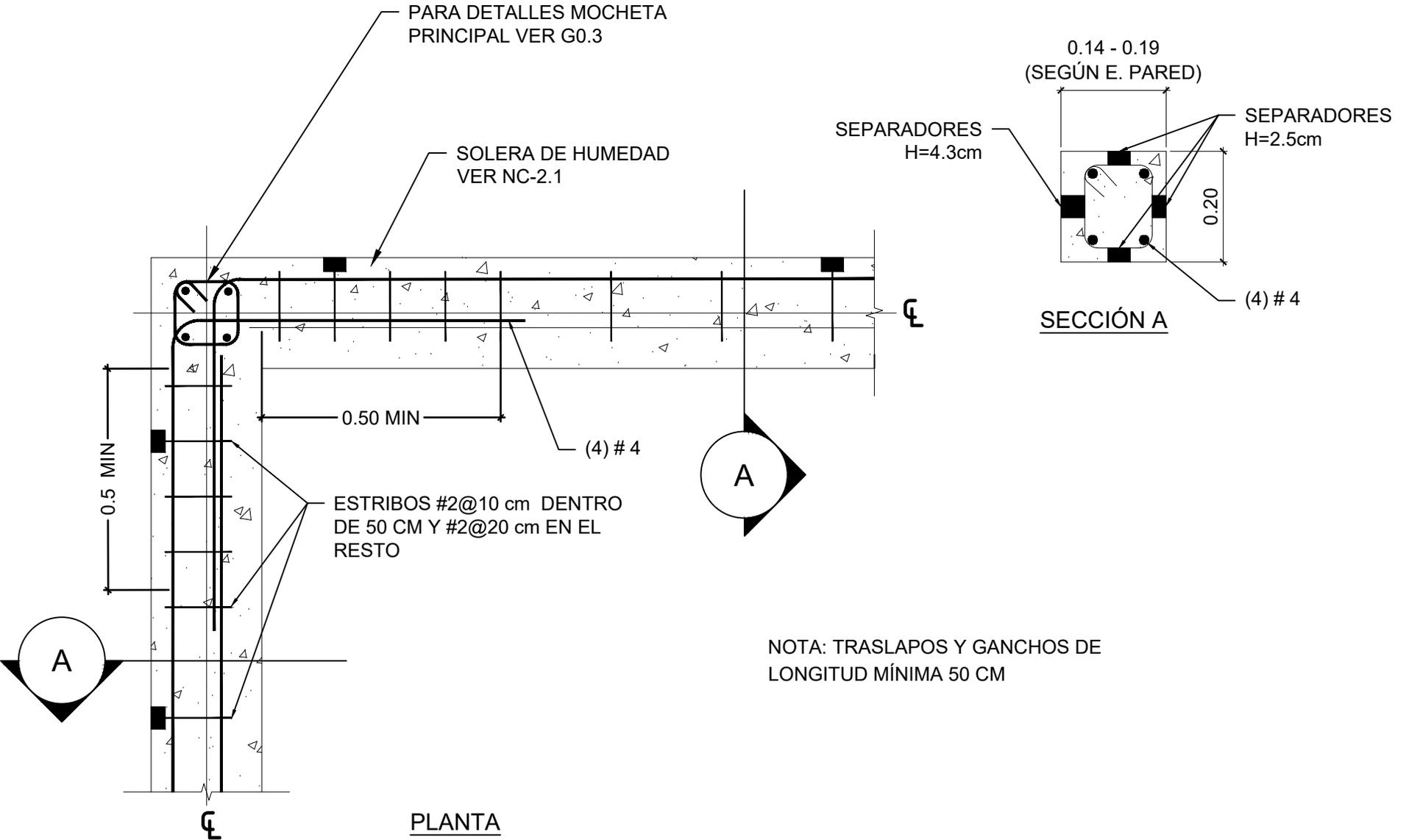


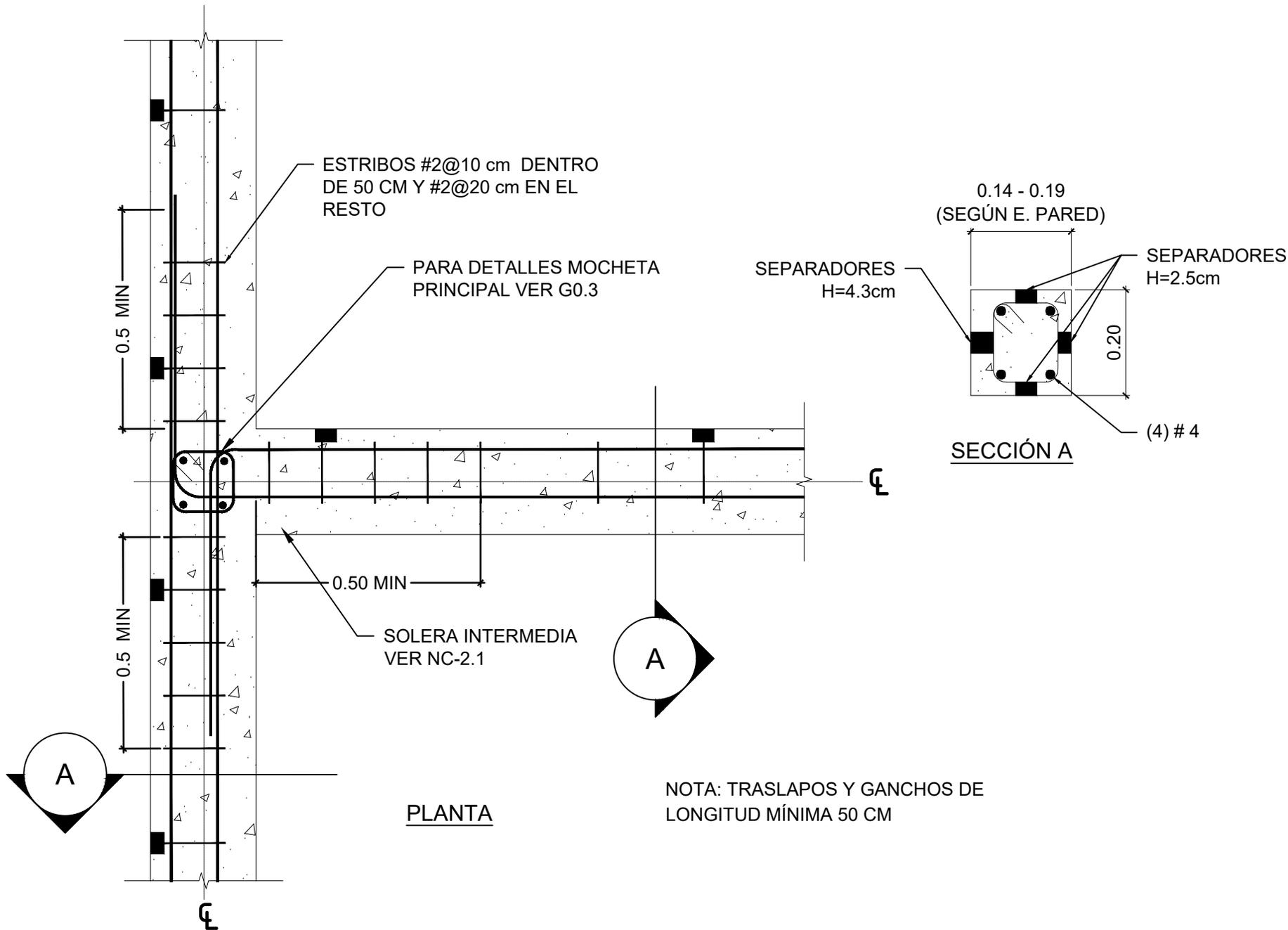
1. PARED CON SOLERA INTERMEDIA

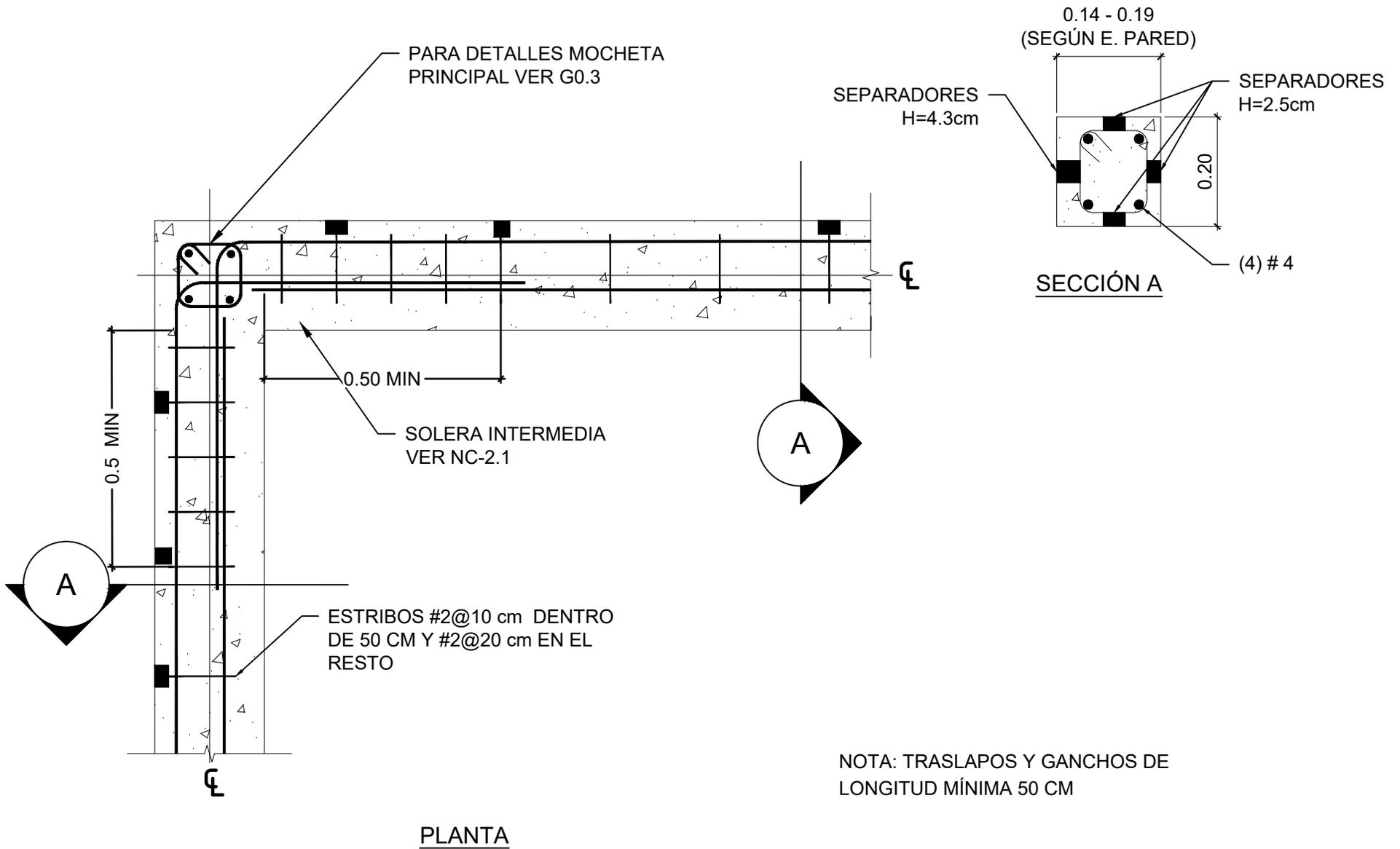


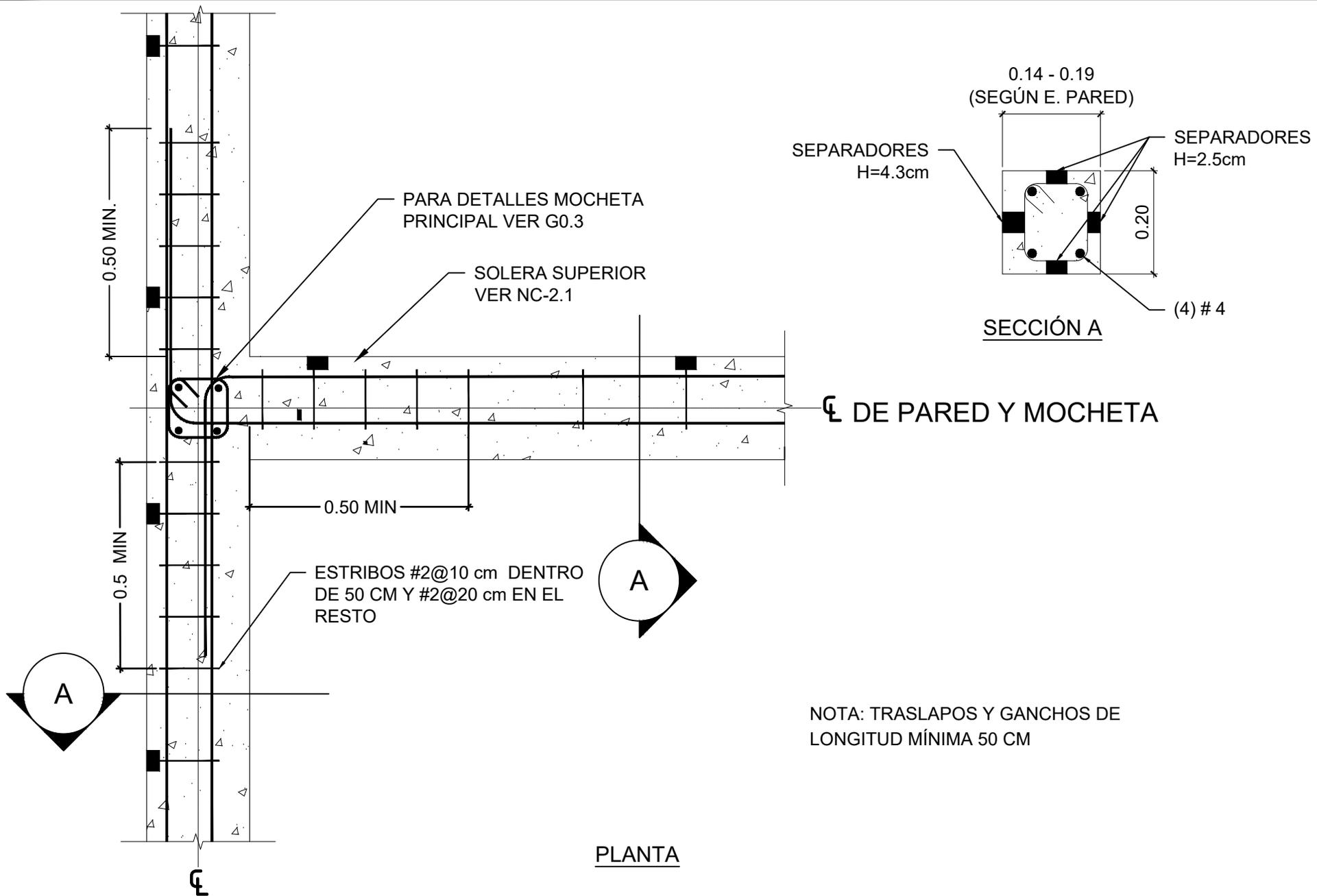
2. PARED CON DOBLE SOLERA INTERMEDIA

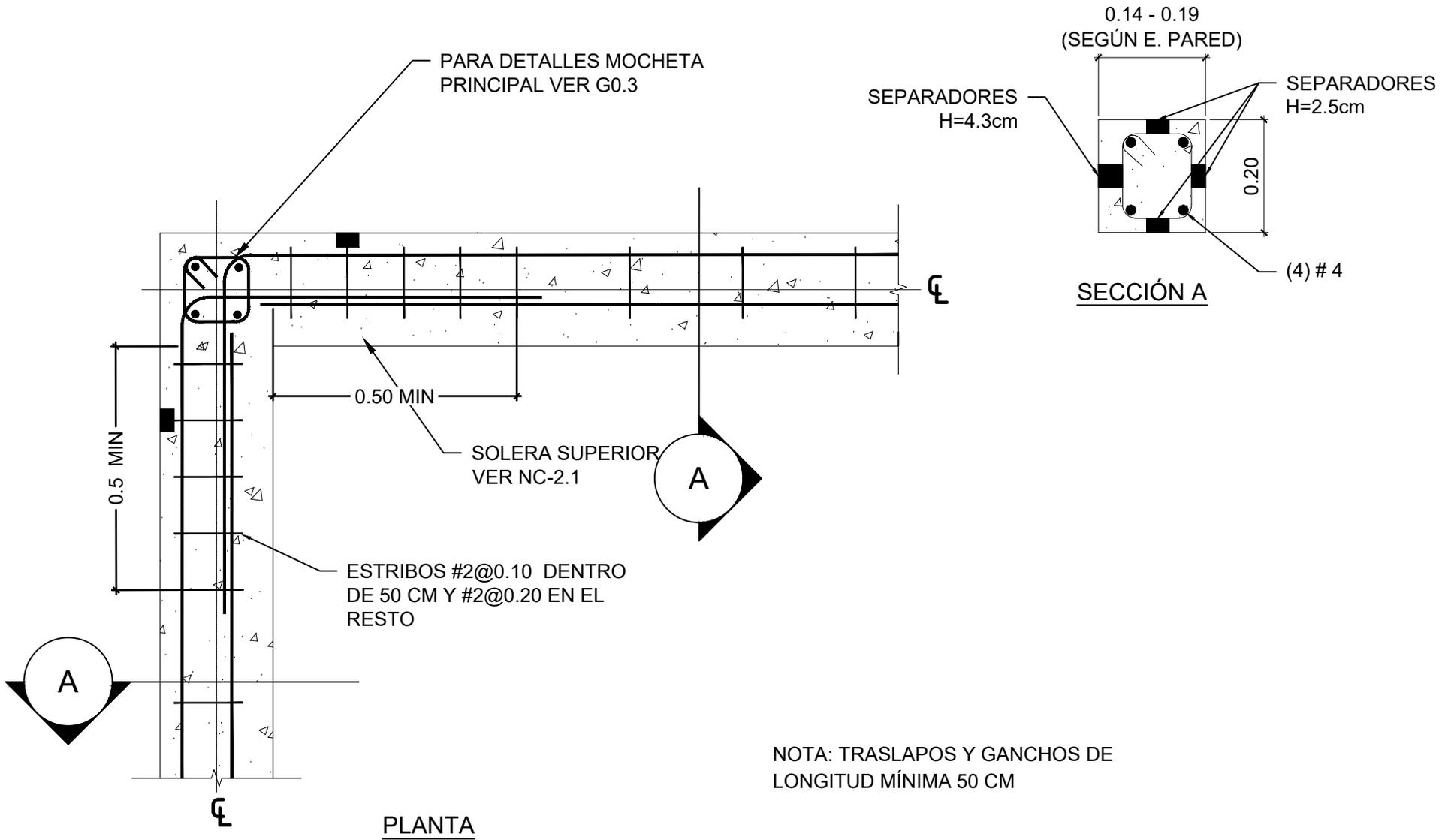


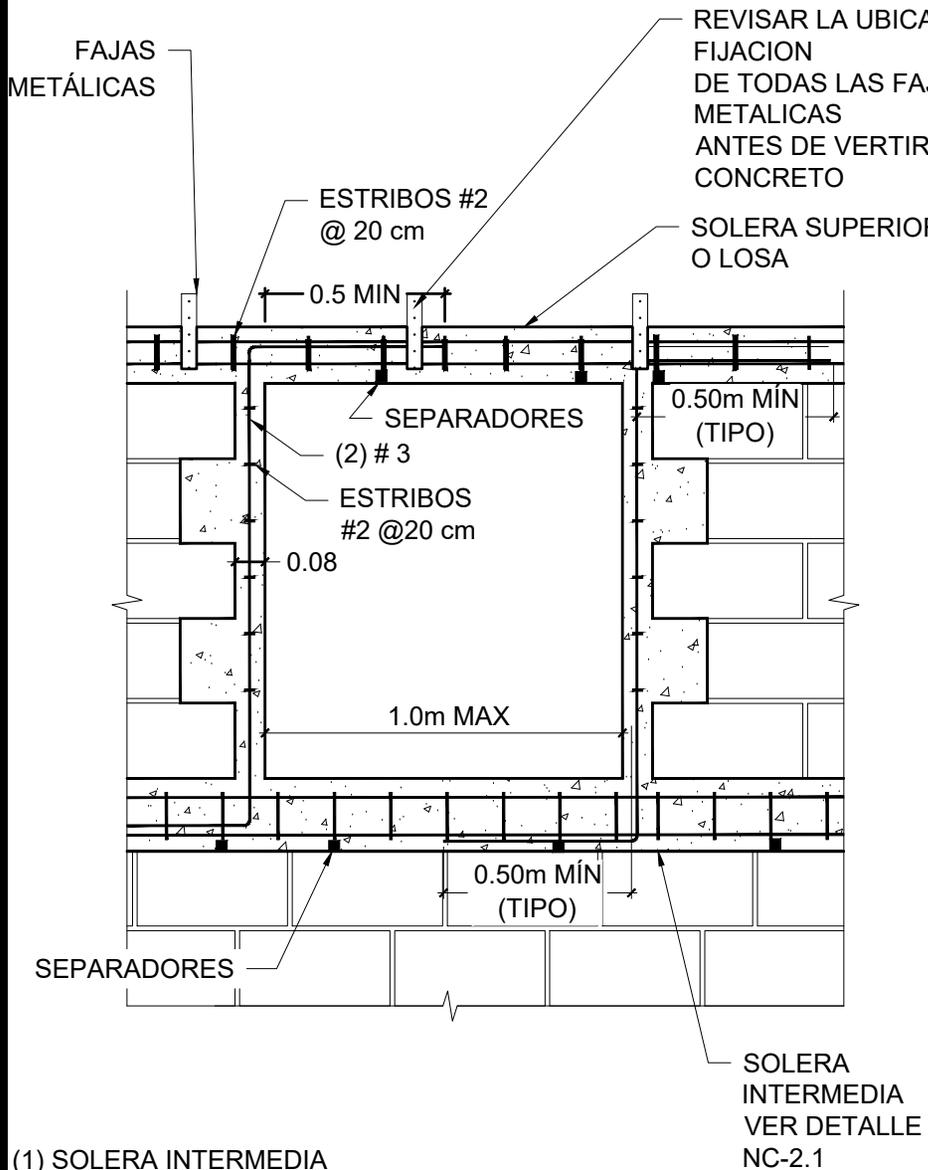




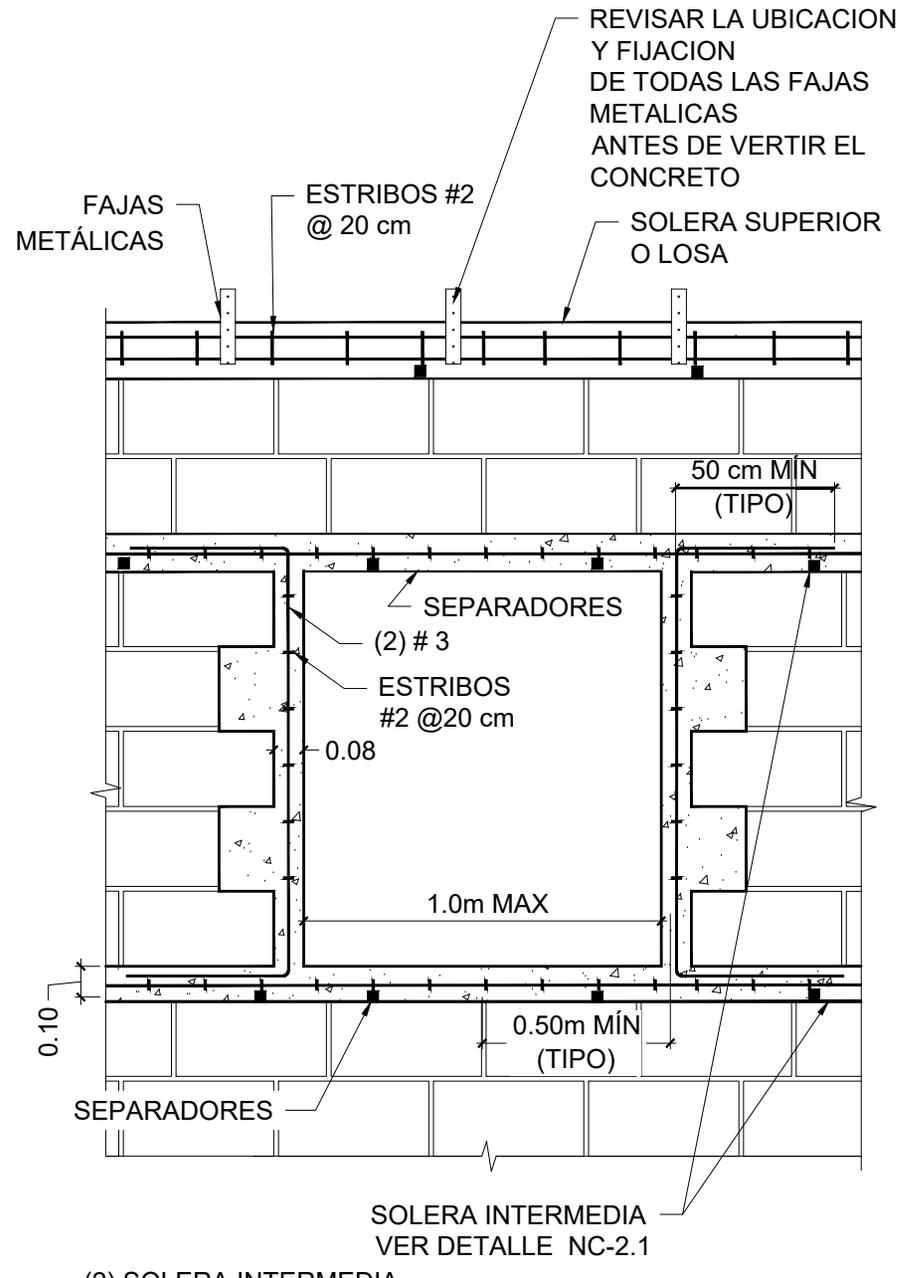




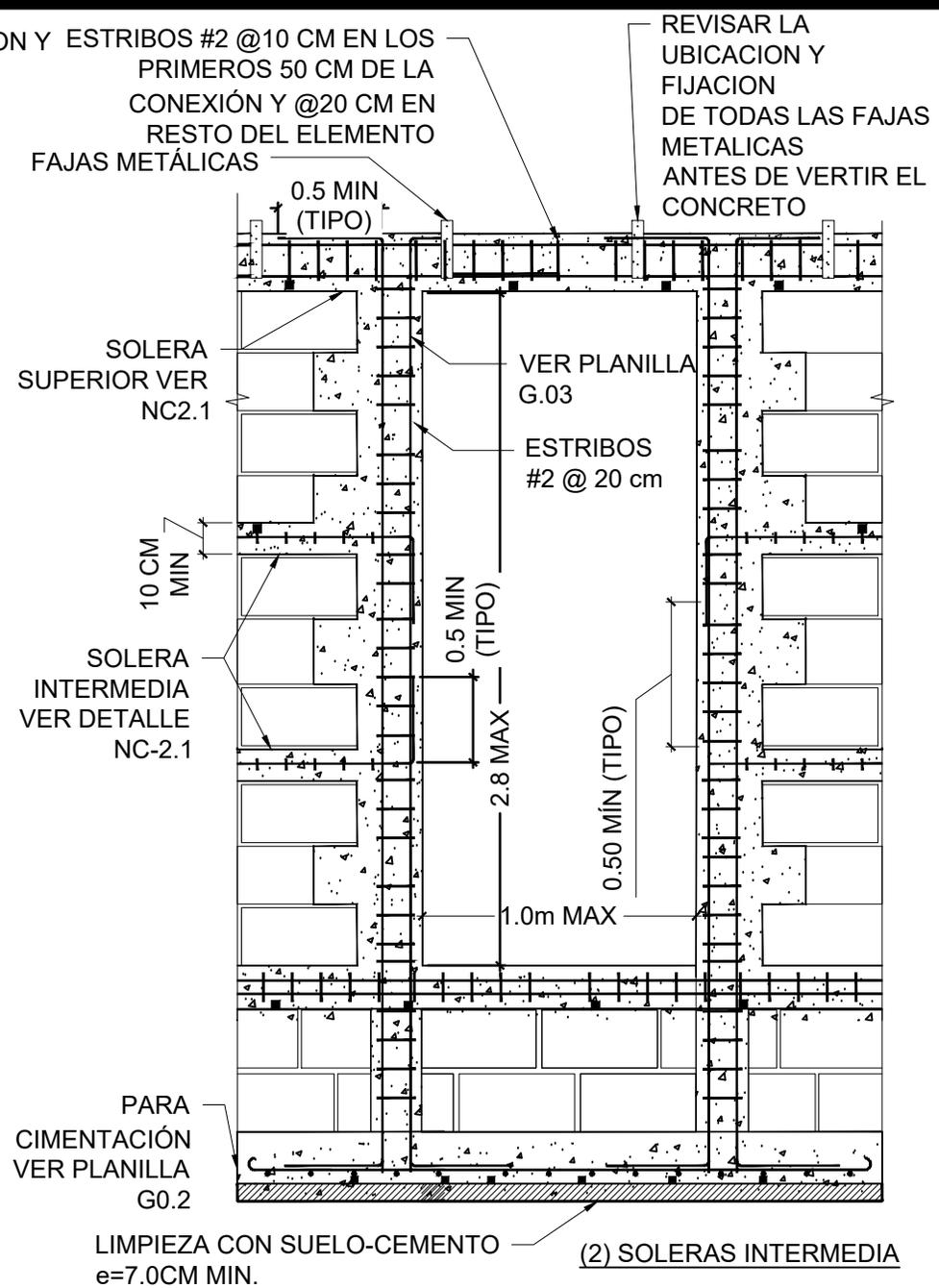
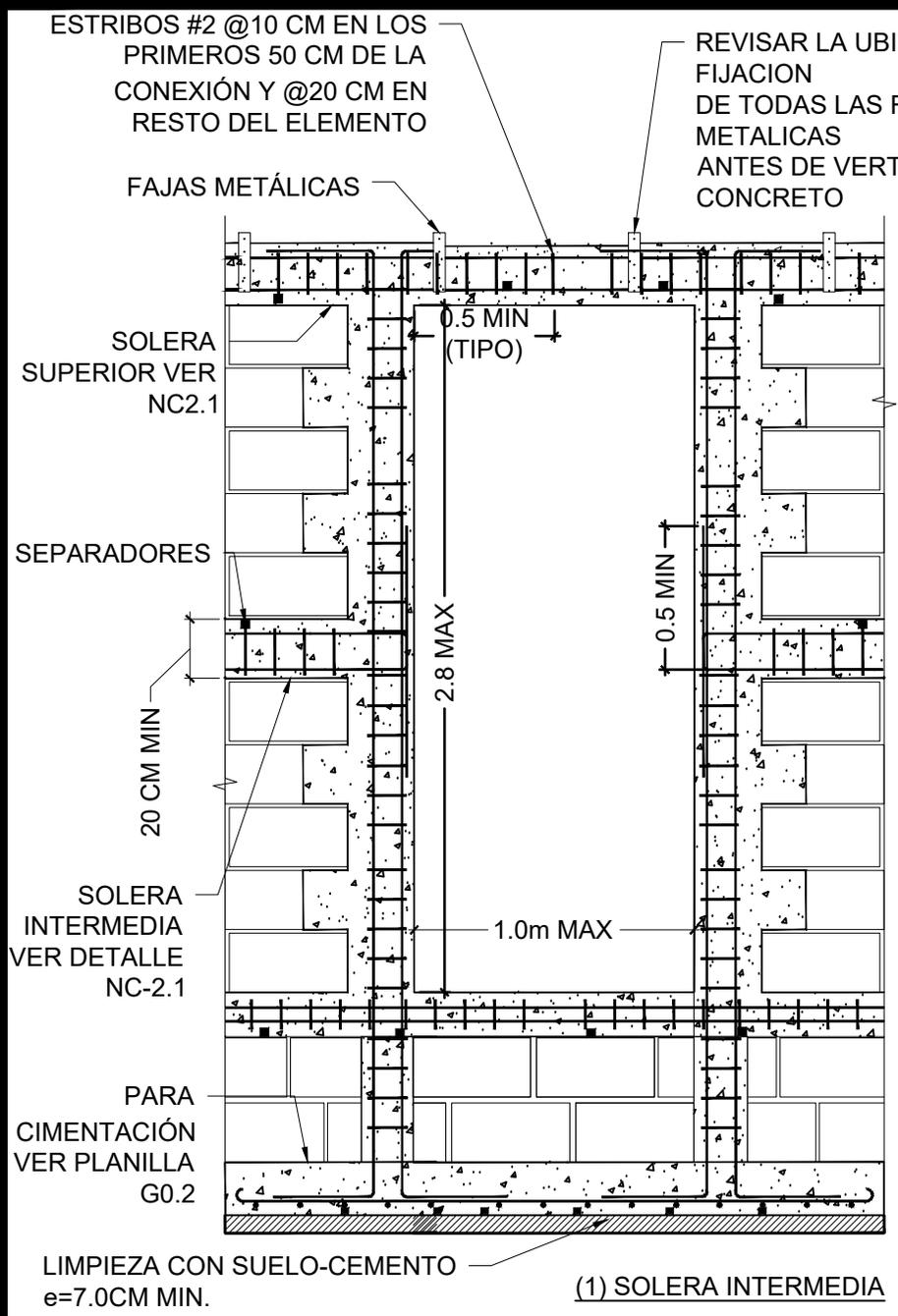


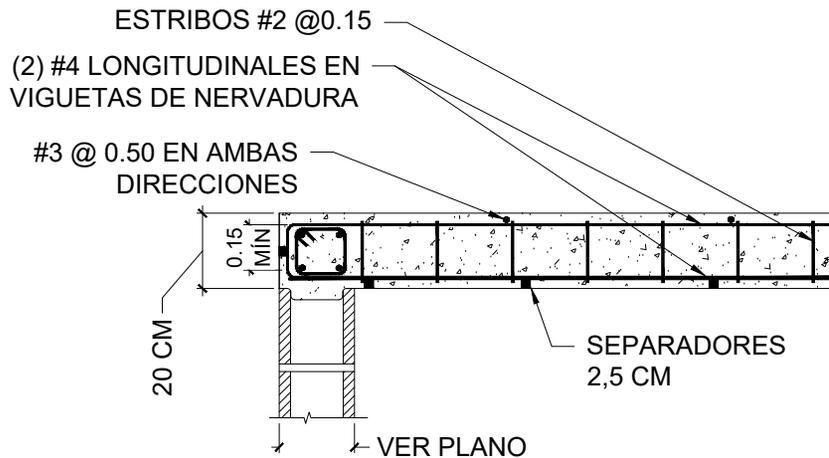


(1) SOLERA INTERMEDIA

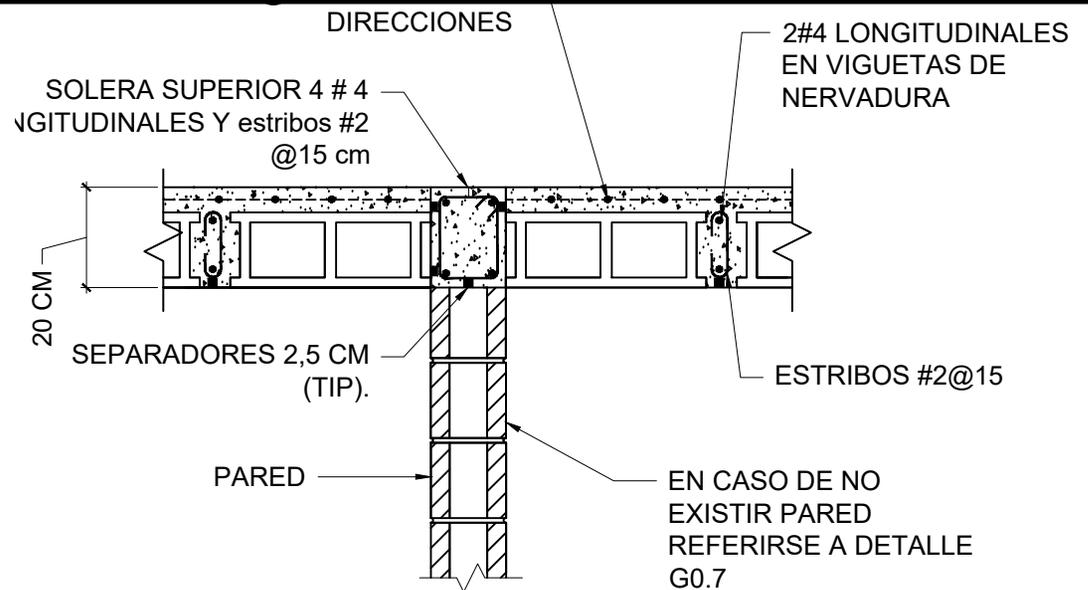


(2) SOLERA INTERMEDIA



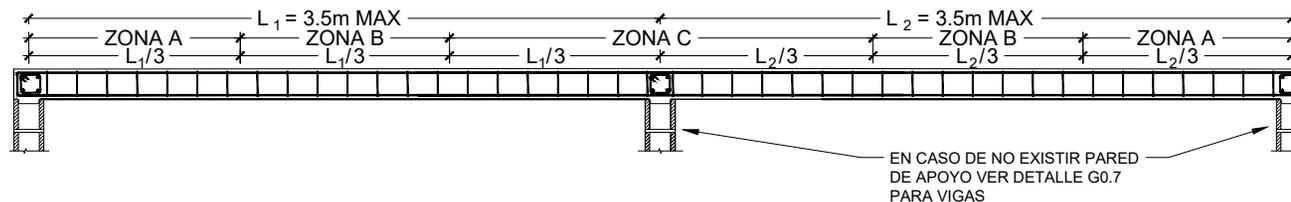


DETALLE ENTREPISO EN DIRECCIÓN PARALELA A LOS NERVIOS



DETALLE ENTREPISO DIRECCIÓN PERPENDICULAR A LOS NERVIOS

DETALLE DE ENTREPISO



NOTAS:

1. LAS UNIONES DE VARILLAS LONGITUDINALES QUE OCURRA EN LA PARTE INFERIOR NO DEBE APARECER EN LA ZONA B
2. NO DEBEN HABER UNIONES DE VARILLAS SUPERIORES LONGITUDINALES EN LA ZONA C
3. LA LONGITUD MÍNIMA DE TRASLAPE EN UNIONES DE VARILLAS DE ACERO DE REFUERZO DE $\frac{1}{2}$ PULGADA (#4) ES DE 50cm

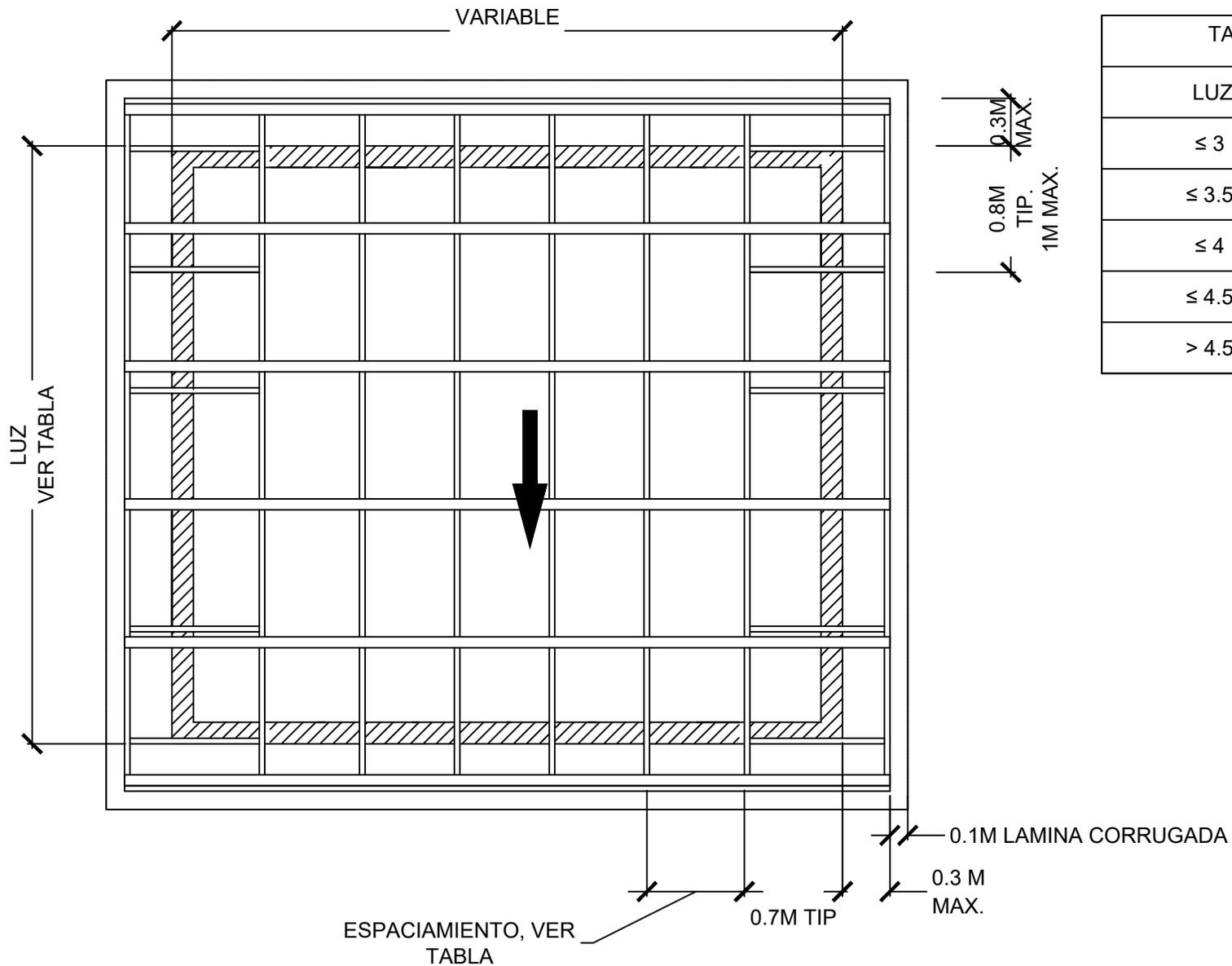


TABLA DE ESPACIAMIENTOS	
LUZ	ESPACIAMIENTO
≤ 3	0.6
≤ 3.5	0.45
≤ 4	0.35
≤ 4.5	0.3
> 4.5	

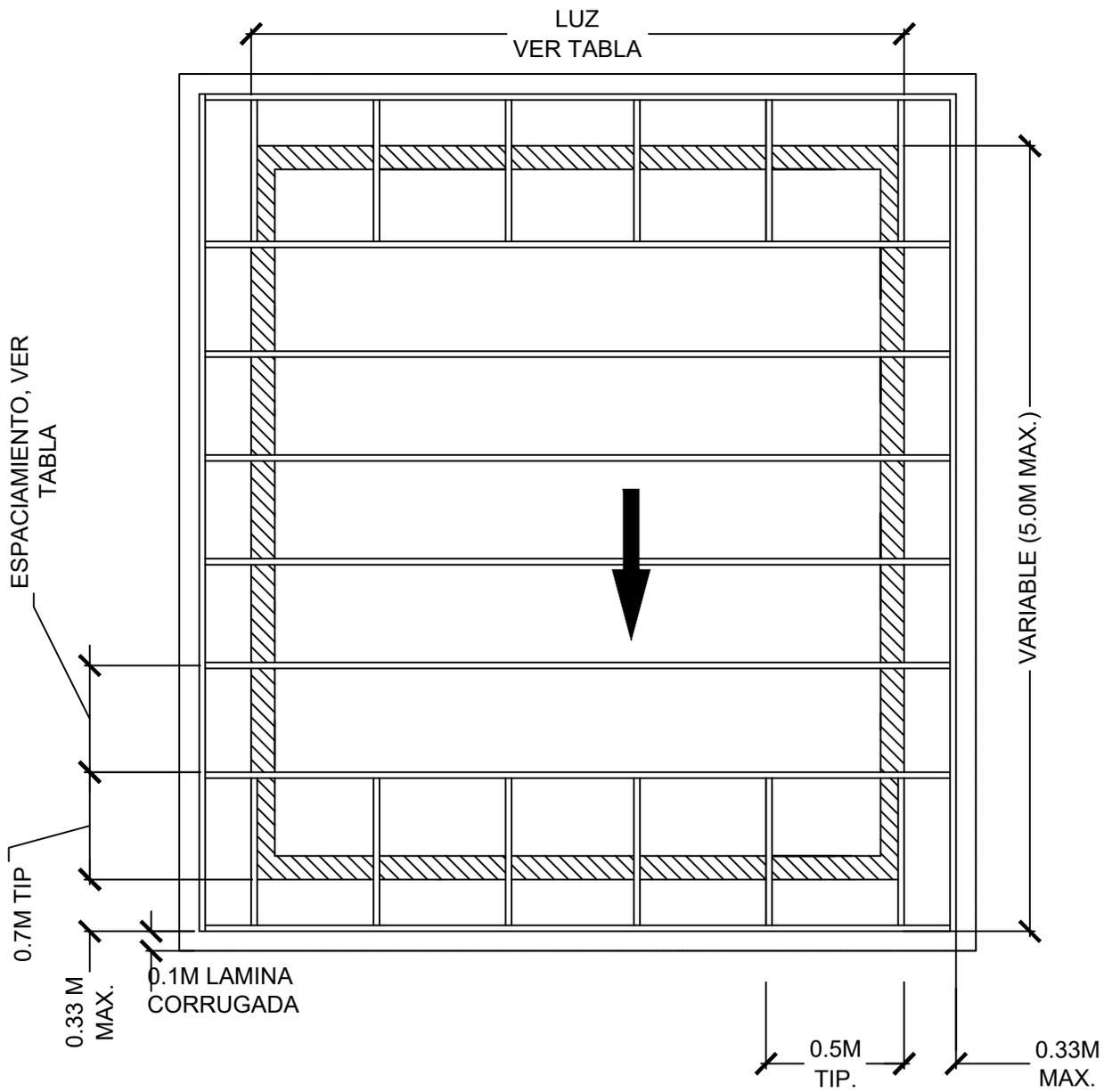
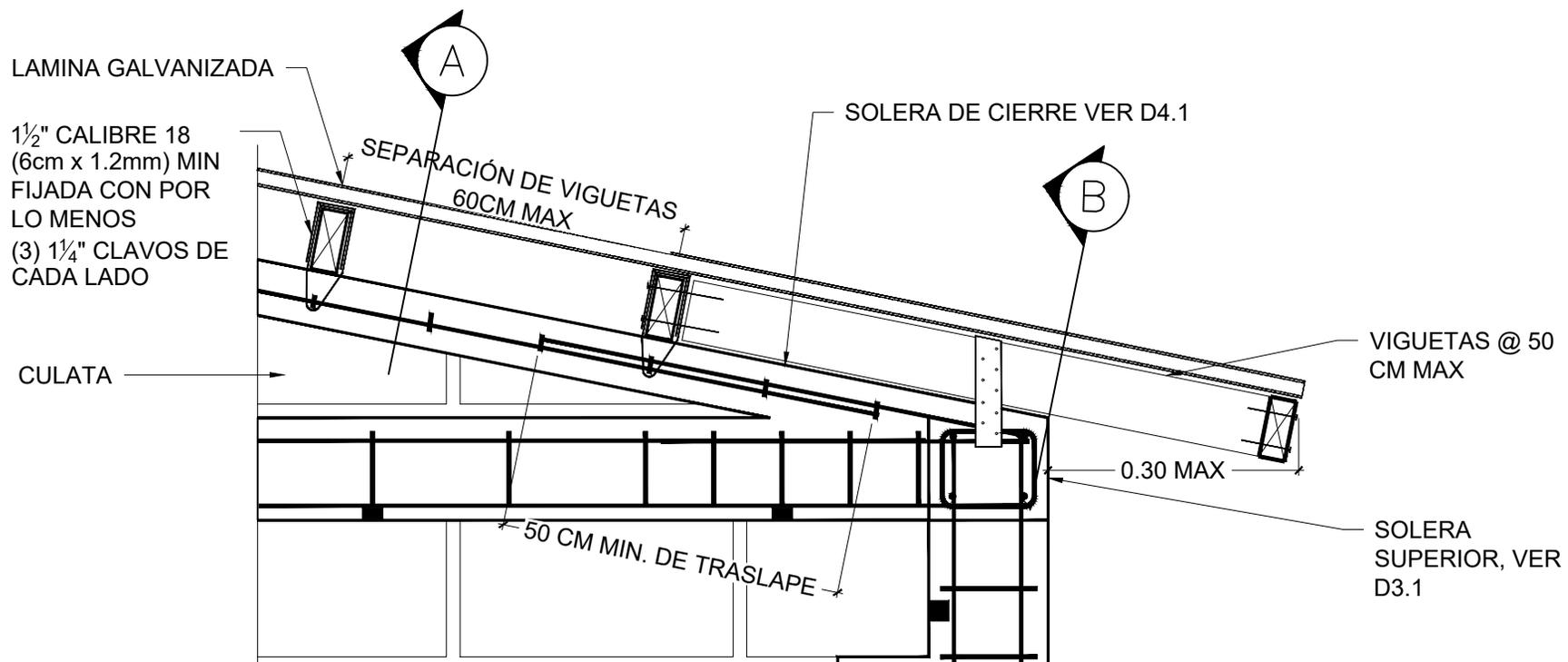
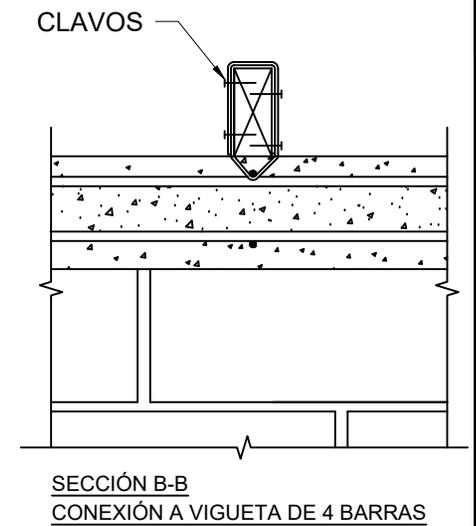
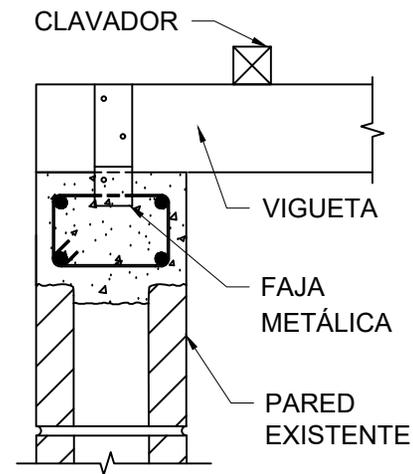
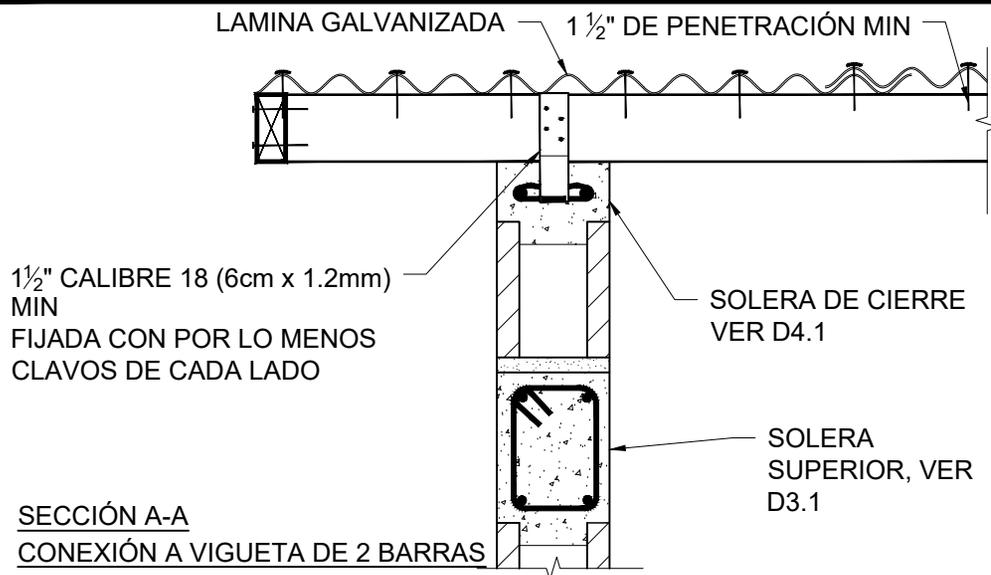


TABLA DE ESPACIAMIENTOS	
LUZ	ESPACIAMIENTO
≤ 3	0.6
≤ 3.5	0.45
≤ 4	0.35
≤ 4.5	0.3
> 4.5	



ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIONES Y DISEÑOS DE REFORZAMIENTO

A continuación, se presentan dos ejemplos donde se aplican el proceso de evaluación y de diseño de reforzamiento de acuerdo a este manual.

EJEMPLO 1

Se efectuó la evaluación y levantamiento de una casa de 1 piso de altura en Vistas de la Comunidad, Mixco. En forma previa a la visita en sitio, se recopiló la siguiente información:



Vista interior de dormitorio. Paredes sin solera superior. Vivienda existente.

- Se localizó la posición geográfica del sitio en mapas disponibles en Guatemala. Luego, haciendo uso de la norma NSE-2-2018 se determinó los parámetros sísmicos correspondientes a la edificación:
 - Clase de sitio D
 - NSE-2-2018 Figura 4.5-1 → $I_0 = 4.2$ (índice de sismicidad)
 - NSE-2-2018 Tabla 4.5-1 → $F_a = 1,0$ (coeficiente de sitio para periodo corto) y $S_{cr} = 1,5g$

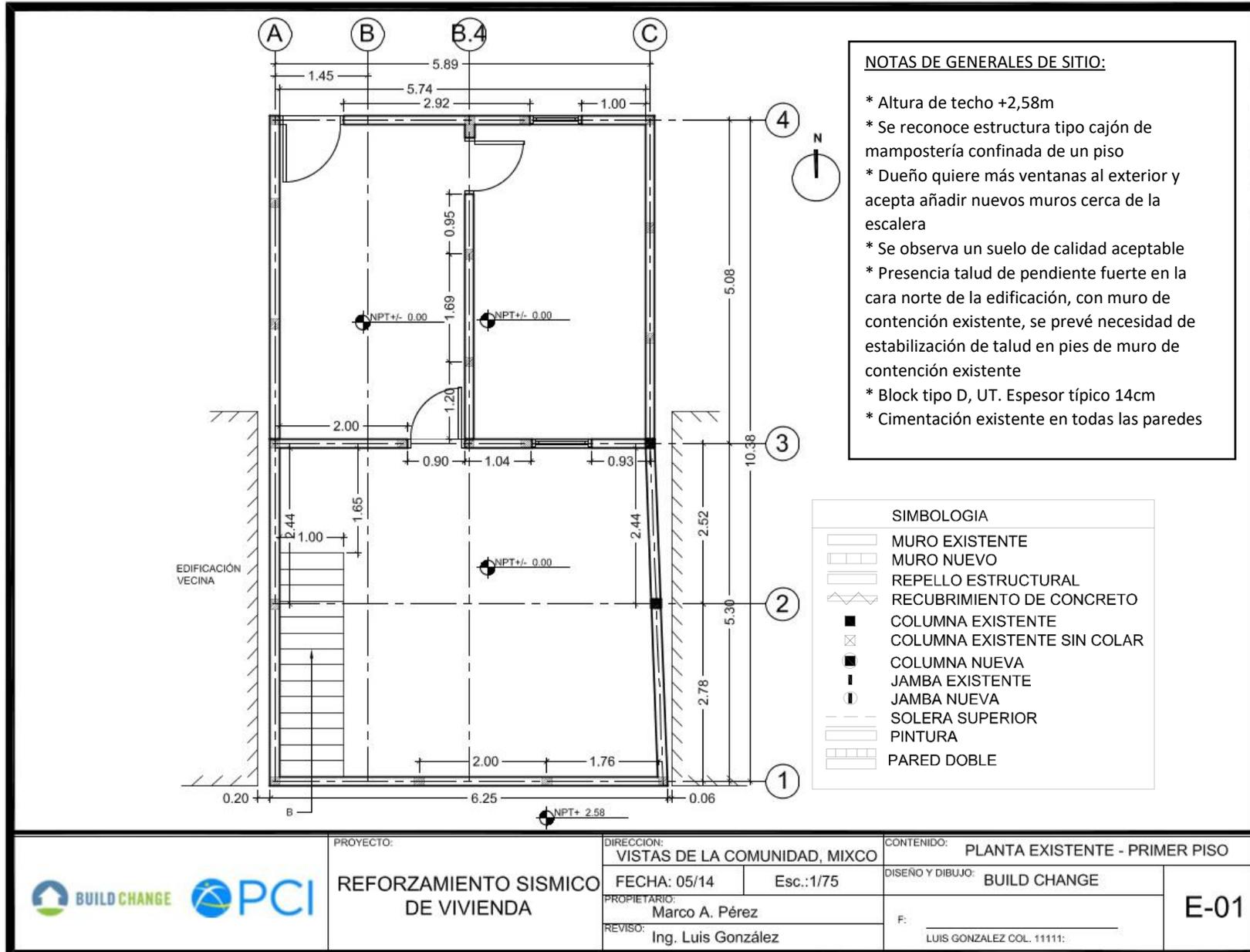
ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-2

- NSE-2-2018 Ecuación 4.5.2-1 → Sismo básico: $S_{cs} = F_a \cdot S_{cr} = 1,0 \cdot 1,5 = 1,5g$
- NSE-2-2018 Sección 4.5.5 → $K_d = 0,66$ (sismo ordinario)
- NSE-2-2018 Ecuación 4.5.5-1 → Espectro calibrado al nivel de diseño: $S_{cd} = K_d \cdot S_{cs} = 0,66 \cdot 1,5 = 0,99g$
- Se determinó el potencial del sitio a la licuefacción haciendo uso del mapa de amenaza sísmica de INSIVUMEH: se encuentra en zona de potencial de licuefacción medio → OK
- Se determinó el grado de amenaza de derrumbes o deslizamientos haciendo uso del mapa de amenaza deslizamientos de INSIVUMEH: se encuentra en zona de amenaza alto → Necesita mitigación
- Se coordinó la visita con el propietario

A continuación, se presenta el plano del levantamiento y sus notas de sitio.

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO



ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-4

Durante la visita a terreno se diligencia la *Lista de Verificación de Deficiencias* (Anexo C). La misma lista de verificación se diligencia también para el diseño de reforzamiento con el objeto de verificar que todos los elementos de la lista se encuentran debidamente abordados. Ambas listas se presentan a continuación en forma resumida, en las columnas de la izquierda se presenta la *lista de verificación de deficiencias* diligenciada en terreno durante la evaluación, y en las columnas de la derecha la *lista de verificación de deficiencias* diligenciada para la propuesta de reforzamiento estructural.

		Lista de Verificación de Deficiencias diligenciada en sitio para la evaluación		Lista de Verificación de Deficiencias diligenciada para el diseño de reforzamiento	
			Notas		Notas
1.0	AMENAZAS GEOLÓGICAS DE SITIO				
1.1	Rupturas por fallas superficiales	C	NC	C	NC
1.2	Inundación	C	NC	C	NC
1.3	Licuefacción	C	NC	C	NC
1.4	Falla de ladera	C	NC N/A	C	NC N/A
1.5	Muros de contención en sitio	C	NC N/A	C	NC N/A
1.5			No existe muro de contención		Se realiza obra de estabilización de ladera mediante la asistencia de un ingeniero geotécnico.
2.0	CIMENTACIONES				
2.1	Cimentación de paredes	C	NC	C	NC
2.2	Desempeño de los cimientos	C	NC	C	NC
2.3	Volcamiento	C	NC	C	NC
2.4	Conexión entre los elementos de la cimentación	C	NC	C	NC
2.5	Deterioro	C	NC	C	NC
2.3			$h/w=2.58/5.89=0.44 < 1.75 \rightarrow OK$		$h/w=2.99/5.89=0.51 < 1.75 \rightarrow OK$
2.4			Existen vigas de cimentación		
3.0	SISTEMA CONSTRUCTIVO				
3.1	Materiales	C	NC	C	NC
3.2	Línea de carga	C	NC	C	NC
3.3	Número de niveles	C	NC N/A	C	NC N/A
3.4	Altura de pisos	C	NC N/A	C	NC N/A
3.2			Existen paredes paralelas que se encuentran a más de 4,5m de distancia		Se añaden paredes entre los ejes 1-3 y A-C
3.3			1 nivel		1 nivel
3.4			Altura de primer piso 2,58m < 3,0m $\rightarrow OK$ La altura del techo es muy baja		Se incrementa la altura del techo en dos hiladas de blocks, lo que modifica la altura: $2,58+2*0,2+0,01=2,99 < 3,00 OK$

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-5

3.5	Carga	C NC N/A	Uso habitacional sin presencia de elementos pesados extraordinarios	C NC N/A	
3.6	Sistema de piso y cubierta	C NC N/A	Cubierta liviana de madera	C NC N/A	
3.7	Paredes	C NC	Paredes de mampostería con block tipo D, UT de espesor 14cm	C NC	
3.8	Voladizos	C NC N/A	No hay voladizos	C NC N/A	No hay voladizos
3.9	Daños	C NC	No se observan daños en el sistema constructivo	C NC	

4.0	PAREDES DE MAMPOSTERÍA				
4.1	Confinamiento	C NC N/A	Solera de confinamiento superior ausente	C NC N/A	Se adiciona solera de confinamiento superior en todas las paredes
4.2	Vanos	C NC	Aberturas de puertas sin dintel	C NC	Se adicionan dinteles sobre las puertas
4.3	Solera superior	C NC N/A	Falta de solera superior bajo cubierta	C NC N/A	Se adiciona solera de confinamiento superior sobre todos las paredes

4.4	Porcentaje de área de paredes para evaluación:				
		PAPreq [%]	PAPex [%]	Estado	
	Dirección transversal				
	Nivel 1	2,0%	1,1%	C NC	
	Nivel 2			C NC N/A	
	Nivel 3			C NC N/A	
	Dirección Longitudinal				
	Nivel 1	2,0%	4,3%	C NC	
	Nivel 2			C NC N/A	
	Nivel 3			C NC N/A	
4.4	Porcentaje de área de paredes para el diseño del reforzamiento:				
		PAPreq [%]	PAPex [%]	Estado	
	Dirección transversal				
	Nivel 1	2,7%	3,9%	C NC	
	Nivel 2			C NC N/A	
	Nivel 3			C NC N/A	
	Dirección Longitudinal				
	Nivel 1	2,7%	4,9%	C NC	
	Nivel 2			C NC N/A	
	Nivel 3			C NC N/A	

5.0	CONFIGURACIÓN				
5.1	Torsión	C NC	Tiene paredes competentes en todo su perímetro	C NC	
5.2	Discontinuidades verticales	C NC N/A	Vivienda de un solo piso	C NC N/A	
5.3	Edificaciones adyacentes	C NC N/A	Alturas de pisos alineadas	C NC N/A	

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-6

6.0	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS								
6.1	Columnas de concreto aisladas o mochetas de carga	C	NC	N/A	C	NC	N/A		
6.2	Aberturas en losas cerca de paredes cortantes	C	NC	N/A	Cubierta liviana	C	NC	N/A	Abertura en losa de $2.5m \leq 2.5m, \leq 10.3*0.25 = 2.5m$
6.3	Parapetos	C	NC	N/A	No hay parapetos	C	NC	N/A	
6.4	Escaleras y descansos	C	NC	N/A		C	NC	N/A	
C: Conforme NC: No Conforme N/A: No Aplica <i>* Para todo ítem en calidad de NC se recomienda explicar la razón de la no conformidad en las notas.</i> <i>** Para todo ítem que haya pasado de estado NC a C a través del diseño de reforzamiento, se recomienda explicar cómo fue superada la no conformidad en las notas.</i>									

Con la evaluación hecha, es decir, efectuadas la visita a sitio, los planos de levantamiento de la estructura existente, su lista de verificación de deficiencias en sitio, y sus notas correspondientes, el diseñador procede a generar la o las propuestas de reforzamiento estructural.

La lista de verificación de deficiencias efectuada en sitio le sirve al diseñador como referencia directa para trabajar en los problemas estructurales de la vivienda. Toda deficiencia identificada debe, si es posible, ser abordada por el diseñador. En este ejemplo en particular, todas las deficiencias identificadas pueden ser superadas a través de un diseño de reforzamiento estructural usando este manual con la única excepción del diseño del muro de contención adicional que se estimó necesario. Para la estabilización del terreno y superar el NC del punto 1.4 de la lista, un ingeniero geotecnista asistió.

Para resolver la falta de paredes (punto 4.4 en lista de verificación de deficiencias) o resistencia lateral de la edificación, el diseñador efectuó los siguientes cálculos:

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-7

Evaluación de áreas de pared existente:

Vivienda Ejemplo 1

Nivel en evaluación n: 1

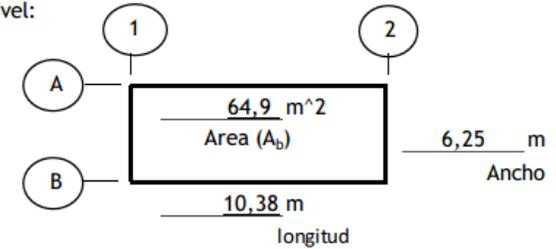
Numero de niveles, N: 1 (Límite 3)

Sistema constructivo: MC

MC (Mampostería Confinada)
MNR (Mampostería No Reforzada)
Ver Manual para especificaciones

Lugar: Vistas de la Comunidad, Mixco

Dimensiones del nivel:



Dimensiones de paredes longitudinales existentes (en metros)

# de Pared	Longitud	Espesor Total	Area de Pared
A	6,73	0,140	0,94
B.4	2,85	0,140	0,40
C	10,38	0,140	1,45
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
Σ area de paredes, Aml =			2,79
PAP existente en la dirección longitudinal (Amt / Ab) x 100 =			4,3%

* $c_N = 0.55 \cdot \text{Area Bruta} / \text{Area Solida}$

Dimensiones de paredes transversales existentes (en metros)

# de Pared	Longitud	Espesor Total	Area de Pared
1	2,00	0,140	0,28
3	3,04	0,140	0,43
4	0,00	0,140	0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
Σ area de paredes, Amt =			0,71
PAP existente en la dirección transversal (Aml/Ab) x 100 =			1,1%

En las tablas anteriores se hace la sumatoria de pared existente que colabora en la resistencia lateral de la estructura. Como el evaluador ha considerado la estructura como mampostería confinada, se contabilizan como aportantes sólo las paredes que se encuentran debidamente confinadas. Por ejemplo, en el eje longitudinal B.4 se consideró sólo 2,85 m como pared aportante puesto que la pared que se encuentra al lado de la puerta no está debidamente confinada. Otro ejemplo de esto se aprecia en el eje transversal 4, donde no hay refuerzo en la ventana ni mocheta al lado de la puerta, por lo que la longitud de pared MC es 0,0 m.

La evaluación de lo existente y del reforzamiento implica establecer los parámetros de calidad de la construcción, la calidad de la mampostería, y otros factores que se muestran a continuación:

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

Porcentaje de base de paredes, $bPAP_{requerido}$

$$\frac{7.6\%}{(Pr)} \times \frac{1}{(N)} \times \frac{0.99}{(Scd)} = \frac{7.5\%}{bPAM_{req.}}$$

Factores de porcentaje de área de paredes requerida (ver la página 4 para los valores)

Evaluación de la edificación existente		Reforzamiento (En caso de necesidad, se aplica en la página 3)	
Factor de Resistencia del Block, $C_B =$	1.00	1.00	Depende de f'_m (Igual para ambos cálculos)
Factor de la Calidad de la Construcción, $C_Q =$	1.00	1.00	Calidad común o mala
Factor de Evaluación/Reforzamiento, $C_E =$	0.75	1.00	Evaluar el plan de reforzamiento o la estructura existente?
Factor de área neta, $C_N =$	1.08	1.08	Evaluar el porcentaje de área de los Blocks (Igual para ambos cálculos)
Factor de peso sísmico, $C_W =$	1.00	1.00	Evaluar peso de la edificación
Factor de nivel, $C_L =$	1.00	1.00	Depende del nivel a evaluar y de la descripción del inmueble (Igual para ambos cálculos)
Factor de Reducción de la fuerza sísmica, $m =$	3.00	3.00	Depende de f'_{cu} y del tipo de edificio

Porcentaje de área de muro requerido, $PAP_{req.} =$ 2.03% 2.71% $PAP_{requerido} = (bPAP_{requerido} \times C_B \times C_Q \times C_E \times C_N \times C_W \times C_L \times 1/m), \geq 2\% (MC), \geq 5\% (MNC)$

Porcentaje de área de pared requerido en la dirección longitudinal, PAP

$$PAP_{req.} / PAP_{Existente} = \frac{0.47}{1.0} \leq 1.0 ?$$

Porcentaje de área de pared requerido en la dirección transversal, PAP

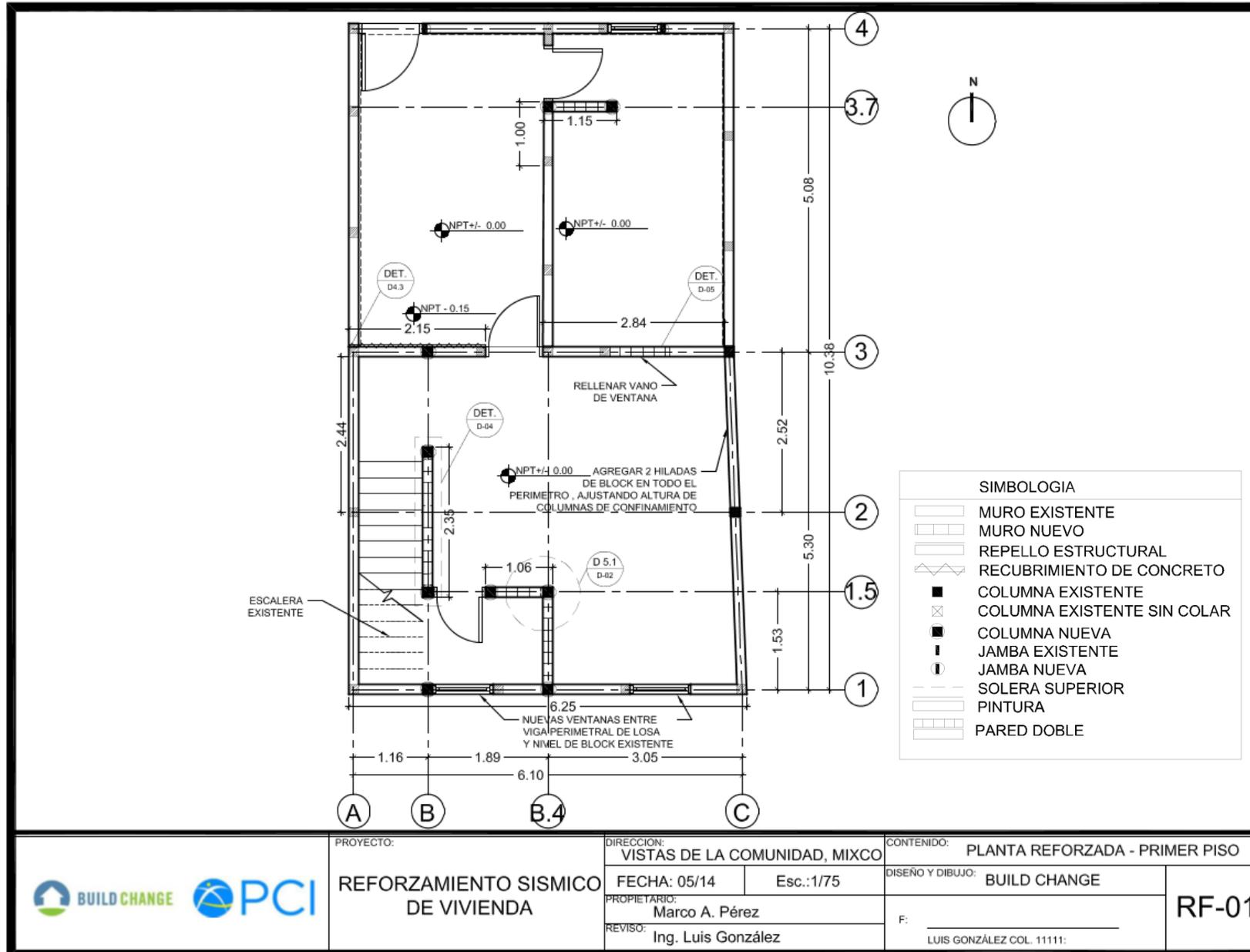
$$PAP_{req.} / PAP_{Existente} = \frac{1.87}{1.0} \leq 1.0 ?$$

 $C_B = 1.0$, por Blocks tipo D $C_Q = 1.0$, por la calidad de construcción promedio $C_E = 0.75$, por evaluación $C_N = 1.08$, por Blocks UT de 14cm de espesor $C_W = 1.0$, no hay presencia de masa extraordinaria $C_L = 0.85$, un solo nivel $m = 3.0$, mampostería confinada

La estructura genérica se modifica por todos estos factores y se multiplica por la aceleración de sitio y número de pisos para obtener las áreas de pared requeridas para el caso particular que se analiza. Así, se calcula un porcentaje de área de pared (PAP) requerida válida para ambas direcciones. Luego se compara dicho PAP requerido con las PAP de la estructura existente para cada dirección y cada nivel. En este ejemplo esto se hace calculando el cociente entre PAP requerido y PAM existente, si este cociente es superior a 1,0 quiere decir que el PAPreq es superior al PAPexistente lo que implica la necesidad de reforzar. Para este caso particular el cálculo arroja que sólo es necesario reforzar en el eje transversal de la estructura ($PAP_{req}/PAP_{exist}=1.87$).

A continuación, se presenta la planta con la propuesta de reforzamiento:

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO



ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-10

Luego se contabiliza el área pared colaborante a la resistencia lateral agregada en el reforzamiento como se muestra en las siguientes tablas:

Dimensiones de las paredes de reforzamiento longitudinales (en metros)					Área de pared existente, A_{m1} =		2.79
# de pared	Materiales de reforzamiento	Resistencia área bruta (kg/cm ²)	Longitud agregada en metros:	factor K	Espesor de referencia (m)	Área efectiva (m ²)	
B.4	Pared Nueva Block C, UT, 14cm	36	1.53	1.20	0.14	0.26	
B.4	Pared existente que se confina		1.00	1.00	0.14	0.14	
						0	
						0	
						0	
						0	
						0	
						0	
$A_{m1} + \Sigma$ de área efectiva de pared =						3.19	
PAP Reforzamiento longitudinal (A_{m1} / A_b) x 100 =						4.9%	
PAP _{Req.} / PAP Reforzamiento longitudinal =						0.55	≤ 1.0 ?

Dimensiones de las paredes de reforzamiento transversales (en metros)					Área de pared existente, A_{m1} =		0.71
# de muro	Materiales de reforzamiento	Resistencia área bruta (kg/cm ²)	Longitud agregada en metros:	factor K	Espesor de referencia (m)	Área efectiva (m ²)	
1	Se confina pared existente		1.16	1.00	0.14	0.16	
1.5	Pared Nueva Block C, UT, 14cm	36	1.06	1.20	0.14	0.18	
3	Relleno de ventana		1.80	1.00	0.14	0.25	
3	Recubrimiento de Concreto		2.15	1.50	0.14	0.45	
3.7	Pared Nueva Block C, UT, 14cm	36	1.15	1.20	0.14	0.19	
4	Se confina pared existente		4.00	1.00	0.14	0.56	
						0	
$A_{m1} + \Sigma$ de área efectiva de paredes =						2.50	
PAP Reforzamiento transversal (A_{m1} / A_b) x 100 =						3.9%	
PAP _{Req.} / PAP Reforzamiento transversal =						0.70	≤ 1.0 ?

Notas:

- Materiales de reforzamiento = Mampostería Nueva, Repellos o estucos, recubrimiento de concreto armado
- Área efectiva = Longitud agregada x factor K x Espesor, factor K tomado de los cuadros de la página 4

Siguiendo esta metodología, el diseñador pondera cada adición de elementos de reforzamiento por su correspondiente factor k .

Cuando se confina con elementos de concreto una pared existente o se rellena una abertura, se le asigna un $k=1$ a la nueva longitud de pared que ahora funciona como MC.

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-11

Para contabilizar la adición de pared nueva se recurre a buscar en la tabla para factores de ajuste para Paredes Nuevas en Mampostería, k_m . En este ejemplo se han agregado paredes con blocks tipo C, UT, y considerando que las paredes existentes están conformadas por blocks UT tipo D, su factor k_m correspondiente será $k_m=1,20$.

Las nuevas paredes que se han adicionado en el sentido longitudinal son para superar la deficiencia del punto 3.2 de la lista de verificación de deficiencias y no para superar problemas de resistencia lateral sísmica de la edificación en el sentido longitudinal.

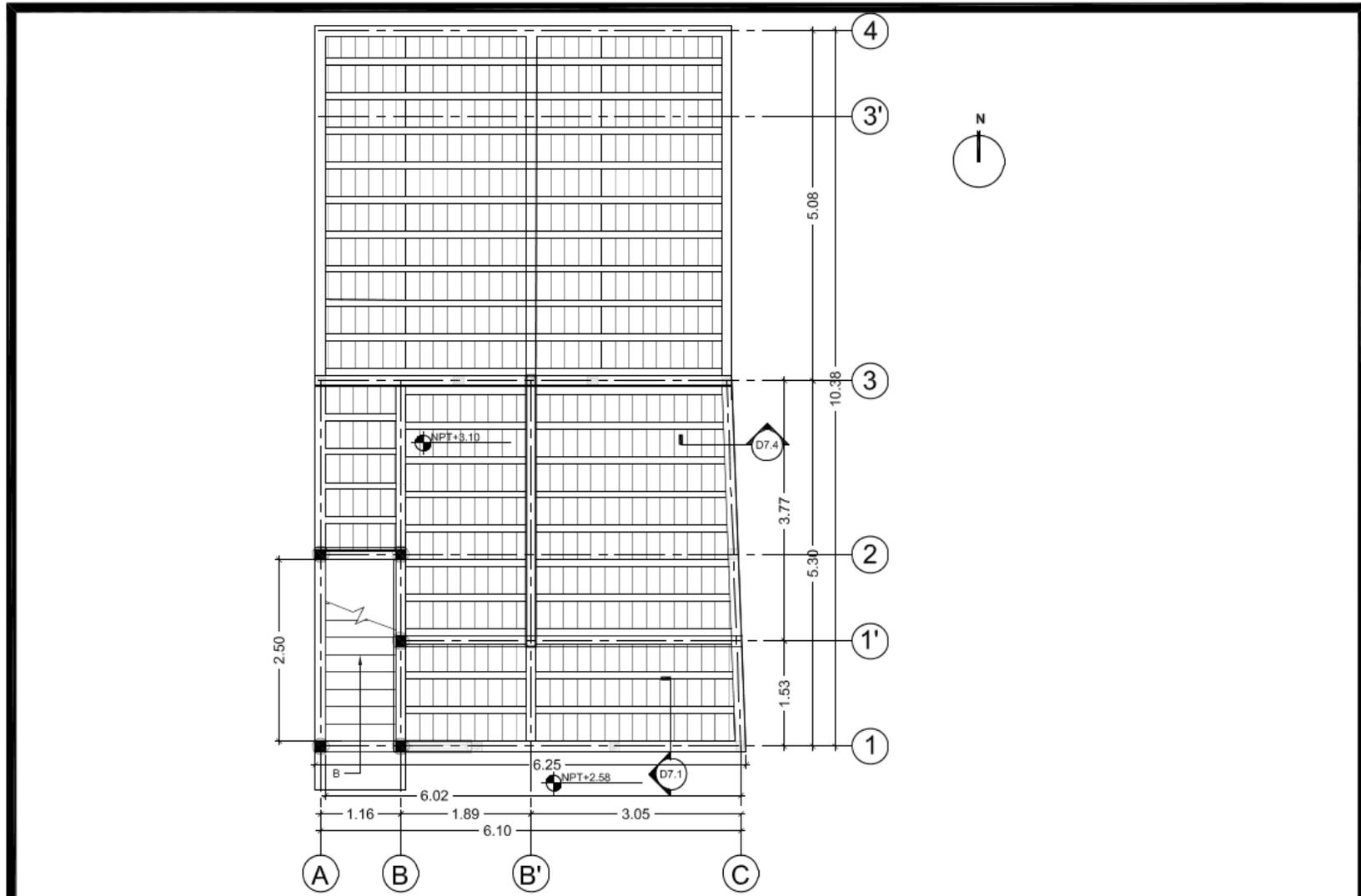
Luego, el diseñador verifica que la suma de las PAP existentes y las PAP reforzamiento en cada dirección son mayores que la PAP requerida para la edificación en ese nivel.

Hasta aquí el diseñador ha levantado todas las NC detectadas en la evaluación de la vivienda. Todas ellas han sido superadas mediante el uso de este manual con la excepción de la NC del punto 1.4 *falla de ladera*, donde el diseñador ha recurrido a un ingeniero geotecnista.

Finalmente, se realiza la *Lista de Verificación de Deficiencias* en la estructura reforzada para verificar que ninguno de los puntos de la lista se encuentra en estado NC. Esto se verifica en las columnas de la derecha de la tabla mostrada, así entonces el diseño de reforzamiento asegura que la vivienda será segura para la vida de las personas.

Para las cubiertas de la vivienda el diseñador ha desarrollado dos propuestas las cuales se muestran a continuación:

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO



 	PROYECTO: REFORZAMIENTO SISMICO DE VIVIENDA	DIRECCION: VISTAS DE LA COMUNIDAD, MIXCO	CONTENIDO: PLANO DE CUBIERTA	RF-02
	FECHA: 05/14 Esc.: 1:75	PROPIETARIO: Marco A. Pérez	DISEÑO Y DIBUJO: BUILD CHANGE	

EJEMPLO 2

El segundo ejemplo que se incluye en este manual es la evaluación y diseño de reforzamiento de una casa de 2 pisos de altura ubicada en Mixco, Guatemala. La información recopilada en forma previa a la visita a terreno se muestra a continuación:



Vista parte frontal de casa Ejemplo 2



Vista de pared de mampostería segundo nivel

- Se localizó la posición geográfica del sitio en mapas disponibles en Guatemala. Luego, haciendo uso de la norma NSE-2-2018 se determinó los parámetros sísmicos correspondientes a la edificación:
 - Clase de sitio D
 - NSE-2-2018 Figura 4.5-1 → $I_0 = 4.2$ (índice de sismicidad)
 - NSE-2-2018 Tabla 4.5-1 → $F_a = 1,0$ (coeficiente de sitio para periodo corto) y $S_{cr} = 1,5g$
 - NSE-2-2018 Ecuación 4.5.2-1 → Sismo básico: $S_{cs} = F_a \cdot S_{cr} = 1,0 \cdot 1,5 = 1,5g$
 - NSE-2-2018 Sección 4.5.5 → $K_d = 0,66$ (sismo ordinario)

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

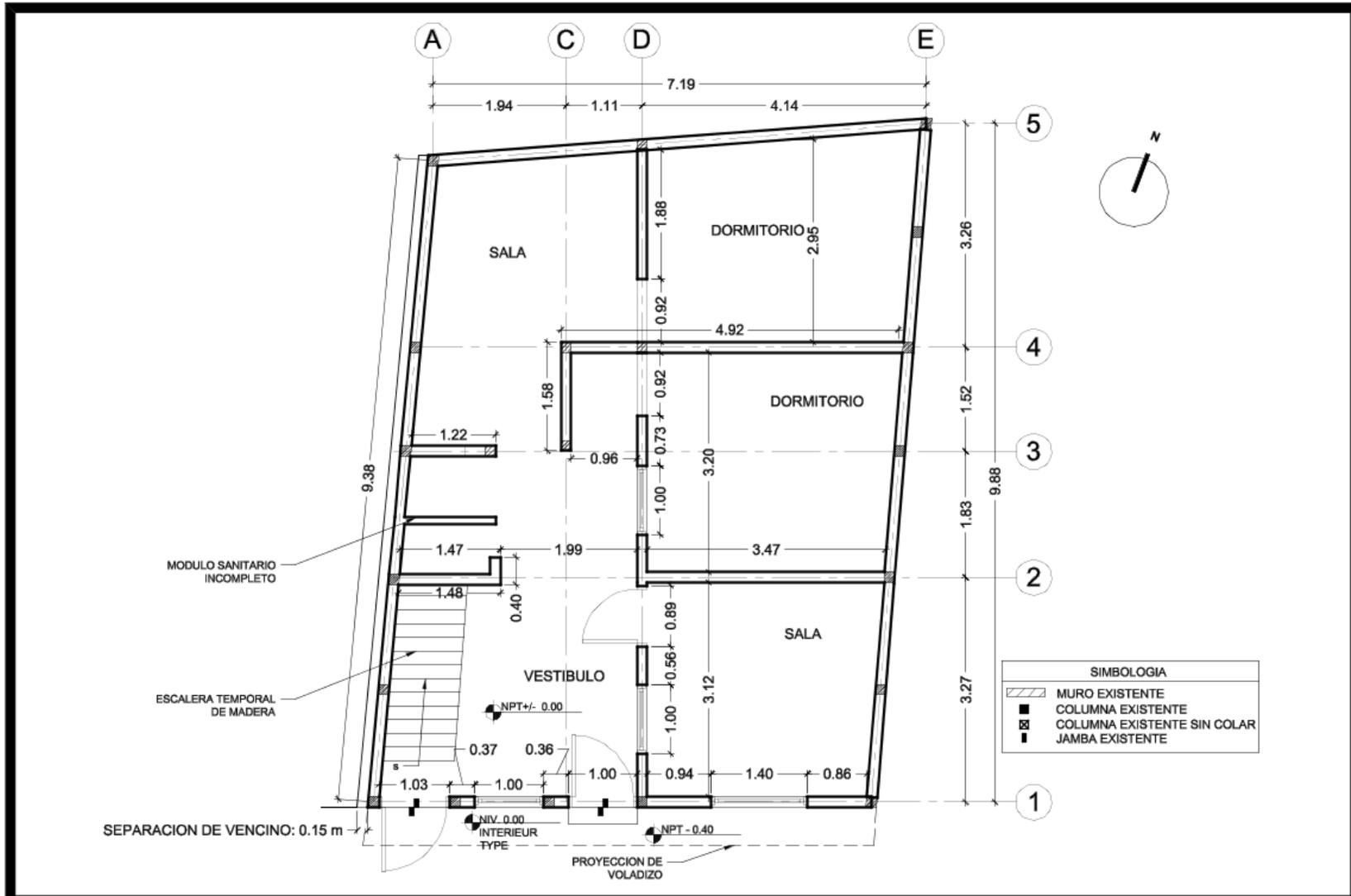
E-14

▪ NSE-2-2018 Ecuación 4.5.5-1 → Espectro calibrado al nivel de diseño: $S_{cd} = K_d \cdot S_{cs} = 0,66 \cdot 1,5 = 0,99g$

- Se determinó el potencial del sitio a la licuefacción haciendo uso del mapa de amenaza sísmica de INSIVUMEH: no se encuentra en zona de potencial de licuefacción alto → OK
- Se determinó el grado de amenaza de derrumbes o deslizamientos haciendo uso del mapa de amenaza deslizamientos de INSIVUMEH: se encuentra en zona de amenaza bajo → OK
- Se coordinó la visita con el propietario

A continuación, se presenta el plano del levantamiento y sus notas de sitio.

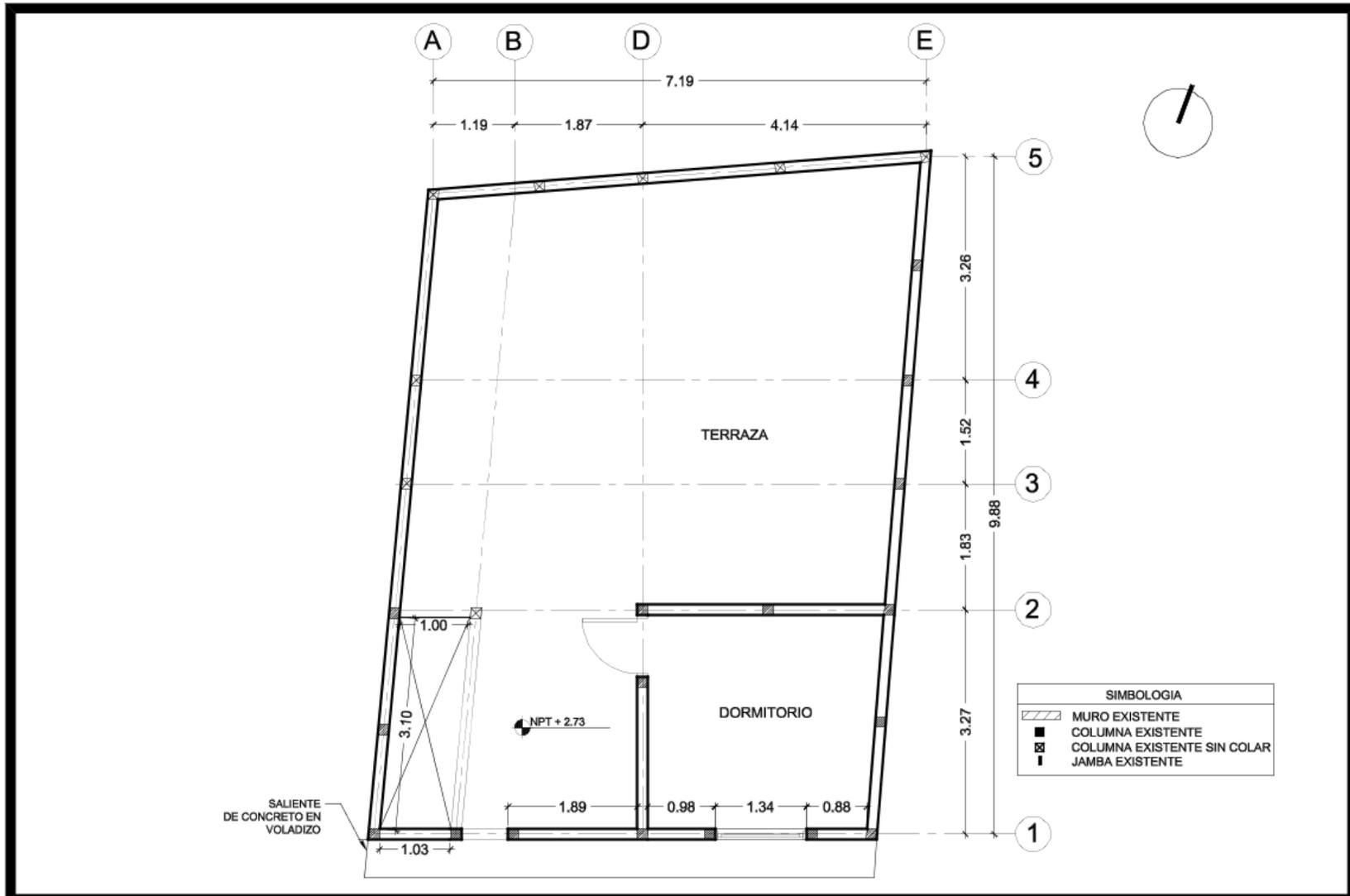
ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO



	PROYECTO: REFORZAMIENTO SISMICO DE VIVIENDA	DIRECCION: CIPRESALES, MIXCO	CONTENIDO: PLANTA EXISTENTE PRIMER NIVEL
	FECHA: 05/14 Esc.: 1/75	PROPIETARIO: Ana Restrepo	DISEÑO Y DIBUJO: BUILD CHANGE
	REVISO: Ing. Luis E. González	F: _____	LUIS E. GONZÁLEZ COL. 11111: _____

E-02

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO



	PROYECTO: REFORZAMIENTO SISMICO DE VIVIENDA	DIRECCION: CIPRESALES, MIXCO	CONTENIDO: PLANTA EXISTENTE SEGUNDO NIVEL
	FECHA: 05/14 Esc.: 1/75	PROPIETARIO: Ana Restrepo	DISEÑO Y DIBUJO: BUILD CHANGE
	REVISO: Ing. Luis González	F: _____ LUIS E. GONZÁLEZ COL. 11111:	E-03

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-17

Durante la visita a terreno se diligencia la *Lista de Verificación de Deficiencias* (Anexo C). La misma lista de verificación se diligencia también para el diseño de reforzamiento con el objeto de verificar que todos los elementos de la lista se encuentran debidamente abordados. Ambas listas se presentan a continuación en forma resumida, en las columnas de la izquierda se presenta la *lista de verificación de deficiencias* diligenciada en terreno durante la evaluación, y en las columnas de la derecha la *lista de verificación de deficiencias* diligenciada para la propuesta de reforzamiento estructural.

		Lista de Verificación de Deficiencias diligenciada en sitio para la evaluación		Lista de Verificación de Deficiencias diligenciada para el diseño de reforzamiento	
			Notas		Notas
1.0	AMENAZAS GEOLÓGICAS DE SITIO				
1.1	Rupturas por fallas superficiales	C NC	No se observa presencia de fallas superficiales cercanas	C NC	
1.2	Inundación	C NC	El sitio no se encuentra en zona inundable	C NC	
1.3	Licuefacción	C NC		C NC	
1.4	Falla de ladera	C NC N/A	La casa está ubicada lejos de laderas de pendiente fuerte	C NC N/A	
1.5	Muros de contención en sitio	C NC N/A	No existe muro de contención	C NC N/A	
2.0	CIMENTACIONES				
2.1	Cimentación de paredes	C NC	Todas las paredes existentes tienen cimentación competente	C NC	
2.2	Desempeño de los cimientos	C NC	No hay evidencia de desplazamientos o asentamientos en las cimentaciones existentes	C NC	
2.3	Volcamiento	C NC	$h/w=5,46/7,19=0,76<1,75 \rightarrow$ OK	C NC	
2.4	Conexión entre los elementos de la cimentación	C NC	Todas las cimentaciones de la estructura se encuentran conectadas	C NC	
2.5	Deterioro	C NC		C NC	
3.0	SISTEMA CONSTRUCTIVO				
3.1	Materiales	C NC	Sistema estructural de mampostería confinada con elementos de concreto reforzado	C NC	
3.2	Línea de carga	C NC	Existen paredes paralelas que se encuentran a más de 4,5m de distancia en el segundo nivel	C NC	Se añaden paredes y se confinan paredes existentes para agregar ejes de resistencia lateral
3.3	Número de niveles	C NC N/A	2 niveles MC	C NC N/A	
3.4	Altura de pisos	C NC N/A	Altura de primer piso 2,73m < 3,0m \rightarrow OK Altura de segundo piso 2,60m < 2,75m \rightarrow OK	C NC N/A	

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-18

3.5	Carga	C NC N/A	Uso habitacional sin presencia de elementos pesados extraordinarios	C NC N/A	
3.6	Sistema de piso y cubierta	C NC N/A	Losa de entrepiso de concreto reforzado y cubierta liviana de madera	C NC N/A	
3.7	Paredes	C NC	Paredes de mampostería con block tipo D, UT, de espesor 14cm	C NC	
3.8	Voladizos	C NC N/A	Existe un voladizo de concreto en la parte frontal de la casa. Este no soporta paredes estructurales del segundo nivel.	C NC N/A	
3.9	Daños	C NC	No se observan daños en el sistema constructivo	C NC	

4.0	PAREDES DE MAMPOSTERÍA				
4.1	Confinamiento	C NC N/A	Hay algunas mochetas incompletas que deben terminarse para poder trabajar como elemento estructural confinante. En segundo nivel hay paredes sin solera superior	C NC N/A	Se terminan las mochetas incompletas asegurando que están debidamente unidas al paño de mampostería al cual confinan. Se adiciona solera superior a paredes de segundo nivel.
4.2	Vanos	C NC	Algunas ventanas no tienen dintel	C NC	Las aberturas de las ventanas se hacen llegar hasta la solera superior
4.3	Solera superior	C NC N/A	En segundo nivel hay paredes sin solera superior	C NC N/A	Se adiciona solera superior a paredes de segundo nivel.

4.4	Porcentaje de área de paredes para evaluación:			
		PAPreq [%]	PAPex [%]	Estado
	Dirección transversal			
	Nivel 1	3,5%	2,7%	C NC
	Nivel 2	2,3%	5,8%	C NC N/A
	Nivel 3			C NC N/A
	Dirección Longitudinal			
	Nivel 1	3,5%	3,5%	C NC
	Nivel 2	2,3%	3,3%	C NC N/A
	Nivel 3			C NC N/A
	Porcentaje de área de paredes para el diseño del reforzamiento:			
		PAPreq [%]	PAPex [%]	Estado
	Dirección transversal			
	Nivel 1	5,0%	5,8%	C NC
Nivel 2	3,1%	5,8%	C NC N/A	
Nivel 3			C NC N/A	
Dirección Longitudinal				
Nivel 1	5,0%	5,8%	C NC	
Nivel 2	3,1%	5,7%	C NC N/A	
Nivel 3			C NC N/A	

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-19

5.0	CONFIGURACIÓN				
5.1	Torsión	C NC	En la parte frontal de la edificación (eje 1 del primer piso) no tiene paredes competentes MC. En el segundo nivel no tiene pared perimetral en eje B (la pared de eje A no cuenta debido a la abertura de la losa)	C NC	Se adiciona pared nueva en eje 1 en el primer nivel. Y se adiciona pared en eje B en el segundo nivel.
5.2	Discontinuidades verticales	C NC N/A		C NC N/A	
5.3	Edificaciones adyacentes	C NC N/A	Edificaciones adyacentes se encuentran a más de 6cm de distancia	C NC N/A	
6.0	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS				
6.1	Columnas de concreto aisladas o mochetas de carga	C NC N/A		C NC N/A	
6.2	Aberturas en losas cerca de paredes cortantes	C NC N/A	Abertura en losa de entrepiso de 3,10m	C NC N/A	Pared cortante adyacente a abertura no ha sido considerada en resistencia lateral. Se verifica que solera superior es capaz de tomar de las cargas fuera de plano de la pared en la abertura.
6.3	Parapetos	C NC N/A	Falta soporte lateral a parapetos de segundo nivel	C NC N/A	Se agrega soporte lateral a parapetos existentes
6.4	Escaleras y descansos	C NC N/A	Escaleras de madera	C NC N/A	Se proyecta una nueva escalera de concreto reforzado

C: Conforme

NC: No Conforme

N/A: No Aplica

* Para todo ítem en calidad de NC se recomienda explicar la razón de la no conformidad en las notas.

** Para todo ítem que haya pasado de estado NC a C a través del diseño de reforzamiento, se recomienda explicar cómo fue superada la no conformidad en las notas.

Con la evaluación hecha, es decir, efectuadas la visita a sitio, los planos de levantamiento de la estructura existente, su lista de verificación de deficiencias en sitio (columna izquierda de tabla anterior), y sus notas correspondientes, el diseñador procede a generar la o las propuestas de reforzamiento estructural.

La lista de verificación de deficiencias efectuada en sitio le sirve al diseñador como referencia directa para trabajar en los problemas estructurales de la vivienda. Toda deficiencia identificada debe, si es posible, ser abordada por el diseñador. En este ejemplo en particular, todas las deficiencias identificadas pueden ser superadas a través de un diseño de reforzamiento estructural usando este manual.

Para resolver la falta de paredes (punto 4.4 en lista de verificación de deficiencias) o resistencia lateral de la edificación, el diseñador efectuó los siguientes cálculos:

Evaluación de áreas de pared existente:

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-20

Vivienda Ejemplo 2

Nivel en evaluación n: 1

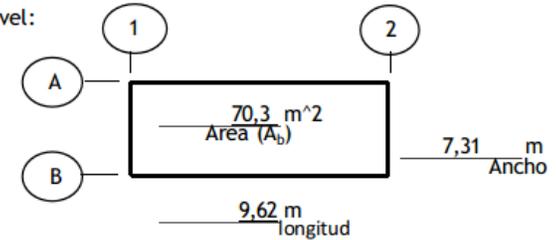
Numero de niveles, N: 2 (Límite 3)

Sistema constructivo: MC

MC (Mampostería Confinada)
MNR (Mampostería No Reforzada)
Ver Manual para especificaciones

Lugar: Cipresales, Mixco

Dimensiones del nivel:



Dimensiones de paredes longitudinales existentes (en metros)

# de Pared	Longitud	Espesor Total	Area de Pared
A	6,28	0,14	0,88
C	1,58	0,14	0,22
D	0,00	0,14	0,00
E	9,88	0,14	1,38
			0,00
			0,00
			0,00
Σ area de paredes, Aml =			2,48
PAP existente en la dirección longitudinal (Amt / Ab) x 100 =			3,5 %

Dimensiones de paredes transversales existentes (en metros)

# de Pared	Longitud	Espesor Total	Area de Pared
1	0,00	0,14	0,00
2	0,00	0,14	0,00
3	1,37	0,14	0,19
4	4,92	0,14	0,69
5	7,19	0,14	1,01
			0,00
			0,00
Σ area de paredes, Amt =			1,89
PAP existente en la dirección transversal (Aml / Ab) x 100 =			2,7 %

En las tablas anteriores se hace la sumatoria de pared existente que colabora en la resistencia lateral de la estructura para la dirección longitudinal y transversal respectivamente. Como el evaluador ha considerado la estructura como mampostería confinada (MC), se contabilizan como aportantes sólo las paredes que se encuentran debidamente confinadas. Por ejemplo, en el eje longitudinal D, 1 y 2 no se consideró pared aportante puesto que las paredes no están debidamente confinadas.

La evaluación de lo existente y del reforzamiento implica establecer los parámetros de calidad de la construcción, la calidad de la mampostería, y otros factores que se muestran a continuación:

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-21

Porcentaje de base de paredes, $bPAP_{requerido}$ Nivel en evaluación: 1

$$\frac{7.6\%}{(Pr)} \times \frac{2}{(N)} \times \frac{0.99}{(Scd)} = \frac{15.0\%}{bPAP_{req.}}$$

Factores de porcentaje de área de paredes requerida (ver la página 4 para los valores)

Evaluación de la edificación existente		Reforzamiento (En caso de necesidad, se aplica en la página 3)	
Factor de Resistencia del Block, $C_B =$	1.00	1.00	Depende de f_m (Igual para ambos cálculos)
Factor de la Calidad de la Construcción, $C_Q =$	1.00	1.00	Calidad común o mala
Factor de Evaluación/Reforzamiento, $C_E =$	0.75	1.00	Evaluar el plan de reforzamiento o la estructura existente?
Factor de área neta, $C_N =$	1.08	1.08	Evaluar el porcentaje de área de los Blocks (Igual para ambos cálculos)
Factor de peso sísmico, $C_W =$	1.00	1.00	Evaluar peso de la edificación
Factor de nivel, $C_L =$	0.86	0.86	Depende del nivel a evaluar y de la descripción del inmueble (Igual para ambos cálculos)
Factor de Reducción de la fuerza sísmica, $m =$	3.00	3.00	Depende del tipo de edificio

$$\text{Porcentaje de área de muro requerido, } PAP_{req.} = \frac{3.49\%}{5.00\%} \quad PAP_{requerido} = (bPAP_{requerido} \times C_B \times C_Q \times C_E \times C_N \times C_W \times C_L \times 1/m), \geq 2\% \text{ (MC)}, \geq 5\% \text{ (MNC)}$$

Porcentaje de área de pared requerido en la dirección longitudinal, PAP

$$PAP_{req.} / PAP_{Existente} = \frac{0.99}{1.0} \leq 1.0 ?$$

Porcentaje de área de pared requerido en la dirección transversal, PAP

$$PAP_{req.} / PAP_{Existente} = \frac{1.30}{1.0} \leq 1.0 ?$$

 $C_B = 1.0$, por Blocks tipo D $C_Q = 1.0$, por la calidad de construcción promedio $C_E = 0.75$, por evaluación $C_N = 1.08$, por Blocks UT de 14cm de espesor $C_W = 1.0$, no hay presencia de masa extraordinaria $C_L = 0.79$, se considera losa de concreto sobre el segundo piso $m = 3.0$, mampostería confinada

Para el cálculo del área requerida se toma el área requerida para una estructura genérica se modifica por todos estos factores y se multiplica por la aceleración de sitio y número de pisos para obtener las áreas de pared requeridas para el caso particular que se analiza ($bPAP_{req}$). Así, se calcula un *porcentaje de área de pared* (PAP) requerida válida para ambas direcciones. Luego se compara dicho PAP requerido con las PAP de la estructura existente para cada dirección y cada nivel.

De la misma manera que para el ejemplo 1, se calcula el cociente entre PAP requerido y PAM existente, si este cociente es superior a 1,0 quiere decir que el PAPreq es superior al PAPexistente lo que implica la necesidad de reforzar. Para este caso particular el cálculo arroja que es necesario reforzar en el eje transversal ($PAP_{req}/PAP_{exist}=1,30$).

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-22

El cálculo del reforzamiento de la planta del primer nivel se muestra a continuación:

Dimensiones de las paredes de reforzamiento longitudinales (en metros)					Area de pared existente, A_{m1} =	2.48
# de pared	Materiales de reforzamiento	Resistencia area bruta (kg/cm ²)	Longitud agregada en metros:	factor K	Espesor de referencia (m)	Area efectiva (m ²)
A	Repello - 1 cara		6.61	0.25	0.14	0.23
B	Pared nueva (Block C, DT, 14cm)	36	1.08	1.20	0.14	0.18
C	Repello - 2 caras		1.58	0.50	0.14	0.11
D	Confinamiento de pared		1.88	1.00	0.14	0.26
D	Repello - 2 caras		1.88	0.50	0.14	0.13
E	Recubrimiento de concreto		3.35	1.50	0.14	0.70
					0.14	0.00
					0.14	0.00
$A_{m1} + \Sigma$ de área efectiva de pared =						4.11
PAP Reforzamiento longitudinal (A_{m1} / A_b) x 100 =						5.8%
PAPReq./PAP Reforzamiento longitudinal =						0.86
						≤ 1.0 ?

Dimensiones de las paredes de reforzamiento transversales (en metros)					Area de pared existente, A_{m1} =	1.89
# de pared	Materiales de reforzamiento	Resistencia area bruta (kg/cm ²)	Longitud agregada en metros:	factor K	Espesor de referencia (m)	Area efectiva (m ²)
1	Pared nueva (Block C, DT, 14cm)	36	1.33	1.20	0.14	0.22
2	Confinamiento de pared		3.62	1.00	0.14	0.51
2	Recubrimiento de concreto		3.47	1.50	0.14	0.73
3	Repello - 2 caras		1.22	0.50	0.14	0.09
5	Recubrimiento de concreto		2.91	1.50	0.14	0.61
						0.00
						0.00
$A_{m1} + \Sigma$ de área efectiva de paredes =						4.04
PAP Reforzamiento transversal (A_{m1} / A_b) x 100 =						5.8%
PAPReq./PAP Reforzamiento transversal =						0.87
						≤ 1.0 ?

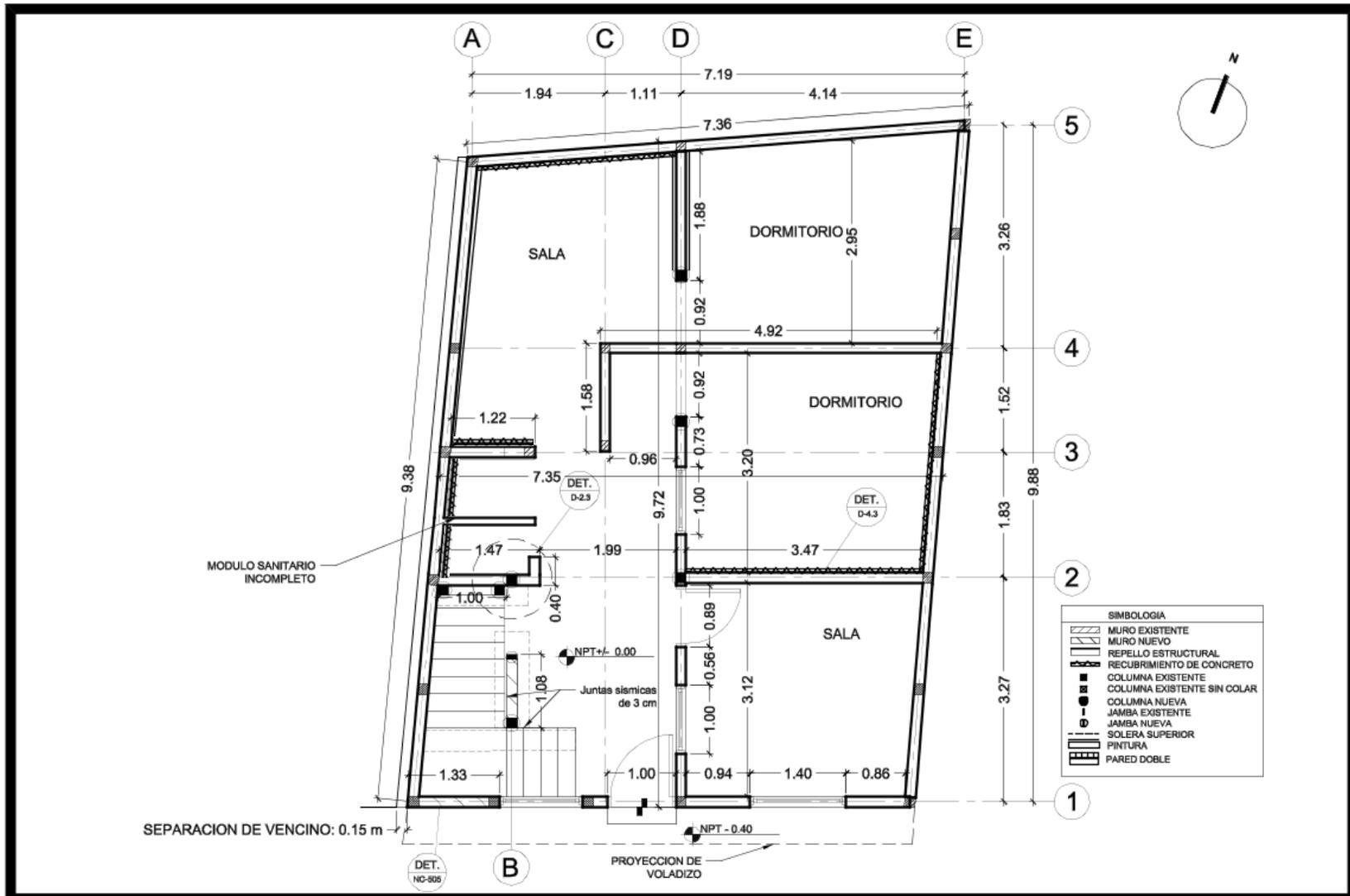
Notas:

- Materiales de reforzamiento = Mampostería Nueva, Repellos o estucos, recubrimiento de concreto armado
- Area efectiva+ Longitud agregada x factor K x Espesor, factor K tomado de los cuadros de la página 4

Para cada dirección se verifica que el $PAP_{Req} \leq PAP$ reforzamiento.

A continuación, se presenta la planta con la propuesta de reforzamiento:

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO



	PROYECTO: REFORZAMIENTO SISMICO DE VIVIENDA	DIRECCION: CIPRESALES, MIXCO	CONTENIDO: PLANTA REFORZADA PRIMER NIVEL
	FECHA: 05/14 Esc.: 1/75	PROPIETARIO: Ana Restrepo	DISEÑO Y DIBUJO: BUILD CHANGE
	REVISO: Ing. Luis González	F: _____	LUIS GONZÁLEZ COL. 11111: _____

RF-01

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-24

Este proceso, el de diseño del reforzamiento del primer nivel de la estructura, se repite para la planta del segundo nivel. Es decir, se hace la cuantificación de las áreas de pared existente en cada dirección tipo MC; se calculan los factores apropiados de calidad de la construcción, pesos sísmicos, factor de nivel, etc. usando este manual como referencia; y se procede a diseñar el reforzamiento para el segundo nivel de la estructura. Los cálculos se presentan a continuación:

Vivienda Ejemplo 2

Nivel en evaluación n: 2

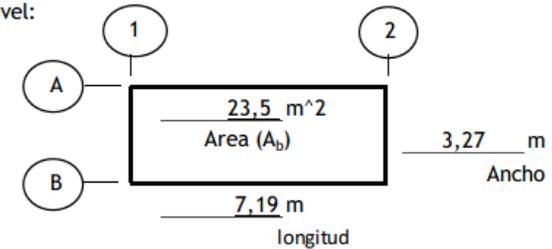
Numero de niveles, N: 2 (Límite 3)

Sistema constructivo: MC

MC (Mampostería Confinada)
MNR (Mampostería No Reforzada)
Ver Manual para especificaciones

Lugar: Cipresales, Mixco

Dimensiones del nivel:



Dimensiones de paredes longitudinales existentes (en metros)

# de Pared	Longitud	Espesor Total	Area de Pared
D	2,22	0,14	0,31
E	3,27	0,14	0,46
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
Σ area de paredes, Aml =			0,77
PAP existente en la dirección longitudinal (Amt / Ab) x 100 =			3,3%

Dimensiones de paredes transversales existentes (en metros)

# de Pared	Longitud	Espesor Total	Area de Pared
1	6,08	0,14	0,85
2	3,61	0,14	0,51
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
			0,00
Σ area de paredes, Amt =			1,36
PAP existente en la dirección transversal (Aml/Ab) x 100 =			5,8%

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO

E-25

Porcentaje de base de paredes, $bPAP_{requerido}$ Nivel en evaluación: 2

$$\frac{7.6\%}{(Pr)} \times \frac{2}{(N)} \times \frac{0.99}{(Scd)} = \frac{15.0\%}{bPAP_{req.}}$$

Factores de porcentaje de área de paredes requerida (ver la página 4 para los valores)

Evaluación de la edificación existente		Reforzamiento (En caso de necesidad, se aplica en la página 3)	
Factor de Resistencia del Block, $C_B =$	1.00	1.00	Depende de f'_m (Igual para ambos cálculos)
Factor de la Calidad de la Construcción, $C_Q =$	1.00	1.00	Calidad común o mala
Factor de Evaluación/Reforzamiento, $C_E =$	0.75	1.00	Evaluar el plan de reforzamiento o la estructura existente?
Factor de área neta, $C_N =$	1.08	1.08	Evaluar el porcentaje de área de los Bloques
Factor de peso sísmico, $C_W =$	1.00	1.00	Evaluar peso de la edificación
Factor de nivel, $C_L =$	0.57	0.57	Depende del nivel a evaluar y de la descripción del inmueble (Igual para ambos cálculos)
Factor de Reducción de la fuerza sísmica, $m =$	3.00	3.00	Depende de f'_{cu} y del tipo de edificio

Porcentaje de área de muro requerido, $PAP_{req.} =$ 2.32% 3.09% $PAP_{requerido} = (bPAP_{requerido} \times C_B \times C_Q \times C_E \times C_N \times C_W \times C_L \times 1/m), \geq 2\% (MC), \geq 5\% (MNC)$

Porcentaje de área de pared requerido en la dirección longitudinal, PAP

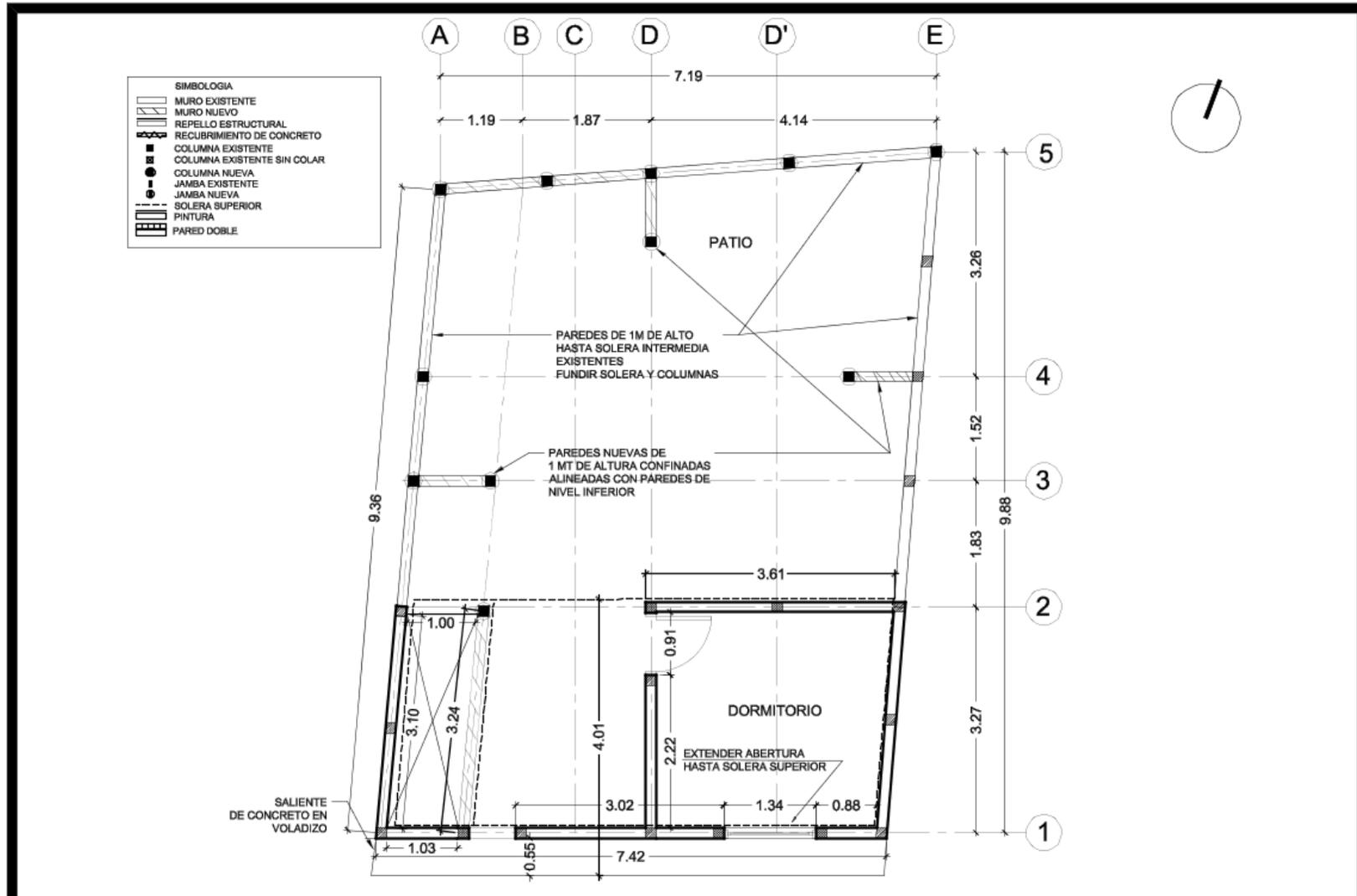
$$PAP_{req.} / PAP_{Existente} = \frac{0.71}{1.0} \leq 1.0 ?$$

Porcentaje de área de pared requerido en la dirección transversal, PAP

$$PAP_{req.} / PAP_{Existente} = \frac{0.40}{1.0} \leq 1.0 ?$$

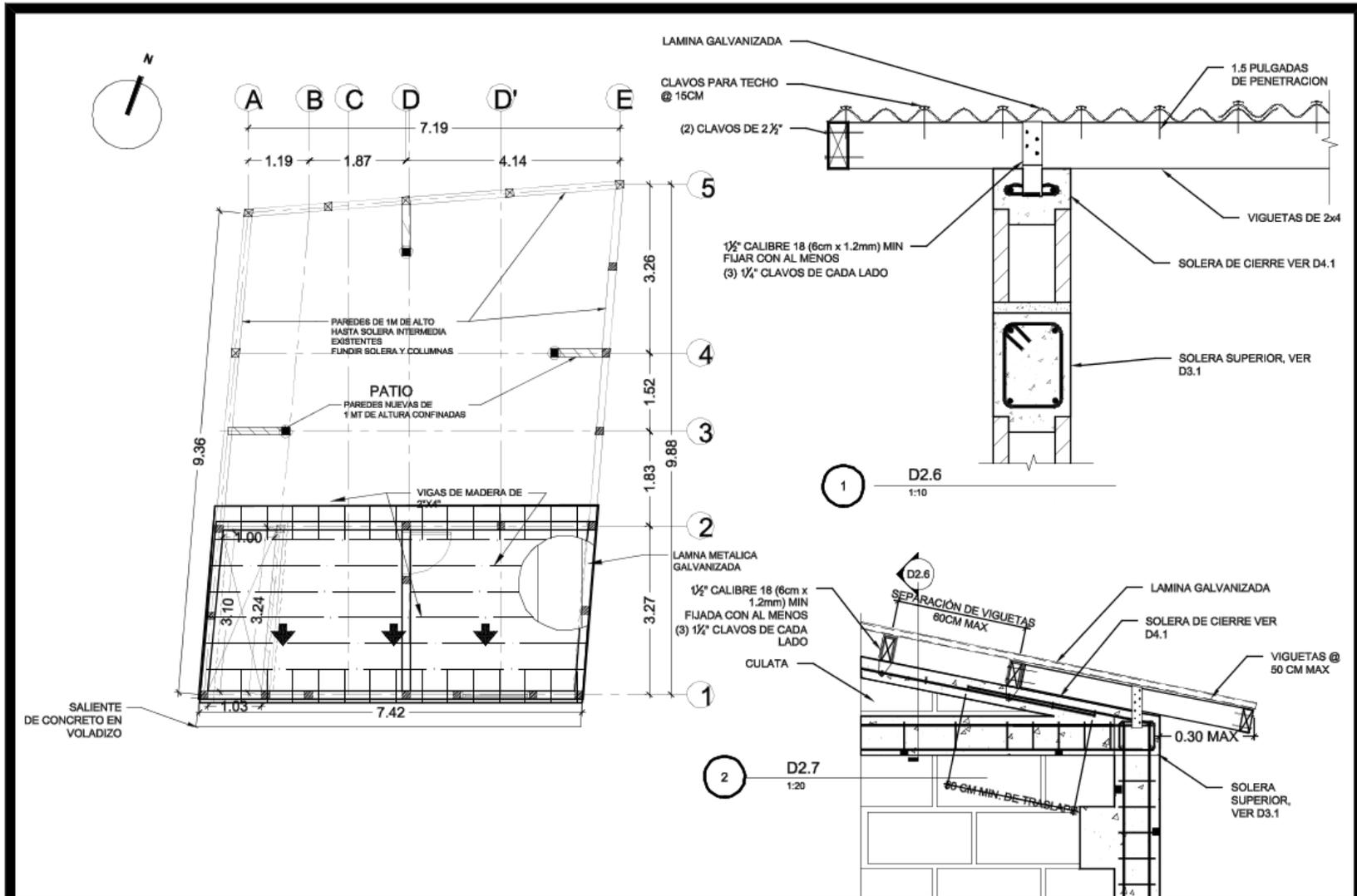
No hay necesidad de reforzar el segundo nivel.

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO



 	PROYECTO: REFORZAMIENTO SISMICO DE VIVIENDA	DIRECCION: CIPRESALES, MIXCO FECHA: 05/14 Esc.: 1/75 PROPIETARIO: Ana Restrepo REVISOR: Ing. Luis González	CONTENIDO: PLANTA REFORZADA SEGUNDO NIVEL DISEÑO Y DIBUJO: BUILD CHANGE F: _____ LUIS GONZALEZ COL. 11111:	RF-02
---	---	--	---	--------------

ANEXO E – EJEMPLOS DE EVALUACIÓN Y DISEÑO DE REFORZAMIENTO



	PROYECTO: REFORZAMIENTO SISMICO DE VIVIENDA	DIRECCION: CIPRESALES, MIXCO FECHA: 05/14 Esc.:1:75 o indicada PROPIETARIO: Ana Restrepo REVISO: Ing. Luis E. González	CONTENIDO: PLANO DE CUBIERTA OPCION 1 DISEÑO Y DIBUJO: BUILD CHANGE F: LUIS E. GONZÁLEZ COL. 11111:	RF-04
	A:\A\Drawings\Build_Change\1000_75.jpg A:\A\Drawings\RF04\logos\logo.jpg			

