

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
RECIENTO UNIVERSITARIO RUBÉN DIARIO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN



PANEL COVINTEC ALTERNATIVA PARA LA INDUSTRIA DE LA
CONSTRUCCIÓN.

TRABAJO DE SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

Elaborado por

Br. ISOLDA MASSIEL RUIZ QUEZADA

Br. RICARDO JOSE MORALES

Tutor

Msc. EDWIN NADIR CASTRILLO

Managua, 04 de Abril de 2013

AGRADECIMIENTO

Agradezco a al creador, por no desampararme y haberme provisto de sabiduría y fuerzas para resistir los obstáculos de la vida.

A mis padres Sandra Quezada y Ariel Ruiz, por los esfuerzos realizados que hoy me impulsan a la meta.

A mi Prometido Amaro Pereira, por su apoyo incondicional durante estos 5 años y por mostrarme que para llegar a la meta simplemente hay que seguir nuestros propios pasos.

Con mucho amor a Russel Casco quien estuvo conmigo en cada batalla, apoyándome incondicionalmente y confiando en mí.

Agradezco a mis abuelos Odilia Romero y Rafael Quezada, por sus atenciones y cuidados, sobre todo por creer en mí y compartir el mismo sueño.

ISOLDA RUIZ

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, por guiar mis pasos y darme fuerza en los momentos difíciles en mi etapa pre-profesional.

A mis padres Janet y Ricardo por el apoyo brindado durante todos estos años escolares.

A mi novia Guicella que durante esta etapa de mi vida me ha brindado fortaleza y ayuda.

A los amigos y sus familias, por el grano de arena aportado en mis estudios; Moisés, Lesther, Aurelio, Alfredo, Andrés y demás.

Al resto de mi familia, mis hermanas Deyanira y Anielka y tíos Francisco y Patricia, quienes aportaron en mi proceso educativo.

RICARDO MORALES

DEDICATORIA

A Dios por otorgarme sabiduría y entendimiento

A los tres hombres más importantes de mi vida Ariel Ruiz, Amaro Pereira y Russel Casco, jamás me desampararon en esta lucha.

A mi tutor al orientarme en este trabajo.

ISOLDA RUIZ

DECICATORIA

A Dios todopoderoso que es la luz y el camino en nuestras vidas.

A la familia, apoyo y sustento en mi vida.

A mi novia, por su apoyo incondicional.

A los maestros, que brindaron el conocimiento.

A los amigos, por el aporte otorgado.

RICARDO MORALES

INDICE GENERAL

<u>AGRADECIMIENTO</u>	ii
<u>DEDICATORIA</u>	iv

1. CAPITULO

<u>INTRODUCCION</u>	1
---------------------------	---

1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Antecedentes.....	3
1.4 Objetivos.....	5

CAPITULO 2

<u>EL COVINTEC EN NICARAGUA</u>	6
---------------------------------------	---

2.1 Uso del Covintec en Nicaragua.....	6
2.2 El Covintec y la Mampostería.....	8

CAPITULO 3

<u>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL COVINTEC</u>	12
--	----

3.1 Que son los paneles estructurales.....	12
3.2 Composición de los paneles Covintec.....	14
3.3 Resistencia estructural de los paneles.....	16
3.4 Comportamiento del sistema.....	17
3.5 Procedimientos constructivo.....	19
3.6 Armado y colocación de la estructura.....	20
3.7 Recubrimiento de la estructura.....	27

3.8 Colado del concreto en los paneles.....	28
---	----

CAPITULO 4

<u>CRITERIOS DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....</u>	<u>31</u>
---	-----------

4.1 Características del diseño estructural.....	31
4.2 Definiciones de las cargas de diseño.....	31
4.3 Combinaciones de cargas.....	32
4.4 Criterios geométricos aplicados en el análisis estructural de la vivienda.....	34
4.5 Consideraciones para el diseño.....	35
4.6 Consideraciones para la revisión estructural con el sistema Covintec.....	36
4.7 Diseño y revisión estructural de zapata por concreto reforzado.....	50
4.8 Consideraciones para el diseño sismo resistente.....	50

CAPITULO 5

<u>DISEÑO Y REVISIÓN ESTRUCTURAL.....</u>	<u>53</u>
---	-----------

5.1 Descripción de la vivienda.....	53
5.2 Descripción de la estructura.....	53
5.3 Clasificación de la estructura.....	56
5.4 Procedimiento de análisis.....	58
5.5 Memoria de cálculo.....	59

CAPITULO 6

<u>RESULTADOS.....</u>	<u>109</u>
------------------------	------------

6.1 Losa.....	109
6.2 Muro.....	110
6.3 Zapata.....	112
<u>7. CONCLUSIONES.....</u>	<u>113</u>
<u>8. RECOMENDACIONES.....</u>	<u>114</u>
<u>9. BIBLIOGRAFÍA.....</u>	<u>115</u>
<u>10. ANEXOS.....</u>	<u>117</u>

CAPITULO 1.

INTRODUCCION

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Nicaragua las edificaciones que se construyen deben de estar normadas y cumplir con los requerimientos del RNC-07, para garantizar seguridad a los usuarios.

Por este motivo es necesario verificar si el sistema estructural a base de poliestireno expandido y acero de alta resistencia, conocido como panel Covintec desde el punto de vista estructural cumple con las normas de seguridad establecidas en el RNC-07.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En el sector constructivo los conocimientos están basados en aspectos tradicionales, los cuales hacen hincapié en el uso de la mampostería, el acero y el concreto, como materiales de construcción y sus correspondientes procedimientos constructivos (muros de tabique, losas de concreto, cimentación con piedra, etc.), provocando una opción limitada para construir con “nuevas opciones” que oferta el mercado.

Hoy en día contamos con diferentes alternativas de construcción que son de ejecución rápida y cuya tecnología ayudan con la eficiencia y costos económicos de construcción. Desafortunadamente, dichas técnicas han sido de uso limitado por desconocimiento o arraigo en el uso de materiales tradicionales, debido a que se tiene la concepción de que son más seguros y económicos en comparación con las nuevas propuestas del mercado.

En el estudio demostraremos la importancia que tiene el uso de nuevas alternativas en la industria de la construcción y para ello, utilizaremos como ejemplo una tecnología a base de poliestireno expandido y acero de alta resistencia conocido como panel Covintec. La importancia del uso de este material de construcción se demostrara desde el punto de vista estructural, el enfoque del estudio está basado en demostrar el cumplimiento del sistema constructivo panel con las normas de diseño nacional e internacional.

1.3 ANTECEDENTES

La sociedad nicaragüense tiene la costumbre de edificar con métodos constructivos tradicionales como los son el uso de mamposterías reforzadas y confinadas así como las estructuras de acero.

La producción del sistema constructivo se hace bajo licencia exclusiva de IMPAC International, empresa Estadounidense propietaria de la tecnología y patentes del producto desarrollados por los hermanos Covington en la década de los 70.¹

El sistema estructural panel Covintec se desarrolló en los Estados Unidos, hoy en día hay fábricas en Inglaterra, México, Chile entre otros países, estos paneles son distribuidos por distintas empresas y su calidad radica en que son ligeros y son considerados antisísmicos.²

Este sistema constructivo Covintec llegó a Nicaragua a partir de los años 90 y poco a poco fue tomando notoriedad estructural con los diferentes tipos de edificios y viviendas que se han construido y el mismo ha comprobado su eficiencia.³

Una de las principales virtudes del panel Covintec es su característica ANTISISMICA. Ensayos de laboratorio de Estados Unidos y otros países han demostrado que una estructura construida con el Sistema Covintec resiste los efectos provocados por un sismo de primera magnitud sin sufrir daños considerables.⁴

La magnitud es la medida de la cantidad de energía liberada en el foco de las ondas sísmicas sobre un sismógrafo situado a una distancia determinada del epicentro. La magnitud es un factor que no varía con la distancia del epicentro. Se

¹ Hopsa. Disponible en la red: < <http://publicarpruebas.260mb.org/home.html>>.[Fecha de consulta: 01 de agosto 2012].

² Covintec Sistema Estructural (2012). Disponible en la red: < <http://www.covintec.cl/que-es-covintec/>>.[Fecha de consulta: 01 de agosto 2012].

³ Ibid.

⁴ Zacateno Aguilar, Jesús. (1996).”*Construcción de una casa de habitación mediante paneles prefabricados*”. Pág. 14.

utiliza la escala RICHTER para poder determinarla. Un sismo con un magnitud menor a 3.5 de la escala de RICHTER son oscilación es q generalmente no se siente pero q si son registrados.⁵

En Nicaragua se instaló una empresa que fábrica paneles de construcción Covintec y estos paneles están siendo exportados al resto de la región centroamericana es un nuevo producto de origen industrial.⁶

Hoy en día el panel Covintec está siendo usado en una buena parte de los países del mundo y en construcciones de todo tipo, el sistema constructivo panel Covintec, es distribuido en Nicaragua por Hopsa S.A.

Hopsa es una empresa con más de 60 años de experiencia en el diseño, manufactura y distribución de materiales de construcción; este producto es fabricado en Nicaragua y cuenta con la certificación de ensayos de laboratorio, este sistema empezó a distribuirse en 1999 y desde entonces ha fabricado y vendido más de 1 millón de metros cuadrados de panel.⁷

⁵ Rincón del vago. Disponible en la red: < http://html.rincondelvago.com/sismos_1.html > [Fecha de consulta: 11 de Febrero de 2013].

⁶ Ruiz López, N. (2000).”*Sistema de Construcción se modernizan*”. La Prensa. Edición 22124.

⁷ Rodríguez Solórzano, E. (2010). Disponible en la red: < <http://erods.wordpress.com/costo-y-presupuesto/> > [Fecha de consulta: 01 de Agosto de 2012].

1.4 Objetivos

Objetivo general

1. Realizar el análisis y diseño estructural de una casa de una planta utilizando panel Covintec aplicando las normas del reglamento nacional de la construcción (RNC-07).

Objetivos específicos

1. Conocer las características estructurales y arquitectónicas del panel Covintec.
2. Aplicar los requisitos del RNC-07 en la determinación de la fuerza sísmica que afecta la estructura.
3. Revisar estructuralmente el comportamiento del muro de panel Covintec ante fuerzas laterales.
4. Revisar las deflexiones de losa de panel Covintec.
5. Dimensionar los elementos de cimentación de la casa de habitación aplicando análisis por concreto reforzado.

CAPITULO 2

EL COVINTEC EN NICARAGUA

2.1 Uso de panel Covintec en Nicaragua

Nicaragua es un país centroamericano que ha sufrido terremotos de magnitud en su historia, sin embargo cuenta con la tecnología de paneles con malla electro soldada de alta resistencia.

Las paredes hechas con Covintec tienen la apariencia de una tradicional hecha de bloque, pero según el ingeniero Stadthagen gerente de mercadeo de la empresa HOPSA, entre sus ventajas está que son más resistentes a los sismos, se utiliza menos tiempo en la construcción, más económica entre muchos de los atributos de este tipo de materiales. Se puede hacer paredes interiores, exteriores, entre pisos, lozas de techo, detalles arquitectónicos, muebles de cocina o de baño.⁸

El panel Covintec es desarrollado en dos procesos. El primero consiste en la fabricación de un bloque de poliestireno expandido –poroplást como se le conoce popularmente- el cual se une luego por medio de máquinas con una malla de acero de alta resistencia, lo cual garantiza que el proceso de fabricación sea estándar. Una vez que se va a construir se repella con la tradicional mezcla de cemento y arena.⁹

Según Stadthagen gerente de mercadeo de la empresa HOPSA, “se perfila al Covintec como el sistema que va a sustituir el bloque en un futuro cercano.”

Hoy en día el Covintec está siendo usado para distintas obras, tanto para obras residenciales, como para edificios de gran magnitud, como el nuevo edificio de la UNI – RUSB. El cual cuenta con estructura de acero y paredes exteriores de panel Covintec.

⁸ Ruiz López, N. (2000).”*Sistema de Construcción se modernizan*”. Disponible en la red: < <http://archivo.laprensa.com.ni/archivo/2000/septiembre/07/economia/>> [Fecha de consulta: 11 de agosto de 2012]. La Prensa. Edición 22124.

⁹ Ibid.



Fotografía N° 2.1 Edificio de la UNI con tecnología Covintec

Otro de los proyectos que se han ejecutado usando esta misma tecnología, es el proyecto habitacional “Nuestra Señora de Cuapa” q impulsa la alcaldía municipal dentro del plan FOSOVI del gobierno, a través de INVUR.¹⁰

HOPSA Nicaragua, S.A. compró los derechos de producción y comercialización del Panel COVINTEC para Centroamérica, siendo los únicos autorizados por IMPAC International para tal propósito.¹¹

La urbanización cedro Galán ubicada en el Kilómetro 11 ½ carretera vieja León empezó a construir viviendas con mampostería confinada pero las ultimas viviendas edificadas se hicieron con esta nueva tecnología de paneles Covintec es por su seguridad ante el ataque de sismos.

¹⁰ Ruiz López, N. (2000).”*Sistema de Construcción se modernizan*”. Disponible en la red: < <http://archivo.laprensa.com.ni/archivo/2000/septiembre/07/economia/>> [Fecha de consulta: 11 de agosto de 2012]. La Prensa. Edición 22124.

¹¹ Ibid.



Fotografía N° 2.2 Modelos elaborados con Tecnología Covintec

2.2 El Covintec y la Mampostería

La mampostería pudo haber sido inventada por los primeros hombres que, al no hallar un refugio natural para protegerse del clima, encontraron la manera de crear sus propios refugios apilando piedras. El mortero lo usaron para apilar piedras irregulares.¹²

La mampostería es un sistema constructivo que se compone de elementos individuales prefabricados (bloques) colocado de acuerdo a determinado orden y unidos por medio de mortero. Si se utilizan bloque huecos, algunas de las celdas se deben de llenar con concreto

Durante las últimas décadas, la forma estructural y los métodos de construcción han cambiado de manera significativa. Los marcos han llegado a ser mucho más expuestos e irregulares y los sistemas de paredes de mampostería y pisos de

¹² Pavón Suarez, M. "las modalidades del refuerzo de alta Resistencia para mampostería". México

hormigón, han sido reemplazados por largos elementos prefabricados con características más flexibles.¹³

Sin embargo la mampostería no cede a los sistemas prefabricados, pero estos están ganando lugar en el mercado de la construcción.

Para muchos el sistema más conocido y confiable es la mampostería, por su uso difundido, se le atribuyen cualidades excelentes como el aislamiento acústico y térmico, además de su larga vida útil, versatilidad y resistencia a los sismos y la humedad.

Toda estructura de mampostería y de materiales innovadores como los paneles Covintec puede estar sometida a diversas cargas, dentro de las cuales tenemos:

- Carga axial o vertical, esta es debido al peso de la losa, las cargas vivas y al peso propio de la mampostería.
- Fuerzas cortantes y momentos flexionantes, debidos a las fuerzas de inercia durante un sismo.
- Empujes normales al plano del muro, causados por viento, agua o tierra, así como las fuerzas de inercia por sismos que actúan en dirección normal al plano del muro.

El sistema constructivo Covintec basado en estructuras modulares tridimensionales de alambre galvanizado, se usan para resistir elementos verticales de carga como losas horizontales, resisten cargas verticales y las cargas dinámicas horizontales de sismo comportándose monolíticamente como diafragmas cuando están cubiertas de mortero.¹⁴

¹³ Novas Cabrera, J. (2010). *“Sistemas constructivos prefabricados aplicables a la construcción de edificación en países de desarrollo”*. Pág. 8.

¹⁴ Covintec Vanguardia en Construcción. (2009) *“Manual de diseño de Qualypanel Covintec”*. Pág.3

Cabe señalar que las ventajas de este nuevo sistema estructural panel Covintec son muchas, entre ellas tenemos:

Menor peso en comparación con la mampostería, lo que implica ventajas constructivas y eficiencia estructural, debido a la disminución de las fuerzas de inercia en casos de sismos.

Rapidez: Este nuevo sistema constructivo permite sin necesidad de equipos especiales: el armado, manejo y erección de secciones completas de muros y losas, haciendo la construcción en un menor tiempo.¹⁵

Versatilidad: Estos paneles pueden ser utilizados en la construcción de:

- Muros exteriores e interiores
- Cubiertas planas o inclinadas
- Muros curvos
- Arcos
- Ventanas de medio punto
- Cualquier forma que sea difícil de ejecutar con los materiales tradicionales

Esta variedad de terminaciones permite obtener un mayor valor agregado a la construcción sin necesidad de aumentar los costos, ya que, el sistema constructivo Covintec y su versatilidad en la mayoría de los casos no necesitan de partidas adicionales como Moldes, Pilares y Cadenas. Su versatilidad no es sólo estructural sino también en que Covintec es fácilmente combinable con otros materiales tales como: Hormigón Armado, Albañilería o Estructuras Metálicas.¹⁶

¹⁵ Covintec de Veracruz (2010). Disponible en la red: <<http://www.panelcovintec.com/ventajas.html>> [fecha de consulta: 09 de agosto de 2012].

¹⁶ Id., <http://www.covintec.cl/ventajas/versatilidad/>

Durabilidad: Posee excelentes propiedades asísmicas, esta nueva y eficaz tecnología es la más durable. No existe descomposición por hongos o termitas, agentes que con el paso del tiempo afectan la construcción tradicional.¹⁷

Los Paneles Covintec cuentan con alambre galvanizado que impide la corrosión al interior de la estructura Covintec y con Poliestireno Expandido EPS de densidad mínima de 10 Kg/m³, autoextingible y con propiedades que no se ven afectadas por agentes externos.

Este nuevo sistema está siendo utilizado cada vez con más frecuencia por empresas de construcción, en la edificación de viviendas y en edificios por sus características constructivas y su economía en comparación con el sistema tradicional.

¹⁷ Ibid.

CAPITULO 3

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO PANEL COVINTEC

3.1 Que son los Paneles estructurales

Según la Asociación Mexicana de Fabricantes de Paneles de Acero y Concreto: “Los paneles son estructuras tridimensionales de alambre de acero de alta resistencia con diferentes calibres y núcleo de espuma rígida con características de impermeabilidad y asilamiento termo-acústico”.¹⁸

Los paneles están basados en el triángulo ya que es una forma geométrica estructural por excelencia, porque trabaja a tensión y compresión de manera simultánea, la estructura de los paneles es tridimensional triangular de alambre de acero de alta resistencia, formado por armaduras longitudinales, separadas con tiras de espuma de poliestireno expandido. Las armaduras están unidas a lo ancho del panel por alambres electro-soldados formando una estructura que da la apariencia de una retícula por ambas caras del panel.¹⁹

Las dimensiones de estos paneles son de 1.22m de ancho y 2.44 m de largo, los cortes se realizan sin dificultad en ambos sentidos y se unen entre sí reforzando las juntas, para construir muros, losas, entrepisos, divisiones y otros elementos.²⁰

Los espesores de los paneles varían entre 2, 3 y 4 pulgadas de acuerdo al uso que se les dará, y deben ser recubiertos en ambas caras con una capa mínima de 2.54 cm de mortero para el caso de muros y divisiones, y una capa de concreto en la capa de compresión en el caso de losas; quedando muros con excelentes propiedades estructurales y aislantes.

¹⁸ Asociación Mexicana de fabricantes de paneles de Acero y Concreto A.C (AMFAPAC).

¹⁹ Pérez Hernández, E. (2007). *“Qualypanel Covintec una alternativa en la edificación de una vivienda”*. Pág. 10.

²⁰ Covintec Vanguardia en Construcción. (2011). Disponible en la red: <<http://www.covintec.com/>> [fecha de consulta 25de agosto de 2012].

Los paneles estructurales son considerados como elementos de prefabricación pues pueden ser “armados” y posteriormente, colocado el recubrimiento o acabados “in situ” teniendo en cuenta las necesidades de la obra.

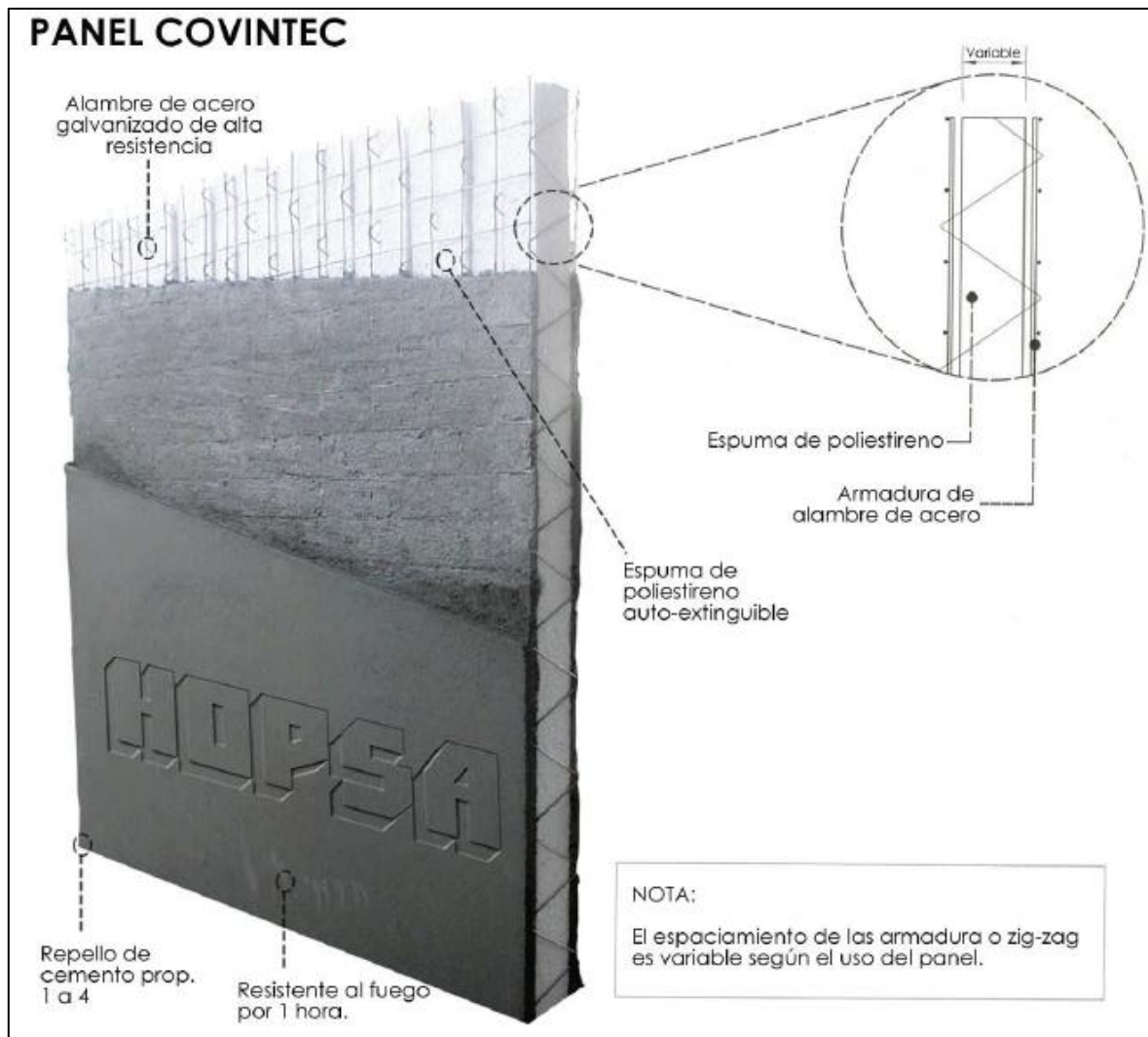


Figura N° 3.1 Composición de un panel Covintec²¹

²¹ Manual técnico Hopsa, op. cit., p. 1.

3.2 Composición de los paneles Covintec

Los paneles están compuestos por una estructura tridimensional de alambre de acero con alma de poliestireno. Las dimensiones nominales del panel son 1.22 m de ancho y 2.44 m de largo y se fabrica en espesores de 4", 3" y 2" respectivamente con las características mostradas en el siguiente cuadro.²²

Tabla N° 3.1 Espesor de los paneles Covintec²³

ANCHO	ALTURA	ESPESOR (cm)	ESPESOR (pulgadas)
1.22 m	2.44 m	5.10 cm	2"
1.22 m	2.44 m	7.60 cm	3"
1.22 m	2.44 m	10.20 cm	4"

Los tipos de paneles son estructurales, semi estructurales, divisorios y Plafón.

Cada panel Covintec de casi 3m² pesa menos de 13kg, al recubrirse ambas caras de mortero se obtiene una estructura de concreto reforzado en la que se combinan ventajosamente la ligereza y resistencia del acero.

Los paneles distribuidos por Hopsa se encuentran divididos en tres tipos:

Todos los paneles consisten en una malla tridimensional de alambre de acero galvanizado calibre 14 de alta resistencia, constituida por cerchas verticales continuas con relleno de tiras de espuma de poliestireno expandido.

Panel tipo I: Sus dimensiones son de 1.22m X 2.44m con un espesor de 4"

Los usos que se le dan a este panel son:

- Paredes exteriores e interiores.
- Muros perimetrales.
- Losas de entepiso y de cubiertas.

²² Covintec de Veracruz, op. cit.

²³ Hopsa. op. cit., p. 20

- Edificaciones de una planta y multiplanas (100% Covintec).
- Remodelaciones de edificios.

Las celdas de este panel distan 2" entre cerchas zigzag (25 cerchas por panel), con un peso de 25 lbs.

Panel tipo II: Sus dimensiones son de 1.22m X 2.44m con un espesor de 3"

Los usos que se le dan a este panel son:

- Paredes exteriores e interiores.
- Muros perimetrales.
- Losas de entepiso y de cubiertas.
- Edificaciones de una planta (sin refuerzos) y dos plantas (con columnas de 3.66 metros).
- Remodelaciones de edificios.

Las celdas de este panel de malla ambas caras de 2" X 4", Distan 4" entre cerchas zigzag (13 cerchas por panel). Tiene un peso de 20 lbs.

Panel tipo III: Sus dimensiones son de 1.22m X 2.44m con un espesor de 3"

Los usos que se le dan a este panel son:

- Muros perimetrales.
- Paredes de cerramiento con columnas de 3.66m.
- Paredes internas.
- Remodelaciones de edificios.

Las celdas de este panel de malla ambas caras de 2" X 6", Distan 6" entre cerchas zigzag (13 cerchas por panel). Tiene un peso de 14 lbs.

3.3 Resistencia estructural de los paneles Covintec

Desde marzo de 1978 se han realizado pruebas de la resistencia estructural del panel Covintec bajo principios y procedimientos de la norma ASTM, “Pruebas de Esfuerzos para Paneles Utilizados en Construcción de Edificios”. Los resultados de las pruebas fueron sometidos como evidencia a la international Conference of Building Officials (ICBO) quienes en 2001 aprobaron su uso indicando que el PANEL COVINTEC, producido bajo licencia de IMPAC INTERNATIONAL, cumple con el código Uniforme para la construcción de Estados Unidos (Uniform Building Code).²⁴

El sistema está compuesto por elementos continuos de diagonales que unen ambas caras del panel, sus muros una vez estucados presentan excelentes características de resistencia. Todas estas cualidades resistentes se encuentran probadas y certificadas por la Universidad de Chile (IDIEM), así como también reconocidas por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (MINVU).²⁵

El cálculo para elementos de Covintec se realiza en forma similar al de cualquier estructura de concreto armado. Dado que la gran parte de la resistencia del panel está en función del recubrimiento de mortero, deberá prestar primordial atención a la resistencia a compresión, esta resistencia se mostrara en la tabla presentada a continuación.²⁶

²⁴ Covintec Chile. “*Certificados IDEM panel master*” Disponible en la red: <<http://publicarpruebas.260mb.org/certificaciones.html>>. [fecha de consulta 15 de agosto de 2012]

²⁵ Covintec sistema estructural (2011). Disponible en la red: <<http://www.covintec.cl/ventajas/resistencia/>> [fecha de consulta: 09 de agosto de 2012].

²⁶ Hopsa. *op. cit.*, p. 10.

Tabla Nº 3.2 Especificaciones de resistencia a la compresión²⁷

Descripción	Valor	Notas
Resistencia a la compresión con el mortero	100 Kg/cm ²	Mínima requerida proporción 1:3
Resistencia a la compresión con el concreto	210 Kg/cm ²	Mínima requerida proporción 1:3

En la actualidad es viable construir edificios hasta de dos plantas utilizando este nuevo sistema constructivo, el uso de estos paneles es recomendable en zonas sísmicas y por sus características de firmeza en su anclaje en las cimentaciones, también es recomendable en regiones de fuertes vientos.

3.4 Comportamiento del sistema

3.4.1 Acción del sismo:

La casa Covintec estructuralmente absorbe los movimientos sísmicos, característicos de nuestra zona, a través de su malla tridimensional uniformemente repartida, que en combinación con las cargas de mortero hacen un muro de hormigón armado de alta resistencia.²⁸

3.4.2 Aumento de carga:

El sistema estructural Covintec está diseñado y calculado para soportar la construcción de viviendas de dos pisos, incluidas las losas de entrepiso y cubierta. Caracterizado por soportar su propio peso.

²⁷ Covintec Vanguardia en Construcción. (2009) “*Manual de diseño de Qualypanel Covintec*”. Pág. 3.

²⁸ Covintec sistema estructural, op. cit.

3.4.3 Impacto:

Al ser un muro de alta resistencia absorbe todo tipo de impactos, evitando las deformaciones por efecto de estos. (Según norma NCH 804 E 70 de 1993)

3.4.4 Aislamiento térmico y acústico

Estudios realizados por la Comisión Federal de Electricidad en México indican ahorro de energía para aire acondicionado hasta del 40% en una casa de material aislante en muros y techos en comparación de una casa armada de losa y muros de tabique.

Con fines de comparación se indica la siguiente tabla con coeficientes de transferencia de calor U para algunos materiales de construcción.²⁹

Tabla Nº 3.3 Coeficientes de transferencia de calor para distintos materiales³⁰

Material	Espesor	U (K CAL/N M ² °C)
Muro de concreto	10 cm	4.870
Muro de block de concreto	20 cm	4.465
Muro de tabique	14 cm	4.428
Muro Covintec	10.70 cm	0.545

Pruebas de resistencia al fuego según norma ASTM fueron realizadas por AntiochTestingLaboratory of WarnockHersey International, (1998). Estas indicaron que al tomar medición a los 53 minutos de exposición a fuego directo, el PANEL COVINTEC, producido bajo licencia de IMPAC INTERNATIONAL, con repello de 1" en ambas caras continuo resistiendo una carga de 1,200 lbs/pie sin paso de gases o llama. La prueba continuo hasta 60 minutos cuando se le sometió a la

²⁹ López Navarrete, A.F. (1996). "*Procedimiento constructivo sistema Covintec para casas de interés social*". Pág. 10.

³⁰ Ibid., p. 10.

prueba de "chorro de agua a presión" sin darse paso de agua, y resistiendo una carga doble de 2,400 lbs/pie.³¹

Pruebas realizadas por laboratorios oficiales afirman que el panel Covintec sobre pasa las normas acústicas del estado de California para su empleo como muro exterior. Como referencia el nivel de ruido normal en una casa es del orden 50 db y el de la calle es de 70 db³².

Tabla Nº 3.4 Pruebas de norma acústica³³

Material	Espesor	Reducción de sonido %
Muro de concreto	10 cm	33.00
Muro de block de concreto	20 cm	44.00
Muro de tabique	14 cm	27.20
Muro Covintec	10.70 cm	46.00

3.5 Procedimiento Constructivo

Al inicio de la obra es necesario revisar todos los elementos a emplear, así como sus especificaciones técnicas para garantizar una mayor calidad.

Los elementos del sistema constructivo son:

- Alambre de acero al bajo carbón de diferentes calibres y diámetros que cumplan con las normas ASTM A-82 y ASTM A-85 para malla electro soldada³⁴
- Espuma de poliestireno con densidad de 9 hasta 16kg/m³ con excelente coeficiente de conductividad térmica.³⁵
- Malla unión de acero de diferentes calibres desde 14 hasta 9.

³¹ Covintec Chile, op. cit.

³² López Navarrete, A.F, op. cit., p.10

³³ Ibid., p. 10.

³⁴ Formin Mallas Electrosoldada (2001). Disponible en la red: <http://formin.galeon.com/album1599701.html> [fecha de consulta: 10 de agosto de 2012].

³⁵ Pérez Hernández, E., op. cit., p. 12.

- Mortero con resistencia mínima a la compresión de 100 kg/cm^2 , a los 28 días, generalmente obtenida con proporción de 3 partes de arena, una parte de agua y una parte de mortero.
- Concreto para capa de compresión de la losa de $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con un agregado máximo de un cuarto de pulgada.

Las herramientas utilizadas para su construcción son de las más comunes, como es el uso de carretillas, palas, martillo, nivel; si se cuenta con los medios se puede utilizar un lanza mortero para repello de paredes, soplete para remover poliestireno, compresor de lanza mortero y engrapadora.³⁶

3.6 Armado y colocación de la estructura

3.6.1 Cimentaciones

Las cimentaciones son elementos infraestructurales que sirven para equilibrar las cargas producidas por la construcción, con reacción del terreno, por lo cual es indispensable, antes de efectuar el más mínimo cálculo de cualquier cimentación, conocer el terreno y la capacidad de carga del mismo.³⁷

La buena rigidez y estabilidad de las construcciones dependerá de las cimentaciones, por lo cual deben de reunir los siguientes requisitos:

- Los cimientos no deben volcarse ni deslizarse
- Deben evitarse asentamientos en la construcción o en su defecto preverlos.
- Las cargas unitarias del terreno no excederán la capacidad de carga del mismo.

El tipo de cimentación recomendada en el caso que se ejemplifica es una losa de cimentación, armada con malla electrosoldada y una trabe de armex la cual se arma con una varilla de $3/8"$, para recibir en panel y soportar los esfuerzos

³⁶ Hopsa. op. cit., p. 21

³⁷ López, Navarrete; A. F. (1996). *"Procedimiento constructivo sistema Covintec para casas de interés social"* México DF; pág. 24.

cortantes. Las varillas estarán separadas a cada 0.40 m en caso de construcciones sísmicas.

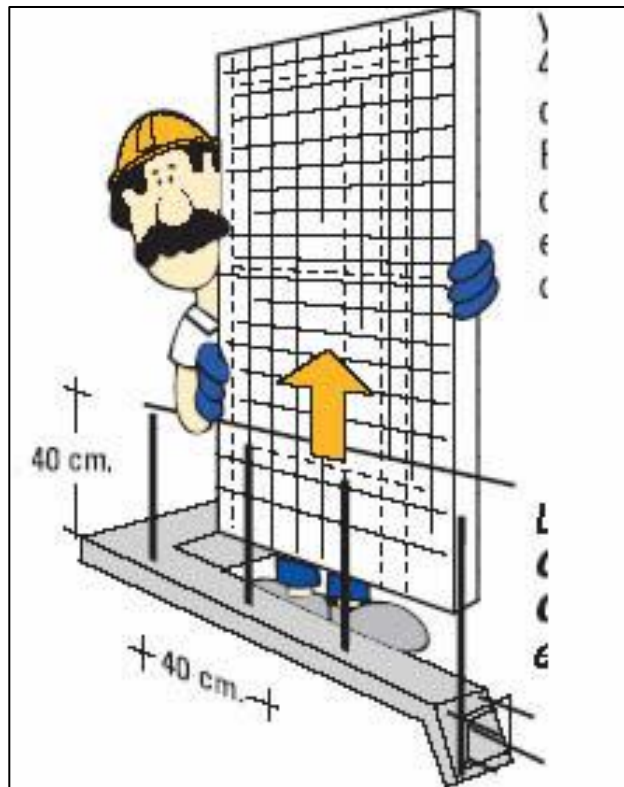


Figura N° 3.2 Anclaje en cimientos tradicionales³⁸

Es importante considerar que el concreto a utilizar debe tener una resistencia mínima de 210 kg/cm^2 . Esta resistencia la especifica el diseño al igual que su espesor, en función del tipo de vivienda y la zona donde se realice.³⁹

³⁸ Covintec Vanguardia en construcción. (2010). Disponible en la red: http://www.covintec.com/como_construir/anclaje_cimentacion. [Fecha de consulta: 15 de agosto de 2012]

³⁹ Pérez Hernández, E., op. cit., p. 14.

3.6.2 Estructura

El anclaje de los paneles de muros a losas de cimentación necesita de una supervisión rigurosa, pues es donde se une el cimiento con el soporte de la estructura (muros). Si no se tiene una adecuada unión puede provocar una falla en la estructura produciendo grietas.⁴⁰

Se colocan varillas de 3/8" ancladas en la viga de fundación, mismas que deben de servir como apoyo para los paneles, estas varillas están situadas a cada 0.40m.⁴¹

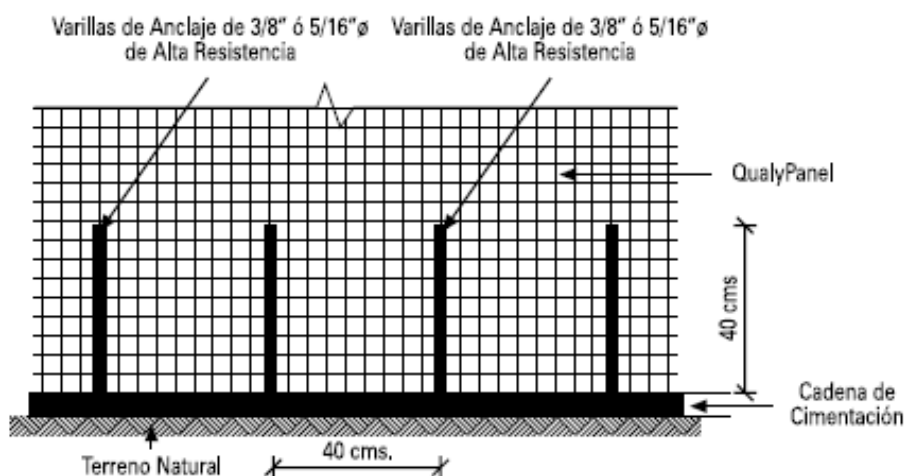


Figura N° 3.3 Detalle de anclaje de cimiento tipo superficial del sistema Qualycimiento⁴²

Para los amarres, se utiliza alambre recocado o grapas de sujeción de acero (calibre 20 con un ancho de 11mm). Se debe garantizar que los amarres sean tres por varilla y que estos estén correctamente armados. Dentro de esta colocación, se colocaran al menos dos varillas por panel, reduciendo la necesidad de utilizar contravientos.⁴³

⁴⁰ Ibid., p. 16.

⁴¹ Hopsa., op. cit., p. 30

⁴² Covintec Vanguardia en Construcción. op. cit., p. 4.

⁴³ Pérez Hernández, Erick, op. cit., p. 17.

Se recomienda que el ensamble de los paneles se inicie en las esquinas, debido a que estos proporcionan rigidez, plomo y perpendicularidad, colocando la malla de unión una vez aplomado el sistema; en las esquinas se colocaran transversalmente bastones de 3/8" cada 0.40m garantizando mayor rigidez; luego se procederá al repellado con mortero 1:3

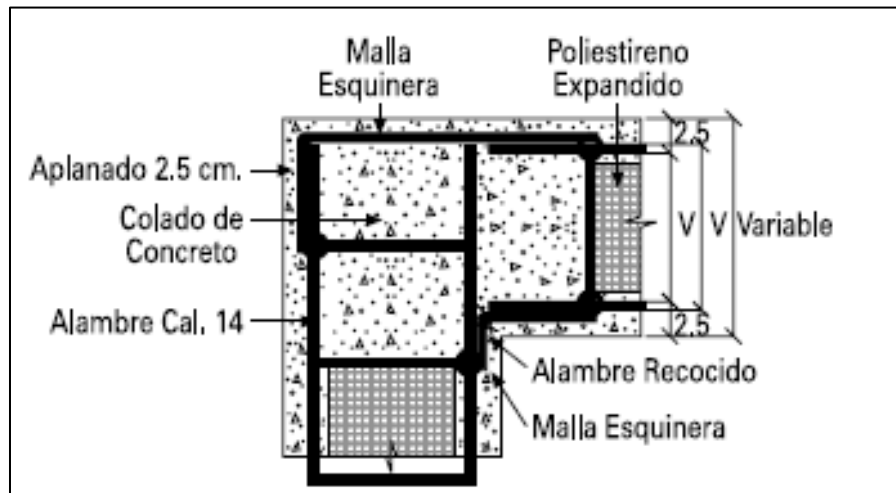


Figura N° 3.4 Detalle de ensamblaje esquineros de los paneles⁴⁴

3.6.3 Sistema de cubiertas

En los paneles de entrepiso el acero de mayor calibre se coloca hacia abajo para soportar los “momentos flexionantes” que se generan al centro del claro. La función de estos paneles es monolítica debido a que el sistema proporciona paneles de grandes claros, que permiten que se unan fácilmente debido a que el acero de refuerzo lo tiene ya integrado el panel.⁴⁵

Las uniones entre paneles de entrepiso deben ser realizadas con malla de unión (zigzag) o auto ensamble por la parte superior e inferior.⁴⁶

⁴⁴ Covintec Vanguardia en Construcción, op. cit., p. 6.

⁴⁵ Ibid., p. 17.

⁴⁶ Hopsa. (2012). Disponible en la red: <www.hopsa.com.ni> Fecha de consulta: 15 de agosto de 2012].

La distribución de los paneles utilizados en la losa de techo se hará de la siguiente manera:

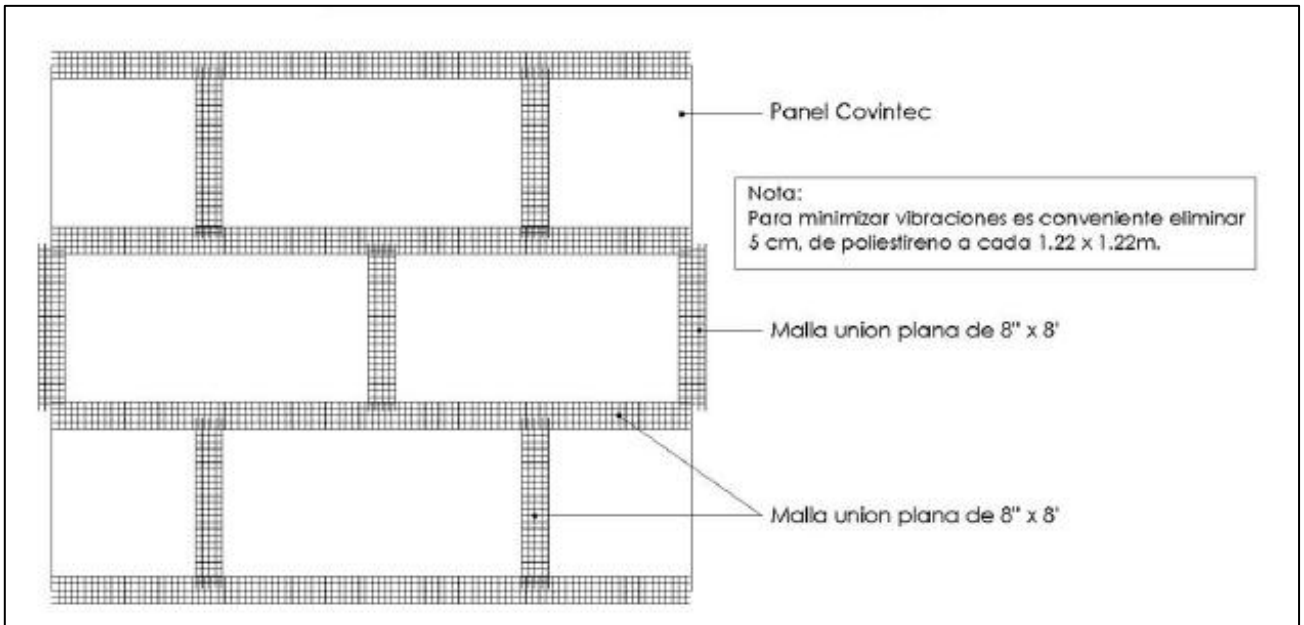


Figura Nº 3.5 Detalle de uniones de paneles de entepiso⁴⁷

Los apuntalamientos y vigas (madrinas) no deben tener un espesor menor de 10cm de ancho. Para la separación de vigas tenemos una distancia de 90cm entre cada una de ellas, se deberá revisar esta distancia y que su sentido sea perpendicular al panel. Los puntales deben estar separados a no más de 3m.

⁴⁷ Hopsa, op. cit., p. 12.

3.6.4 Instalaciones

En el caso de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, se revisan los señalamientos que se dejaron durante el trazo, para poder pasar las instalaciones según corresponda. Estas se deslizan por el centro del muro (antes de aplicar el mortero), derritiendo el poliestireno con calor, o algún solvente o removiéndolo con un cuchillo.⁴⁸

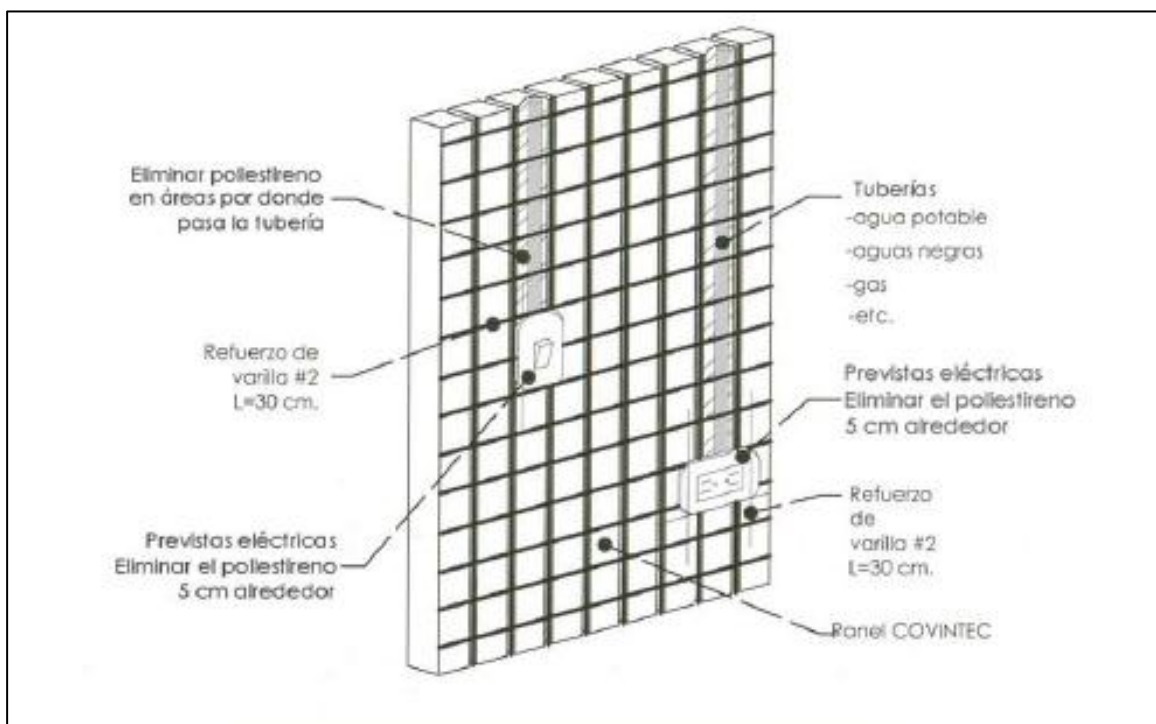


Figura N° 3.6 Detalle de Colocación de sistema eléctrico⁴⁹

⁴⁸ Covintec Vanguardia en construcción. (2010). Disponible en la red: <http://www.covintec.com/como_construir/instalaciones> [Fecha de consulta: 15 de agosto de 2012]

⁴⁹ Hopsa, op. cit., p. 23

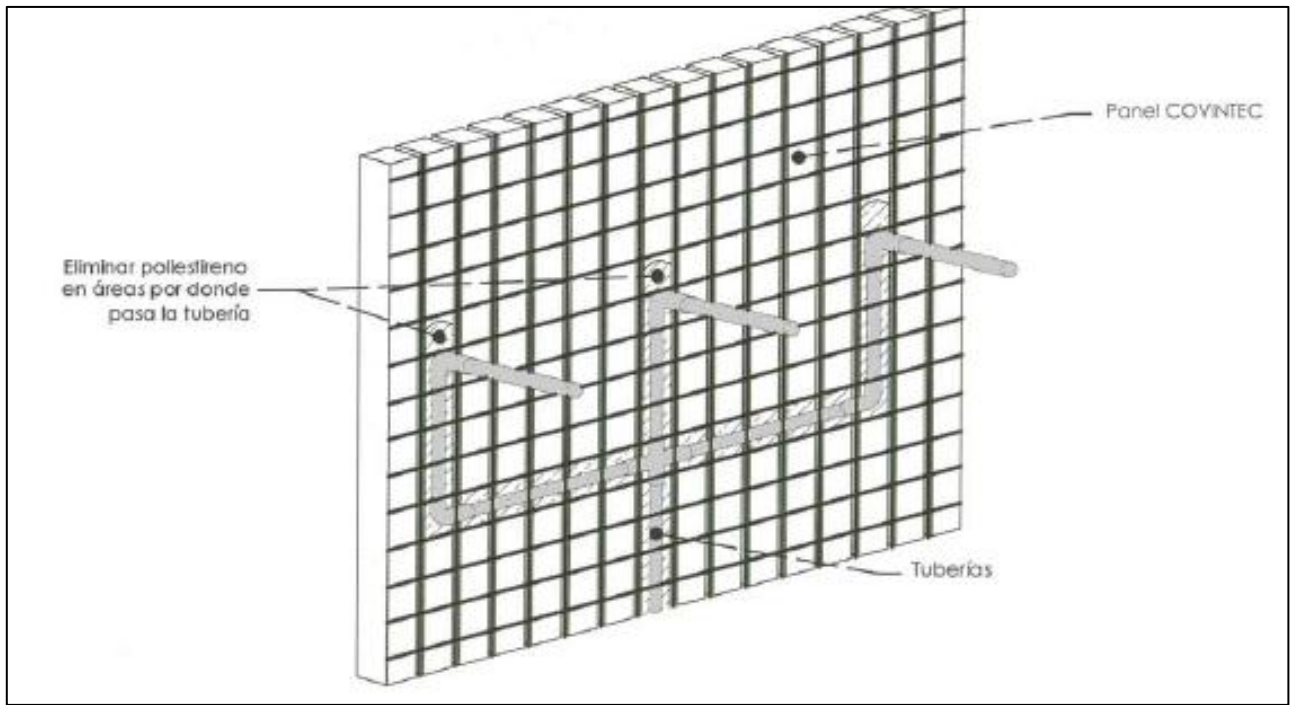


Figura Nº 3.7 Detalle de colocación de sistema hidrosanitarias.⁵⁰

En las instalaciones de puertas y ventanas es necesario marcar, recortarlas y reforzarlas, una vez que fueron recortadas es vital que se les refuerce con malla zigzag, la cual debe sobresalir 30 cm de la esquina de la ventana o puerta, también se coloca una diagonal de 40 cm por ambas caras. Si el claro que se pretende realizar es grande se retira parte del poliestireno formando una trabe de concreto reforzado, utilizando el mismo acero del panel y llenándolo con concreto.⁵¹

⁵⁰ *Ibid.*, p.23.

⁵¹ Pérez Hernández, Erick, op. cit., p. 21.

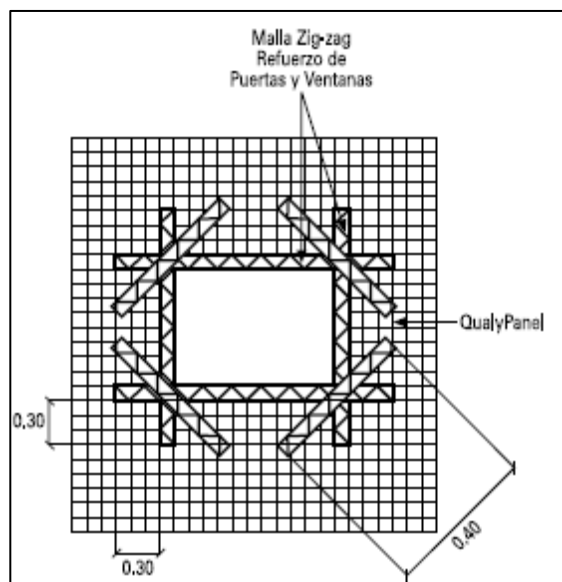


Figura N° 3.8 Detalle de refuerzos de puertas en ventanas⁵²

3.7 Recubrimiento de la estructura

En esta etapa se inicia la aplicación del mortero o del concreto, donde se recubrirán los paneles estructurales y el colado de la losa de entrepiso o de techos, respectivamente y, si es el caso, el colado de trabes adicionales.

3.7.1 Aplanado en muros y lechos inferiores de losas

El mortero a utilizar debe tener la proporción de 1:3. El espesor total en ambas caras del panel es de dos veces la separación entre la malla del panel como mínimo (es de 1" o 2.50 cm). Se revisa que esta haya cubierto por completo la malla 1 cm en la primera aplicación. La segunda capa se aplica cuando se encuentra endurecida la primera capa y ambas deberán alcanzar el espesor total especificado.

Este recubrimiento de muros y losas, se aplica manualmente o con lanzadores de mortero para obtener un mejor resultado.⁵³

⁵² Covintec Vanguardia en Construcción, op. cit., p. 7.

⁵³ Covintec Vanguardia en construcción. (2010). Disponible en la red: <http://www.covintec.com/como_construir/muros_losas>,[Fecha de consulta: 15 de agosto de 2012]

Durante la aplicación del mortero es necesario comprobar que el alineamiento de los paneles sea correcto, las salidas para las instalaciones y cajas se encuentren perfectamente cubiertas y seguras. También es necesario revisar que las mallas de traslape y de auto ensamble estén unidas al panel.⁵⁴

Es indispensable tener en cuenta el curado de las mezclas. El proceso se realiza una vez que el mortero ha fraguado en su totalidad, se procede a regar los paneles durante 48 horas lo que evita agrietamientos.

3.8 Colado de concreto en los paneles

3.8.1 Colado en Qualylosa:

Con Qualylosa Covintec ,no será necesario utilizar acero de refuerzo, únicamente colar una capa de concreto del espesor indicado en tabla en el lecho superior de la losa y al descimbrar totalmente a los 30 días aplicar una segunda capa de mortero por el lecho inferior de esta hasta alcanzar un espesor de 1.5 cm. El acabado final de losa deberá ser impermeabilizado según las instrucciones del sistema que se elija.⁵⁵

Se verifica que la capa superior de compresión (lecho superior) tenga un espesor mínimo de 5cm, el cual puede aumentar al claro de la losa.

⁵⁴ Pérez Hernández, Erick, op. cit., p. 22.

⁵⁵ Id., http://www.covintec.com/informacion_tecnica/qualylosas

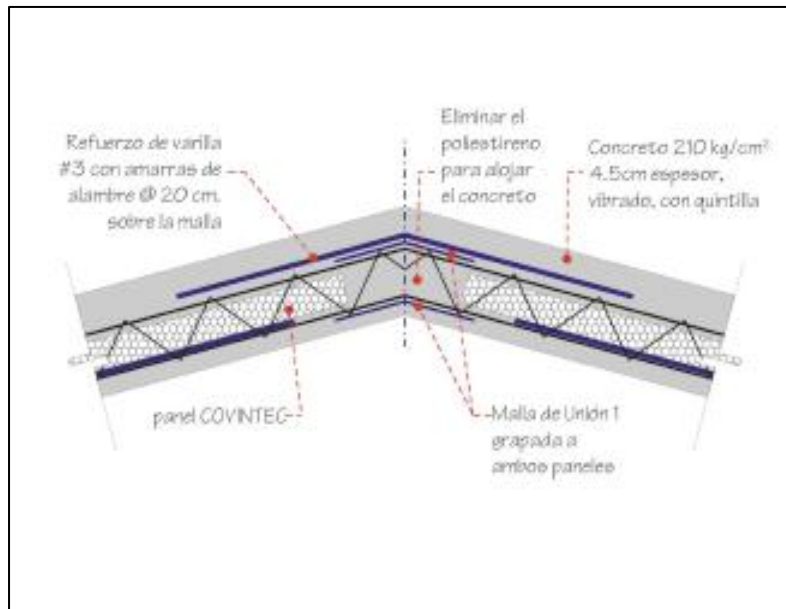


Figura N° 3.9 Detalle de losa para techo⁵⁶

El colado del concreto se realiza con un vibrador para un mejor acomodo en las partículas. En este caso, también es necesario un “curado” de la mezcla. Ya sea químico o con agua durante 48 horas siguientes ya que el concreto haya fraguado.

Durante el colado es necesario colocar tabloncillos sobre la Qualylosa para que la malla de acero no se doble al caminar sobre ella, es necesario colocar separadores en la parte inferior de la losa para que el panel no se pegue al refuerzo de la cara inferior, evitando agrietamientos.⁵⁷

⁵⁶ Covintec Vanguardia en Construcción, op. cit., p. 12.

⁵⁷ Pérez Hernández, Erick, op. cit., p. 22.

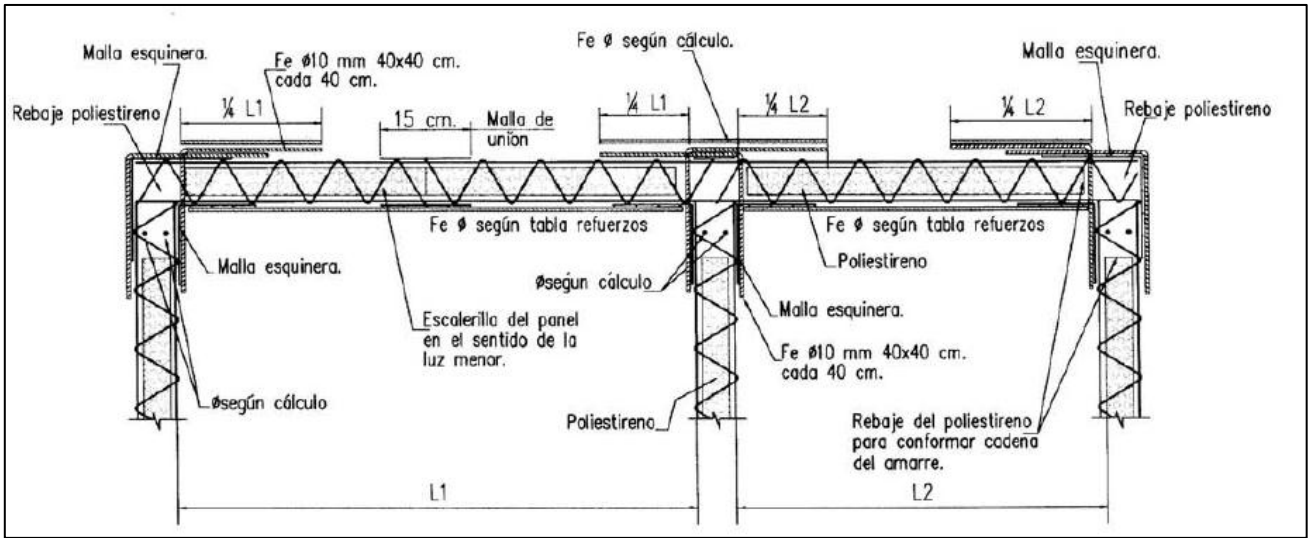


Figura Nº 3.10 Armado de losas continuas⁵⁸

Los apuntalamientos se retiran conforme el concreto que se utilizó en la capa de compresión (lecho superior) haya alcanzado su resistencia de proyecto, lo cual puede ser a los 7 o 14 días que es cuando el concreto alcanza su 80% de resistencia.⁵⁹

⁵⁸ Hopsa. op. cit., p. 21.

⁵⁹ Ibid., p. 22.

CAPITULO 4

CRITERIOS DE ANALISIS ESTRUCTURAL

4.1 Características del diseño estructural

Toda estructura en Nicaragua debe estar diseñada para resistir los diferentes embates de la naturaleza y para esto existe un manual que hace hincapié en las normas mínimas de diseño y construcción en la República de Nicaragua este es el Reglamento Nacional de la Construcción (RNC-07) emitido por el órgano oficial de la construcción y el Ministerio de Transporte e Infraestructura.

Cabe señalar que todas las construcciones deberán poseer un sistema estructural capaz de resistir las cargas especificadas en el RNC-07, manteniéndose dentro de los límites indicados; tanto en esfuerzo como en deformaciones.⁶⁰

4.2 Definiciones de las cargas de diseño

Además de las cargas originadas por el peso propio del edificio, deberán considerarse las cargas debidas a materias o líquidos almacenables, las cargas vivas, las cargas de viento, las cargas sísmicas y las cargas de ceniza volcánica. Si hubiera cargas especiales que soportar debería de ser consideradas, en nuestro caso se consideran 3 tipos de cargas o acciones sobre la estructural **(RNC-07. Arto # 8)**.

- Acciones permanentes
- Acciones variables
- Acciones accidentales

4.2.1 Acciones permanentes: cargas muertas

Se considera como carga muerta el peso de todos los elementos estructurales basados en las dimensiones de diseño (peso propio) y el peso permanente de materiales o artículos tales como: paredes y muros, cielos rasos, pisos, cubiertas,

⁶⁰ RNC-07, Arto #6; pág.2.

escaleras, equipos fijos y todas las cargas que no son causadas por la ocupación del edificio.⁶¹

En nuestro diseño se utilizarán pesos propios de diseño, los pesos propios de los elementos necesarios en el edificio, como lo son los paneles Covintec.

4.2.2 Acciones variables: cargas vivas

Son cargas no permanentes producidas por materiales o artículos, e inclusive personas en permanente movimiento. Cabinas, particiones y personas que entran y salen de una edificación pueden ser consideradas como cargas vivas.⁶²

4.2.3 Acciones accidentales: cargas sísmicas

Las cargas sísmicas son acciones accidentales en la estructura o sea que solamente se presentan en la estructura por periodos cortos, minutos o segundo en toda la vida útil de la estructura. Existen diversos tipos de cargas accidentales (sismos, viento, oleajes, explosiones, etc.) sin embargo solo se consideraran las acciones sísmicas.

4.3 Combinaciones de cargas

Para el análisis y diseño de esta estructura se deberán considerar las siguientes cargas:

Tabla N° 4.1 Combinaciones de carga

CASO DE CARGA	IDENTIFICACION	ABREVIATURA
Carga muerta	Muerta	CM
Carga viva	Viva	CV
Fuerza sísmica Horizontal	Sismo	Fs

⁶¹ Alvarado Pérez, M. A; Gonzales Ordoñez J. A. (2009).”*Análisis y Diseño estructural de una vivienda de dos plantas*”. Pág. 17.

⁶² Ibid., p. 18.

Las combinaciones de las cargas utilizadas por el método de resistencia última fueron:

$$C_1 = 1.4 (CM) \quad (Ec. 4.1)$$

$$C_2 = 1.20 (CM) + 1.6 (CV) \quad (Ec. 4.2)$$

$$C_3 = 1.2 (CM) + F_s \quad (Ec. 4.3)$$

Para la determinación de dichas cargas se utilizan diferentes ecuaciones en dependencia de las necesidades expuestas.

$$CM = h \times \gamma_{concreto} \quad (Ec 4.4)$$

$$W_o = W \times A \quad (Ec 4.5)$$

$$W_m = W \times A \text{ tributaria} \quad (Ec 4.6)$$

$$P = C_m \times Longitud \quad (Ec 4.7)$$

$$W = \Sigma \text{ peso} \quad (Ec 4.8)$$

$$W = CM + CV \quad (Ec 4.9)$$

CV: esta dependerá de las distintas cargas que presenten la estructura expuestas por el RNC – 07.

$$\text{Área de trabajo} = b \times L \quad (Ec.4.10)$$

Distribución de peso en área de trabajo

$$W = \frac{p}{a} \quad (Ec 4.11)$$

Conversión de carga distribuida a carga distribuida lineal.

$$W = W * base \quad (Ec 4.12)$$

Reacciones y momentos de la estructura

$$R_a = R_b = \frac{W l}{2} \quad (Ec 4.13)$$

$$M_o = \frac{W l^2}{8} \quad (\text{Ec 4.14})$$

4.4. Criterios geométricos aplicados en el análisis estructural de la vivienda.

Un aspecto importante en el diseño y revisión estructural pero poco nombrados, son todos aquellos criterios que primordialmente evalúan la situación geométrica de la vivienda.

Estos son fórmulas matemáticas de geometría analítica. Importantes en la determinación de la geometría de la vivienda.

En primera instancia tenemos las distancias reales. Las cual son distancias que se distorsionan a las mostradas en planta arquitectónica debido a la existencia de pendientes

$$\Delta = \frac{y}{x} \quad (\text{Ec 4.15})$$

$$y = \Delta x \quad (\text{Ec 4.16})$$

$$H = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (\text{Ec 4.17})$$

Luego tenemos las ecuaciones utilizadas primordialmente para la tributación de cargas existentes en los elementos estructurales que conforman la vivienda.

$$A = (y x X) + \left(\frac{y x X}{2}\right) \quad (\text{Ec 4.18})$$

$$A = B x h \quad (\text{Ec 4.19})$$

$$A = \frac{b x h}{2} \quad (\text{Ec 4.20})$$

$$A = \frac{B x b}{2} h \quad (\text{Ec 4.21})$$

$$A \text{ en } \% = A_n x \% \quad (\text{Ec 4.22})$$

Mediante avancemos en el análisis estructural de la vivienda iremos presentando una serie de fórmulas geométricas que no aparecen antes expuestas pero serán tomadas en cuenta en el acápite donde sean utilizadas.

4.5 Consideraciones para el diseño

Un criterio general de aplicación es:

Panel Covintec: muros de carga cuando las cargas son para uno, dos o tres plantas.⁶³

Qualylosa Covintec: losa de entre piso y azotea hasta de 5m de claro.

Sin embargo para cada caso particular el diseñador podrá proponer diferentes arreglos según sus necesidades, siempre y cuando se verifiquen los requisitos de seguridad y servicio de acuerdo a la normativa aplicable.

Los elementos estructurales para este sistema se pueden diseñar y revisar con los procedimientos conocidos de ingeniería estructural y en particular por el Reglamento Nacional de la Construcción (RNC) o bien por normas generales como las del ACI-318.⁶⁴

Para estados límite de resistencia se ocuparan los siguientes factores y de reducción de la resistencia:

Factores para cargas verticales⁶⁵

1.40 para estructuras del grupo B (viviendas, oficinas, etc.).

Factores de carga para combinaciones de cargas verticales y horizontales por cargas accidentales

1.10 en todos los casos.

Factor de reducción (FR)

Flexión 0.90

Flexión y carga axial 0.60

⁶³ Covintec Vanguardia en Construcción. (2009) "*Manual de diseño de Qualypanel Covintec*". Pág.9

⁶⁴ Ibid., p. 9.

⁶⁵ Ibid., p. 9.

Compresión 0.60, utilizado en el caso de muros confinados o reforzados.

Cortante 0.60, utilizado en el caso de muros confinados o reforzados.

El RNC-07, en su arto # 7 define que en el estado límite de servicio se deberá garantizar que:

$$\frac{L}{240} + 0.50 \text{ cm Cuando no hay elementos no estructurales que se puedan dañar.}$$

$$\frac{L}{480} + 0.30 \text{ cm Cuando existen elementos no estructurales que se puedan dañar.}$$

(Ec. 4.23 A Y B)

4.6 Consideraciones para la revisión estructural con el sistema Covintec

La determinación de las fuerzas internas de los muros se hará por medio de procedimientos que tomen en cuenta el comportamiento elástico de los elementos estructurales.

Para el análisis de las cargas verticales, de casos que cumplan con los requisitos mínimos de regularidad, se pueden determinar las cargas verticales que actúan en cada muro mediante bajada de cargas por las áreas tributarias respectivas.

Para el análisis de las cargas laterales, se supondrá que las fuerzas cortantes que toma cada muro son proporcionales a su área transversal.

En todos los casos se deberá cumplir que el efecto de las cargas factorizadas obtenidas del análisis como cargas axiales, momentos flexionantes, fuerzas cortantes, momentos de volteo etc. Deberán ser menores o iguales a las resistencias nominales de los paneles estructurales del sistema Covintec.

4.6.1 Resistencias nominales

Para el cálculo de las resistencias nominales se aplicaran criterios establecidos para el concreto reforzado⁶⁶:

- La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento se toma como lineal.
- Existe adherencia entre el concreto y acero.
- El concreto no resiste esfuerzos a tensión.
- La deformación unitaria útil del concreto en compresión se puede tomar igual a 0.003.
- El acero se comporta como material elástico hasta el esfuerzo F_y y una deformación unitaria de E_w , y a partir de allí con comportamiento plástico.

De acuerdo a los procedimientos prácticos:

Muros: resistencia a cargas verticales excéntricas y cargas laterales.

Losas: resistencia por flexión criterio elástico y de resistencia, revisión de deflexiones.

Cimientos: cargas que se transmiten al terreno, cortante, flexión.

4.6.2 Criterios para la revisión de resistencia de muro de panel Covintec

4.6.2.1 Resistencia a cargas verticales excéntricas

Se establecen dos criterios para la revisión de la capacidad de los muros sometidos a cargas verticales excéntricas

1. Criterios basados en esfuerzos de diseño

$$P_R = f_D A_T \quad (\text{Ec. 4.24})$$

$$A_T = tL \quad (\text{Ec. 4.25})$$

F_D = Esfuerzo de diseño en (Kg/cm^2), que ya toma en cuenta el factor de reducción y el factor de esbeltez por excentricidad perpendicular al plano del muro.

⁶⁶ Covintec Vanguardia en Construcción. op. cit., p.13.

A_T = El área total en (cm²) del muro calculado como la longitud del muro (L) por el espesor (t).

Tabla N° 4.2 Esfuerzo de diseño⁶⁷

Espesor del Panel (in)	Esfuerzos de Diseño f_D (Kg/cm ²)
4"	12
3"	10
2"	8

2. Criterios como muro de Mampostería

$$P_R = F_R F_E P_o \quad (\text{Ec. 4.26})$$

P_o = Carga axial resistente como muro corto, se calcula como:

$$P_o = 2t_p L f_M + 2 A_{SP} f_S \quad (\text{Ec. 4.27})$$

t_p = es el espesor de una de las capas de mortero (aplanado del muro) comúnmente 2.5 cm.

L = longitud del muro que se está revisando en (cm).

f_M = esfuerzo útil del mortero aplanado igual a 0.85 de la resistencia nominal del mortero del aplanado (kg/cm²).

A_{SP} = área de acero en una de las caras en el sentido de la aplicación de las cargas (cm²).

f_S = esfuerzo útil en el acero, se toma como el correspondiente a una de las deformaciones unitarias de 0.002, se puede tomar igual a 4000 kg/cm².

F_E = factor de reducción por excentricidad y esbeltez.

$$F_E = (1 - 2e' / t) [1 - (K H' / 30t)^2] \quad (\text{Ec. 4.28})$$

⁶⁷ Covintec Vanguardia en Construcción., op. cit., p. 14.

$$e' = e_c + t / 24 \quad (\text{Ec. 4.29})$$

e_c = Excentricidad calculada, para proyectos q cumplan las condiciones de regularidad (NTC 4.1.3) se puede tomar igual a $t/6$.

t = espesor del muro terminado.

H' = es la altura efectiva del muro.

H = es la altura neta no restringida

K = factor de altura efectiva del muro. K ocupa valores dependiendo del caso:

$K = 2$. - Para muros sin restricción lateral en su extremo superior.

$K = 1$. - Para muros extremos en q se apoyan losas (el cual es nuestro caso).

$H' = 0.80H$. - Para muros limitados por dos losas continuas a ambos lados del muro (muros interiores). (Ec. 4.30)

$H' = H$ para muros exteriores en que se apoyan losas (muros exteriores). (Ec. 4.31)

$H' = 2H$. Para muros libres en su extremo superior (bardas) o que apoyen techumbres simplemente apoyadas. (Ec.4.32)

4.6.2.2 Resistencias a las cargas laterales

Se proponen dos criterios alternativos para este análisis

1. Criterios como muro de concreto

La contribución del acero queda implícita

$$V_R = F_R v^* A_T \quad (\text{Ec. 4.33})$$

$$v^* = 0.85 \sqrt{f_c^*} 2 t_p / t \quad (\text{Ec. 4.34})$$

$$f_c^* = 0.85 f'c \quad (\text{Ec 4.35})$$

$$F_R = 0.80$$

t_p = espesor de una capa de mortero de recubrimiento.

t = espesor total

Tabla N° 4.3 Esfuerzos cortantes para muros de concreto⁶⁸

Espesor de panel (in)	Espesor total t (cm)	Esfuerzo cortante v^* (kg/ cm ²)	
		Calculado	Valor-Practico
2"	8.18	6.01	6
3"	10.72	5.33	5
4"	13.26	4.71	4

Por tanto la resistencia se calcula como:

$$V_R = F_R V^* L t \quad (\text{Ec. 4.36})$$

2. Criterios como muros de mampostería

$$V_R = F_R (0.5 v_m^* A_T + 0.30 p) \quad (\text{Ec. 4.37})$$

$$v_m^* = \sqrt{f_m^*} 2t_p / t \quad (\text{Ec. 4.38})$$

$$f_m^* = 0.80 f_c \quad (\text{Ec. 4.39})$$

$$A_T = L^* t \quad (\text{Ec. 4.40})$$

P = carga vertical actualmente en servicio (sin factor de carga).

Tabla N° 4.4 Esfuerzos cortantes para muros de concreto⁶⁹

Espesor de panel en (in)	Espesor total t (cm)	Esfuerzo cortante V_m^* (kg/cm ²)	
		calculado	Valor-practico
2"	8.18	7.07	7
3"	10.72	6.32	6
4"	13.26	5.5	5

Nota: para mortero de 100 kg/cm² y un $t_p = 2.50$ cm

⁶⁸ Ibid., p. 17.

⁶⁹ Ibid., p. 18.

4.6.3. Criterios para la revisión por flexión de elementos horizontales

Qualitylosa

4.5.3.1) Determinación de características estructurales

4.5.3.1.1) Determinación de losa en 1d o 2d.

$$1d = \frac{\text{clarolargo}}{\text{clarocorto}} \geq 2 \quad 2d = \frac{\text{clarolargo}}{\text{clarocorto}} \leq 2 \quad (\text{Ec. 4.41})$$

4.5.3.1.2) Método del DF, para determinación de momentos actuantes en losa 2d.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\text{corto}}{\text{largo}} = \beta \quad (\text{Ec 4.42})$$

CasoI : losa colada monolíticamente.

CasoII: losa no colada monolíticamente (uso de vigas metálicas).

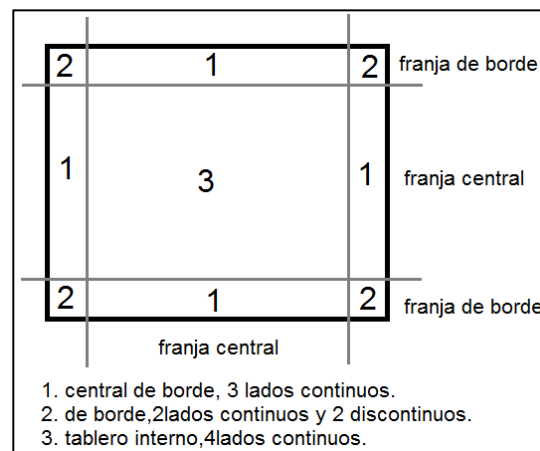


Figura N° 4.1 Detalle de Losa

Tabla N° 4.5 Coeficientes α para momentos en losa en 2d.⁷⁰

Tablero	Momento	Claro	Relación de lados corto a largo, $m = a_1 / a_2$													
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Interior Todos los bordes continuos	Negativo en bordes interiores	Corto	998	1,018	553	565	489	498	432	438	381	387	333	338	288	292
		Largo	516	544	409	431	391	412	371	388	347	361	320	330	288	292
	Positivo	Corto	630	688	312	322	268	276	228	236	192	199	158	164	126	130
		Largo	175	181	139	144	134	139		135	128	133	127	131	126	130
De borde Un lado corto discontinuo	Negativo en borde interiores	Corto	998	1,018	568	594	506	533	451	478	403	431	357	388	315	346
		Largo	516	544	409	431	391	412	372	392	350	369	326	341	297	311
	Negativo discontinuo	Largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
	Positivo	Corto	630	668	329	356	292	306	240	261	202	219	167	181	133	144
		Largo	179	187	142	149	137	143	133	140	131	137	129	136	129	135
De borde Un lado largo discontinuo	Negativo en borde interiores	Corto	1,060	1,143	583	624	514	548	453	481	397	420	346	364	297	311
		Largo	587	687	465	545	442	513	411	470	379	424	317	384	315	346
	Negativo discontinuo	Largo	651	0	362	0	321	0	283	0	250	0	219	0	190	0
	Positivo	corto	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129	135
		Largo	185	200	147	158	142	153	138	149	135	146	134	145	133	144
De esquina Dos lados adyacentes discontinuos	Negativo en borde interiores	corto	1,060	1,143	598	653	530	582	471	520	419	464	371	412	324	364
		Largo	600	713	475	564	455	541	429	506	394	457	369	410	324	364
	Negativo discontinuo	corto	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0
		Largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
	Positivo	corto	751	912	358	416	306	354	259	298	216	247	176	199	137	153
		Largo	191	212	152	168	146	163	142	158	140	156	138	154	137	153

$$M_{act} = (\alpha) (W) (a_1)^2.$$

(Ec. 4.43)

⁷⁰ Altamirano, B. "Apuntes de concreto I". Pág. 21

4.6.3.2 Revisión de losa aplicando el reglamento para diseños y construcción de edificios de mampostería.

La nomenclatura básica para la losa se muestra en la siguiente figura:

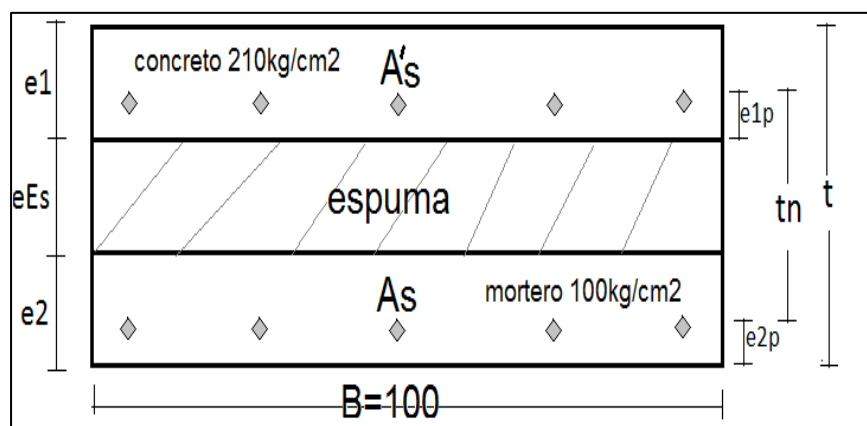


Figura N° 4.2 Nomenclatura de losa básica

Tabla N° 4.6 Características geométricas de losa Covintec⁷¹

Tipo long (m)	A's(c m ²)	A's(cm ²)	e1(cm)	e2(cm)	e1p(cm)	e2p(cm)	eEs(cm)	tn(cm)	t(cm)
3.25	0.879	1.44	5	1.50	0,95	0.95	8.26	10.16	14.76
4.06	0.879	1.93	6	1.50	0.95	0.95	8.26	10.16	15.76
5.01	0.879	2.91	6	1.50	0.95	0.95	8.26	10.16	15.76
5.01	0.879	2.91	7	1.50	0.95	0.95	8.26	10.16	15.76

Valores para un ancho de 100 cm.

Cabe señalar que los tipos de losas se definen según su longitud en metros lineales.

⁷¹ Ibid., p. 17.

1. Criterio elástico

El cálculo del momento de inercia de la sección transformada agrietada:

$$n_s = E_s / E_c \quad (\text{Ec. 4.44})$$

Se utiliza el módulo de elasticidad del acero (E_s) de 2.08×10^6 y del concreto de $E_c = 1200(f'c)^{1/2}$ en kg/cm^2 . (Ec. 4.45)

El valor de E_c varía si se tiene evidencia experimental (prueba de módulo elástico para el concreto utilizado).

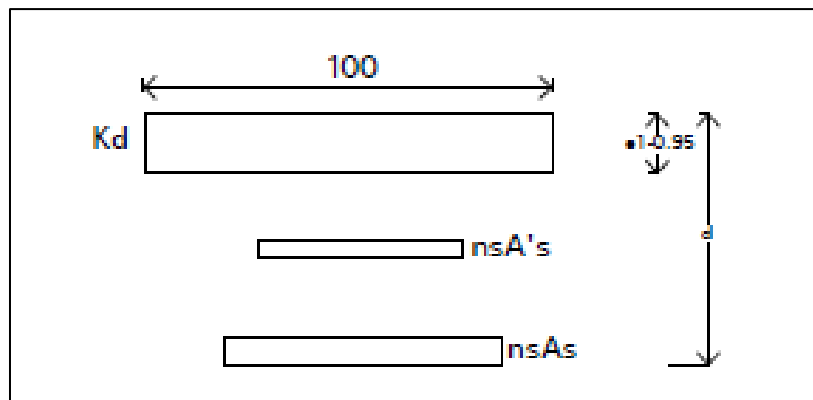


Figura N° 4.3 Criterio elástico

$$d = t - 0.55 \quad (\text{Ec. 4.46})$$

$$Kd = \frac{-B + \sqrt{B^2 + 4C}}{2} \quad (\text{Ec. 4.47})$$

Dónde: $Kd \leq e_1$ para que sea válido el procedimiento

$$B = \frac{n(A's + A_s')}{50} \quad (\text{Ec. 4.48})$$

$$C = n_s / 50 [A's (e_1 - 0.95) + A_{sd}] \quad (\text{Ec. 4.49})$$

$$I_e = \frac{100 (kd)^3}{3} + n_s A' s (e_1 - 0.95 - kd)^2 + n_s A_s [d - kd]^2 \quad (\text{Ec. 4.50})$$

Momento resistente para la etapa elástica, el menor de:

$$M_E = I_e (0.45 f_c) / kd \quad (\text{Ec. 4.51})$$

$$M_e = I_e (0.60 f_y) / (d - kd) n_s \quad (\text{Ec. 4.52})$$

Este momento se compara con el momento por carga de servicio sin factorizar M_A , se debe cumplir que: M_E mayor M_A .

Revisión de deformaciones verticales

$$\Delta T = \Delta i + \lambda \Delta ip \quad (\text{Ec. 4.53})$$

Dónde:

Δi deformación instantánea para carga total (muerta más viva).

Δip = deformación instantánea para cargas permanentes (carga muerta).

λ factor de flujo plástico

$$\Delta i = 5\alpha (W_{CM} + W_{CV}) L^4 / 384 E_c I_e \quad (\text{Ec. 4.54})$$

$$\Delta ip = 5\alpha W_{CM} L^4 / 384 E_c I_e \quad (\text{Ec. 4.55})$$

I_e Momento de inercia de la sección transformada agrietada (según la fórmula del criterio elástico).

E_s con resultados experimentales o bien de forma aproximada

I_e momento de inercia de la sección transformada agrietada

$$E_s \text{ con resultados aproximados de } 12000 \sqrt{f_c} \quad (\text{Ec 4.56})$$

$$\lambda = \frac{2}{1+50p''} = \frac{2}{1+50(0.006)} = 1.94 \quad (\text{Ec 4.57})$$

α se obtiene con análisis elástico convencional

Tabla N° 4.7 Valores de α^{72}

Condición	Momento negativo	A
Articulado	0	1.00
Poca restricción	$wL^2/40$	0.76
Mediana restricción	$wL^2/30$	0.68
Alta restricción	$wL^2/18$	0.47
Empotramiento	$wL^2/12$	0.20

4.6.3.3 Revisión de losa por Concreto Reforzado.

La losa actúa como viga extendida, el concreto asume los esfuerzos a tensión que produce el M_o actuante.

Al ser una losa en 2d, posee M_o actuante positivo y negativo, por lo cual hay que revisar si dicha losa resiste estos esfuerzos.

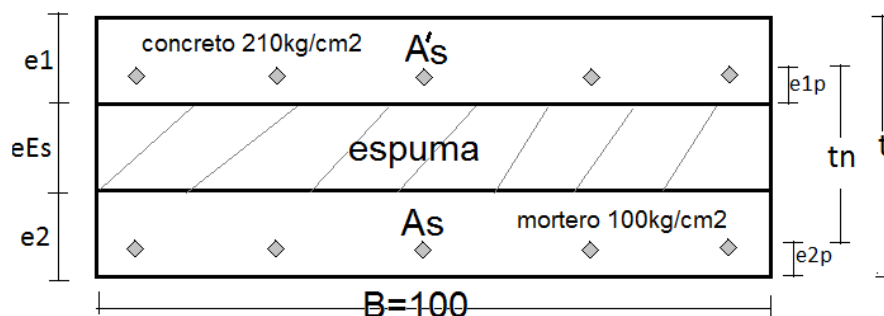


Figura N° 4.2 Nomenclatura de losa básica

Existen dos tipos de análisis estructurales para la revisión y diseño de elementos de concretos reforzados, ambos dependen de la manera en que se procesen los datos de cargas actuantes y en esto mismo radican sus principales diferencias

⁷² Ibid., p. 23.

4.5.3.3.1 Revisión por DET (Diseño por Esfuerzos de Trabajo).

En esta revisión las cargas actuantes en la losa se trabajan de manera normal y sin restricciones. A continuación se presentan diferentes criterios en el uso de dicho método.

Primordialmente se deben encontrar las cargas.

Luego procedemos a encontrar las características geométricas reales de la estructura de losa con el objeto de determinar la profundidad del eje neutro y proceder a encontrar la resistencia a esfuerzos de dicha losa.

$$d_{\text{real}} = d \text{ capa de concreto} - e_1 p \quad (\text{Ec. 4.58})$$

$$\text{área de concreto} = d \text{ ant} \times b \quad (\text{Ec. 4.59})$$

$$\text{área real de concreto} = d_{\text{real}} \times b \quad (\text{Ec. 4.60})$$

$$\% \text{ de acero} = \text{área de acero} / \text{área real de concreto} \quad (\text{Ec. 4.61})$$

$$k = \sqrt{2pn + pn^2} - pn. \quad (\text{Ec. 4.62})$$

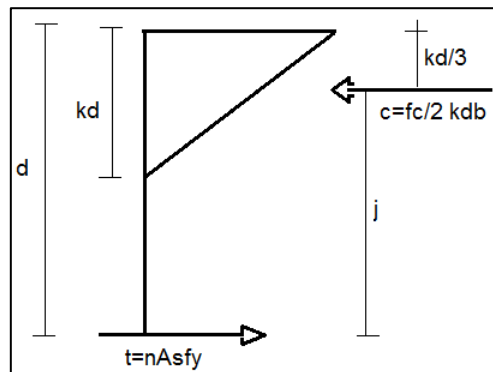


Figura 4.4 Detalle de eje neutro

$$jd = 1 - \frac{k}{3} \quad (\text{Ec. 4.63})$$

Capacidad resistente (R)

$$R = \frac{f_c}{2} k_j \quad (\text{Ec. 4.64})$$

El Momento resistente logra determinar se determina la resistencia de esta losa a esfuerzos de compresión que son los que mayormente resiste el concreto.

$$M_r = \left(\frac{f_c}{2} k_j d \right) (j d) = R b d^2 \quad (\text{Ec. 4.65})$$

Momento que aporta el acero. (M_r) este será el esfuerzo que resiste la losa a esfuerzos de tensión. Aquí trabaja mayormente a tensión pero en dependencia de la situación al esfuerzo sometido el acero estará siendo quien mitigue el esfuerzo o será simplemente un aporte extra en la resistencia de la losa (comúnmente en casos de esfuerzos de compresión que es cuando actúa el concreto)

$$M_r = (A_s) (F_y) (j d) \quad (\text{Ec. 4.66})$$

El Mortero posee características resistentes menores que el concreto, por lo cual revisaremos si este resiste los esfuerzos actuantes, el mortero del lecho inferior será sometido a esfuerzos cuando se presentan esfuerzos del orden negativo. De ante mano sabemos que en este caso mayormente actúa el acero de refuerzo para contrarrestar estos esfuerzos.

Elasticidad del mortero

Mortero: 100 kg/cm^2 : f_m

$$E_m = (\gamma_m)^{1.5} (0.14) \sqrt{f_m} \quad (\text{Ec. 4.67})$$

$E_s = 2.08 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$.

Relación modular (n)

$$n = E_s / E_m \quad (\text{Ec. 4.68})$$

4.5.3.3.2) Revisión por DRU (Diseño por Resistencia Última).

Las cargas son mayoradas y el análisis estructural del concreto reforzado nos permite aprovechar al máximo la resistencia a los esfuerzos de la losa. Dando esto un acercamiento a la realidad estructural de dicha losa.

$$a = \frac{(A's)(fy)}{(0.85)(fc)(b)} \quad (Ec. 4.69)$$

$$d = \text{capa de concreto} - e_1p \quad (Ec. 4.70)$$

Al igual que en el DET dividimos los esfuerzos resistentes de la losa en esfuerzos que resiste el acero y esfuerzos que resiste el concreto o mortero. Dándonos una mejor idea de él actuar de la losa en las distintas circunstancias de momentos a que es sometida.

Momento último de concreto (M_{uc}).

$$M_{uc} = (0.85)(fc)(ab) \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (Ec. 4.71)$$

Momento último de acero (M_{us})

$$M_{us} = (\phi)(fy)(A"s) \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (Ec. 4.72)$$

$$d = t - e_2p \quad (Ec. 4.73)$$

Momento último Balanceado (M_u)

De esta manera obtenemos un momento resistente en base a los elementos que constituyen la losa (acero y concreto o mortero).

$$p = \frac{A's}{bd} \quad (Ec. 4.74)$$

$$q = p \frac{fy}{fc} \quad (Ec. 4.75)$$

$$M_u = \phi fcbd^2q (1 - 0.59q) \quad (Ec. 4.76)$$

4.7 Diseño y Revisión estructural de zapata por concreto reforzado.

La zapata se revisara utilizando el método DRU de concreto reforzado. Dicha estructura es una zapata corrida de concreto másico reforzado que se extiende por debajo del muro en todo su perímetro.

Las zapatas corridas desde una perspectiva simple no son más que vigas extendidas las cuales poseen un pedestal donde se ancla el muro. Tienen el mismo análisis de concreto reforzado que utiliza una viga o losa.

En dicho análisis se utilizaran las ecuaciones antes expuestas en la revisión de losa por criterios de concreto reforzados. Dicho diseño será propuestos por nosotros por lo cual es diseñado y no revisado.

4.8 Consideraciones para el diseño sismo resistente

La estructura se analizara bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales no simultáneos del movimiento del terreno. Las deformaciones y fuerzas internas que resulten se combinarán entre sí y se combinarán con los efectos de fuerzas gravitacionales y de las otras acciones que correspondan, según los criterios que se establecen en el artículo # 15 del RNC-07.

Se verificará que las deformaciones de todos los elementos estructurales sean compatibles entre sí, que la fuerza sísmica se distribuya lo más uniformemente posible a través de la estructura y así genere una reacción de todo el sistema antisísmico de la misma. Es importante verificar que el sistema de techo sea capaz de resistir y transmitir las fuerzas inducidas por el sismo⁷³.

⁷³ RNC-07, Arto #29; p. 25

4.8.1 Factor por reducción por ductilidad (Q'):

Para el cálculo de las fuerzas sísmicas para análisis estático se empleará un factor de reducción Q' que se calculará como sigue:

$$Q' = Q \dots \text{ si se desconoce el valor } T, \text{ o si } T > T_a. \quad (\text{Ec } 4.77)$$

$$Q' = 1 + \frac{T}{T_a}(Q - 1) \dots \text{ si } T \leq T_a. \quad (\text{Ec. } 4.78)$$

T = es el periodo fundamental de vibración de la estructura

En nuestro caso se usará Q=1 basándonos en lo descrito en el RNC-07

El factor Q puede diferir en las dos direcciones ortogonales en que se analiza la estructura, según sean las propiedades de ésta en dichas direcciones.

4.8.2 Coeficientes de diseño sismo-resistente (c):

El coeficiente sísmico, c, es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la edificación por efecto del sismo, Vo, entre el peso de la edificación sobre dicho nivel, Wo. Con este fin se tomará como base de la estructura el nivel a partir del cual sus desplazamientos con respecto al terreno circundante comienzan a ser significativos. Para calcular el peso total se tendrán en cuenta las cargas muertas y vivas que correspondan⁷⁴

El coeficiente sísmico de nuestra estructura se calculara utilizando el método estático equivalente:

$$c = \frac{V_o}{W_o} = \frac{S(2.7 \times a_o)}{Q' \times \Omega} \quad (\text{Ec. } 4.79)$$

Donde:

$$W_o = CM + CVR.$$

⁷⁴ Op., cit. RNC-07 p. 21.

V_o = Cortante basal.

C_m = Carga Muerta.

C_{VR} = Carga Viva Reducida.

a_o : según mapa de figura 2, RNC-07, pág. 21.

Ω : factor de reducción de sobre resistencia. $\Omega=2$, según el artículo 22 del RNC-07.

4.8.3 Fuerza sísmica horizontal:

La fuerza sísmica horizontal que debe de resistir toda estructura bajo la influencia de un sismo y su peso, que la harán moverse o oscilar con dicha fuerza. Es determinante en el análisis sismo resistente, es por ella que debemos diseñar una estructura que sea capaz de resistir sin colapsar esta fuerza sísmica horizontal. La evaluación de elementos constructivos de toda estructura debe pasar por el análisis que requiera al aplicar dicha fuerza. Vigas, columnas, muros, zapatas se diseñaran bajo los requerimientos que esta fuerza ejerza sobre ellos estos darán una respuesta al ataque de esta fuerza durante un sismo sin sucumbir ante ella.

La fuerza horizontal sísmica se determina según la siguiente expresión:

$$F_s = C W_o. \quad (\text{Ec. 4.80})$$

F_s = Fuerza cortante actuando a nivel basal.

C = Coeficiente de diseño para la fuerza sísmica, cuyo valor se calcula según el método de análisis sísmico empleado.

W_o = Carga o peso total del edificio.

El diseño se realizó usando paneles prefabricados, conforme las especificaciones del fabricante COVINTEC, cuyos reglamentos son apegados al reglamento nacional de la construcción de Nicaragua y normas técnicas del distrito federal de México.

5.2 Descripción de la estructura

La edificación ocupa un área de 45m^2 . Tiene forma rectangular en planta con dimensiones en el sentido transversal de 6.00 m y longitudinal de 7.50 m. La elevación de la estructura es de 3m aproximadamente.

La cimentación es una viga corrida de concreto reforzado de 50 cm de espesor, diseñada con respecto a las cargas producidas por el edificio y las características propias del terreno.

5.2.1 Sistema estructural con panel Covintec

El sistema se basa en paneles de polietileno expandido reforzado por una malla de alambre de acero galvanizados conectado entre sí.

Para formar los muros, las mallas se recubren con una capa de mortero de proporción 1:3, es el mortero el material que proporciona rigidez y resistencia al panel, mientras que la malla le proporciona ductilidad y resistencia adicional a la dada por el mortero.

Los muros portantes de una vivienda se logran interconectando horizontalmente los paneles, mediante traslapes de mallas; verticalmente los muros se conectan a la cimentación de concreto mediante varillas de acero corrugado de $3/8"$. Los paneles para formar los techos son de mayor grosor y con mallas compuestos por alambre de mayor diámetro.

Muro de pared: cuenta con 13 cm de espesor, usando concreto de 210 kg/m^2

Losa de techo: de 18 cm de espesor, usando concreto de 210 kg/cm^2 .

➤ Concreto

Se usara concreto cuya resistencia a los 28 días de fabricación sea de 210 Kg/cm^2 (3,000 PSI), con un módulo de elasticidad de $E_c = 210,000 \text{ kg/cm}^2$.

El peso volumétrico del concreto reforzado es de $2,400 \text{ kg/m}^3$ (150 lbs/ft³).

➤ Acero de refuerzo

El acero de refuerzo longitudinal deberá ser corrugado del tipo ASTM A-40 con un esfuerzo de fluencia $F_y = 2,800 \text{ kg/cm}^2$ (40,000 PSI) y un módulo de elasticidad de $E = 29,000 \text{ Ksi}$.

El peso volumétrico del acero es de $7,850 \text{ kg/cm}^3$ (490 lb/ft³)

➤ Mortero

Resistencia mínima a la compresión $F_m = 140 \text{ kg/cm}^2$ (2,000 lbs. /plg²)

Proporción 1:3 (cemento - arena)

Espesor de la junta de 1.50 cm

➤ Acero estructural

Tipo A-36, con un esfuerzo a la fluencia $F_y = 2,520 \text{ kg/cm}^2$ (36,000 lbs/plg²)

Módulo de elasticidad $E_s = 2,000,000 \text{ kg/cm}^2$ (29,000 Ksi)

Peso volumétrico del acero = 7850 kg/cm^3 (490 lbs./pie³)

5.3 Clasificación de la estructura

Se toma en cuenta el destino de la construcción, las características estructurales y su ubicación según el RNC-07 según la (ZONIFICACION SISMICA DE NICARAGUA) Managua se encuentra ubicada en la zona C.

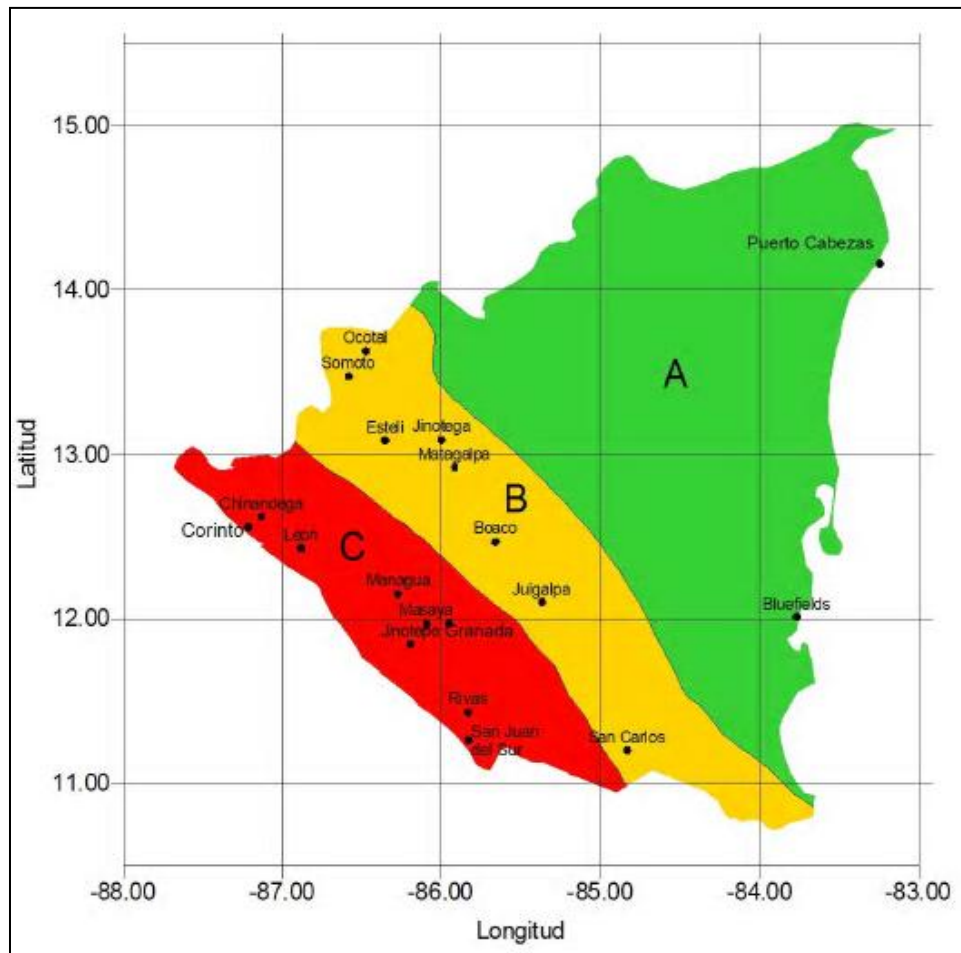


Figura N° 5.2 Zonificación sísmica de Nicaragua⁷⁵

El RNC-07 en su arto #20 inciso B explica: estructuras de normal importancia: (Grupo B) son aquellas en las que el grado de seguridad requerido es intermedio, y cuya falla parcial o total causaría pérdidas de magnitud intermedia como

⁷⁵ Berejano Márquez, M. "MTI modifica Reglamento Nacional de la construcción" Edición 43. Disponibilidad: [//www.construccion.com.ni/articulo?idarticulo=12](http://www.construccion.com.ni/articulo?idarticulo=12)

viviendas, edificios de oficinas, locales, comerciales, naves industriales, hoteles, depósitos, y demás estructuras urbanas no consideradas esenciales. Etc.

En síntesis, según el reglamento nacional de la construcción la estructura evaluada se clasifica como:

- Tipo III (de acuerdo al artículo 20)
- Grupo B (normal importancia, artículo 24)
- Zona C (Managua, artículo 25)

Factor amplificación del suelo Zona sísmica C, tipo de suelo III, por tanto $S = 1.50$, según el artículo # 25 del RNC.

Tabla N° 5.1 Factores de amplificación por tipo de suelo⁷⁶

Zona sísmica	Tipo de suelo		
	I	II	III
A	1.0	1.8	2.4
B	1.0	1.7	2.2
C	1.0	1.5	2.0

Zona tipo C, tipo de suelo III; $s=2$

Si se conoce el período de la estructura se puede adoptar una ordenada del espectro de aceleraciones para diseño sísmico, al calculado con período $T = 0.15$

Debido a que no se hicieron estudios de suelo se asume suelo tipo III suelo moderadamente blando con 180 m/s.

⁷⁶ RNC-07

5.4 procedimiento de análisis

En primer lugar se analizo las características geométricas de la vivienda, se procedió dividir la vivienda en cuadrantes y se calculo las dimensiones reales de la losa, en el trazado de la losa se incluyo los aleros del techo.

Se procedió a calcular la fuerza sísmica (fuerza horizontal) apoyándonos en los datos generales de diseño sísmico y la determinación del coeficiente sísmico de diseño.

Las cargas de diseño fueron calculadas según las combinaciones establecidas en el RNC-07, se calculo el peso de la losa, tanto su carga muerta como su carga viva, este mismo cálculo se procedió en el caso del muro.

Teniendo los pesos se procedió a realizar la revisión estructural de la losa de techo utilizando los métodos de análisis estructural para determinación de momentos:

- Método de esfuerzo de trabajo (DET).
- Método de resistencia ultima (DRU)

Con ayuda de ambos métodos se calculo los momentos actuantes y las deformaciones de la losa de techo. La capacidad de resistencia de la losa se reviso aplicando criterios elásticos y relaciones modulares, también se reviso su capacidad de resistencia de la losa por análisis de concreto reforzado, utilizando ambos métodos tanto el (DET) como el (DRU).

Las revisiones estructurales de muro (panel Covintec) se realizaron en dos direcciones X y Y, donde el análisis se baso en criterios de esfuerzos de diseño, criterios como muro de mampostería y criterios como muro de concreto.

Los cimientos también fueron analizados en ambas direcciones tanto X como Y, se calculo los esfuerzos en la base de la zapata q cabe señalar es un zapata corrida.

La revisión de la capacidad resistente de la zapata en la dirección X se calculo apoyándonos en el cono de penetración del método (DRU), se analizo la zona crítica

5.5 Memoria de Cálculo

Edificación con tecnología Covintec.

Losa Covintec de techo (Qualylosa tipo 3.25).

Paredes externas e internas Covintec (panel Covintec de 4").

Zona de construcción: Managua.

Periodo: agosto- diciembre 2012.

Bibliografía para diseño:

- Reglamento ACI.
- Reglamento ASHHTO.
- Reglamento RNC-07.
- Hormigón armado, Francisco Arquero.
- Manual Covintec, Hopsa.
- Folleto Análisis estructural I y II, Bayardo Altamirano.
- Folleto Concreto reforzado I y II, Bayardo Altamirano.

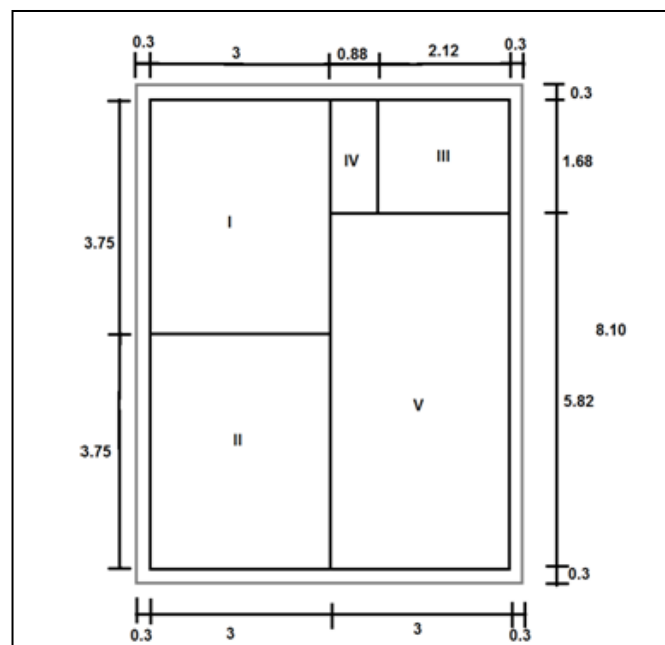


Figura N° 5.3 Planta arquitectónica

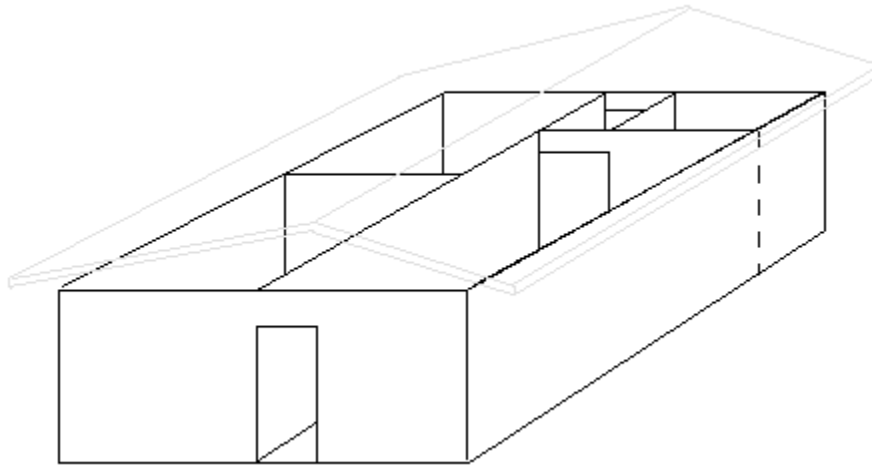


Figura N° 5.4 casa en isométrico

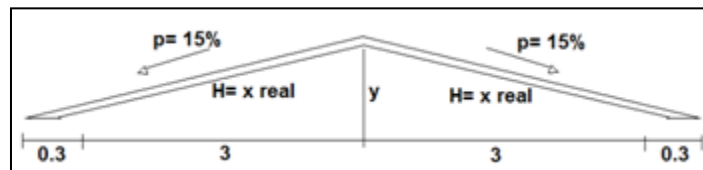


Figura N° 5.5 Losa de techo

5.5.1) Determinación de distancias reales de losa de techo debido a su pendiente.

$$\Delta = \frac{y}{x} = 0.15 \quad (\text{Ec. 4.15})$$

$$y = \Delta x = 0.15 \times 3.3\text{m} = 0.50\text{m}. \quad (\text{Ec. 4.16})$$

$$H = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{3\text{m}^2 + 0.5\text{m}^2} = 3.34\text{m}. \quad (\text{Ec. 4.17})$$

Para el volado de techo

$$\Delta = \frac{y}{x} = 0.15$$

$$y = \Delta x = 0.15 \times 0.3\text{m} = 0.05\text{m}.$$

$$H = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{0.05\text{m}^2 + 0.3\text{m}^2} = 0.304\text{m}.$$

Para losa interna

$$\Delta = \frac{y}{x} = 0.15$$

$$y = \Delta x = 0.15 \times 3 = 0.45 \text{ m}$$

$$H = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{3^2 + 0.45^2} = 3.04 \text{ m}$$

Revisión en tramos especiales.

$$\Delta = \frac{y}{x} = 0.15$$

$$y = \Delta x = 0.15 \times 0.88 = 0.132 \text{ m}$$

$$H = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{0.88^2 + 0.132^2} = 0.89 \text{ m}$$

$$\Delta = \frac{y}{x} = 0.15$$

$$y = \Delta x = 0.15 \times 2.12 = 0.318 \text{ m}$$

$$H = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{2.12^2 + 0.318^2} = 2.14 \text{ m}$$

5.5.2) Determinación de áreas tributarias.

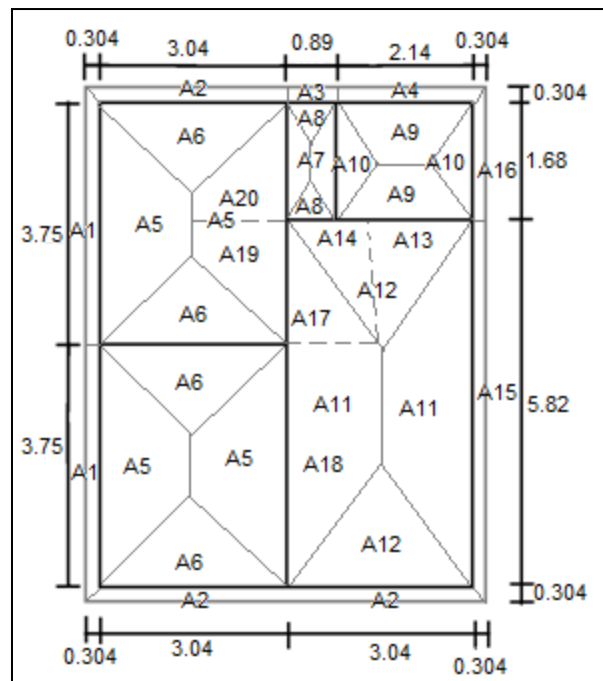


Figura N° 5.6 Áreas tributarias

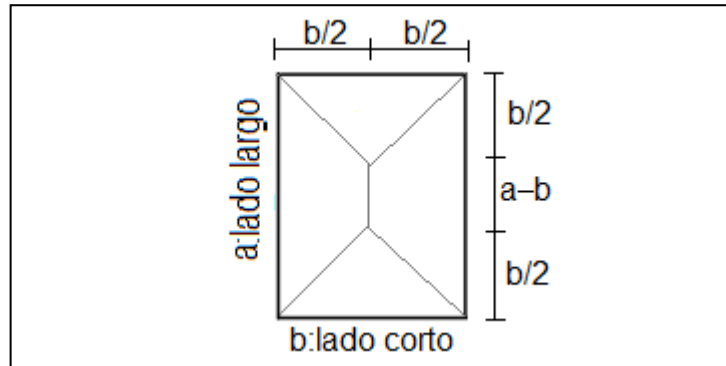


Figura N° 5.7 Detalle de tributación

$$A = (y \times X) + \left(\frac{y \times X}{2}\right) \quad (\text{Ec. 4.18})$$

$$A1 = (3.75\text{m} \times 0.304\text{m}) + ((0.304\text{m} \times 0.304\text{m}) / 2) = 1.18\text{m}^2.$$

$$A2 = (3.04\text{m} \times 0.304\text{m}) + ((0.304\text{m} \times 0.304\text{m}) / 2) = 0.97\text{m}^2.$$

$$A4 = (2.12\text{m} \times 0.304\text{m}) + ((0.304\text{m})^2 / 2) = 0.691\text{m}^2.$$

$$A = B \times h \quad (\text{Ec. 4.19})$$

$$A3 = (0.88\text{m} \times 0.304\text{m}) = 0.268\text{m}^2.$$

$$A15 = (0.304\text{m} \times 5.82\text{m}) = 1.77\text{m}^2.$$

$$A16 = (1.68\text{m} \times 0.304\text{m}) = 0.51\text{m}^2.$$

$$A = \frac{b \times h}{2} \quad (\text{Ec. 4.20})$$

$$A6 = (3.04\text{m} \times 1.52\text{m}) / 2 = 2.31\text{m}^2.$$

$$A8 = ((0.88\text{m} \times 0.44\text{m}) / 2) = 0.1935\text{m}^2.$$

$$A_{10} = ((1.68\text{m} \times 0.44\text{m}) / 2) = 0.37\text{m}^2.$$

$$A_{12} = ((3.04\text{m} + 1.52\text{m}) / 2) = 2.31\text{m}^2.$$

$$A = \frac{B \times b}{2} h \quad (\text{Ec. 4.21})$$

$$A_5 = ((3.75\text{m} + 0.75\text{m}) / 2) \times (1.52\text{m}) = 3.42\text{m}^2.$$

$$A_7 = (0.44\text{m}) ((1.68\text{m} + 0.8\text{m}) / 2) = 0.546 \text{ m}^2.$$

$$A_9 = (0.84\text{m}) ((2.12\text{m} + 0.44\text{m}) / 2) = 1.08\text{m}^2.$$

$$A_{11} = (1.52\text{m}) ((5.82\text{m} + 2.82\text{m}) / 2) = 6.56\text{m}^2.$$

$$A \text{ en } \% = A_n \times \% \quad (\text{Ec. 4.22})$$

$$A_{13} \text{ en } \% \text{ de } A_{12}: 2.12 / 3 = 71\% \rightarrow A_{13} = 0.71 (A_{12}) = 1.6\text{m}^2.$$

$$A_{14} \text{ en } \% \text{ de } A_{12}: 29 \% \rightarrow A_{14} = 0.29 (A_{12}) = 0.65\text{m}^2.$$

$$A_{17} \text{ en } \% \text{ de } A_{11}: 3.75 - 1.68 / 5.82 = 36\% \rightarrow A_{17} = 0.36 (A_{11}) = 2.33\text{m}^2.$$

$$A_{18} \text{ en } \% \text{ de } A_{11}: 64\% \rightarrow A_{18} = 0.64 (A_{11}) = 4.15\text{m}^2.$$

$$A_{20} \text{ en } \% \text{ de } A_5: 1.68 / 3.75 = 45\% \rightarrow A_{20} = 0.45 (A_5) = 1.52\text{m}^2.$$

$$A_{19} \text{ en } \% \text{ de } A_5: 55\% \rightarrow A_{19} = 0.55 (A_5) = 1.86\text{m}^2.$$

5.5.3) Cálculo de fuerza sísmica actuante según RNC-07:

5.5.3.1) Datos

Localización: Managua, Managua

Zona C (Pacífico)

Grupo B

Suelo: Tipo III, Firme

Q' : factor de reducción: $Q'=Q$, se desconoce T por su ductilidad

$Q=1$ (Valor mínimo, estructura desconocida)

Ω = factor de reducción por sobre resistencia=2

$a_0 = 0.3$ (zona C, Grupo B)

$S = 2.0$ (zona C, tipo suelo firme)

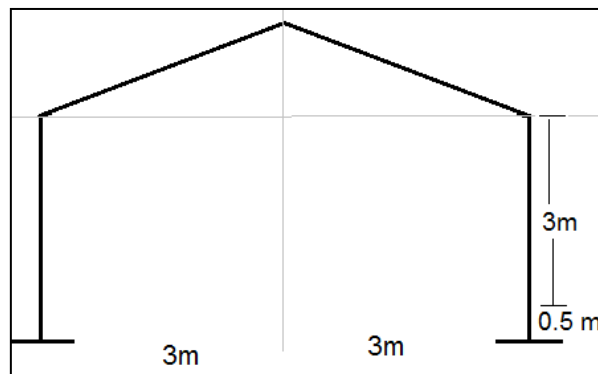


Figura N° 5.8 Detalle de marco

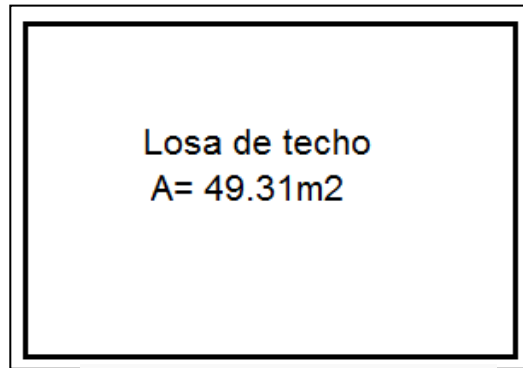


Figura N° 5.9 Losas de Techo

5.5.3.2) Coeficiente de diseño sismo resistente

$$C = \frac{S(2.7 A_0)}{Q'\Omega} = \frac{2(2.7(0.3))}{(1)(2)} = 0.81 \quad (\text{Ec. 4.79})$$

5.5.3.3) Fuerza sísmica en dirección Y

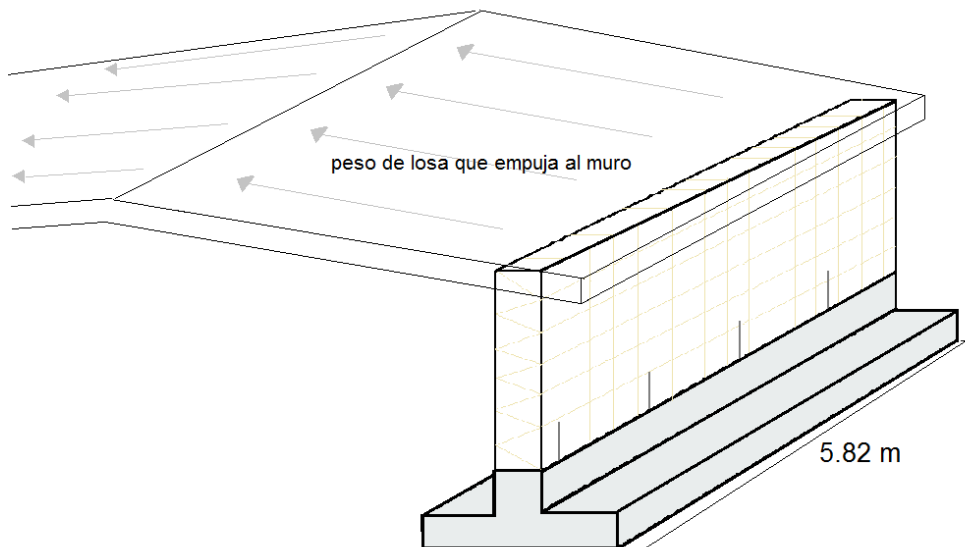


Figura N° 5.10 Fuerza de empuje en el muro durante un sismo.

5.5.3.3.1) Cargas de diseño

5.3.3.3.1.1) Peso de losa

Carga muerta:

Peso propio panel Qualylosa tipo 3.25: 3.85 kg/m^2 .

$$Cm = h \times \gamma_{\text{concreto}} \quad (\text{Ec. 4.40})$$

Capa de concreto: $0.05\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 120 \text{ kg/m}^2$.

Capa de mortero: $0.015\text{m} \times 2000 \text{ kg/m}^3 = 30 \text{ kg/m}^2$.

Impermeabilizante = 20 kg/m^2 .

$$Cm = 173.85 \text{ kg/m}^2.$$

Carga viva:

$P = 0.15 > 0.05 \rightarrow$ usar carga viva incidental = 20 kg/m^2 .

$$W = cm + cv \quad (\text{Ec. 4.9})$$

Peso de la estructura (W_0)

$$Wm = W \times A_{\text{tributaria}} \quad (\text{Ec. 4.5})$$

Peso en losa: $173.85 \text{ kg/m}^2 (49.31 \text{ m}^2) + 20 \text{ kg/m}^2 (49.31 \text{ m}^2) = 9,560 \text{ kg}$

5.3.3.3.1.2) Peso de Muro en dirección Y (Panel Covintec de tipo 1)

$H = 3 \text{ m}$ peso terminado = 77 kg/m^2 .

$$Wm = W \times A_{\text{tributaria}} \quad (\text{Ec. 4.5})$$

$$77 \text{ kg/m}^2 \times (3\text{m} \times 5.82\text{m}) = 1,344.42 \text{ kg}$$

5.3.3.3.1.3) Peso total de estructura

$$W = \Sigma \text{ peso} \quad (\text{Ec. 4.8})$$

$$W_0 = 9,560 \text{ kg} + 1,345 \text{ kg} = 10,905 \text{ kg}$$

5.5.3.3.2) Fuerza sísmica horizontal en dirección Y.

$$FS = C W_0 \quad (\text{Ec. 4.80})$$

$$FS = 10,905 \text{ kg} (0.81) = 8,833.05 \text{ kg}$$

F sísmica en kg/m^2 , Kg/m

$$CM = 77 \text{ kg/m}^2 + 173.85 \text{ kg/m}^2 = 250.85 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 20 \text{ kg/m}^2$$

$$W_0 = 270.85 \text{ kg/m}^2.$$

Fuerza sísmica en carga distribuida

$$FS = 0.81(270.85 \text{ kg/m}^2) = 219.38 \text{ kg/m}^2$$

$$FS \times h = 203.18 \text{ kg/m}^2 \times 3\text{m} = 658.14 \text{ kg/m}.$$

5.5.3.4) Fuerza sísmica en dirección X.

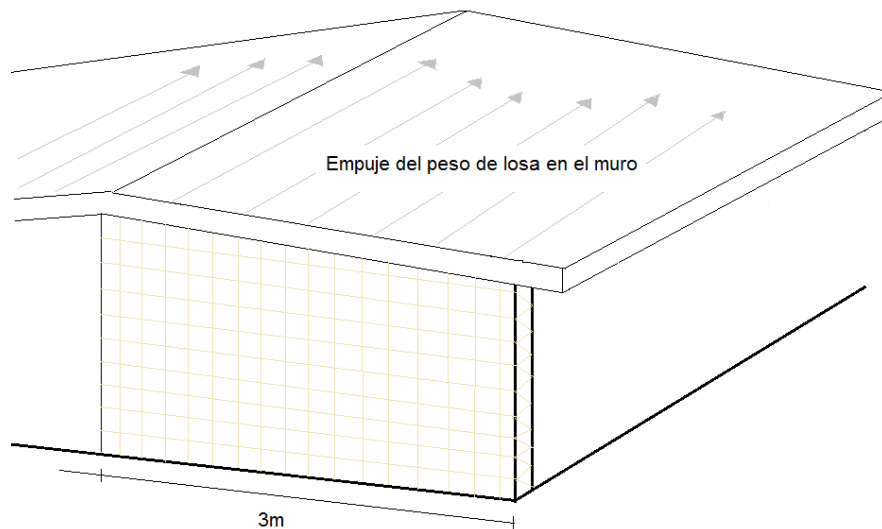


Figura N° 5.11 Fuerza de empuje en muro X durante un sismo

5.5.3.4.1) Cargas de diseño.

5.5.3.4.1.1) Peso de losa.

Losa de igual peso a peso de losa en dirección X.

5.5.3.4.1.2) Peso de Muro en dirección X (panel Covintec tipo 1)

H=3 m peso terminado= 77 kg/m².

$$W_m = W \times A \text{ tributaria} \quad (\text{Ec. 4.5})$$

$$77 \text{ kg/m}^2 \times (3\text{m} \times 3\text{m}) = 693 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 4.5})$$

5.5.3.4.1.3) Peso total de estructura

$$W = \Sigma \text{ peso} \quad (\text{Ec. 4.8})$$

$$W_0 = 9,560 \text{ kg} + 693 \text{ kg} = 10,253 \text{ kg}$$

5.5.3.4.2) Fuerza sísmica horizontal en dirección X.

$$F_S = C W_0 \quad (\text{Ec. 4.80})$$

$$F_S = 10,253 \text{ kg} (0.81) = 8,305 \text{ kg}$$

5.5.4) Revisión de Losa

5.5.4.1) Determinación de losa en 1d o 2d.

$$1d = \frac{\text{clarolargo}}{\text{clarocorto}} \geq 2 \quad 2d = \frac{\text{clarolargo}}{\text{clarocorto}} \leq 2 \quad (\text{Ec. 4.41})$$

$$\text{Cuadrante I} = 3.75\text{m} / 3.04\text{m} = 1.24 \leq 2$$

$$\text{Cuadrante II} = 3.75\text{m} / 3.04\text{m} = 1.24 \leq 2$$

$$\text{Cuadrante III} = 2.12\text{m} / 1.68\text{m} = 1.26 \leq 2$$

$$\text{Cuadrante IV} = 5.82\text{m} / 3.04\text{m} = 1.94 \leq 2$$

$$\text{Cuadrante V} = 1.68\text{m} / 0.88\text{m} = 1.91 \leq 2$$

Por inspección se determina que todos los claros son losas en 2 d.

5.5.4.2) Elección de claro mayor para diseño y revisión de losa: cuadrante IV; claro largo 5.82m, claro corto 3.04m.

5.5.5.3) Características y elección de método de diseño de losa en 2d.

Método del DF, para determinación de momentos actuantes en losa 2d.

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\text{corto}}{\text{largo}} = \beta \quad (\text{Ec. 4.42})$$

Caso I : losa colada monolíticamente.

Caso II: losa no colada monolíticamente (uso de vigas metálicas).

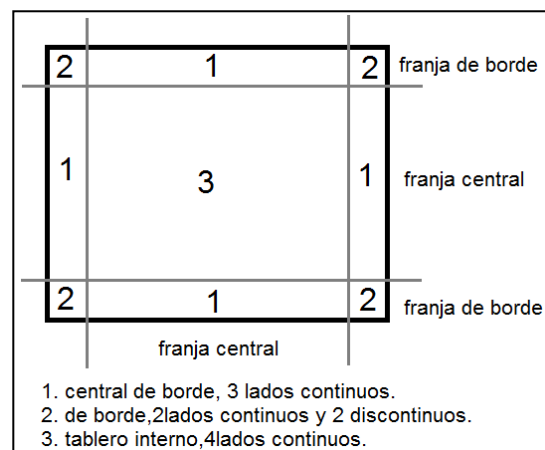


Figura N° 4.1 Detalle de Losa

Tabla N° 4.5 Coeficientes α para momentos en losa en 2d.⁷⁷

Tablero	Momento	Claro	Relación de lados corto a largo, $m = a_1 / a_2$													
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
			I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Interior Todos los bordes continuos	Negativo en bordes interiores	Corto	998	1,018	553	565	489	498	432	438	381	387	333	338	288	292
		Largo	516	544	409	431	391	412	371	388	347	361	320	330	288	292
	Positivo	Corto	630	688	312	322	268	276	228	236	192	199	158	164	126	130
		Largo	175	181	139	144	134	139		135	128	133	127	131	126	130
De borde Un lado corto discontinuo	Negativo en borde interiores	Corto	998	1,018	568	594	506	533	451	478	403	431	357	388	315	346
		Largo	516	544	409	431	391	412	372	392	350	369	326	341	297	311
	Negativo discontinuo	Largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
	Positivo	Corto	630	668	329	356	292	306	240	261	202	219	167	181	133	144
		Largo	179	187	142	149	137	143	133	140	131	137	129	136	129	135
De borde Un lado largo discontinuo	Negativo en borde interiores	Corto	1,060	1,143	583	624	514	548	453	481	397	420	346	364	297	311
		Largo	587	687	465	545	442	513	411	470	379	424	317	384	315	346
	Negativo discontinuo	Largo	651	0	362	0	321	0	283	0	250	0	219	0	190	0
	Positivo	corto	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129	135
		Largo	185	200	147	158	142	153	138	149	135	146	134	145	133	144
De esquina Dos lados adyacentes discontinuos	Negativo en borde interiores	corto	1,060	1,143	598	653	530	582	471	520	419	464	371	412	324	364
		Largo	600	713	475	564	455	541	429	506	394	457	369	410	324	364
	Negativo discontinuo	corto	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0
		Largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
	Positivo	corto	751	912	358	416	306	354	259	298	216	247	176	199	137	153
		Largo	191	212	152	168	146	163	142	158	140	156	138	154	137	153

⁷⁷ Altamirano, B. "Apuntes de concreto I". Pág. 21

5.5.4.4) Determinación de momentos actuantes en losa 2d para DET y DRU

5.5.4.4.1) Cargas actuantes.

$$C_m = h \times \gamma_{\text{concreto}} \quad (\text{Ec. 4.4})$$

Carga muerta:

Peso propio panel Qualylosa tipo 3.25: 3.85 kg/m^2 .

Capa de concreto: $0.05\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 120 \text{ kg/m}^2$.

Capa de mortero: $0.015\text{m} \times 2000 \text{ kg/m}^3 = 30 \text{ kg/m}^2$.

Impermeabilizante = 20 kg/m^2 .

$$C_m = 173.85 \text{ kg/m}^2.$$

Carga viva:

$P = 0.15 > 0.05 \rightarrow$ usar carga viva incidental = 20 kg/m^2 .

$$W = c_m + c_v \quad (\text{Ec. 4.9})$$

Carga total: $W = 193.85 \text{ kg/m}^2$.

Método DDF, losa de esquina.

$$W = 193.85 \text{ kg/m}^2.$$

$$M_{\text{act}} = (\alpha) (W) (a_1)^2 \quad (\text{Ec. 4.43})$$

$$M_{\text{act}} = (0.194 \text{ t/m}^2) (3.04\text{m})^2 \alpha = 1.79\alpha.$$

$$\beta = a_1 / a_2 = 3.04 / 5.82 = 0.5223 = 0.6 \quad (\text{Ec. 4.42})$$

Tabla N° 5.2 Momentos actuantes por DET

Tablero	Momento	Claro	W x a1	α	M actuante (tm)
De esquina 2 lados adyacentes discontinuos	Negativo borde interior	Corto	1.79	0.053	0.095
		Largo	1.79	0.0455	0.0814
	Negativo borde discontinuo	Corto	1.79	0.0321	0.06
		Largo	1.79	0.0248	0.0434
	Positivo	Corto	1.79	0.0306	0.054
		Largo	1.79	0.0146	0.0256

5.5.4.4.3) Momentos actuantes en losa 2d por DRU.

$$Wu = (1.2 \text{ cm}) + (1.6 \text{ cv}) \quad (\text{Ec. 4.2})$$

$$Wu = 1.2 (173.85 \text{ kg/m}^2) + 1.6 (20 \text{ kg/m}^2) = 240.62 \text{ kg/m}^2 = 0.2406 \text{ t/m}^2.$$

$$M_{\text{act}} = (\alpha) (W) (a_1)^2 = (0.2406 \text{ t/m}^2) (3.04\text{m})^2 \alpha = 2.22 \alpha \quad (\text{Ec. 4.43})$$

Tabla N° 5.3 Momentos actuantes por DRU

Tablero	Momento	Claro	W x a1	α	M actuante (tm)
De esquina 2 lados adyacentes discontinuos	Negativo borde interior	Corto	2.2	0.053	0.117
		Largo	2.2	0.0455	0.10
	Negativo borde discontinuo	Corto	2.2	0.0321	0.07
		Largo	2.2	0.0248	0.05
	Positivo	Corto	2.2	0.0306	0.07
		Largo	2.2	0.0146	0.032

5.5.4.5) Revisión de deformaciones.

Caso I: cuando no existen elementos estructurales que se puedan dañar (no existen vigas o columnas metálicas).

$$\frac{l}{240} + 0.5cm = \frac{582}{240} + 0.5 = 2.925 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 4.23. A})$$

5.5.4.6) Revisión de Resistencia de losa (Qualylosa tipo 3.25)

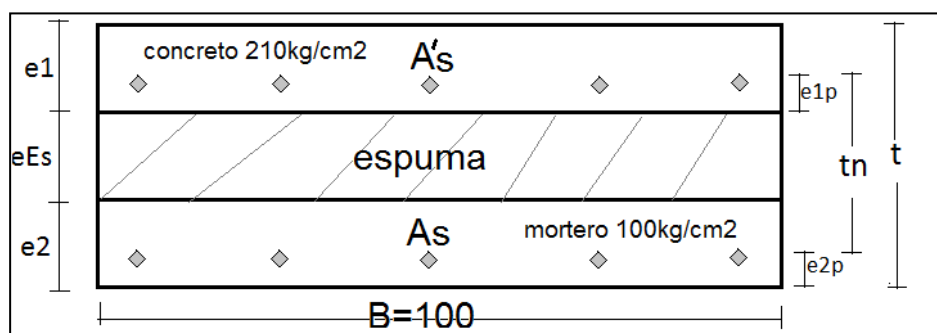


Figura N° 4.2 Detalle de losa Covintec

Tabla N° 4.6 Características geométricas de losa Covintec.⁷⁸

Tipo	A's(cm ²)	As(cm ²)	e ₁ (cm)	e ₂ (cm)	e _{1p} (cm)	E _{2p} (cm)	eEs(cm)	tn(cm)	t(cm)
3.25	0.879	1.44	5	1.5	0.95	0.95	8.26	10.16	14.76
4.06	0.879	1.93	6	1.5	0.95	0.95	8.26	10.16	15.76
5.01	0.879	2.91	6	1.5	0.95	0.95	8.26	10.16	15.76
5.01	0.879	2.91	7	1.5	0.95	0.95	8.26	10.16	16.76

⁷⁸ Covintec Vanguardia en Construcción, op cit., p. 18.

5.5.4.6.1) Revisión de Resistencia de Qualylosa según el fabricante (folleto Covintec, Hopsa).

5.5.4.6.1.1) Criterio Elástico.

5.5.4.6.1.1.1) Relación modular (ns):

$$ns = \frac{Es}{Ec} = \frac{2.08 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2}{169,705.63 \text{ kg/cm}^2} = 12.24 \quad (\text{Ec. 4.44})$$

Es: módulo de elasticidad del acero.

Ec: módulo de elasticidad del concreto= $12000\sqrt{210} = 169,705.63 \text{ kg/cm}^2$

(Ec. 6.30)

5.5.4.6.1.1.2) Peralte efectivo (d)

$$d = t - 0.55 = 14.76 \text{ cm} - 0.55 \text{ cm} = 14.21 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 4.46})$$

5.5.4.6.1.1.3) Determinación de Kd.

$$Kd = \frac{-B + \sqrt{B^2 + 4C}}{2} \quad (\text{Ec. 4.47})$$

$$B = \frac{ns (A''s + As)}{50} = \frac{12.24(0.879 \text{ cm} + 1.44 \text{ cm})}{50} = 0.567 \quad (\text{Ec. 4.48})$$

$$C = \frac{ns}{50} (A''s (e_1 - 0.95) + As d)$$

$$C = \frac{12.24}{50} (0.879 (5 \text{ cm} - 0.95) + 1.44(14.21)) = 5.88 \quad (\text{Ec. 6.23})$$

$$Kd = \frac{-B + \sqrt{B^2 + 4C}}{2} = \frac{-0.5677 + \sqrt{0.5677^2 + 4(5.88)}}{2} = 2.16 \quad (\text{Ec. 4.47})$$

5.5.4.6.1.1.4) Inercia

$$I_e = \frac{100 (kd)^3}{3} - [(nsA''s(e_1 - 0.95 - kd)^2) + nsAs(d - kd)^2] \quad (Ec. 4.50)$$

$$I_e = \frac{100 (2.16)^3}{3} - [(12.24 \times 0.879 (5 - 0.95 - 2.16)^2) + 12.24 \times 1.44 (14.21 - 2.16)^2]$$

$$I_e = 2934 \text{ cm}^4$$

5.5.4.6.1.1.5) Momentos resistentes de losa Covintec

5.5.4.6.1.1.5.1) momento que resiste el concreto (M_E).

$$M_E = I_e \frac{(0.45 F_c)}{kd} = 2934 \frac{\left(0.45 \left(\frac{210 \text{ kg}}{\text{cm}^2}\right)\right)}{2.16 \text{ cm}} = 128,362.5 \text{ kg.m}$$

$$M_E = 1.2836 \text{ t.m} \quad (Ec. 4.51)$$

5.5.4.6.1.1.5.2) Momento que resiste el acero (M_e)

$$M_e = I_e \frac{(0.6 F_y)}{ns(d - kd)} = 2934 \frac{(0.6(6940))}{12.24(14.21 - 2.16)} = 82,800 \text{ kg.m}$$

$$= 0.828 \text{ t.m} \quad (Ec. 4.52)$$

Tabla N° 5.4 Tabla resumen de resistencia de losa Covintec según fabricante⁷⁹

Tipo	d(cm)	Kd(cm)	Ie(cm ⁴)	Me(kg.cm)	Ns
3.25	14.21	2.16	2,934	82,800	12.24
4.06	15.21	2.55	3,784	101,719	12.24
5.01	15.21	3.02	6,255	174,563	12.24
5.01	16.21	3.15	7,208	187,557	12.24

⁷⁹ Ibid., p. 20

5.5.4.6.1.2) Revisión de deformación vertical.

5.5.4.6.1.2.1) Deformación a largo plazo

$$\Delta t = \Delta i + \lambda \Delta ip \quad (Ec. 4.53)$$

5.5.4.6.1.2.1.1) Deformación instantánea para carga total (Δi)

$$W_{cm} = 173.85 \text{kg/m}^2 = 0.0174 \text{kg/cm}^2.$$

$$W_{cv} = 20 \text{kg/m}^2 = 0.002 \text{kg/cm}^2.$$

α : usar 0.47, para alta restricción en momento $wl^2 / 8$

Tabla N° 4.7 valores de α ⁸⁰

Condición	Momento negativo	A
Articulado	0	1.00
Poca restricción	$wL^2/40$	0.76
Mediana restricción	$wL^2/30$	0.68
Alta restricción	$wL^2/18$	0.47
Empotramiento	$wL^2/12$	0.20

$$\Delta i = \frac{5\alpha (W_{cm} + W_{cv})L^4}{384Ec Ie} = \frac{5(0.47) (0.0174 + 0.002)(582)^4}{384(169,705.63)(2934)}$$

$$= 0.0274 \text{cm} \quad (Ec. 4.54)$$

5.5.4.6.1.2.1.2) Deformación instantánea por carga muerta (Δip).

$$\Delta ip = \frac{5\alpha (W_{cm})L^4}{384Ec Ie} = \frac{5(0.47) (0.0174)(582)^4}{384(169,705.63)(2934)} = 0.024 \text{ cm} \quad (Ec. 4.55)$$

⁸⁰ Ibid., p. 23.

5.5.4.6.1.2.1.3) Factor de flujo plástico (λ).

$$p = \frac{A''_s}{bd} = \frac{0.879\text{cm}^2}{100\text{cm} \times 14.21\text{cm}} = 0.0006 \quad (\text{Ec. 4.74})$$

$$\lambda = \frac{2}{1 + 50p''} = \frac{2}{1 + 50(0.006)} = 1.94 \quad (\text{Ec. 4.57})$$

$$\Delta t = \Delta i + \lambda \Delta i p = (0.0274) + (1.94(0.0245)) = 0.075 \quad (\text{Ec. 4.53})$$

5.5.4.6.2) Revisión de losa por análisis de concreto reforzado.

La losa actúa como viga extendida, el concreto asume los esfuerzos a tensión que produce el M_o actuante.

Al ser una losa en 2d, posee M_o actuante positivo y negativo, por lo cual hay que revisar si dicha losa resiste estos esfuerzos.

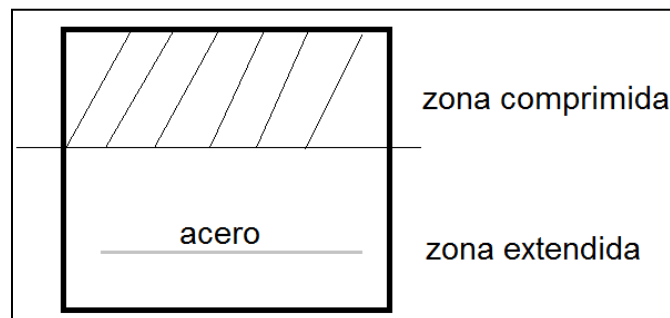


Figura N° 5.12 Momento actuante positivo

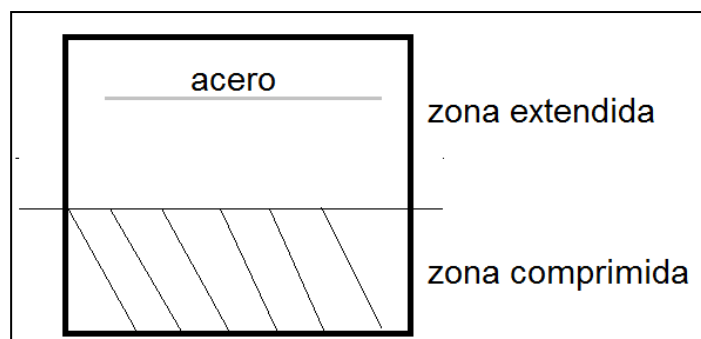


Figura N° 5.13 Momento actuante positivo

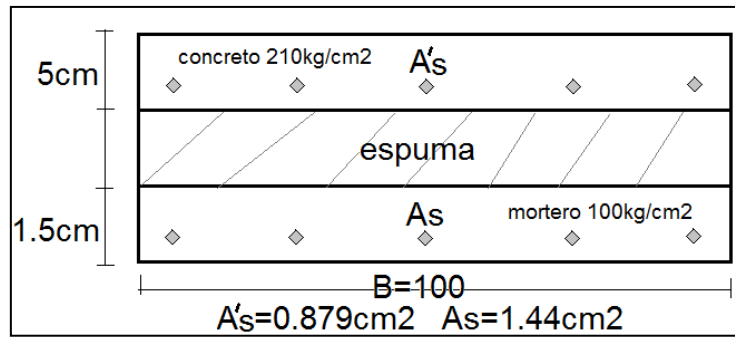


Figura N° 5.14 Detalle de Losa

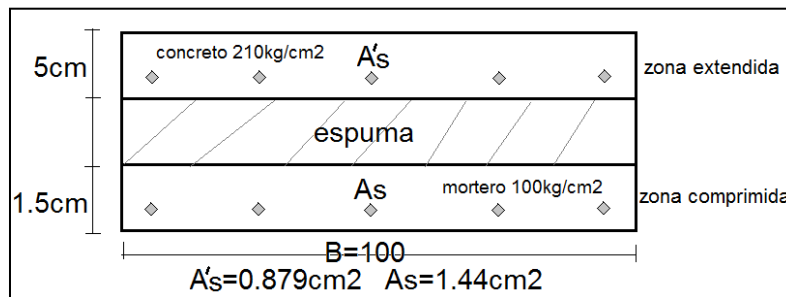


Figura 5.15 Momento actuante negativo

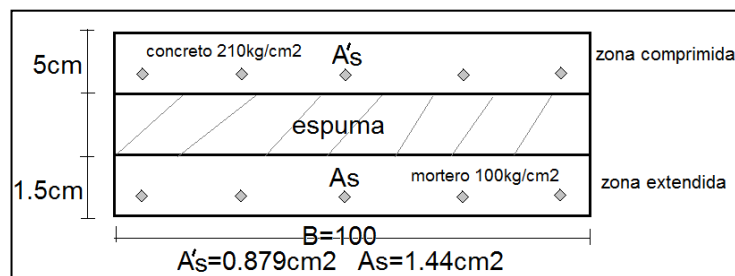


Figura 5.16 Momento actuante positivo

5.5.4.6.2.1) Revisión por DET.

5.5.4.6.2.1.1) Mo actuante positivo.

5.5.4.6.2.1.1.1) Zona comprimida.

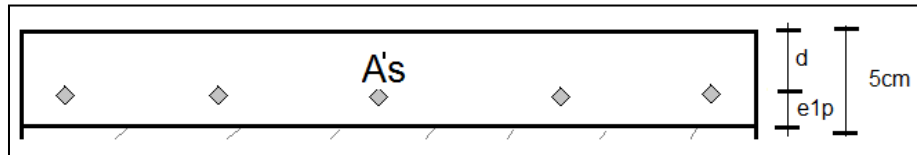


Figura N° 5.17 Detalle de zona comprimida

$$d_{\text{real}} = d_{\text{ant}} - e_{1p} = 5\text{cm} - 0.95\text{cm} = 4.05\text{cm} \quad (\text{Ec. 4.58})$$

$$\text{area de concreto} = d_{\text{ant}} \times b = 5\text{cm} \times 100\text{cm} = 500\text{cm}^2 \quad (\text{Ec. 4.59})$$

$$\text{Area real de concreto} = d_{\text{real}} \times b = 4.05\text{cm} \times 100\text{cm} = 405\text{cm}^2 \quad (\text{Ec. 4.60})$$

$$\% \text{ de acero} = 0.879 / 405 = 0.22\% \quad (\text{Ec. 4.61})$$

Concreto 210 kg/cm², n: relacion modular =10, p=0.0022, pn=0.022, 2pn=0.044, pn²=0.0005.

K: factor de profundidad en el eje neutro.

$$k = \sqrt{2pn + pn^2} - pn = \sqrt{0.044 + 0.0005} - 0.022 = 0.18 \quad (\text{Ec. 4.62})$$

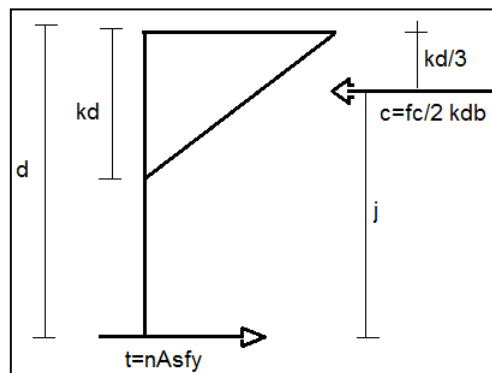


Figura 4.4 Detalle de eje neutro

$$jd = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.18}{3} = 0.94 \quad (\text{Ec. 4.63})$$

Capacidad resistente (R), donde $f'c = 2/3$ (210kg/cm^2)

$$R = \frac{f'c}{2} kj = \frac{140}{2} (0.18)(0.94) = 11.84 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 4.64})$$

5.5.4.5.6.2.1.1.2) Momento resistente concreto (capa a compresión).

$$Mr = \left(\frac{f'c}{2} kdb \right) (jd) = Rbd^2 = (11.84)(100)(4.05)^2 = 19,420 \text{ kg.cm} \quad \text{Ec. 4.65}$$

Momento que resiste solo la capa comprimida de concreto= 0.22t.m.

5.5.4.6.2.1.1.3) Momento extra que aporta el acero (A's) en la capa comprimida.

(Mrs)

$Fy = 6940 \text{kg/cm}^2$, trabaja a 60%= 4164kg/cm^2 .

$A's = 0.879 \text{cm}^2$.

$$Mrs = (A's) (F'y) (tn) \quad (\text{Ec. 4.66})$$

$$Mrs = (0.879 \text{cm}^2)(4164 \text{kg/cm}^2)(10.16 \text{cm}) = 37,187.19 \text{kg.cm} = 0.3719 \text{ t.m}$$

5.5.4.6.2.1.2) Zona extendida

El mortero solo sirve para recubrir, el acero es quien asume los esfuerzos.

$$Mrs = (A's) (F'y) (tn) \quad (\text{Ec. 4.66})$$

$$Mrs = (1.44)(4164)(10.16) = 60,920.8 \text{kg.cm} = 0.61 \text{ t.m}$$

Tabla N° 5.5 Resumen de resistencia armado positivo (DET).

Zona	Material	Mo resistente(tm)	Mo total resistente(tm)
Comprimida	Concreto	0.19	0.562
	Acero	0.372	
Extendida	Mortero	-	0.61
	Acero	0.61	

5.5.4.6.2.1.2) Momento actuante negativo (DET).

5.5.4.6.2.1.2.1) Zona extendida.

Concreto resuelve a compresión y no a tensión, en este caso la capa de concreto está en tensión por lo tanto solo actúa el acero.

$$M_{rs} = (A's) (F'y)(tn)$$

$$M_{rs} = (0.879)(4164)(10.16) = 37,187.19 \text{ kg.cm} = 0.3719 \text{ tm} \quad (\text{Ec. 4.66})$$

5.5.4.6.2.1.2.2) Zona comprimida.

Mortero: 100 kg/cm^2 : fm

$$\begin{aligned} E_m &= (\gamma m)^{1.5} (0.14) \sqrt{f_m} = (2000)^{1.5} (0.14) (\sqrt{100}) \\ &= 125220 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Ec. 4.67}) \end{aligned}$$

$$E_s = 2.08 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2.$$

Relación modular(n)

$$n = \frac{2.08 \times 10^6}{125,220} = 17 \quad (\text{Ec. 4.68})$$

$$b=100\text{cm}, d=0.95 (e1p), A=95\text{cm}^2.$$

$$\% \text{acero} = 1.44 \text{cm}^2 / 95 \text{cm}^2 = 0.015$$

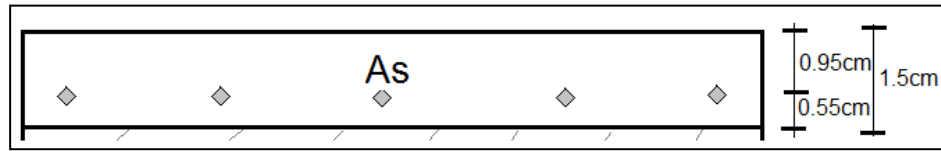


Figura 5.18 Detalle de zona comprimida (mortero)

mortero 100 kg/cm^2 , n:relacion modular =17, $p=0.015$, $pn=0.255$, $2pn=0.51$
 $pn^2=0.065$.

K: factor de profundidad en el eje neutro.

$$k = \sqrt{2pn + pn^2} - pn = \sqrt{0.51 + 0.065} - 0.255 = 0.5033 \quad (\text{Ec. 4.62})$$

$$jd = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.5033}{3} = 0.83 \quad (\text{Ec. 4.63})$$

$$Fm = 2/3(100 \text{ kg/cm}^2) = 67 \text{ kg/cm}^2.$$

Capacidad resistente(R). $f'c = 2/3 (100 \text{ kg/cm}^2)$

$$R = \frac{fm}{2} kj = \frac{67}{2} (0.5033)(0.83) = 14 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 4.64})$$

5.5.4.6.2.1.2.1.1) Momento resistente mortero (capa a compresión).

$$\begin{aligned} Mr &= \left(\frac{fm}{2} kdb \right) (jd) = Rbd^2 = (14)(100)(0.83)^2 = 964.46 \text{ kg.cm} \\ &= 0.0124 \text{ t.m} \quad (\text{Ec. 4.65}) \end{aligned}$$

5.5.4.6.2.1.2.1.2) Momento extra que aporta el acero(As) en la capa comprimida.
(Mrs)

$$Mrs = (A's) (F'y) (\text{tn})$$

$$Mrs = (1.44)(4164)(10.16) = 60,920.8 \text{ kg.cm} = 0.61 \text{ t.} \quad (\text{Ec. 4.66}) .$$

Tabla N° 5.6 Tabla resumen de resistencia de armado negativo

Zona	Material	Mo resistente(tm)	Mo total resistente(tm)
Comprimida	Mortero	0.0096	0.62
	Acero	0.61	
Extendida	Concreto	-	0.371
	Acero	0.371	

5.5.4.6.2.2) Revisión por DRU.

5.5.4.6.2.2.1) Momento actuante positivo.

5.5.4.6.2.2.1.1) Zona comprimida.

$$a = \frac{((A's)(fy))}{(0.85)(fc)(b)} = \frac{(0.879)(4164)}{(0.85)(210)(100)} = 0.20 \quad (\text{Ec. 4.69})$$

$$d = 5\text{cm} - e_1p = 5 - 0.95 = 4.05\text{cm} \quad (\text{Ec. 4.58})$$

5.5.4.6.2.2.1.1.1) Momento último de mortero en zona comprimida (M_{uc}).

$$\begin{aligned} M_{uc} &= (0.85)(fc)(ab) \left(d - \frac{a}{2} \right) = (0.85)(210)(100 \times 0.2) \left(4.05 - \frac{0.2}{2} \right) \\ &= 14,101.5\text{kg.cm} = 0.1410\text{ t.m} \quad (\text{Ec. 4.71}) \end{aligned}$$

5.5.4.6.2.2.1.1.2) Momento último de acero (M_{us})

$$\begin{aligned} M_{us} &= (\emptyset)(fy)(A's) \left(d - \frac{a}{2} \right) = (0.9)(4164)(0.879) \left(4.05 - \frac{0.2}{2} \right) = 13,011\text{kg.cm} \\ &= 0.13\text{t.m} \quad (\text{Ec. 4.72}) \end{aligned}$$

5.5.4.6.2.2.1.2) Zona extendida.

$$d = t - e_2p = 14.76\text{cm} - 0.95\text{cm} = 13.8\text{cm} \quad (\text{Ec.4.73})$$

5.5.4.6.2.2.1.2.1) Momento ultimo de acero (Mus)

$$Mus = (\phi)(fy)(As) \left(d - \frac{a}{2} \right) = (0.9)(4164)(1.44) \left(13.8 - \frac{0.2}{2} \right) = 73,987kg.cm$$

$$= 0.74t.m \quad (\text{Ec. 4.72})$$

5.5.4.6.2.2.2) Momento último Balanceado (Mu)

$$p = \frac{1.44cm^2}{(100cm)(13.81cm)} = 0.001 \quad (\text{Ec. 4.74})$$

$$q = p \frac{fy}{fc} = (0.001) \left(\frac{4164}{210} \right) = 0.0198 \quad (\text{Ec.4.75})$$

$$Mu = \phi fmbd^2 q (1 - 0.59q) = (0.9)(100)(100)(11.11)^2 (0.0333)(1 - 0.59(0.0333))$$

$$= 35,926.15kg.cm = 0.3593t.m \quad (\text{Ec. 4.76})$$

Tabla N° 5.7 Resumen de resistencia Momento actuante Positivo (DRU)

Zona	Material	Mo resistente (tm)	Mo total resistente(tm)
Comprimida	Concreto	0.141	0.27
	Acero	0.13	
Extendida	Mortero	-	0.74
	Acero	0.74	
Ambas	Mu Balanceado		0.705

5.5.4.6.2.2.4) Momento actuante negativo.

5.5.4.6.2.2.4.1) Zona comprimida.

$$Fm=100 \text{ kg/cm}^2.$$

$$a = \frac{((A's)(fy))}{(0.85)(fm)(b)} = \frac{(1.44)(4164)}{(0.85)(100)(100)} = 0.7054 \quad (\text{Ec 4.69})$$

$$d= e_1p=0.95cm.$$

5.5.4.6.2.2.4.1.1) Momento último de mortero en zona comprimida (Muc).

$$Muc = (0.85)(fm)(ab) \left(d - \frac{a}{2} \right) = (0.85)(100)(100 \times 0.74) \left(0.95 - \frac{0.74}{2} \right)$$

$$Muc = 3,648.2kg.cm = 0.0365 t.m \quad (\text{Ec. 4.71})$$

5.5.4.6.2.2.4.1.2) Momento último de acero (Mus)

$$Mus = (\phi)(fy)(A's) \left(d - \frac{a}{2} \right) = (0.9)(4164)(1.44) \left(0.95 - \frac{0.74}{2} \right) = 3,130kg.cm$$

$$Mus = 0.0313t.m \quad (\text{Ec.4.72})$$

5.5.4.6.2.2.4.2) Zona extendida.

$$d=tn - e_2p=10.16- 0.95=11.11cm \quad (\text{Ec. 4.73})$$

5.5.4.6.2.2.4.2.1) Momento último de acero (Mus)

$$Mus = (\phi)(fy)(As) \left(d - \frac{a}{2} \right) = (0.9)(4164)(0.879) \left(11.11 - \frac{0.74}{2} \right) = 35,379kg.cm$$

$$= 0.3538t.m \quad (\text{Ec. 4.72})$$

5.5.4.6.2.2.4.2.2) Momento último Balanceado (Mu)

$$p = \frac{0.879cm^2}{(100)(11.11)} = 0.0008 \quad (\text{Ec. 4.74})$$

$$q = p \frac{fy}{fc} = (0.008) \left(\frac{4164}{210} \right) = 0.0333 \quad (\text{Ec. 4.75})$$

$$Mu = \phi fcbd^2q (1 - 0.59q) = (0.9)(100)(100)(11.11)^2(0.0333)(1 - 0.59(0.0333))$$

$$= 35,926.15kg.cm = 0.3593t.m \quad (\text{Ec. 4.76})$$

Tabla N° 5.8 Resumen de resistencia Momento actuante Positivo (DRU)

Zona	Material	Mo resistente(tm)	Mo total resistente(tm)
Comprimida	Mortero	0.0365	0.0678
	Acero	0.0313	
Extendida	Concreto	-	0.354
	Acero	0.354	
Ambas	Mu Balanceado		0.359

5.5.4.7) REVISION FINAL

Tabla N° 5.9 DET

	Mo Max actuante (tm)	<	Mo resistente (tm)	✓
Positivo	0.054	<	0.61	✓
Negativo	0.095	<	0.62	✓

Tabla N° 5.10 DRU

	Mo Max actuante (tm)	<	Mo resistente (tm)	✓
Positivo	0.07	<	0.705	✓
Negativo	0.117	<	0.359	✓

Tabla N° 5.11 Deformación vertical a largo plazo

Deformación vertical existente(cm)	<	Deformación resistente(cm)	Cumple
0.075	<	2.925	✓

Cumple en todos los casos

5.5.5 Revisión de muro (folleto Covintec)

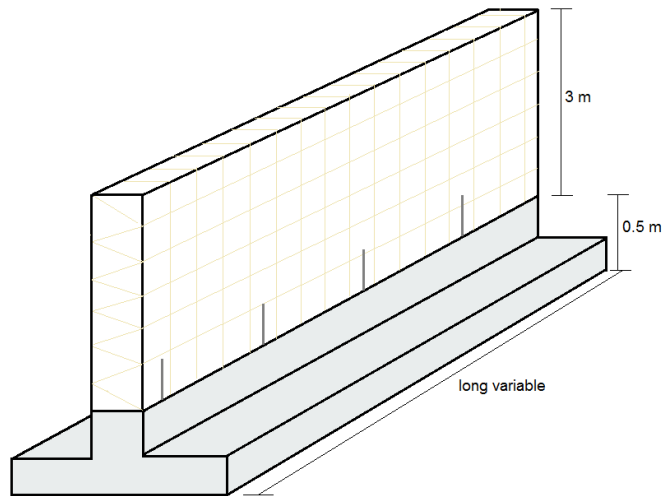


Figura N°5.19 Descripción general de muro de panel Covintec

5.5.5.1) Muro en dirección Y

5.5.5.1.1) Datos

Panel Covintec (tipo 1 de 4'')

Características según el fabricante

Carga axial resistente: 11,258 kg/m

Resistencia al cortante: 7,757 kg/m

Mortero: 100 kg/cm²

Fsismica: 8,833.05 kg= 609.37 kg/m = 203.18 kg/m²

Peso sin repello = 3.10 kg/ m² (2.40 m)

Esfuerzo útil de mortero= 0.85 f'm = 85 kg/cm²

AS= 1.46 cm²

5.5.5.1.2) Calculo de resistencia a carga vertical

5.5.5.1.2.1) Criterio basado en esfuerzo de diseño

$$P_R = F_D A_T \quad (\text{Ec. 4.24})$$

$$A_T = tL \quad (\text{Ec.4.25})$$

Tabla N° 4.2 Esfuerzo de diseño⁸¹

Espesor del panel (pulg)	Esfuerzo de diseño f_d (kg/cm²)
4"	12
3"	10
2"	8

$F_D =$ esfuerzo de diseño (tabla 6.1) = 12 kg /cm²

$T =$ espesor= 13 cm

$L = 5.82 \text{ m} = 582 \text{ cm}$

$$A_T = 13\text{cm} (582\text{cm}) = 7,566 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec.4.25})$$

$$P_R = 12 \text{ kg/cm}^2 (7,566 \text{ cm}^2) = 90,792 \text{ kg} \quad (\text{Ec.4.24})$$

5.5.5.1.2.2) Criterio como muro de mampostería

$$P_R = F_R F_E P_O \quad (\text{Ec.4.26})$$

P_O : carga axial resistente como muro corto

$$P_O = 2t_p L F_m + 2 A_s p F_s \quad (\text{Ec.4.27})$$

$T_p =$ espesor de una capa de mortero = 2.5 cm

$L = 5.82 \text{ m}$

⁸¹ Ibid., p. 14.

$F_m = 85 \text{ kg/cm}^2$ (mortero)

A_{SP} = área de acero de una de las caras

1.46 cm^2 en 2.4 m

$3/2.4 = 1.25 \Rightarrow 1.46 \times 1.25 = 1.825 \text{ cm}^2$

$\frac{1.825 \text{ cm}^2}{2 \text{ cara}} = 0.9125 \text{ cm}^2/\text{cara}$

$F_s = 4,000 \text{ kg/cm}^2$ (acero)

$P_o = 2(2.5 \text{ cm}) (582 \text{ cm}) (85 \text{ kg/cm}^2) + 2(0.9125 \text{ cm}^2) (4,000 \text{ kg/cm}^2) = 254,650 \text{ kg}$
(Ec. 4.27)

F_E : factor de reducción por excentricidad y esbeltez

$$F_E = \left(1 - \frac{2e''}{t}\right) \left(1 - \frac{(H'')^2}{30t}\right) \quad (\text{Ec. 4.28})$$

$$e'' = ec + \left(\frac{t}{24}\right) \quad (\text{Ec. 4.29})$$

$t = 13 \text{ cm}$

$$ec = \frac{t}{6} = \frac{13}{6} = 2.17 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 4.36})$$

$$e'' = 2.17 + \frac{13}{24} = 2.7117 \quad (\text{Ec. 4.29})$$

H'' = altura efectiva del muro

H = altura neta restringida

$H'' = H$, para muro exterior en que se apoya losa

$H'' = 3 \text{ m}$

$$F_E = \frac{(1 - 2(2.7117 \text{ cm}))}{13 \text{ cm}} \left(1 - \left(\frac{300 \text{ cm}}{30(13 \text{ cm})}\right)\right) = 0.07 \quad (\text{Ec. 4.28})$$

$$F_E = 0.07$$

$$F_R = 0.6, \text{ Flexión y carga axial}$$

$$P_R = 0.6 (0.07) (254,650) = 10,695.3 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 4.26})$$

$$F_R = 0.8 \text{ cortante}$$

$$P_R = 0.8 (0.07) (254,650) = 14,260.4 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 4.26})$$

5.5.5.1.3) Calculo de resistencia a carga lateral

5.5.5.1.3.1) Criterio como muro de concreto

$$F'm = 0.8 F_m = 80 \text{ kg/cm}^2, t_p = 2.5 \text{ cm}, t = 13 \text{ cm}, F_r = 0.8, AT = 7,566 \text{ cm}^2.$$

$$V_r = F_r V^* A_t \quad (\text{Ec. 4.33})$$

$$V^* = 0.85 \sqrt{F'm \frac{2t_p}{t}} \quad (\text{Ec. 4.34})$$

$$V^* = 0.85 \sqrt{\left(80 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right) \left(2 \frac{2.5 \text{ cm}}{13 \text{ cm}}\right)} = V^* = 4.71 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_r = 0.8 (7,566 \text{ cm}^2) (4.71 \text{ kg/cm}^2) = 28,508.69 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 4.33})$$

Usando valores prácticos de tabla 4.3 para V^*

Tabla N° 4.3 Valores de v^*

Espesor del panel (pulg)	Espesor total t (cm)	Esfuerzo cortante V^* (kg/cm ²)	
		Calculado	Practico
2"	8.18	6.01	6
3"	10.72	5.33	5
4"	13.26	4.7	4

$$V^* = 4 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_r = 0.8 (4) (7,566) = 24,211.2 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 4.33})$$

5.5.5.1.3.2) Criterio como muro de mampostería

$$V_r = F_r (0.5 V^* m A_T + 0.3 P) \quad (\text{Ec. 4.37})$$

$$V^* m = \sqrt{F' m \frac{2tp}{t}} \quad (\text{Ec. 4.38})$$

P = carga vertical de servicio

$$F^* m = 0.8 F_m = 80 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_r = 0.8$$

$$A_T = 7,566 \text{ cm}^2$$

$$V^* m = \sqrt{(80 \text{ kg/cm}^2) \left(\frac{2(2.5 \text{ cm})}{13 \text{ cm}}\right)} = 5.55 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 4.38})$$

$$V_r = (0.8) (((0.5) (5.5) (7,566)) + (0.3 (P))) = 16,645.2 + 0.24P$$

$$P = 2004.02 \text{ kg}$$

$$V_r = 16645.2 + 0.24 (2,004.2) = 17,126.2 \text{ Kg} \quad (\text{Ec. 4.37})$$

Usando valores prácticos de $V^* m$ tabla 4.4.

Tabla N° 4.4 Valores prácticos de $V^* m$

Espesor del panel (pulg)	Espesor total t (cm)	Esfuerzo cortante $V^* m$ (kg/cm ²)	
		Calculado	Practico
2"	8.18	7.07	7
3"	10.72	6.32	6
4"	13.26	5.5	5

$$V^* m = 5.$$

$$V_r = (0.8) \left((0.5)(5)(7566) + 0.3 P \right) = 15,132 + 24 P$$

$$V_r = 15,613 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 4.37})$$

5.5.5.1.4) Revisión de fuerzas actuantes en muro Y.

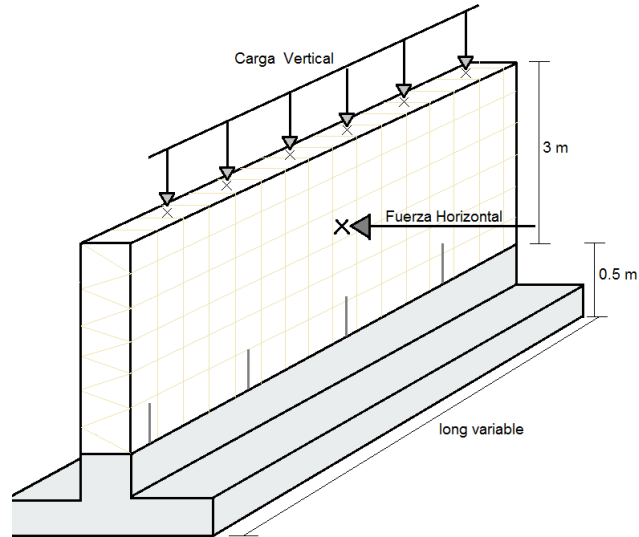


Figura N° 5.20 Fuerzas actuantes en muro

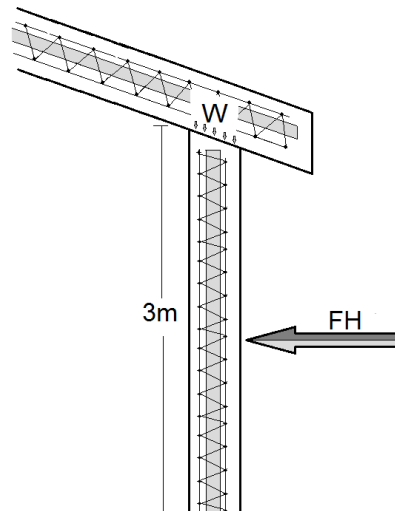


Figura N° 5.21 Cargas actuantes a muro vista en corte.

Revisión a carga vertical

$$\text{Área tributaria} = \Sigma A = A_{11} + A_5 = 6.56 \text{ m}^2 + 1.77 \text{ m}^2 = 8.33 \text{ m}^2. \quad (\text{Ec. 4.40})$$

$$L = 582 \text{ cm.}$$

$$W = 240.6 \text{ kg/m}^2. \text{ (DRU)}$$

$$\text{Carga vertical de servicio} = \text{área tributaria} \times W \quad (\text{Ec. 4.6})$$

$$\text{Carga} = 8.33 \text{ m}^2 \times 240.6 \text{ kg/m}^2 = 2,004.2 \text{ kg.}$$

Revisión de resistencia vertical del muro a carga vertical

$$\text{Por esfuerzo de diseño: } 90,792 \text{ kg} > 2,004.2 \text{ kg} \checkmark.$$

$$\text{Por esfuerzo como muro de mampostería: } 10,695 > 2,004.2 \checkmark$$

Revisión a carga horizontal.

Carga horizontal = fuerza sísmica

$$Ch = 8,833.5 \text{ kg.}$$

Resistencia al cortante calculada, criterio muro de concreto, $V_r = 17,126.2 \text{ kg.}$

$$8,833.5 \text{ kg} < 17,126.2 \text{ kg} \checkmark$$

Criterio muro de mampostería, $V_r = 15,613 \text{ kg.}$

$$8,833.5 < 15,613 \text{ kg} \checkmark.$$

5.5.5.2) Muro en dirección X

5.5.5.2.1) Datos

Panel Covintec (tipo 1 de 4")

Características según el fabricante

Carga axial resistente: 11,258 kg/m

Resistencia al cortante: 7,757 kg/m

Mortero: 100 kg/cm²

Fsismica: 8,394.93 kg = 609.53 kg/m = 203.18 kg/m²

Peso sin repello = 3.10 kg/ m² (2.40 m)

Esfuerzo útil de mortero= 0.85 f'm = 85 kg/cm²

AS= 1.46 cm²

5.5.5.2.2) Calculo de resistencia a carga vertical

5.5.5.2.2.1) Criterio basado en esfuerzo de diseño

$$P_R = F_D A_T \quad (\text{Ec. 4.24})$$

$$A_T = t L \quad (\text{Ec. 4.25})$$

$F_D =$ esfuerzo de diseño (tabla 5.18) = 12 kg /cm² = 12 kg/cm²

$T =$ espesor= 13 cm

$L =$ 3.00 m = 300 cm

$$A_T = 13 (300) = 3,900 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 4.25})$$

$$P_R = 12 \text{ kg/cm}^2 (3,900 \text{ cm}^2) = 46,800 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 4.24})$$

5.5.5.2.2.2) Criterio como muro de mampostería

$$P_R = F_R F_E P_O \quad (\text{Ec. 4.26})$$

P_O : carga axial resistente como muro corto

$$P_O = 2tp L F_m + 2 A_{SP} F_s \quad (\text{Ec. 4.27})$$

tp = espesor de una capa de mortero = 2.5 cm

$$L = 3.00 \text{ m}$$

$$F_m = 85 \text{ kg/cm}^2 \text{ (mortero)}$$

A_{SP} = área de acero de una de las caras

$$1.46 \text{ cm}^2 \text{ en } 2.4 \text{ m}$$

$$3/2.4 = 1.25 \Rightarrow 1.46 \times 1.25 = 1.825 \text{ cm}^2$$

$$\frac{1.825 \text{ cm}^2}{2 \text{ cara}} = 0.9125 \text{ cm}^2/\text{cara}$$

$$F_s = 4,000 \text{ kg/cm}^2 \text{ (acero)}$$

$$P_O = 2(2.5 \text{ cm})(300 \text{ cm})(85 \text{ kg/cm}^2) + 2(0.9125 \text{ cm}^2)(4,000 \text{ kg/cm}^2) = 134,800 \text{ kg.}$$

F_E : factor de reducción por excentricidad y esbeltez

$$F_E = \left(1 - \frac{2e''}{t}\right) \left(1 - \frac{(H'')^2}{30t}\right) \quad (\text{Ec. 4.28})$$

$$e'' = ec + \left(\frac{t}{24}\right) \quad (\text{Ec. 4.29})$$

$$t = 13 \text{ cm}$$

$$ec = \frac{t}{6} = \frac{13}{6} = 2.17 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 4.36})$$

$$e'' = 2.17 + \frac{13}{24} = 2.7117 \quad (\text{Ec. 4.29})$$

H'' = altura efectiva del muro

H = altura neta restringida

$H'' = H$, para muro exterior en que se apoya losa

$H'' = 3$ m

$$F_E = \frac{(1 - 2(2.7117 \text{ cm}))}{13 \text{ cm}} \left(1 - \left(\frac{300 \text{ cm}}{30(13 \text{ cm})} \right) \right) = 0.07 \quad (\text{Ec. 4.28})$$

$$F_E = 0.07$$

$F_R = 0.6$, Flexión y carga axial

$$P^R = 0.6 (0.07) (134,800) = 5661.6 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 4.26})$$

$F_R = 0.8$, cortante

$$P_R = 0.8 (0.07) (134,800) = 7,548.8 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 4.26})$$

5.5.5.2.3) Calculo de resistencia a carga lateral

5.5.5.2.3.1) Criterio como muro de concreto

$$F'm = 0.8 F_m = 80 \text{ kg/cm}^2, t_p = 2.5 \text{ cm}, t = 13 \text{ cm}, F_r = 0.8 A_T = 3,900 \text{ cm}^2$$

$$V_r = F_r V^* A_t \quad (\text{Ec. 4.33})$$

$$V^* = 0.85 \sqrt{F'm \frac{2t_p}{t}} \quad (\text{Ec. 4.34})$$

$$V^* = 0.85 \sqrt{\left(80 \text{ kg/cm}^2 \right) \left(2 \frac{2.5 \text{ cm}}{13 \text{ cm}} \right)} = 4.71 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_r = 0.8 (3,900 \text{ cm}^2) (4.71 \text{ kg/cm}^2) = 14,695.2 \text{ kg}$$

Usando valores prácticos de tabla 6.2 para V^*

$$V^* = 4 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_r = 0.8 (4) (3,900) = 12,480 \text{ kg} \quad (\text{Ec. 4.33})$$

5.5.5.2.3.2) Criterio como muro de mampostería

$$V_r = F_r (0.5 V^*m A_T + 0.3 P) \quad (\text{Ec. 4.37})$$

$$V^*m = \sqrt{F^*m \frac{2tp}{t}} \quad (\text{Ec. 4.38})$$

P= carga vertical de servicio

$$F^*m = 0.8 F_m = 80 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Ec. 4.39})$$

$$F_r = 0.8$$

$$A_T = 3,900 \text{ cm}^2$$

$$V^*m = \sqrt{(80) \left(\frac{2(2.5)}{13} \right)} = 5.55 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (\text{Ec. 4.38})$$

$$V_r = (0.8) (((0.5)(5.5)(3,900)) + (0.3 (P))) = 8,580 + 0.24P$$

$$P = 790 \text{ kg.}$$

$$V_r = 16645.2 + 0.24 (790 \text{ kg}) = 8,770 \text{ Kg} \quad (\text{Ec.4.37})$$

Usando valores prácticos de V*m tabla 6.18.

$$V^*m = 5$$

$$V_r = (0.8) (((0.5) (5) (3,900) + 0.3 P) = 7,800 + 24 P$$

$$V_r = 7,990 \text{ Kg} \quad (\text{Ec.4.37})$$

5.5.5.2.4) Revisión de fuerzas actuantes en muro X

Revisión a carga vertical

Área tributaria = 3.28 m^2 .

$L=300 \text{ cm}$.

$W= 240.6 \text{ kg/m}^2$. (DRU)

Carga vertical de servicio= área tributaria x W (Ec. 4.6)

Carga= $3.28 \text{ m}^2 * 240.6 \text{ kg/m}^2= 790 \text{ kg}$.

Revisión de resistencia vertical del muro X a carga vertical

Por esfuerzo de diseño: $93,600 \text{ kg} > 790 \checkmark$.

Por esfuerzo como muro de mampostería: $5,733 > 790 \checkmark$

Revisión a carga horizontal.

Carga horizontal = fuerza sísmica

$Ch =8,304 \text{ kg}$.

Resistencia al cortante horizontal criterio muro de concreto, $V_r= 14,695.2 \text{ kg}$.

$8,304 \text{ kg} < 14,695.2 \text{ kg} \checkmark$.

Criterio como muro de mampostería, $V_r= 8,770 \text{ kg}$.

$8,304 \text{ kg} < 8770 \text{ kg} \checkmark$

5.5.6 ZAPATA

Se diseña zapata para muro más cargado (cuadrante IV) y así dar simetría a estructura.

5.5.6.1) Revisión de esfuerzos a base de zapata.

5.5.6.1.1) Revisión de pesos que actúan en la zapata en dirección X.

5.5.6.1.1.1) Peso de losa

W losa = 174 kg/m² (CM) y 20 kg/ m² (CV).

Área tributaria: A11 + A15=6.56m²+ 1.77 m² = 8.33 m²

Peso muerto= 8.33 m² (174 kg/ m²)= 1,450 kg (Ec.4.6)

Peso vivo= 8.33 m² (20kg/ m²)= 167 kg (Ec.4.5)

5.5.6.1.1.2) peso de muro.

El muro tiene un peso distribuido de 77 kg/m² (ambas caras)

5.5.6.1.1.2.1) Área tributaria vertical= H x Long muro (Ec.4.83)

Área tributaria= 3.0 m * 5.82 m= 17.46 m²

Peso de muro = 17.46 m² x 77 kg/m² = 1,344.42 kg (Ec.4.6)

5.5.6.1.2) Esfuerzos en Zapata

5.5.6.1.2.1) Área de trabajo

Todo el peso de la estructura caerá a la base de la zapata y se distribuyó en un

Área de trabajo = b x L

Área de trabajo = 0.50 m x 5.82 m= 2.91 m².

5.5.6.1.2.2) Losa en 1 dirección.

Zapata es como losa en 1d se deflecta en dirección larga.

$$\frac{5.82m}{0.50m} = 11.64 > 2 . \text{losa en 1d} \quad (\text{Ec.4.42})$$

5.5.6.1.2.3) distribución de peso en área de trabajo

$$W = \frac{p}{a} \quad (\text{Ec. 4.11})$$

$$W_{\text{muro}}(M) = \frac{1,344.42kg}{2.91 \text{ m}^2} = 462 \frac{kg}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{losa}}(M) = \frac{1450 \text{ kg}}{2.91 \text{ m}^2} = 498.3 \frac{kg}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{losa}}(V) = \frac{167 \text{ kg}}{2.91 \text{ m}^2} = 57.4 \frac{kg}{\text{m}^2}$$

5.5.6.1.2.4) conversión de carga distribuida a carga distribuida lineal.

$$W = W * \text{base} \quad (\text{Ec. 4.12})$$

$$W_{\text{muro}}(M) = 462 \frac{kg}{\text{m}^2} (0.50m) = 231 \frac{kg}{m}$$

$$W_{\text{losa}}(M) = 498.3 \frac{kg}{\text{m}^2} (0.50m) = 249.15 \frac{kg}{m}$$

$$W_{\text{losa}}(V) = 57.4 \frac{kg}{\text{m}^2} (0.50m) = 28.7 \frac{kg}{m}$$

5.5.6.1.2.5) peso propio (M) (Ec.4.40)

$$\text{pedestal} = 0.17m * 0.13m * 2400 \frac{kg}{\text{m}^3} = 53.04 \frac{kg}{m}$$

$$\text{base} = 0.50m * 0.3m * 2400 \frac{kg}{\text{m}^3} = 360 \frac{kg}{m}$$

5.5.6.1.2.6) Carga Total y esfuerzos en zapata

(Ec.4.2)

$$Ct = 1.2(CM) + 1.6(CV)$$

$$Ct = 1.2 \left(231 \frac{kg}{m} + 249.15 \frac{kg}{m} + 57.4 \frac{kg}{m} + 413.04 \frac{kg}{m} \right) + 1.6 \left(28.7 \frac{kg}{m} \right)$$

$$= 1186.63 \frac{kg}{m}$$

$$Ra = Rb = \frac{W l}{2} = \frac{1,186.63 \text{ kg/m} * 5.82\text{m}}{2} = 3,453.09 \text{ kg} \quad (Ec. 4.13)$$

$$Mo = \frac{W l^2}{8} = \frac{1,186.63\text{kg/m} * (5.82\text{m})^2}{8} = 5,024.25\text{kg} \cdot \text{cm} = 5.024 \text{ t} \cdot \text{m} \quad (Ec. 4.14)$$

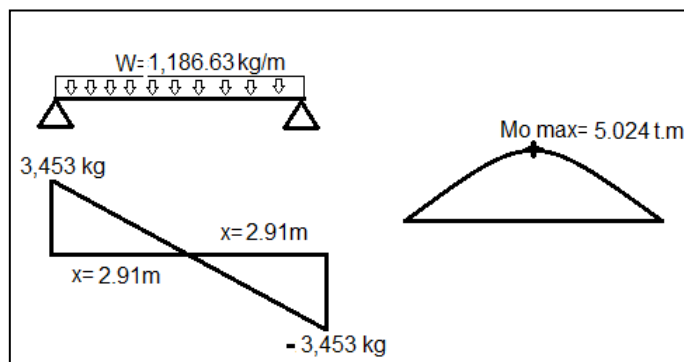


Figura N° 5.22 Detalle de diagramas de momento y cortante

5.5.6.1.3) Revisión de capacidad de zapata

Zapata es losa en 1d de base de 50cm y peralte efectivo de 30 cm, concreto reforzado.

5.5.7.1.3.1) Revisión DRU.

$Fy=2,800 \text{ kg/cm}^2$, $b= 50\text{cm}$, $d=30\text{cm}$, $Fc =210 \text{ kg/cm}^2$, $\Phi= 0.9$.

Proponer acero de refuerzo con un porcentaje de 0.6 %

$$A_s = \frac{p}{100} (b \times d) = \frac{0.6}{100} (50\text{cm} \times 30\text{cm}) = 9 \text{ cm}^2 \quad (\text{Ec. 4.81})$$

$$p = \frac{9\text{cm}^2}{(50\text{cm})(30\text{cm})} = 0.006 \quad (\text{Ec. 4.82})$$

Usar 5 varillas # 5 (9.9 cm²), $\phi = 1.59$ cm.

$$\begin{aligned} \text{dist} \div \text{varillas} &= \frac{b - 2R - (\text{numero de varillas} \times \phi_{\text{var}})}{\text{numero de varillas} - 1} = \frac{50 - 6 - (5(1.59))}{5 - 1} \\ &= 9\text{cm} \quad (\text{Ec. 6.77}) \end{aligned}$$

Colocar la primera varilla a 3cm por la derecha y luego colocar cada 9cm.

$$q = p \frac{f_y}{f_c} = (0.006) \left(\frac{2,800\text{kg/cm}^2}{210\text{kg/cm}^2} \right) = 0.08 \quad (\text{Ec. 4.75})$$

$$\begin{aligned} M_u &= \phi f_c b d^2 q (1 - 0.59q) = (0.9)(210)(50)(30)^2 (0.08) (1 - 0.59(0.08)) \\ &= 648,285.12\text{kg.cm} = 6.4829\text{t.m} \quad (\text{Ec. 4.76}) \end{aligned}$$

5.5.6.2) Revisión de zona crítica en dirección X (cono de penetración)

5.5.6.2.1) transmisión de pesos

5.5.6.2.1.1) peso de losa a muro.

5.5.6.2.1.1.1) peso

Peso losa (M): 1450 kg.

Peso losa (v): 167 kg.

5.5.6.2.1.1.2) Área de descanso de losa en muro

El peso de la losa descansa sobre el muro en un área = $tL = 13\text{cm} (582\text{cm}) = 7566\text{ cm}^2 = 0.7566\text{ m}^2$

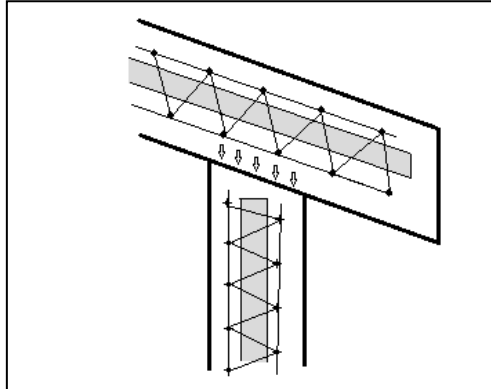


Figura 5.23 Detalle de losa en zona de descanso de muro

5.5.6.2.1.1.3) conversión de peso de losa a carga distribuida en muro.

Por principio de presión, el peso de la losa pasa a ser carga distribuida.

$$W = \frac{p}{a} \quad (\text{Ec. 4.11})$$

$$W_{\text{losa}(M)} = \frac{1450\text{ kg}}{0.7566\text{ m}^2} = 1916.47 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$W_{\text{losa}(V)} = \frac{167\text{ kg}}{0.7566\text{ m}^2} = 220.72 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

5.5.6.2.1.2) Peso de muro

El muro tiene un peso distribuido de 77 kg/m^2 , en un área vertical el cual descansa sobre sí, hasta la base la base de pedestal.

5.5.6.2.1.2.1) Área tributaria vertical = $3.0\text{ m} \times 5.82\text{ m} = 17.46\text{ m}^2$ (Ec.4.83)

5.5.6.2.1.2.2) Peso del muro= $17.46\text{cm}^2 (77 \text{ kg/m}^2)= 1,344.42 \text{ kg}$ (Ec.4.6)

5.5.6.2.1.2.3) Conversión de peso de muro a carga distribuida en pedestal
(Ec.6.72)

$$W_{losa(M)} = \frac{1,344.42 \text{ kg}}{0.7566 \text{ m}^2} = 1,776.923 \text{ kg} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

5.5.6.2.1.3) Carga total que llega a pedestal de zapata (Ec.4.11)

$$Ct = 1.2(1,776.923 + 1,916.47) + 1.6(220.72) = 4,785.22 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

5.5.6.2.2) Esfuerzo actuantes en pedestal y/o cono de penetración

5.5.6.2.2.1) Conversión a carga lineal (Ec.4.81)

$$Wt \times b = 4,785.22 \text{ kg/m}^2 (0.13\text{m}) = 622.08 \text{ kg/m}$$

5.5.6.2.2.2) Momento Actuante (Ec.4.12)

$$M_o = \frac{W l^2}{8} = \frac{622.08\text{kg/m} * (5.82\text{m})^2}{8} = 2,633.92 \text{ kg. cm} = 2.634 \text{ t. m}$$

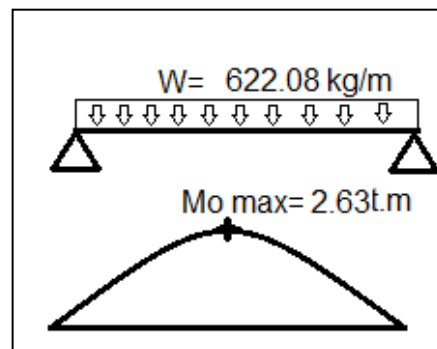


Figura N° 5.24 Momento máximo

5.5.6.2.3) Revisión de resistencia en franja de cono de penetración.

5.5.6.2.3.1) Revisión DRU.

$F_y=2800 \text{ kg/cm}^2$, $b= 13\text{cm}$, $d=30\text{cm}$, $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$, $\Phi= 0.9$.

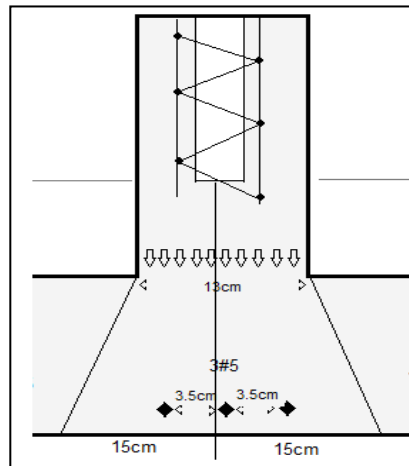


Figura N° 5.25 Zona critica

Acero en cono de penetración, se colocaran 3 de las 5 varillas # 5(5.94 cm²).

$A_s= 5.94\text{cm}^2$.

$$p = \frac{5.94 \text{ cm}^2}{(13\text{cm})(30\text{cm})} = 0.0152 \quad (\text{Ec. 4.74})$$

$$\begin{aligned} \text{dist} \div \text{varillas} &= \frac{b - 2R - (\text{numero de varillas} \times \phi_{\text{var}})}{\text{numero de varillas} - 1} = \frac{13 - 1 - (3(1.59))}{3 - 1} \\ &= 3.5\text{cm} \quad (\text{Ec. 4.82}) \end{aligned}$$

Colocar las 3 varillas en el centro zapata a 18.5 cm del final del patín.

El acero en patín colocar 1 varillas en el centro de cada patín (izquierdo y derecho).

$$q = p \frac{f_y}{f_c} = (0.0152) \left(\frac{2,800}{210} \right) = 0.2031 \quad (\text{Ec. 4.75})$$

$$\begin{aligned}
 Mu &= \phi f_c b d^2 q (1 - 0.59q) = (0.9)(210)(13)(30)^2(0.2031)(1 - 0.59(0.2031)) \\
 &= 395,259.22 \text{ kg.cm} = 3.953 \text{ tm} \quad (\text{Ec. 4.76})
 \end{aligned}$$

$M_o = 3.953 \text{ tm} < 3.05 \text{ t.m}$ ✓ cumple

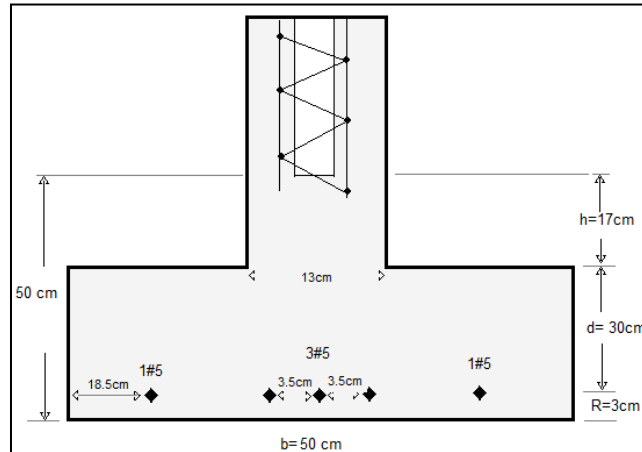


Figura N° 5.26 Detalle de zapata

5.5.6.3) Revisión de zapata en dirección Y

5.5.6.3.1) Cargas Actuantes.

Asumir un metro de fondo en longitud y = 5.82m para revisar y obtener acero de refuerzo.

5.5.6.3.1.1) $W = W * \text{longitud de fondo}$ (Ec 4.84)

$$W_{\text{muro}}(M) = 462 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} (1\text{m}) = 462 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{losa}}(M) = 498.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} (1\text{m}) = 498.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{losa}}(V) = 57.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} (1\text{m}) = 57.4 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

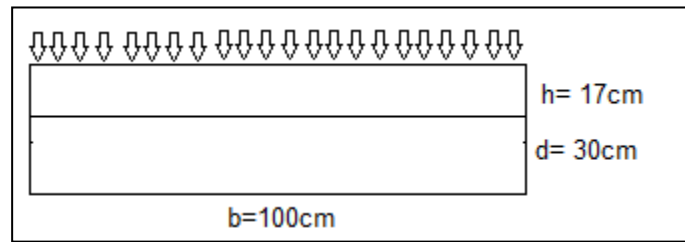


Figura 5.27 Detalle de zapata en dirección Y

5.5.6.3.1.2) Peso propio (M) (Ec.4.4)

$$pedestal = 0.17m * 1m * 2400 \frac{kg}{m^3} = 408 \frac{kg}{m}$$

$$base = 1m * 0.3m * 2400 \frac{kg}{m^3} = 720 \frac{kg}{m}$$

5.5.6.3.1.3) Carga Total y esfuerzos en zapata (Ec.4.2)

$$Ct = 1.2(CM) + 1.6(CV)$$

$$Ct = 1.2 \left(1,128 \frac{kg}{m} + 462 \frac{kg}{m} + 498.3 \frac{kg}{m} \right) + 1.6 \left(57.4 \frac{kg}{m} \right) = 2,598 \frac{kg}{m}$$

5.5.6.3.2) Momento Actuante (Ec.4.14)

$$Mo = \frac{W l^2}{8} = \frac{2,598 * (0.5m)^2}{8} = 81.19 kg.cm = 0.81 t.m$$

5.5.6.3.3) Revisión de capacidad de zapata.

Usar acero al 0.3%. (Ec. 4.81)

$$As = \frac{p}{100} (b \times d) = \frac{0.1}{100} (100cm \times 30cm) = 3 cm^2$$

$$p = \frac{3 cm^2}{(100cm)(30cm)} = 0.001 \quad (Ec. 4.74)$$

$$\begin{aligned} \text{dist} \div \text{varillas} &= \frac{b - 2R - (\text{numero de varillas} \times \phi_{\text{var}})}{\text{numero de varillas} - 1} = \frac{100 - 6 - (3(1.59))}{3 - 1} \\ &= 44\text{cm} \quad (\text{Ec. 4.82}) \end{aligned}$$

Usar 3 #4(3.78cm²) y Colocar las varillas a cada 44cm a partir de izquierda hasta fondo.

$$q = p \frac{f_y}{f_c} = (0.001) \left(\frac{2,800}{210} \right) = 0.0133 \quad (\text{Ec. 4.75})$$

$$\begin{aligned} M_u &= \phi f_c b d^2 q (1 - 0.59q) = (0.9)(210)(100)(30)^2 (0.0133)(1 - 0.59(0.0133)) \\ &= 224,457.75\text{kg. cm} = 2.24 \text{ t. m} \quad (\text{Ec. 4.76}) \end{aligned}$$

$M_o = 0.81 \text{ tm} < 2.24 \text{ tm} \checkmark$ cumple.

CAPÍTULO 6

RESULTADOS

6.1) Losa.

Luego de analizar la losa de techo por distintos métodos se concluyó que los momentos actuantes en la misma son inferiores a los momentos resistentes lo que garantiza que la losa de techo tenga un buen funcionamiento y sea resistente a las cargas a las cuales estará sometida.

Tabla N° 5.9 DET

	Mo Max actuante (tm)	<	Mo resistente (tm)	✓
Positivo	0.054	<	0.61	✓
Negativo	0.095	<	0.62	✓

Tabla N° 5.10 DRU

	Mo Max actuante (tm)	<	Mo resistente (tm)	✓
Positivo	0.07	<	0.705	✓
Negativo	0.117	<	0.359	✓

Tabla N° 5.11 deformaciones a largo plazo

Deformación vertical existente(cm)	<	Deformación resistente(cm)	cumple
0.075	<	2.925	✓

Para la losa de techo hecha con Covintec (Qualylosa tipo 3.25), no se presenta ningún problema cumpliendo con las normas y reglamentos que rigen la resistencia de estas, en los distintos casos que se presenten. Dicha losa resistirá sin ningún problema los diferentes esfuerzos a que esta sea sometida.

6.2) Muro.

Para la revisión de los muros sometidos a las cargas verticales se utilizaron dos criterios, un criterio basado en esfuerzos de diseño y criterios como muros de mampostería.

6.2.1) Muro en dirección Y

Tabla N° 6.1 Resumen de resultados muro en dirección Y (Carga vertical)

Criterio resistente	Fuerza vertical actuante (kg)	<	Fuerza vertical resistente(kg)	cumple
Esfuerzo de diseño	2004.2	<	90,792	✓
Muro de mampostería	2004.2	<	10,695	✓

Tabla N° 6.2 Resumen de resultados muro en dirección Y Carga horizontal

Criterio resistente	Fuerza horizontal actuante (kg)	<	Fuerza horizontal resistente(kg)	cumple
Muro de concreto	8,833.05	<	28,508	✓
Muro de mampostería	8,833.05	<	17,126.2	✓

En el muro en dirección Y las fuerzas resistentes sobre esta estructura son mayores a las fuerzas actuantes en la misma, lo que garantiza la seguridad de la estructura.

6.2.2) Muro en dirección X.

Tabla N° 6.3 Resumen de resultados muro en dirección X Carga vertical

Criterio resistente	Fuerza vertical actuante (kg)	<	Fuerza vertical resistente(kg)	cumple
Esfuerzo de diseño	790	<	93,600	✓
Muro de mampostería	790	<	5,661.6	✓

Tabla N° 6.4 Resumen de resultados muro en dirección X Carga horizontal

Criterio resistente	Fuerza horizontal actuante (kg)	<	Fuerza horizontal resistente(kg)	cumple
Muro de concreto	8,304	<	14,695.2	✓
Muro de mampostería	8,304	<	8,770	✓

En el muro en dirección X las fuerzas resistentes sobre esta estructura son mayores a las fuerzas actuantes en la misma, lo q garantiza la seguridad de la estructura.

En síntesis los distintos esfuerzos a que se someta el muro, este resistirá y cumplirá con los distintos requisitos existentes.

6.3) Zapata.

Para la revisión de la zapata se utilizó el método de concreto reforzado, analizándose la misma en ambas direcciones.

6.3.1) Zapata en dirección X.

Tabla N° 6.5 Resumen de resultados de Zapata en dirección X.

Zona	Momento actuante (tm)	<	Momento resistente(tm)	cumple
Base	5.024	<	6.4829	✓
critica	2.633	<	3.953	✓

6.3.2) Zapata en dirección Y.

Tabla N° 6.5 Resumen de resultados de Zapata en dirección Y.

Zona	Momento actuante (tm)	<	Momento resistente(tm)	cumple
Base	0.81	<	2.24	✓

La zapata de concreto reforzado fue revisada en ambas direcciones y se cumple con los momentos actuantes en la misma.

7. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de la presente tesis se observa q se cumple con el objetivo general ya q se aplicaron los criterios mínimos para una vivienda de una sola planta establecido en el RNC-07 además se aplicaron algunos criterios del reglamento mexicano para su revisión.

En el caso de los muros q fueron analizados bajo criterios de esfuerzos de diseño y revisados bajo criterios como muros de mampostería si se utiliza panel Covintec de 4" estos resisten de manera óptima los esfuerzos verticales y las fuerzas sísmicas.

La Qualylosa Covintec se soporta las deflexiones admisibles y su comportamiento es como una losa en 2D.

Con los datos obtenidos se diseño manualmente la zapata corrida y se logro observar que para una vivienda de panel Covintec de una sola planta se requieren zapatas corridas con dimensiones de 0.50m de base X 0.30m de peralte.

La vivienda de una sola planta con tecnología Covintec es capaz de resistir los cargas a las q es sometida como lo son las cargas verticales y el sismo sin sufrir daños y garantizando la seguridad de los usuarios.

8. RECOMENDACIONES

- Determinar a través de simulaciones computarizadas (uso de software estructurales) y análisis de laboratorios la resistencia que presentan los paneles de tecnología Covintec.
- Realizar una comparación económica entre la construcción de la estructura a base de paneles Covintec y mamposterías tradicionales.
- Enfocar un estudio matemático y de laboratorio para la vivienda (estructura a base de paneles Covintec) situada en otra localidad del país para determinar si dichos paneles cumplen con los esfuerzos sometidos.
- Aumentar las características resistentes de la losa de techo utilizando concreto en ambos lechos.
- De igual manera aumentar las características resistentes en muros revistiendo ambas caras con concreto y no mortero

9. BIBLIOGRAFIA

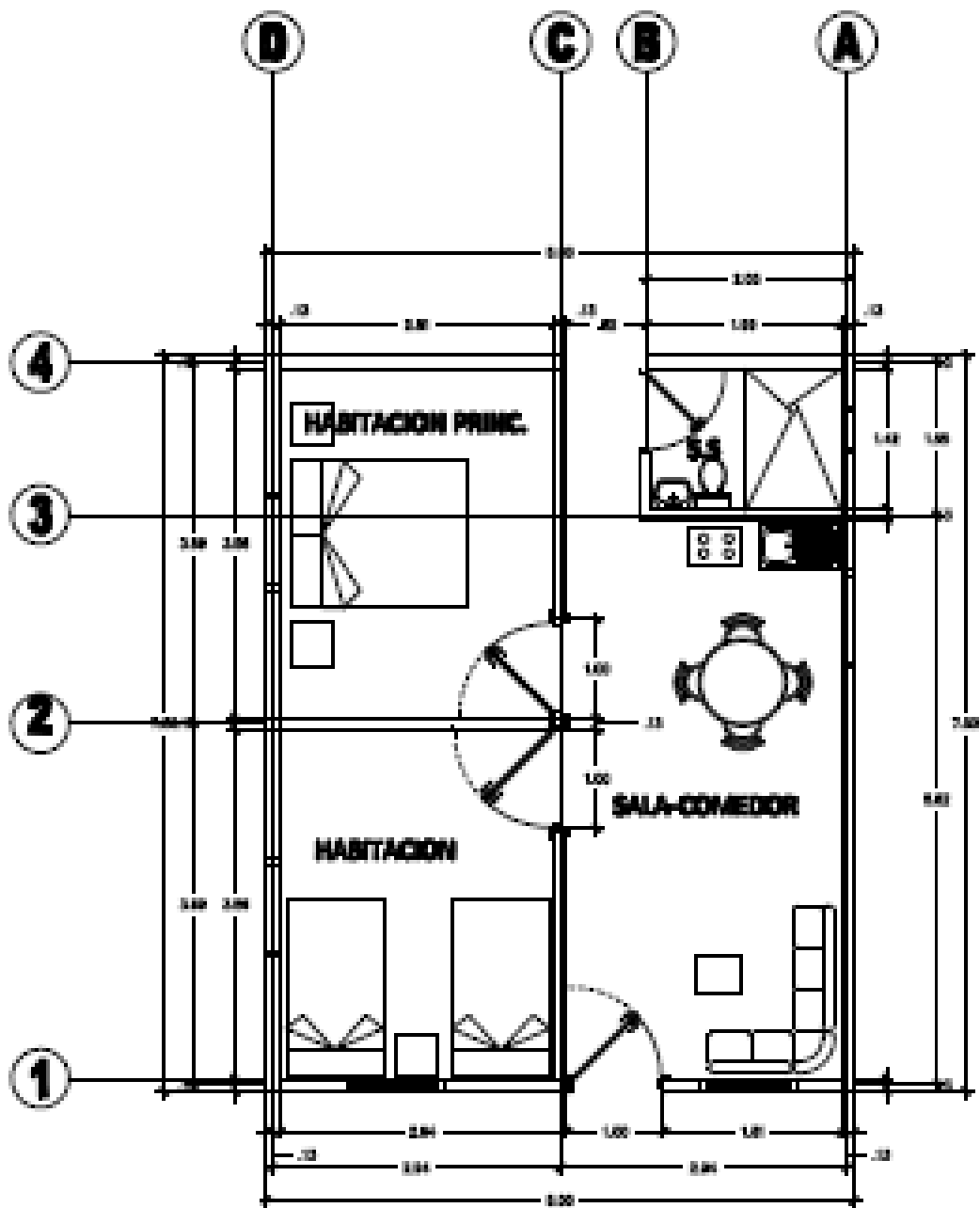
- Altamirano, Bayardo (2000) “**Apuntes de concreto reforzado II**”
- Alvarado Pérez, M. A.; Gonzales Ordoñez J. A. (2009).**Análisis y Diseño estructural de una vivienda de dos plantas**. Universidad Nacional de ingeniería.
- Asociación Mexicana de fabricantes de paneles de Acero y Concreto A.C (AMFAPAC).
- Berejano Márquez, M.”**MTI modifica Reglamento Nacional de la construcción**” Edición 43.
- Covintec Vanguardia en Construcción. (2009) “**Manual de diseño de Quallypanel Covintec**”. México DF.
- Covintec Vanguardia en Construcción. (2009) “**Manual Técnico Covintec**”. México DF.
- López Navarrete, A.F. (1996). **procedimiento constructivo sistema Covintec para casas de interés social**. México DF
- Manual técnico Hopsa (2010).
- Pavón Suarez, M. “las modalidades del refuerzo de alta Resistencia para mampostería”. México
- Pérez Hernández, Erick. “**Quallypanel Covintec una alternativa en la edificación de una vivienda**”. México DF.
- Ruiz López, N. (2000).”Sistema de Construcción se modernizan”. La Prensa. Edición 22124.
- Rivera Campos, M. (2010). “**Diseño Estructural de una vivienda Social de una Planta con Mampostería Confinada**” México.

Fuentes On line

- <http://erods.wordpress.com/costo-y-presupuesto/>
- <http://www.construccion.com.ni/materiales>
- <http://www.covintec.cl/que-es-covintec/>
- <http://publicarpruebas.260mb.org/certificaciones.html>
- <http://www.covintec.cl/ventajas/resistencia/>
- <http://www.panelcovintec.com/ventajas.html>
- <http://www.covintec.cl/ventajas/versatilidad/>
- <http://www.imcyc.com/ct2007/nov07/ingenieria1.htm>
- <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080020/Lecciones/Capitulo%203/MAMPOSTERIA%20ESTRUCTURAL.htm>
- ¹<http://www.covintec.com/>
- <http://www.panelcovintec.com/ventajas.html>
- <http://formin.galeon.com/album1599701.html>
- http://www.covintec.com/como_construir/anclaje_cimentacion
- http://www.covintec.com/como_construir/instalaciones
- http://www.covintec.com/como_construir/muros_losas
- http://www.covintec.com/informacion_tecnica/qualylosas

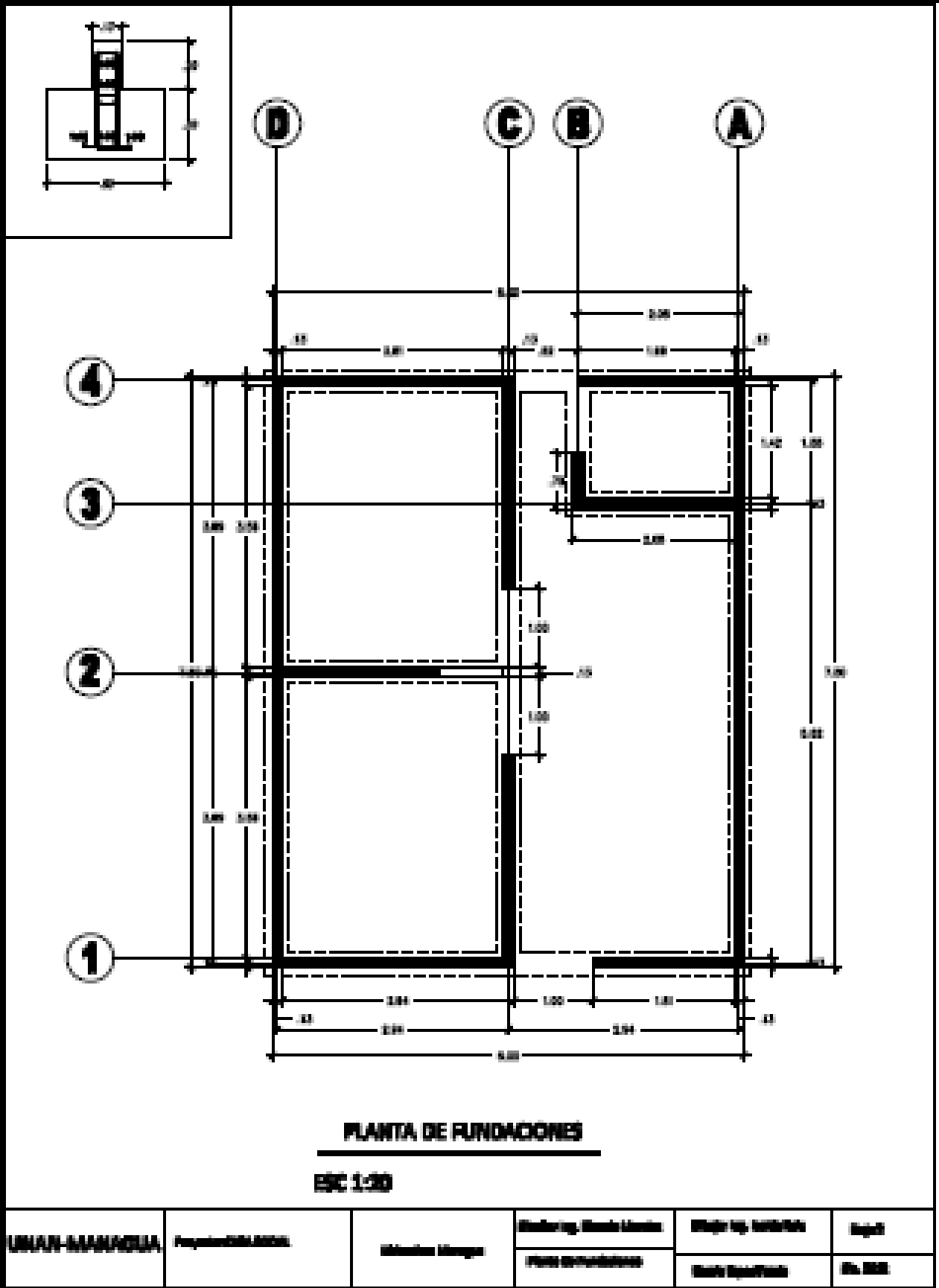
10. ANEXO

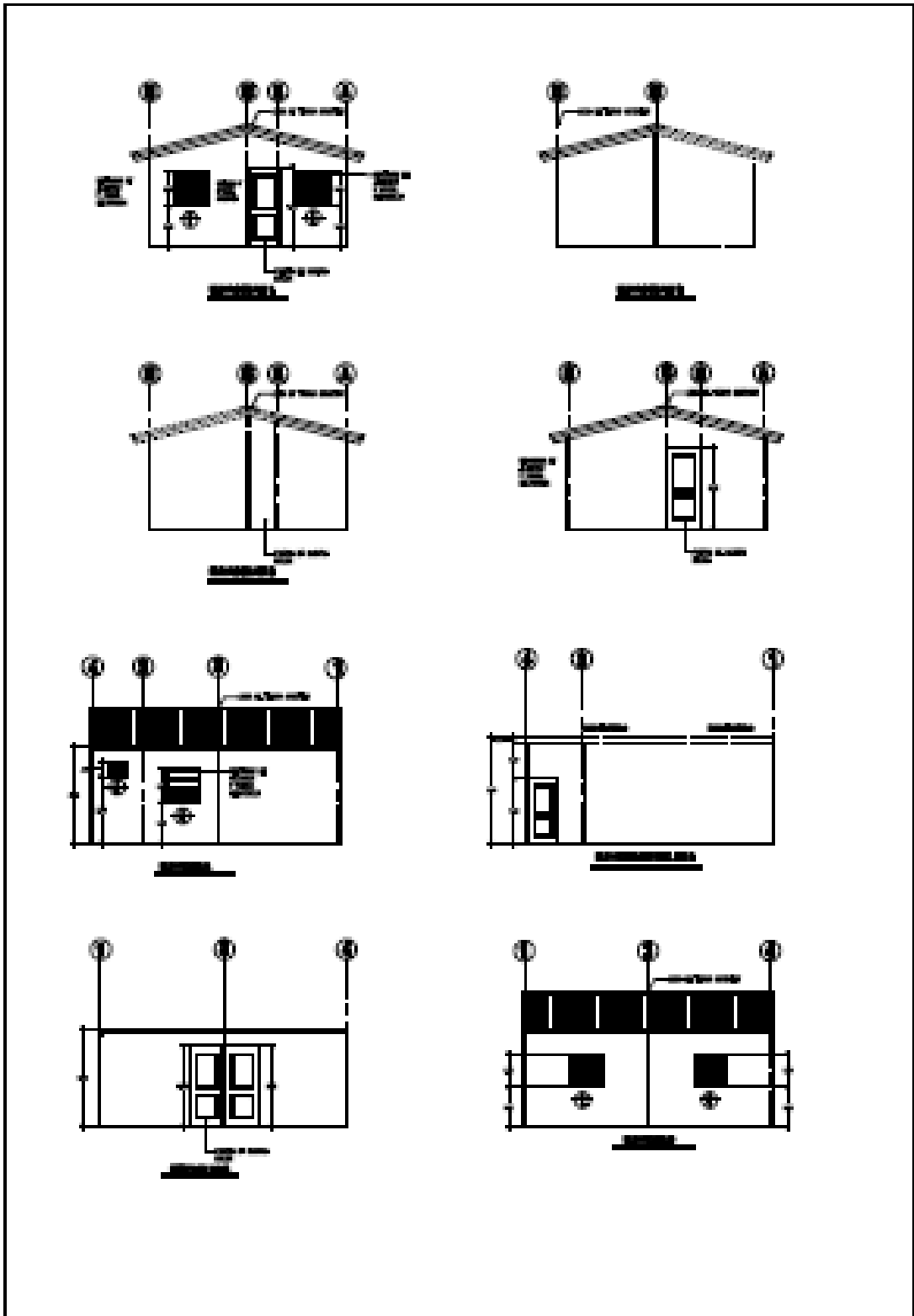
PLANOS ARQUITECTONICOS Y PLANOS ESTRUCTURALES



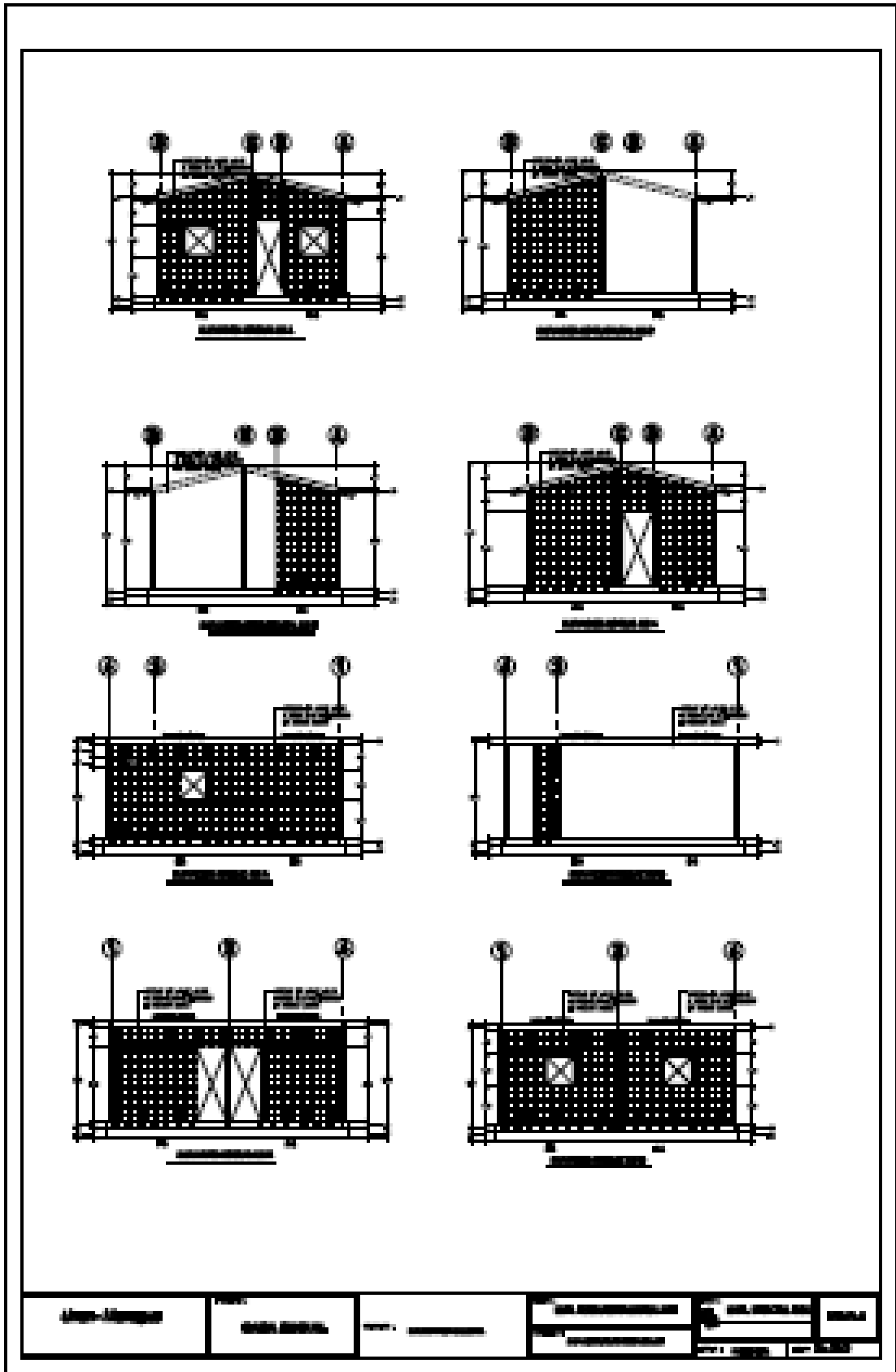
PLANTA ARQUITECTÓNICA
ESC 1:20

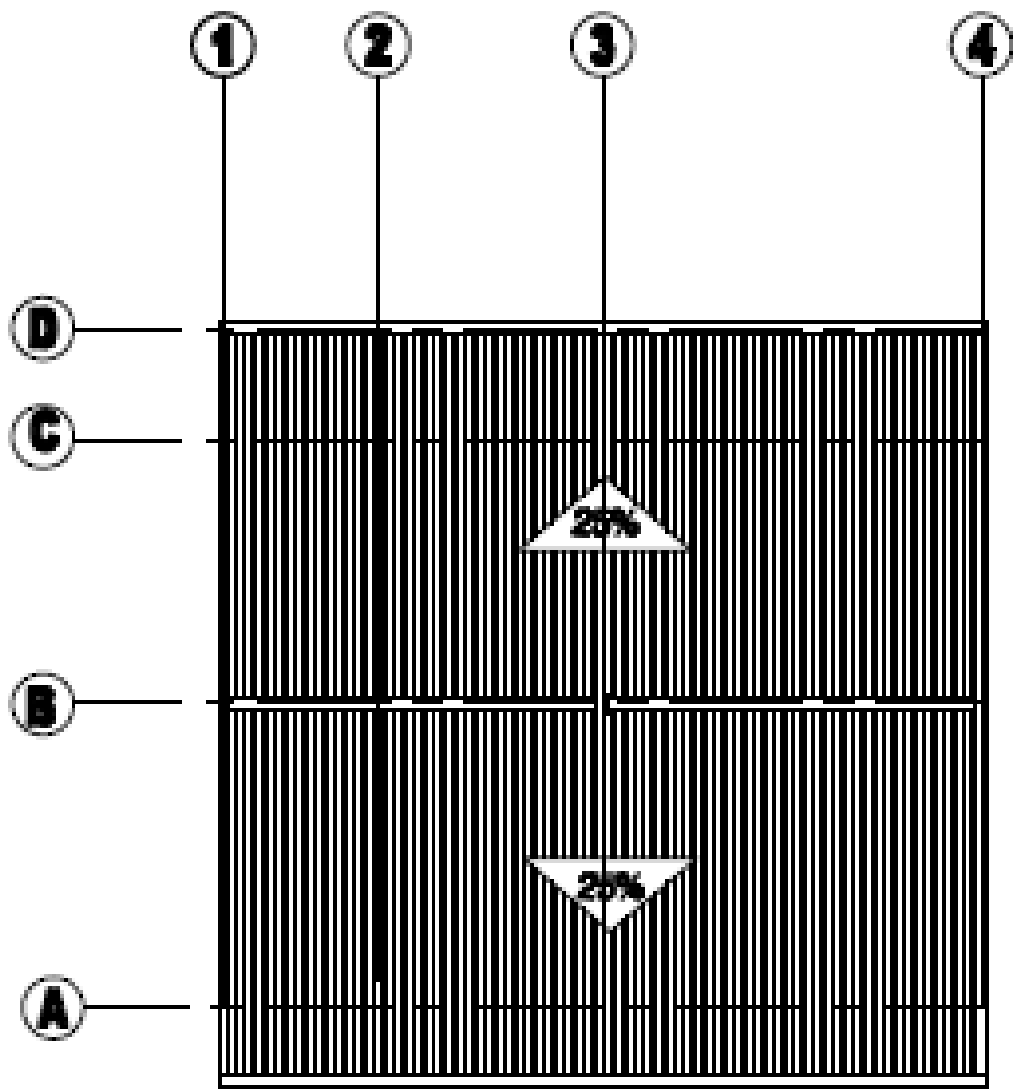
UNAN-AMANHUA	FUNDACIONAL	Módulo Único	Modulo up. Sede Unan	Modulo up. UNAN/SA	Segu1
			Plano Arquitectónico	Modulo Españoles	Ala. 002





<p>Scale: 1/200</p>	<p>DATE: 2023</p>	<p>PROJECT: HOUSE PLAN</p>	<p>DESIGNER: [Name]</p>	<p>DATE: 2023</p>
---------------------	-------------------	----------------------------	-------------------------	-------------------

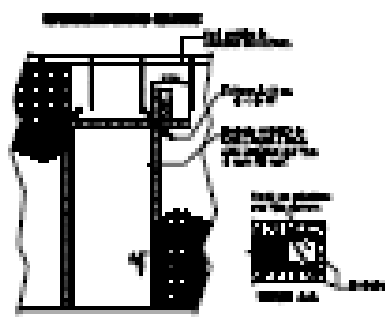
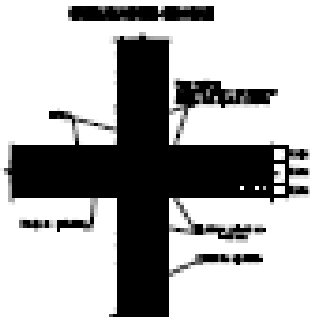
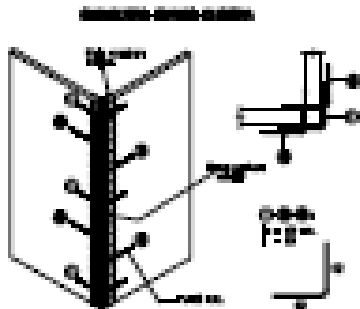
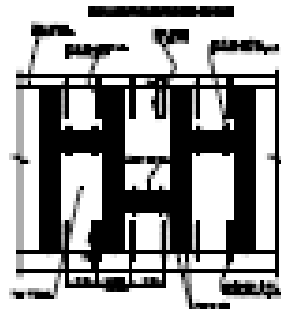
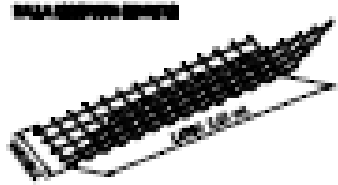
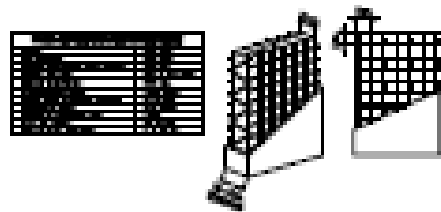




PLANTA ARQUITECTÓNICA DE Techo

ESC 1:20

UNAN-MANAGUA	Propiedad: UNAN-MANAGUA	Ubicación: Managua	Arquitecto: Ing. Ricardo Martínez	Cliente: Ing. Ricardo Martínez	Fecha:
			Proyecto: Edificio de 5 pisos	Fecha: 15/05/2024	Hoja: 01/01



Model / Designation _____	Scale _____	Date _____	Drawn by _____	Checked by _____	Sheet No. _____
-------------------------------------	-----------------------	----------------------	--------------------------	----------------------------	---------------------------

ANEXO
ECUACIONES UTILIZADAS

$$C_1 = 1.4 \text{ (CM)} \quad (\text{Ec. 4.1})$$

$$C_2 = 1.20 \text{ (CM)} + 1.6 \text{ (CV)} \quad (\text{Ec. 4.2})$$

$$C_4 = 1.2 \text{ (CM)} + F_s \quad (\text{Ec. 4.3})$$

$$C_m = h \times \gamma_{\text{concreto}} \quad (\text{Ec 4.4})$$

$$W_o = W \times A \quad (\text{Ec 4.5})$$

$$W_m = W \times A_{\text{tributaria}} \quad (\text{Ec 4.6})$$

$$P = C_m \times \text{Longitud} \quad (\text{Ec 4.7})$$

$$W = \Sigma \text{ peso} \quad (\text{Ec 4.8})$$

$$W = c_m + c_v \quad (\text{Ec 4.9})$$

$$\text{Área de trabajo} = b \times L \quad (\text{Ec.4.10})$$

$$W = \frac{p}{a} \quad (\text{Ec 4.11})$$

$$W = W * \text{base} \quad (\text{Ec 4.12})$$

$$R_a = R_b = \frac{W l}{2} \quad (\text{Ec 4.13})$$

$$M_o = \frac{W l^2}{8} \quad (\text{Ec 4.14})$$

$$\Delta = \frac{y}{x} \quad (\text{Ec 4.15})$$

$$y = \Delta x \quad (\text{Ec 4.16})$$

$$H = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (\text{Ec 4.17})$$

$$A = (y \times X) + \left(\frac{y \times X}{2} \right) \quad (\text{Ec 4.18})$$

$$A = B \times h \quad (\text{Ec 4.19})$$

$$A = \frac{b \times h}{2} \quad (\text{Ec 4.20})$$

$$A = \frac{B \times b}{2} h \quad (\text{Ec 4.21})$$

$$A_{en} \% = A_n \times \% \quad (\text{Ec 4.22})$$

$$\frac{L}{240} + 0.50 \text{ cm} \quad (\text{Ec. 4.23 A})$$

$$\frac{L}{480} + 0.30 \quad (\text{Ec. 4.23 B})$$

$$P_D = f_D A_T \quad (\text{Ec. 4.24})$$

$$A_T = tL \quad (\text{Ec. 4.25})$$

$$P_R = F_R F_E P_o \quad (\text{Ec. 4.26})$$

$$P_o = 2t_p L f_M + 2 A_{SP} f_S \quad (\text{Ec. 4.27})$$

$$F_E = (1 - 2e' / t) [1 - (K H' / 30t)^2] \quad (\text{Ec. 4.28})$$

$$e' = e_c + t / 24 \quad (\text{Ec. 4.29})$$

$$H' = 0.80H \quad (\text{Ec. 4.30})$$

$$H' = H \quad (\text{Ec. 4.31})$$

$$H' = 2H \quad (\text{Ec.4.32})$$

$$V_R = F_R v^* A_T \quad (\text{Ec. 4.33})$$

$$v^* = 0.85 \sqrt{f_c^*} 2 t_p / t \quad (\text{Ec. 4.34})$$

$$f_c^* = 0.85 f_c \quad (\text{Ec 4.35})$$

$$e_c = t / 6 \quad (\text{Ec. 4.36})$$

$$V_R = F_R (0.5 v_m^* A_T + 0.30 p) \quad (\text{Ec. 4.37})$$

$$v_m^* = \sqrt{f_m^*} 2t_p / t \quad (\text{Ec. 4.38})$$

$$f_m^* = 0.80 f_c \quad (\text{Ec. 4.39})$$

$$\text{Area tributaria} = \Sigma \text{ areas} \quad (\text{Ec. 4.40})$$

$$1d = \frac{\text{clarolargo}}{\text{clarocorto}} \geq 2 \quad 2d = \frac{\text{clarolargo}}{\text{clarocorto}} \leq 2 \quad (\text{Ec. 4.41})$$

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\text{corto}}{\text{largo}} = \beta \quad (\text{Ec. 4.42})$$

$$M_{\text{act}} = (\alpha) (W) (a_1)^2 \quad (\text{Ec. 4.43})$$

$$n_s = E_s / E_c \quad (\text{Ec. 4.44})$$

$$E_c = 1200(f_c)^{1/2} \text{ en kg/cm}^2 \quad (\text{Ec. 4.45})$$

$$d = t - 0.55 \quad (\text{Ec. 4.46})$$

$$Kd = \frac{-B + \sqrt{B^2 + 4C}}{2} \quad (\text{Ec. 4.47})$$

$$B = \frac{n(A's + A_s')}{50} \quad (\text{Ec. 4.48})$$

$$C = n_s / 50 [A's(e_1 - 0.95) + A_{sd}] \quad (\text{Ec. 4.49})$$

$$I_e = \frac{100 (kd)^3}{3} + n_s A's (e_1 - 0.95 - kd)^2 + n_s A_s [d - kd]^2 \quad (\text{Ec. 4.50})$$

$$M_E = I_e (0.45 f_c) / kd \quad (\text{Ec. 4.51})$$

$$M_e = I_e (0.60 f_y) / (d - kd) n_s \quad (\text{Ec. 4.52})$$

$$\Delta T = \Delta i + \lambda \Delta ip \quad (\text{Ec. 4.53})$$

$$\Delta i = 5\alpha (W_{CM} + W_{CV}) L^4 / 384 E_c I_e \quad (\text{Ec. 4.54})$$

$$\Delta ip = 5\alpha W_{CM} L^4 / 384 E_c I_e \quad (\text{Ec. 4.55})$$

$$12000 \sqrt{fc} \quad (\text{Ec 4.56})$$

$$\lambda = \frac{2}{1+50p^n} = \frac{2}{1+50(0.006)} = 1.94 \quad (\text{Ec 4.57})$$

$$d_{\text{real}} = d_{\text{capa de concreto}} - e_1 p \quad (\text{Ec. 4.58})$$

$$\text{area de concreto} = d_{\text{ant}} \times b \quad (\text{Ec. 4.59})$$

$$\text{Area real de concreto} = d_{\text{real}} \times b \quad (\text{Ec. 4.60})$$

$$\% \text{ de acero} = \frac{\text{area de acero}}{\text{area real de concreto}} \quad (\text{Ec. 4.61})$$

$$k = \sqrt{2pn + pn^2} - pn. \quad (\text{Ec. 4.62})$$

$$jd = 1 - \frac{k}{3} \quad (\text{Ec. 4.63})$$

$$R = \frac{fc}{2} kj \quad (\text{Ec. 4.64})$$

$$Mr = \left(\frac{fc}{2} kdb \right) (jd) = Rbd^2 \quad (\text{Ec. 4.65})$$

$$Mrs = (As) (F_y) (tn) \quad (\text{Ec. 4.66})$$

$$Em = (\gamma m)^{1.5} (0.14) \sqrt{fm} \quad (\text{Ec. 4.67})$$

$$n = E_s / E_m \quad (\text{Ec. 4.68})$$

$$a = \frac{((A''S)(fy))}{(0.85)(fc)(b)} \quad (\text{Ec. 4.69})$$

$$d = \text{capa de concreto} - e_1 p \quad (\text{Ec. 4.70})$$

$$Muc = (0.85)(fc)(ab) \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (\text{Ec. 4.71})$$

$$M_{us} = (\phi)(f_y)(A''s) \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (\text{Ec. 4.72})$$

$$d = t - e_2p \quad (\text{Ec. 4.73})$$

$$p = \frac{A''s}{bd} \quad (\text{Ec. 4.74})$$

$$q = p \frac{f_y}{f_c} \quad (\text{Ec. 4.75})$$

$$M_u = \phi f_c b d^2 q (1 - 0.59q) \quad (\text{Ec. 4.76})$$

$$Q' = Q \quad (\text{Ec. 4.77})$$

$$Q' = 1 + \frac{T}{T_a} (Q - 1) \quad (\text{Ec. 4.78})$$

$$c = \frac{v_o}{w_o} = \frac{S(2.7 \times a_o)}{Q' \times \Omega} \quad (\text{Ec. 4.79})$$

$$F_s = C W_o. \quad (\text{Ec. 4.80})$$

$$A_s = \frac{p}{100} (b \times d) \quad (\text{Ec. 4.81})$$

$$\text{dist} \div \text{varillas} = \frac{b - 2R - (\text{numero de varillas} \times \phi_{var})}{\text{numero de varillas} - 1} \quad (\text{Ec. 6.82})$$

$$\text{Area trib vertical} = H \times L \quad (\text{Ec. 4.83})$$

$$W = W * \text{longitud de fondo} \quad (\text{Ec. 6.84})$$

