UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE CONSTRUCCIONES

Diseño estructural de una vivienda aplicando el sistema constructivo STEEL FRAMING

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniera Civil con énfasis en Gerencia de Construcciones

AUTORA:

María Paula Carpio Toral

DIRECTOR:

Roberto Gamón Torres

Cuenca – Ecuador

2014

DEDICATORIA

Con todo mi amor dedico este trabajo a esas personas que han sido mi núcleo de vida y desde su lugar han hecho posible que culmine esta etapa de mi crecimiento profesional y humano.

Papá, Mamá y Hermano.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a la vida por la oportunidad que tengo de demostrar quién soy y permitirme aprender en el camino.

Agradezco a mi mamá por siempre haberme apoyado y confiado en mí.

A esa persona tan especial, Joshelo, que me ha acompañado en gran parte de este camino, siempre apoyándome para seguir adelante, Gracias.

Ingeniero Roberto Gamón, profesor en la escuela de Ingeniería Civil de la Universidad del Azuay, le agradezco por haber sido mi director de trabajo de grado, por haberme compartido sus conocimientos y brindado su apoyo.

Agradezco al ingeniero Patricio Arpi y a todas las personas que forman parte del grupo TUGALT por haberme permitido conocer su experiencia profesional y por la ayuda recibida durante la realización de este trabajo.

Reconozco y doy gracias a la Universidad del Azuay, a todos los docentes que impartieron sus conocimientos durante la carrera, a mis amigos y compañeros.

Índice de Contenidos

DEDICATORIA _____ *ii*

AGRADECIMIENTOS _____ *iii*

Índice de Contenidos _____ *iv*

Índice de Figuras _____ *viii*

Índice de Tablas _____ *x*

Índice de Anexos _____ *xi*

RESUMEN _____ *xii*

ABSTRACT _____ *xiii*

INTRODUCCIÓN _____ *14*

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES _____

1.1 ¿Qué es el STEEL FRAMING? _____ **15**

1.1.1 Características principales del SF _____ 15

1.1.2 Fundamentos del Sistema SF _____ 16

1.2 Acero doblado en frío para la construcción en STEEL FRAMING _____ **26**

1.2.1 Propiedades mecánicas del acero formado en frío _____ 28

1.2.2 Proceso de formado en frío _____ 33

1.2.3 Aplicación de la perfilería _____ 36

CAPÍTULO 2: DISEÑO HIDROSANITARIO _____

2.1 Criterios de diseño para la red de agua _____ **38**

2.2 Sistema indirecto de distribución de agua fría y caliente _____ **39**

2.2.1 Acometida _____ 39

2.2.2 Cisterna _____ 40

2.2.3 Sistema de bombeo _____ 40

2.3 Diseño de la red de agua fría y caliente _____ **42**

2.4 Criterios de diseño para la red de desagüe _____ **44**

2.5 Evacuación de aguas servidas _____ **44**

2.5.1 Planta de tratamiento de aguas servidas _____ 45

2.6 Evacuación de aguas lluvias _____ **50**

CAPÍTULO 3: DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA APLICANDO EL SISTEMA CONSTRUCTIVO STEEL FRAMING _____

3.1 Diseño de viviendas en Steel Framing según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) _____ **52**

3.2 Diseño en Steel Framing con la especificación American Iron and Steel Institute (AISI) 53

3.2.1 Requisitos Generales _____ 53

3.2.2 Método Lineal _____ 53

3.2.3 Elementos _____ 55

3.2.4 Miembros sometidos a flexión, Vigas. _____ 62

3.2.5 Miembros sometidos a compresión, Montantes. _____ 68

3.3 Determinación de cargas _____ **70**

3.3.1 Cargas por planta de la vivienda _____ 71

3.3.2 Cálculo de la Fuerza Sísmica _____ 75

3.4 UTILIZACIÓN DEL SAP 2000 v15 _____ **83**

3.5 DISEÑO DE LOS MIEMBROS QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA _____ **86**

3.5.1 Viguetas _____ 86

3.5.2 Montantes _____ 104

3.5.3 Gradas _____ 111

3.5.4 Diseño sismo-resistente, Rigidización de la estructura ____ 112
3.5.5 Diseño de uniones ____ 114
3.5.6 Diseño del anclaje a la fundación ____ 116

3.6 Diseño de la cimentación ____ 117

CAPÍTULO 4: PRESUPUESTO ____

4.1 Determinación de rubros ____ 124

4.2 Cálculo de cantidades de obra ____ 125

4.3 Análisis de Precios Unitarios ____ 125

4.4 Especificaciones técnicas ____ 126

4.5 Presupuesto Detallado ____ 127

CAPÍTULO 5: CRONOGRAMA ____

5.1 Work Breakdown Structure ____ 130

5.2 Determinación de actividades ____ 131

5.2.1 Lista de actividades ____ 131
5.2.2 Duración de actividades ____ 131
5.2.3 Requerimiento de recursos por actividad ____ 132

5.3 Desarrollo del Cronograma ____ 132

6 CONCLUSIONES ____ 135

7 RECOMENDACIONES ____ 137

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ____ 138

9 ANEXOS _____

ANEXO 1: DISEÑO HIDROSANITARIO _____ **139**

ANEXO 2: DISEÑO ESTRUCTURAL _____ **151**

ANEXO 3: PRESUPUESTO _____ **181**

ANEXO 4: PLANOS _____ **232**

Índice de Figuras

Figura 1: Casa construida en SF. (La perspectiva desde el Ágora, 2012) 15
Figura 2: Concepto estructura alineada. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 4) 16
Figura 3: Esquema "STRAPPING & BLOCKING" (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 42) 17
Figura 4: Solicitación de las Cruces de San Andrés. (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 36) 18
Figura 5: Arriostramiento tipo "K" (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 38) . 18
Figura 6: Colocación de placas estructurales en paredes sin vanos y paredes con vanos. (TUGALT .S.A) 19
Figura 7: Tipos de anclaje a la cimentación. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 17) 20
Figura 8: Tornillos tipo T1 y T2. (TUGALT .S.A) 21
Figura 9: Barrera de Vapor. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 35) 22
Figura 10: Ubicación de barrera de agua y viento. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 36) 23
Figura 11: Barrera Térmica. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 38) 24
Figura 12: Curva tipo 1 - Fluencia pronunciada. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 25) 29
Figura 13: Curva tipo 2 - Fluencia gradual. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 25) 29
Figura 14: Método de Compensación. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 27) 30
Figura 15: Método de deformación unitaria bajo carga. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 27)..... 30
Figura 16: Fabricación de Perfil C mediante rodillos. (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 21) 33
Figura 17: Secciones estructurales de acero formado en frío. (Wei-Wen Yu P. , 2000, pág. 4) 34
Figura 18: Paneles en acero doblado en frío. (Wei-Wen Yu P. , 2000, pág. 11) 34
Figura 19: Variación de las propiedades mecánicas del acero debido al proceso de doblado de un perfil tipo canal. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 33) 35
Figura 20: Curva de esfuerzo-deformación con el efecto de endurecimiento y envejecimiento por deformación del acero. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 34)..... 36
Figura 21: Perfilería utilizada en Steel Framing. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 5) 37
Figura 22: Elementos rigidizados. (American Iron and Steel Institute, 2007)..... 56
Figura 23: Elemento rigidizado uniformemente comprimido con huecos no circulares. 57
Figura 24: Almas y otros elementos rigidizados bajo gradiente de tensiones. (American Iron and Steel Institute, 2007) 58
Figura 25: Altura y ancho completo de elementos rigidizados. (American Iron and Steel Institute, 2007) 58
Figura 26: Elemento no rigidizado comprimido uniformemente. (American Iron and Steel Institute, 2007) 59
Figura 27: Elementos no rigidizados con gradiente de tensiones, ambos en compresión. .. 60
Figura 28: Elemento con rigidizador de borde. (American Iron and Steel Institute, 2007) 62

Figura 29: Viga con carga distribuida apoyada en sus dos extremos. (American Iron and Steel Institute, 2007) 65
Figura 30: Mapa de zonas sísmicas del Ecuador para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z . (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013) 76
Figura 31: Coeficiente de irregularidad en elevación. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013) 82
Figura 32: Gradas panel triangular (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007) (pág. 59) 111
Figura 33: Detalle de unión de piso con muro y la rigidización del alma de una viga en el apoyo. (Dannenman, 2011, pág. 70) 115
Figura 34: Empalme de viguetas. (Dannenman, 2011, pág. 74) 116
Figura 35: Conexión de piso con fundación. (Dannenman, 2011, pág. 71) 116

Índice de Tablas

Tabla 1: Conductividad y Resistencia térmica de la lana de vidrio. (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 91) 24
Tabla 2: Tipos de aislamiento acústico. (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 88) 25
Tabla 3: CTSA de materiales constructivos. (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 89) 26
Tabla 4: Tabla C3.4. 1-2: Factores de seguridad, resistencia y coeficientes para secciones C. (American Iron and Steel Institute, 2007) 66
Tabla 5: Tabla de factores de longitud efectiva. (Tomada de la Cátedra de Estructuras de Acero y Madera) 70
Tabla 6: Valores del factor Z en función de la zona sísmica. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013) 76
Tabla 7: Valor del factor Z. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013) 76
Tabla 8: Deriva de piso como fracción de la altura. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013) 77
Tabla 9: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013) 78
Tabla 10: Valores del Factor Fa. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013) 79
Tabla 11: Valores del Factor Fd y Fs 80
Tabla 12: Coeficiente de reducción de respuesta estructural. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013) 81
Tabla 13: Capacidad admisible de tornillos en acero/acero. (Dannenman, 2011) 114
Tabla 14: Conexión requerida de piso a muro. (Dannenman, 2011, pág. 69) 117

Índice de Anexos

ANEXO 1: DISEÑO HIDROSANITARIO .....

A1.1 Memoria de Cálculo Sistema Indirecto de Distribución de Agua Fría y Agua Caliente. 139

A1.2 Memoria de Cálculo de la Red de Agua Fría. 142

A1.3 Memoria de Cálculo de la Red de Agua Caliente. 144

A1.4 Memoria de Cálculo de la Red de Desagüe, Planta de Tratamiento. 146

ANEXO 2: DISEÑO ESTRUCTURAL .....

A2.1 Memoria de Cálculo del Pre-dimensionamiento, Determinación de Perfiles y Verificación de Deflexión en viguetas. 151

A2.2 Memoria de Cálculo del Diseño de viguetas según el AISI. 155

A2.3 Memoria de Cálculo del Diseño de montantes según el AISI. 171

A2.4 Memoria de Cálculo de Diagonales. 179

ANEXO 3: PRESUPUESTO .....

A3.1 Análisis de Precios Unitarios. 181

A3.2 Especificaciones Técnicas 227

ANEXO 4: PLANOS 232

RESUMEN

Diseño estructural de una vivienda aplicando el sistema constructivo STEEL FRAMING

El sistema constructivo propuesto, STEEL FRAMING, al aplicarlo como una nueva técnica de construcción se muestra en nuestro medio como un impulso hacia el desarrollo en las construcciones civiles. Para realizar el diseño estructural de la vivienda y el análisis de costo y tiempo se empleó la investigación documental y externa, aplicando herramientas como el SAP200v15, la especificación AISI y el programa INTERPRO. Durante el diseño se pudieron solucionar problemas de importancia, indicando con esto la excelente resistencia del material así como su aplicabilidad en la construcción. Conseguidos el proyecto estructural, un diseño hidro-sanitario y los acabados de la vivienda se procedió al uso de precios unitarios y rendimientos con lo que se logró un presupuesto y cronograma que confirmaron la vialidad del sistema.

PALABRAS CLAVE

Steel Framing, acero conformado en frío, abolladura, elemento, miembro, vigueta, montante, presupuesto, cronograma.

Ing. Paúl Cordero Díaz

DIRECTOR DE ESCUELA

Ing. Roberto Gamón Torres

DIRECTOR DEL TRABAJO

María Paula Carpio Toral

AUTORA DEL TRABAJO

ABSTRACT

HOUSING STRUCTURAL DESIGN APPLYING STEEL-FRAMING CONSTRUCTION SYSTEM

The proposed construction system known as STEEL FRAMING, when applied as a new construction technique, is seen in our area as a boost to the development of civil constructions. In order to perform the structural design for housing and time/cost analysis, external desk research was used, applying SAP200v15 tools, AISI specification and INTERPRO program. During the design we were able to solve important problems, demonstrating the material's high resistance as well as its applicability in construction. After obtaining the structural project, the hydro-sanitary design and the housing finishes, we applied unit prices and yields to come up with a budget and a timetable that confirmed the viability of the system.

KEY WORDS: Steel Framing, Cold-Formed Steel, Dent, Element, Member, Joist, Stud, Budget, Timetable.

Ing. Paúl Cordero Díaz
SCHOOL DIRECTOR

Ing. Roberto Gamón Torres
THESIS DIRECTOR

Maria Paula Carpio Toral
AUTHOR

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
DPTO. IDIOMAS

Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

María Paula Carpio Toral

Trabajo de Grado

Director: Ing. Roberto Gamón Torres PhD. MsC.

Marzo del 2014

Diseño estructural de una vivienda aplicando el sistema constructivo STEEL FRAMING

INTRODUCCIÓN

El tema del trabajo de grado comprende el diseño estructural de una vivienda de dos pisos aplicando el sistema constructivo Steel Framing (SF), la cual será construida en el valle de Yunguilla, cerca del cantón Santa Isabel. El sistema SF se caracteriza principalmente por el uso de perfiles de acero formado en frío con espesores muy pequeños, los cuales se unen y forman un entramado que se comporta como la estructura de una edificación.

Se conoce que la construcción en nuestro medio es predominantemente tradicional artesanal y los métodos constructivos más utilizados generan bastante desperdicio, pudiendo decir que son poco productivos con respecto a nuevas formas de concebir los mismos proyectos, siendo esta una de las principales razones para escoger el sistema propuesto como método constructivo y de diseño para este trabajo. A pesar de que al SF se lo conoce actualmente como una tecnología nueva, su origen se remonta al siglo XIX, donde las casas se construían con piezas de madera aserrada de secciones transversales pequeñas, siendo este sistema conocido como el “Wood Frame” y el predominante en Estados Unidos en esa época; sin embargo, un siglo más tarde, en el año de 1933 se lanzó el primer prototipo de vivienda en SF en la Feria Mundial de Chicago y en la etapa de post-Segunda Guerra Mundial con la abundante producción de acero a finales de la década de los 90 el SF formó parte de un 25% en la construcción de viviendas de ese país. Así mismo, después de la Segunda Guerra Mundial, en Japón se empezó a utilizar el este sistema para reconstruir millones de viviendas que fueron destruidas en la guerra; se restringió el uso de la madera debido a que fue causa de muchos incendios y finalmente se esclarecieron las ventajas del uso del acero como material con mayor resistencia a catástrofes naturales y como material no inflamable.

El diseño estructural se basó en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y en la norma American Iron and Steel Institute (AISI), y además se realizó un diseño hidro-sanitario y finalmente un presupuesto y cronograma de construcción.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 ¿Qué es el STEEL FRAMING?

El SF es un sistema constructivo que se caracteriza por el uso de perfiles de acero formado en frío de espesores muy pequeños. Estos perfiles se unen y forman un esqueleto que se comporta como la estructura de una edificación, logrando partes portantes y no portantes; logrando de esta manera reemplazar parcial o totalmente la estructura tradicional de nuestro medio que es el hormigón y la mampostería.

Figura 1: Casa construida en SF. (La perspectiva desde el Ágora, 2012)

1.1.1 Características principales del SF

- Sistema abierto: Los materiales y la tecnología necesaria para la construcción con este sistema es accesible en nuestro medio.
- Se tienen soluciones arquitectónicas, por lo que no es un limitante a la hora de concebir un proyecto.
- La relación peso/resistencia es excelente, lo que brinda secciones pequeñas y por ende menor peso propio de estructura, facilitando también el manipuleo en obra.

- El trabajo es seco, proporcionando de esta manera mejores condiciones de trabajo a los obreros.
- Menor tiempo de ejecución lo que indica una mayor recuperación de inversión.
- Buen aislamiento térmico y acústico al tener la facilidad de utilizar materiales aislantes como parte del sistema.
- Debido a su bajo peso la estructura se comporta muy bien ante actividad sísmica.

1.1.2 Fundamentos del Sistema SF

1.1.2.1 In line framing

Uno de los fundamentos del SF consiste en cumplir con el concepto de estructura alineada conocida como *"in line framing"*. Esto consiste en que las vigas de entrepiso van apoyadas en los montantes logrando que sus almas coincidan entre sí y de esta manera, la distribución de la carga total, sea absorbida en pequeñas porciones mediante cargas axiales por cada montante.

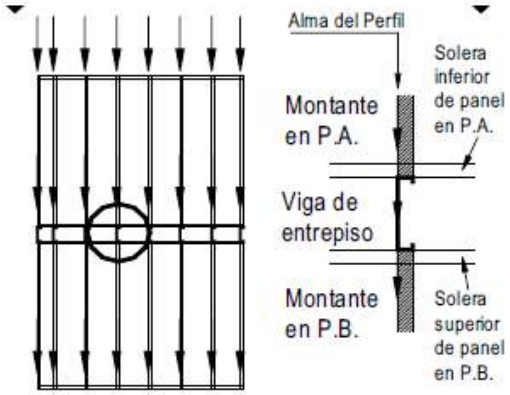


Figura 2: Concepto estructura alineada. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 4)

Mediante este concepto de puede observar en la ilustración que se forman paneles, a los cuales se los puede definir como el conjunto de montantes separados una distancia constante llamada modulación. Esta distancia es de 40cm o 60cm y son medidas estándar debido a que de esta manera la modulación cumple con el uso de placas de cerramiento las cuales en el caso de ser interiores son las conocidas placas de yeso cartón y para exteriores placas cementicas o de OSB[1].

[1] OSB: Oriented Strand Board, virutas de madera orientadas perpendicularmente.

1.1.2.2 Rigidización horizontal en paneles

Otro de los conceptos a cumplirse en el sistema SF es la rigidización horizontal de los montantes conocida también como “strapping y blocking”. Esta concepción brinda mayor resistencia en el panel logrando una menor altura de pandeo para los montantes que siempre van a estar sometidos a compresión o flexo-compresión. Para alturas de 2,50m son necesarias líneas de rigidización en la mitad de la altura, pero para mayores alturas se recomienda rigidizar cada metro.

Para lograr esta rigidización se utilizan cintas o flejes de acero en ambas caras de los montantes, uniendo mediante tornillos a las alas del mismo. Estas cintas son parte del “strapping” y son quienes logran una menor altura de pandeo, y para poder conseguir la rigidización del panel se utilizan los bloqueadores que se aplican entre el montante y la cinta. A continuación se muestra una figura en donde se rigidiza un panel.

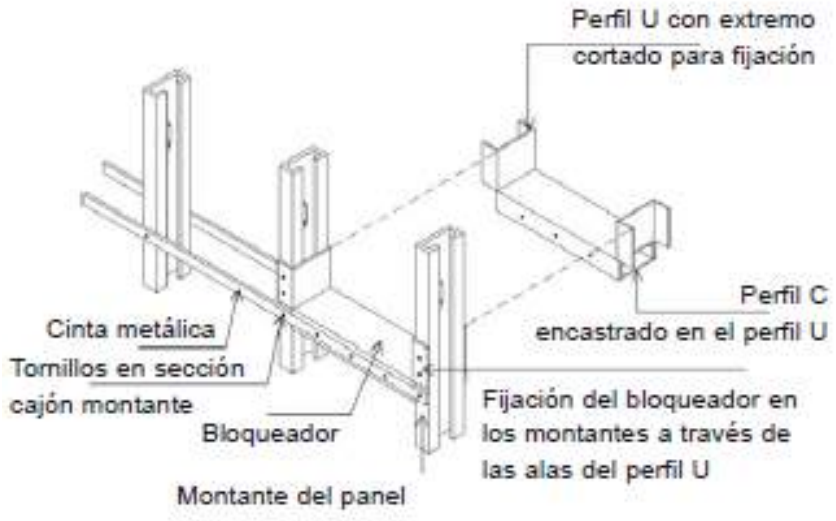


Figura 3: Esquema "STRAPPING & BLOCKING" (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 42)

1.1.2.3 Estabilidad lateral

La estructura del SF al estar conformada por montantes aislados logran un trabajo muy bueno ante cargas verticales, pero así la estructura no es capaz de resistir esfuerzos horizontales provocados por el viento y el sismo. Para solucionar este problema se debe buscar una estabilidad lateral y ésta se logra con la ayuda de arriostramientos y con las placas de cerramiento exteriores.

Arriostramientos: La forma más común de lograr un arriostramiento en el sistema SF es la utilización de las Cruces de San Andrés[2]. Este tipo de arriostramiento se logra colocando diagonales con cintas de acero galvanizado en el exterior de cada panel, con el objetivo de que estas cintas sean quienes absorban los esfuerzos de tracción provocados por las fuerzas horizontales, y, que dichos esfuerzos sean transmitidos a la cimentación, teniendo claro que la transmisión de éstos debe coincidir con los anclajes.

El ángulo de las cruces es de gran importancia para lograr una mayor resistencia a las solicitaciones de las diagonales; a menor ángulo con la horizontal, la tensión de la cinta será menor, mientras que a mayor ángulo las diagonales dejan de trabajar. Se recomienda que el ángulo a utilizarse esté entre los 30° y 60°.

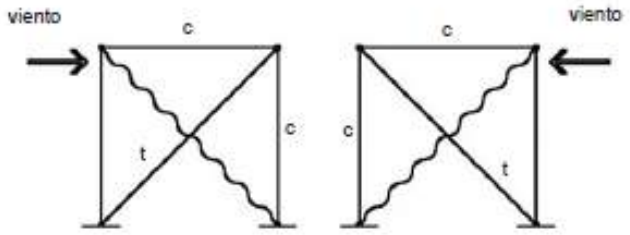


Figura 4: Solicitación de las Cruces de San Andrés. (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 36)

Una dificultad en el uso de estas cruces es cuando existen grandes vanos para puertas o ventanas; por esta razón es imprescindible el trabajo conjunto entre el arquitecto y la persona calculista, de manera tal que se pueda identificar los paneles con arriostramiento y en algunos casos, al formarse ángulos de gran inclinación, es recomendable el uso de arriostramiento tipo “K”, siendo una desventaja en este caso la necesidad de montantes más resistentes indicando un aumento de sección.

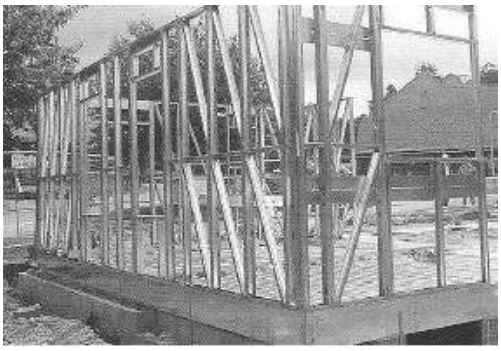


Figura 5: Arriostramiento tipo "K" (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 38)

[2] Cruz de San Andrés: La llamada Cruz de San Andrés tiene la forma de aspa y tiene dos ángulos agudos y dos ángulos obtusos.

Diafragmas de rigidización: Los materiales que se utilicen como placas de cerramiento exterior pueden ser utilizados como diafragmas de rigidización. Existen cierto tipo de placas que son estructurales y soportan esfuerzos del viento o del sismo que deben ser transmitidos a la cimentación para lograr una estructura estable. El uso de este tipo de solución debe ser cuidadosamente colocado de manera que se logren los objetivos así como dependerá su correcto funcionamiento de los siguientes aspectos:

- Del número y tamaño de aberturas en un panel.
- Del tamaño del panel (altura y ancho).
- Resistencia de los montantes del panel.
- El tipo, cantidad y separación de los tornillos para la fijación de las placas a la estructura.
- Resistencia y espesor del material a ser utilizado como diafragma.

Según el AISI (American Iron and Steel Institute) y NASFA (North American Steel Framing Alliance) el espesor de las placas de cerramiento exteriores debe ser mínimo de 12mm y de las placas de yeso cartón utilizadas para interiores de 12,5mm.

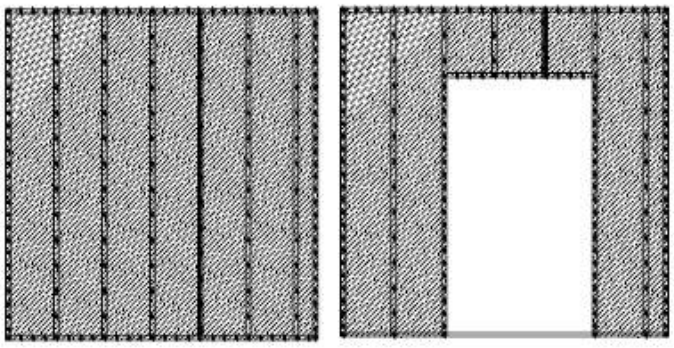


Figura 6: Colocación de placas estructurales en paredes sin vanos y paredes con vanos. (TUGALT .S.A)

El uso del tipo de solución a la estabilidad lateral estará en función de consideraciones técnicas, como el caso de gran cantidad de vanos dentro de un proyecto, y además en función de la economía, por lo que deberá considerarse el material y la mano de obra necesaria en cada caso.

1.1.2.4 Anclajes a la cimentación

Cuando un panel ha sido rigidizado se debe asegurar el correcto anclaje del mismo a la cimentación de manera tal que se cumplan con los objetivos indicados en los 2 puntos anteriores.

En el sistema del Steel Framing se utilizan distintos tipos de anclaje, el más común es la varilla que se deja anclada en la cimentación al momento de su fundición, pero también se utilizan químicos para lograr un anclaje una vez que la cimentación ya ha fraguado.

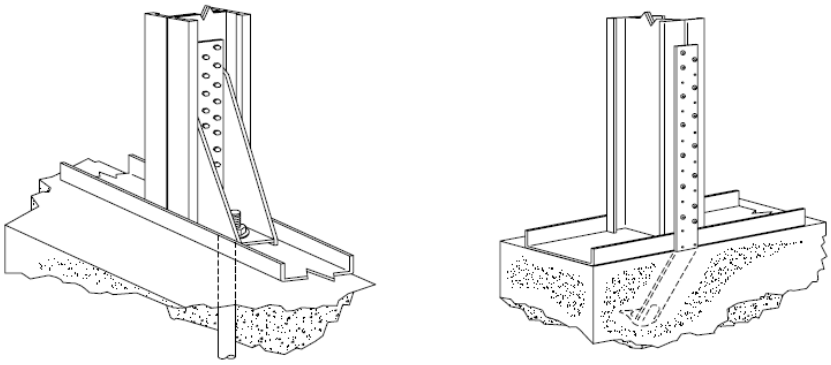


Figura 7: Tipos de anclaje a la cimentación. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 17)

El desempeño de la fijación de la estructura a la fundación es evitar los movimientos de traslación o rotación que pueden ser provocados por fuerzas horizontales como el viento y el sismo a los cuales siempre se está expuesto, en mayor grado en aquellas zonas de alto peligro sísmico.

1.1.2.5 Rigidización horizontal en entrepisos

Cualquiera sea el método que se utilice para la realización de los entrepisos, siempre se debe considerar una rigidización del mismo, colocando cintas de acero galvanizado para unir las vigas que forman parte de la estructura. Esta cinta o “strapping” deberá ser colocada siempre en los tercios de la luz de las vigas a menos que el cálculo estructural indique otras distancias. La memoria de cálculo también podría indicar que la cinta no es suficiente para evitar la rotación de las vigas, y entonces sería necesaria la utilización de un perfil más rígido.

1.1.2.6 Fijaciones entre perfiles

Para la concepción de una estructura en SF es muy importante lograr uniones de calidad y que garanticen el correcto trabajo de la estructura en función a las solicitaciones. Entre los tipos de fijaciones que se pueden utilizar están:

- **Soldadura:** Es efectiva y de buen rendimiento. La desventaja es que se pierde la chapa de galvanizado por lo que se debe tener en cuenta un arreglo de la pintura.
- **Clinching:** Es un proceso en el que la unión se logra por deformación plástica de los perfiles sin afectar su resistencia. Una desventaja es que los equipos necesarios no pueden ser utilizados para lograr todas las uniones debido a su tamaño.
- **Tornillos auto-perforantes:** Son los más utilizados y su uso no es difícil. Las características y tipos de tornillo son determinados según los esfuerzos a los que estén sometidos y siempre deberán ser galvanizados. Dentro de los tornillos más utilizados están el tornillo T1 de cabeza chata y se utiliza cuando se va a utilizar un recubrimiento, y el tornillo T2 de cabeza hexagonal que permite mayor torque pero no se puede recubrir debido a su cabeza.

Figura 8: Tornillos tipo T1 y T2. (TUGALT .S.A)

1.1.2.7 Aislamiento

Los paneles que se forman en una estructura en SF, como se habló anteriormente, son recubiertos interiormente con placas de yeso cartón y exteriormente con placas de cerramiento que se recomienda sean estructurales, pero se pueden surgir ciertos problemas como:

- Infiltración de agua y viento.
- Humedad en las placas de cerramiento.
- Falta de ventilación dentro y entrada de calor al interior de la vivienda.
- Pérdidas de calor de la vivienda.
- Ruidos provenientes del exterior o dentro de la misma vivienda.

Para solucionar estos problemas se deben lograr barreras de vapor, agua y viento, áticos ventilados, aislamientos térmicos, acústicos y selladores.

Barrera de Vapor: Evitará de esta manera la concentración de humedad en los paneles. El aire siempre tiene una porción de agua en forma de vapor y a menor temperatura que tenga el aire menor cantidad de vapor tendrá debido a la condensación. Por esta razón es necesaria la barrera de vapor para que el vapor del aire cálido al atravesar la estructura no se condense, así también se protegen los demás aislantes y se evita el deterioro de la estructura. Para lograr esta barrera se utiliza un film de polietileno[3] el cual se coloca en función del lado con mayor presión de vapor; se debe colocar entonces en el lado interno del panel exterior, y sobre el cielo raso de una cubierta donde se genera bastante humedad, antes de la colocación de la placa de yeso cartón.

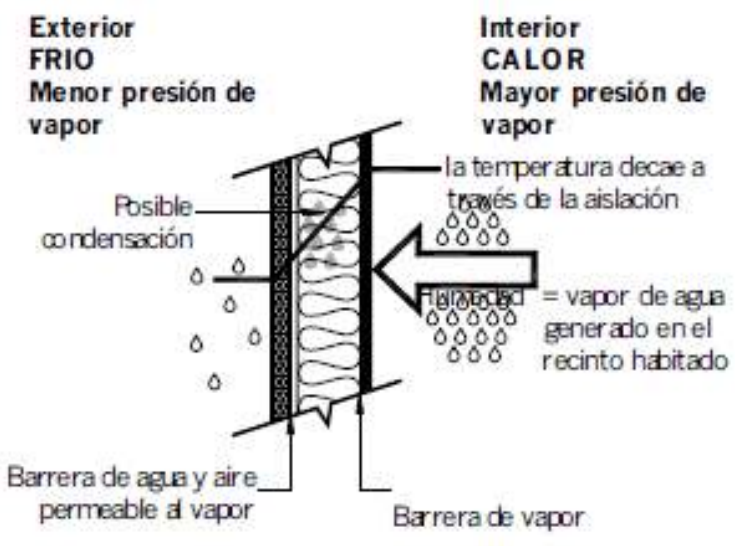


Figura 9: Barrera de Vapor. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 35)

Barrera de agua y viento: Con esta barrera se protegerá la estructura, los demás aislantes y la vivienda contra la acción del agua y del viento que puede afectar desde el exterior. Además permitirá mantener quieto el aire que se encuentre en la cavidad de las paredes, logrando incluso que éste pueda funcionar como un aislante térmico.

Esta barrera debe ser EPS[4] y debe cubrir todo el contorno de la vivienda de manera continua por lo que las uniones deberán ser correctamente tratadas. Su ubicación será

[3] Polietileno: es químicamente el polímero más simple y es el plástico más utilizado a nivel mundial debido a su gran producción y bajo precio.
[4] EPS: Poliestireno expandido; es un material plástico espumado y en nuestro medio es conocido como espuma flex.

sobre el substrato exterior (terminación exterior con EIFS[5]) o directamente a la estructura cuando no exista substrato exterior (generalmente cuando la fachada sea de mampostería) o cuando se pretenda colocar con adhesivo el EPS al substrato

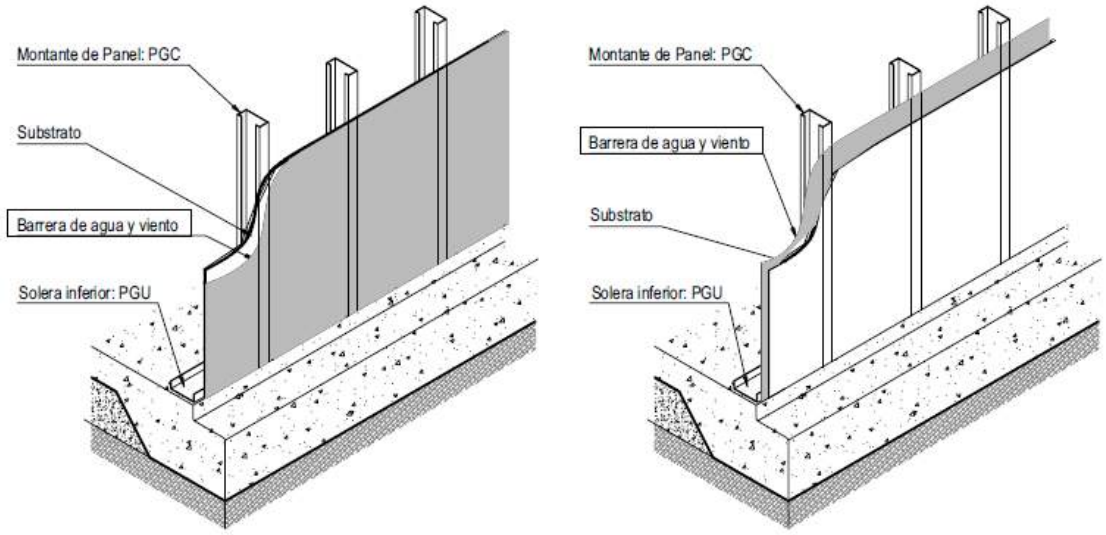


Figura 10: Ubicación de barrera de agua y viento. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 36)

.

Barrera térmica: El propósito del aislamiento térmico es disminuir el consumo de energía utilizada para calefacción o para aire acondicionado; por esta razón se trata de evitar la pérdida de calor en el invierno y el paso de calor en el verano.

En el sistema del SF se debe tener muy en cuenta que el acero es un alto conductor térmico y por eso se debe dar solución a los puentes térmicos que pueden ocurrir en el sistema. Dentro de una construcción cada material utilizado tiene una resistencia al ser atravesados por un flujo calórico o resistencia térmica que depende del espesor y de las características del material.

$$R = \frac{e}{I}$$

Donde e: espesor; I: coeficiente de conductibilidad térmica.

Entre los materiales más utilizados para el aislamiento térmico están:

EPS: La conocida espuma flex es un material con menor resistencia térmica pero es muy útil para trabajar contra los puentes térmicos. Este material se coloca antes de la aplicación de la placa de cerramiento exterior.

Lana de vidrio: La lana de vidrio es un material que combinado con el material de paredes tiene un mejor efecto de resistencia térmica; a continuación se muestran una tabla tomada

[5] EIFS: Sistema de aislamiento exterior y acabado final.

del Manual de Steel Framing de Arquitectura que indica la resistencia y conductividad térmica de la lana de vidrio en función de su espesor:

Tabla 1: Conductividad y Resistencia térmica de la lana de vidrio. (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 91)

Espesor de la lana de vidrio	Conductividad Térmica (W/m °C)	Resistencia Térmica (m² °C/W)
50 mm	0,042	1,19
75 mm	0,042	1,78
100 mm	0,042	2,38

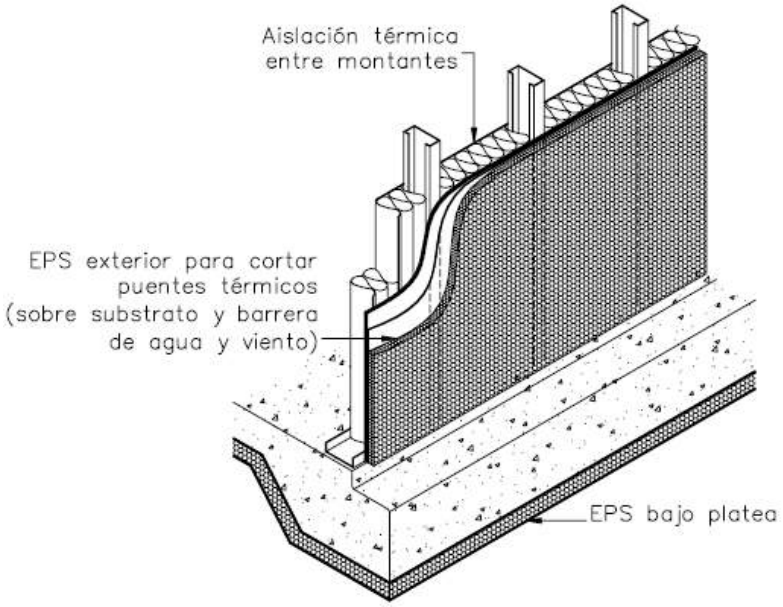


Figura 11: Barrera Térmica. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 38)

Barrera acústica: El sonido es una variación de presión que existe en la atmósfera y para poder ser transmitido necesita de un medio elástico donde el más común es el aire; sin embargo, el sonido puede ser transmitido por los materiales de construcción que conforman una edificación. Según el autor Elhajj, nombrado en el Manual de Steel Framing de Arquitectura (2007), el sonido puede ser transmitido en una edificación de tres maneras:

- Transmisión del sonido aéreo mediante las aberturas o la tabiquería.
- Transmisión del sonido de impacto que es el que más ocurre en una edificación; este puede ser el movimiento de personas, el cierre de puertas, cajones, etc.

- Transmisión de sonido proveniente de la estructura donde generalmente actúan medios mecánicos que transmiten vibraciones a las paredes, estructura y entrepisos.

La transmisión del sonido dependerá de la frecuencia del mismo, del sistema constructivo y del material que lo componga. A mayor pérdida de transmisión (PT) menor será la transferencia del ruido; a continuación se toma muestra una tabla donde se indican los valores de PT en función del tipo de aislamiento:

Tabla 2: Tipos de aislamiento acústico. (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 88)

Cuantificación del aislamiento	Pérdida de transmisión (PT)	Condiciones de audición
Pobre	<30 dB	Se escucha fácilmente una conversación normal a través de la pared.
Regular	30 a 35 dB	Se oye la conversación en voz alta, pero no se entiende bien la conversación normal.
Bueno	35 a 40 dB	Se oye la conversación en voz alta, aunque no es fácilmente inteligible.
Muy bueno	40 a 45 dB	La palabra normal es inaudible y en voz alta es muy atenuada y no inteligible.
Excelente	>45dB	Se oye muy débilmente los sonidos muy altos.

dB= decibeles

Con respecto a los materiales que componen una edificación, su desempeño como aislante acústico se mide con la Clase de Transmisión de Sonido Aéreo (CTSA) y su utilización en un sistema constructivo dependerá de su buen trabajo pero tomando en cuenta un análisis económico y la escala del proyecto.

En caso de que se utilice un material aislante aparte de los terminados de la vivienda, generalmente el material más utilizado es la lana de vidrio por lo que el esquema será el mismo de la ilustración 9, donde el material será aislante térmico y acústico.

La siguiente tabla ha sido tomada del Manual de SF de Arquitectura (2007) y muestra cuántos decibeles de pueden perder según el sistema que se utilice:

Tabla 3: CTSA de materiales constructivos. (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 89)

Componente de la Construcción	CTSA
Pared de ladrillo de 25 cm	52
Placa de vidrio de 6 mm	26
Bloque de concreto celular autoclavado	45
Panel de yeso cartón con montantes 90x40 a cada 400 mm con placas de yeso de 12,5 mm a ambos lados sin aislamiento con lana mineral	33
Panel de yeso cartón con montantes 90x40 a cada 400 mm con placas de yeso de 15 mm a ambos lados sin aislamiento con lana mineral	34
Panel de yeso cartón con montantes 90x40 a cada 400 mm con placas de yeso de 12,5 mm a ambos lados con aislamiento de lana mineral de 50 mm de espesor	36
Panel de yeso cartón con montantes 90x40 a cada 400 mm con placas de yeso de 15 mm a ambos lados con aislamiento de lana mineral de 50 mm de espesor	38
Panel de yeso cartón con montantes 90x40 a cada 600 mm con placas de yeso de 15 mm a ambos lados con aislamiento de lana mineral de 75 mm de espesor	45-49
Panel de yeso cartón con montantes 90x40 a cada 600 mm con 2 placas de yeso de 15 mm a ambos lados con aislamiento de lana mineral de 75mm de espesor	50-54

Los valores que se muestran en esta tabla serán de gran utilidad para escoger los terminados de la vivienda a diseñar.

1.2 Acero doblado en frío para la construcción en STEEL FRAMING

La Especificación para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío, desarrollada por el comité del AISI[6] (2007), detalla la siguiente lista de aceros como aplicables al sistema constructivo que se propone:

ASTM A36/A36M, Carbon Structural Steel

ASTM A242/A242M, High-Strength Low-Alloy Structural Steel

ASTM A283/A283M, Low and Intermediate Tensile Strength Carbon Steel Plates

ASTM A500, Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes

[6] AISI: American Iron and Steel Institute, Instituto Americano del Hierro y del Acero.

ASTM A529/A529M, High-Strength Carbon-Manganese Steel of Structural Quality

ASTM A572/A572M, High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel

ASTM A588/A588M, High-Strength Low-Alloy Structural Steel with 50 ksi (345 MPa) Minimum Yield Point to 4 in. (100 mm) Thick

ASTM A606, Steel, Sheet and Strip, High Strength, Low Alloy, Hot-Rolled and Cold-Rolled, with Improved Atmospheric Corrosion Resistance

ASTM A653/A653M (SQ Grades 33, 37, 40, and 50 Class 1 and Class 3; HSLA Types I and II, Grades 50, 60, 70 and 80), Steel Sheet, Zinc-Coated (Galvanized) or Zinc-Iron Alloy-Coated (Galvanealed) by the Hot-Dip Process

ASTM A792/A792M (Grades 33, 37, 40, and 50A), Steel Sheet, 55% Aluminum- Zinc Alloy-Coated by the Hot-Dip Process

ASTM A847, Cold-Formed Welded and Seamless High-Strength, Low- Alloy Structural Tubing with Improved Atmospheric Corrosion Resistance

ASTM A875 (SS Grades 33, 37, 40, and 50 Classes 1 and 3, HSLAS Types A and B, Grades 50, 60, 70, and 80) Steel Sheet, Zinc–5% Aluminum Alloy-Coated by the Hot-Dip Process

ASTM A1003/A1003M (ST Grades 50 (340) H, 40 (275) H, 37 (255) H, 33 (230) H), Standard Specification for Steel Sheet, Carbon, Metallic- and Nonmetallic-Coated for Cold-Formed Framing Members

ASTM A1008/A1008M (SS Grades 25 (170), 30 (205), 33 (230) Types 1 and 2, and 40 (275) Types 1 and 2; HSLAS-F Grades 50 (340), 60 (410), 70 (480), and 80 (550)), Standard Specification for Steel, Sheet, Cold-Rolled, Carbon, Structural, High-Strength Low-Alloy and High-Strength Low-Alloy with improved Formability, Solution Hardened, and Bake Hardenable

ASTM 1011/A1011M (SS Grades 30 (205), 33 (230), 36 (250) Types 1 and 2, 40 (275), 45 (310), 50 (340), and 55 (380); HSLAS Classes 1 and 2, Grades 45 (310), 50 (340), 55 (380), 60 (410), 65 (450), and 70 (480); HSLAS-F Grades 50 (340), 60 (410), 70 (480), and 80 (550)), Standard Specification for Steel, Sheet and Strip, Hot-Rolled, Carbon, Structural, High-Strength Low-Alloy and High-Strength Low-Alloy with improved Formability

ASTM A1039/A1039M (SS Grades 40 (275), 50 (340), 55 (380), 60 (410), 70 (480), and 80 (550)) Standard Specification for Steel, Sheet, Hot-Rolled, Carbon, Structural,

Además indica que los aceros que no se encuentren dentro de esta lista deben cumplir con lo que se indica en la Sección A2.3.2 y A2.2 del AISI (2007).

La lista de aceros que se presenta es la actualizada en la edición del AISI (2007).

1.2.1 Propiedades mecánicas del acero formado en frío

Las propiedades mecánicas del acero que se utilice deben ser registradas por los fabricantes de los perfiles, así también el diseñador estructural debe conocer el comportamiento del material que se va a manejar.

Dentro de las propiedades mecánicas más relevantes a considerar para el diseño estructural están:

- El límite de fluencia.
- Resistencia a la tensión o resistencia última.
- Características de la curva Esfuerzo – Deformación.
- Módulo de Elasticidad y Módulo Tangente.
- Ductilidad.
- Facilidad para soldarse.
- Resistencia a la fatiga.
- Tenacidad.
- Facilidad de formado.
- Durabilidad.

1.2.1.1 Límite de Fluencia, Resistencia a la Tensión y Características de la curva Esfuerzo-Deformación.

La resistencia de los miembros estructurales de acero formado en frío depende del esfuerzo o límite de fluencia[7] *(Fy)* o de la resistencia del material a la conformación, excepto en las uniones y en los casos donde el pandeo local o total es crítico.

Existen dos tipos de curvas esfuerzo-deformación; la curva con fluencia pronunciada que es la que presentan los aceros formados en caliente, y la curva con fluencia gradual que es la que presentan los aceros formados en frío.

[7] Fluencia: Es la deformación irrecuperable de una probeta en un ensayo de tracción donde se podrán recuperar únicamente las deformaciones elásticas, quedando una deformación inalterable.

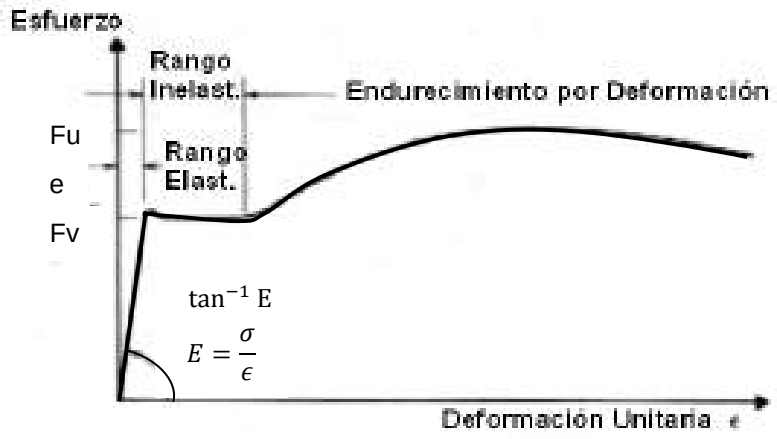


Figura 12: Curva tipo 1 - Fluencia pronunciada. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 25)

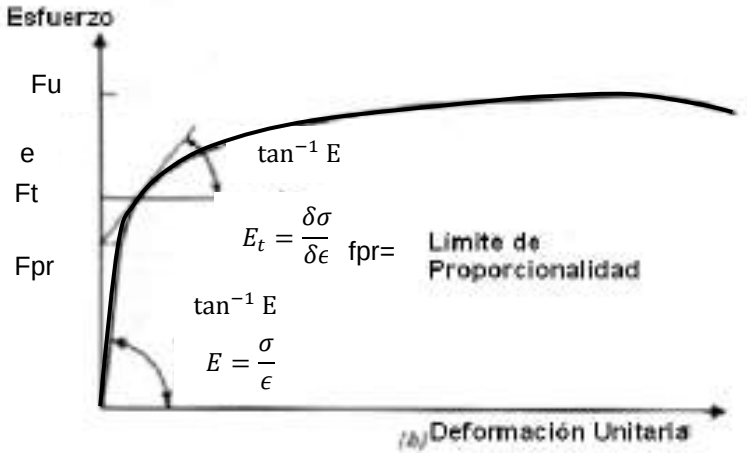


Figura 13: Curva tipo 2 - Fluencia gradual. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 25)

En la curva tipo 1 el límite de fluencia se puede determinar con el valor del esfuerzo donde la curva presenta un quiebre y adquiere la forma horizontal; mientras que, en la curva tipo 2 el límite de fluencia se puede obtener mediante el método de compensación “offset” o mediante el método de deformación unitaria bajo carga. Esto es debido a que en la curva que presentan los aceros formados en frío, la curva tipo 2, no se presenta ningún quiebre y no se puede identificar su esfuerzo de fluencia al presentar la curva una suave transición para llegar a la parte horizontal.

El método de compensación consiste en trazar una línea paralela a la primera porción recta de la curva tipo 2 y el punto de intersección entre esta línea y la curva esfuerzo – deformación es el valor de *Fy*. Este método generalmente se utiliza para investigaciones y para los productores de aceros aleados. El método de deformación unitaria bajo carga el valor de *Fy* se obtiene para un valor específico de deformación unitaria que comúnmente se utiliza el 0,5%; este método utilizan los fabricantes de láminas y cintas de acero de carbono

de baja aleación. La diferencia que presentan los valores de Fy determinados con los dos métodos no es irrelevante.

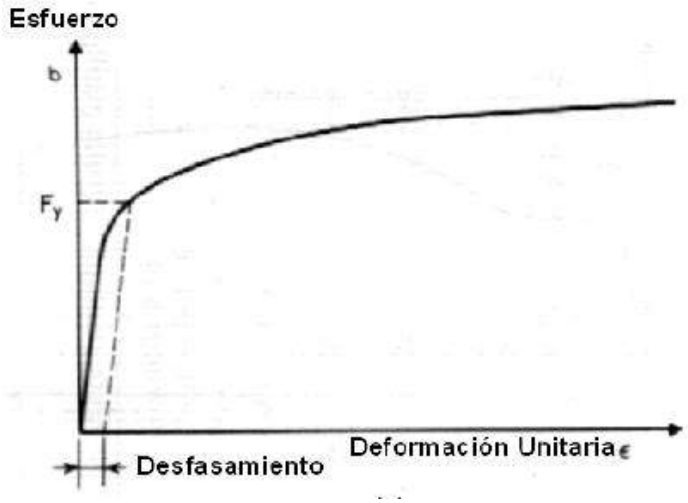


Figura 14: Método de Compensación. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 27)

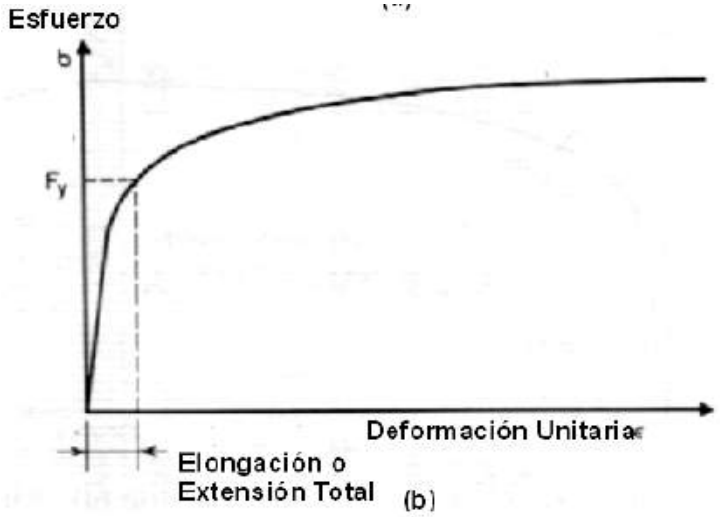


Figura 15: Método de deformación unitaria bajo carga. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 27)

En las curvas esfuerzo – deformación también se puede observar que se obtienen dos propiedades mecánicas adicionales y que son valiosas:

- ***El límite de proporcionalidad (fpr)***, indica hasta qué esfuerzo el material tiene deformaciones proporcionales a la tensión aplicada. A pesar de que no se utiliza en las ecuaciones del AISI ha sido un valor importante a considerar para establecer los factores de seguridad. Este valor se puede obtener mediante el método de compensación con un valor del 0,1% de desfasamiento.

- ***El esfuerzo último (Fu),*** que es el valor de esfuerzo máximo que puede soportar el material antes de fallar. Este esfuerzo no es considerado para el diseño estructural de elementos, teniendo en consideración para su falla los esfuerzos de fluencia y en algunos casos los esfuerzos de pandeo crítico. Sin embargo, en el caso de conexiones atornilladas donde generalmente los esfuerzos que se dan pueden llevar a fibras del material a la falla, se trabaja con el esfuerzo último y el AISI da algunas consideraciones para estar del lado de la seguridad al trabajar con este esfuerzo. Este valor es el esfuerzo al final de la curva.

1.2.1.2 Módulo de Elasticidad y Módulo Tangente

Cuando los elementos estructurales fallan por inestabilidad esto no depende sólo del esfuerzo de fluencia sino también del módulo de elasticidad (E) o módulo tangente (Et) cuando el pandeo es elástico o inelástico respectivamente.

El módulo de elasticidad es definido por la pendiente de la primera porción recta de la curva esfuerzo – deformación. El AISI recomienda un valor mínimo de $2{,}073 \times 10^{6}\ {}^{kg}/_{cm^2}$ aunque el rango de variación va desde $2{,}038 \times 10^{6}$ a $2{,}108 \times 10^{6}\ {}^{kg}/_{cm^2}$. El valor de *Et* se define como el valor de la pendiente de la curva esfuerzo – deformación en cualquier punto de la misma.

1.2.1.3 Ductilidad

La ductilidad es una propiedad de los materiales que consiste en alcanzar deformaciones plásticas sin llegar a la ruptura. Para saber la ductilidad que tiene un acero, éste es sometido a pruebas de tensión, flexión o de corte en probetas de longitudes determinadas por normas y especificaciones.

Para los aceros listados como aceptables para el AISI, la especificación asegura una buena ductilidad por lo que no es necesario realizar pruebas, pero para aceros que no están dentro de la lista el AISI determina los requisitos a cumplirse en la Sección A3.3. Estas consideraciones deben tener en cuenta los fabricantes de los productos y de esa forma el diseñador o proyectista tendrá la seguridad del material a utilizar.

1.2.1.4 Facilidad para soldarse

La facilidad para soldarse es poder formar uniones soldadas sin grietas y sin dañar el material; esto depende principalmente de la composición química del acero y del proceso de soldadura usado.

El diseño de uniones soldadas para perfiles de acero laminados en frío según el AISI se encuentra en la Sección E2 de la especificación. Los procesos de soldado estructural más utilizados son:

- Soldadura de arco con electrodos recubiertos (SMAW).
- Soldadura de arco con electrodos sumergidos (SAW).
- Soldadura de arco de gas metálico (GMAW).
- Soldadura de arco con flujo recubierto (FCAW).

1.2.1.5 Resistencia a la Fatiga y Tenacidad

La resistencia a la fatiga se define como la capacidad de un material de soportar cargas cíclicas sin llegar a la falla. Estas cargas cíclicas pueden ser provocadas por un sismo, vientos, impactos de maquinaria, carga vehicular, entre otras, siendo las dos primeras de muy corta duración, por lo que para el uso de perfiles laminados en una estructura de edificaciones la resistencia a la fatiga no es considerada por el AISI. La relación entre la resistencia a la fatiga y la resistencia a la tensión generalmente es de 0,35 a 0,60.

La tenacidad en cambio es la capacidad que tiene un material de absorber energía sin sufrir fragmentación. La cantidad de energía absorbida es relacionada con la deformación que sufre una muestra ante impactos, y en elementos lisos sometidos a cargas estáticas esta energía se toma como el área bajo la curva de la curva esfuerzo – deformación sin tener relación las dos formas de obtención de tenacidad.

1.2.1.6 Facilidad de Formado y Durabilidad

La facilidad de formado es la propiedad que tiene un material para poder conseguir cualquier forma geométrica sin tener fallas ni desgarres. En la siguiente sección se mostrarán las alteraciones en las propiedades mecánicas del acero por el proceso de doblado en frío.

La durabilidad del acero depende de condiciones ambientales y el efecto que más puede deteriorar la composición química es la corrosión. Este problema se ha solucionado con una capa de galvanizado o con pintura anticorrosiva con lo que ya no es necesario el mantenimiento de la estructura.

1.2.2 Proceso de formado en frío

El proceso de formado en frío puede ser realizado de distintas maneras; uno de los métodos es el laminado en frío que consiste en doblar láminas muy delgadas de acero que pasan por rodillos los cuales van dando la forma requerida del perfil. También se utilizan plegadoras y prensas que dan la forma del pliegue deseado, siendo estos dos procesos limitados en cuestiones de longitud y volumen de producción, por lo que son utilizados mayormente cuando se necesitan variadas formas en los perfiles. Los espesores en los que se trabaja este tipo de acero varía entre los 1,2 y 6.4 mm con una chapa de zinc, produciendo perfiles galvanizados para la protección ante la oxidación del acero como se habló anteriormente.

Figura 16: Fabricación de Perfil C mediante rodillos. (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007, pág. 21)

Los productos típicos en acero formado en frío son:

Elementos Lineales: Son aquellos perfiles en que su longitud es la dimensión que predomina y son utilizados para conformar vigas, montantes, correas, etc.

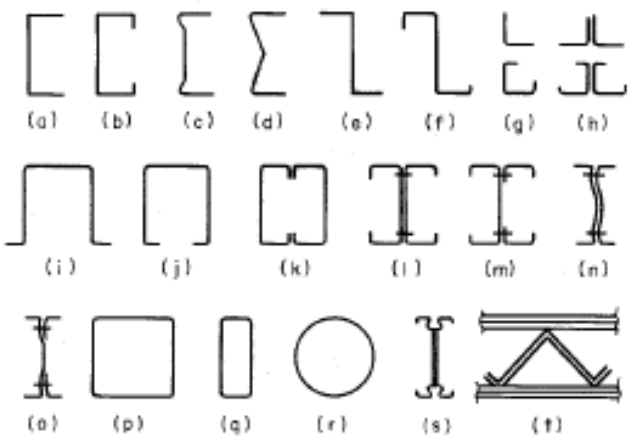


Figura 17: Secciones estructurales de acero formado en frío. (Wei-Wen Yu P. , 2000, pág. 4)

Elementos Planos: Son aquellos elementos en los que sus dos dimensiones predominan sobre el espesor. Estos elementos trabajan con cargas distribuidas y su función podría ser para paredes o muros, losas y cubiertas.

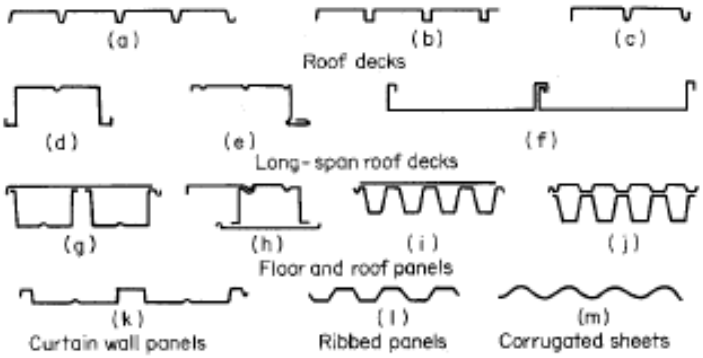


Figura 18: Paneles en acero doblado en frío. (Wei-Wen Yu P. , 2000, pág. 11)

Las propiedades mecánicas de los perfiles de acero formados en frío son distintas que las de los flejes o cintas de los que fueron formados, esto es debido a que el proceso de doblado aumenta los valores de los esfuerzos de fluencia y último y también se reduce la ductilidad del acero. Como las esquinas de los perfiles requieren de mayor trabajo en el doblado en comparación a las partes planas entonces las propiedades varían en las distintas partes del perfil como se muestra a continuación.

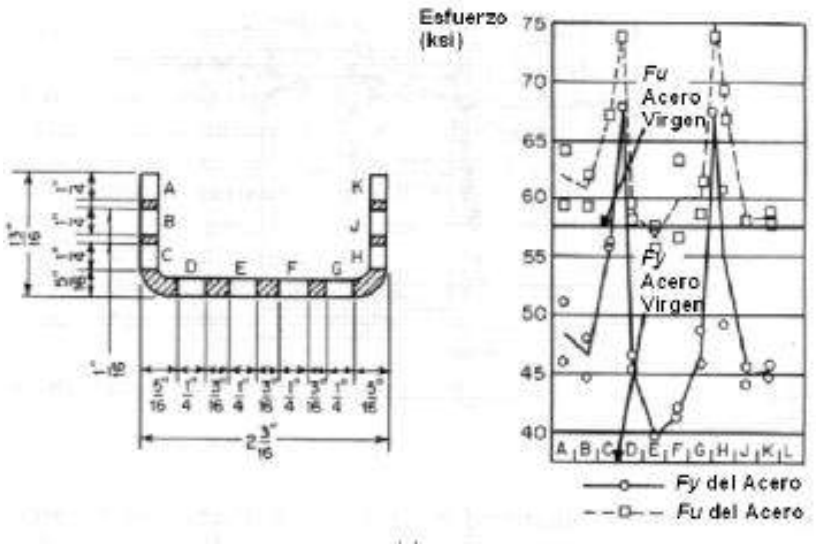


Figura 19: Variación de las propiedades mecánicas del acero debido al proceso de doblado de un perfil tipo canal. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 33)

En el esquema se puede observar que el acero antes de pasar por el proceso de formado tiene un esfuerzo de fluencia y un esfuerzo último constante, pero después del proceso esos valores varían de acuerdo a la geometría del perfil formado mostrando un aumento en las resistencias; tan así que es notable que en las esquinas este aumento es mayor, mientras que en las partes planas el incremento es mucho menor. Debido a esto, en el diseño estructural el pandeo primero se da en los elementos planos del perfil y luego se da una redistribución mediante el concepto del ancho efectivo, de manera que los esfuerzos se redistribuyen a las esquinas.

Las principales causas de los cambios en las propiedades del acero son el endurecimiento y el envejecimiento por deformación del mismo en el proceso de laminado, provocando el aumento de *Fy* y *Fu* y la disminución de la ductilidad como se habló anteriormente y como se puede apreciar en la siguiente ilustración tomada del libro de Wei-Wen Yu.

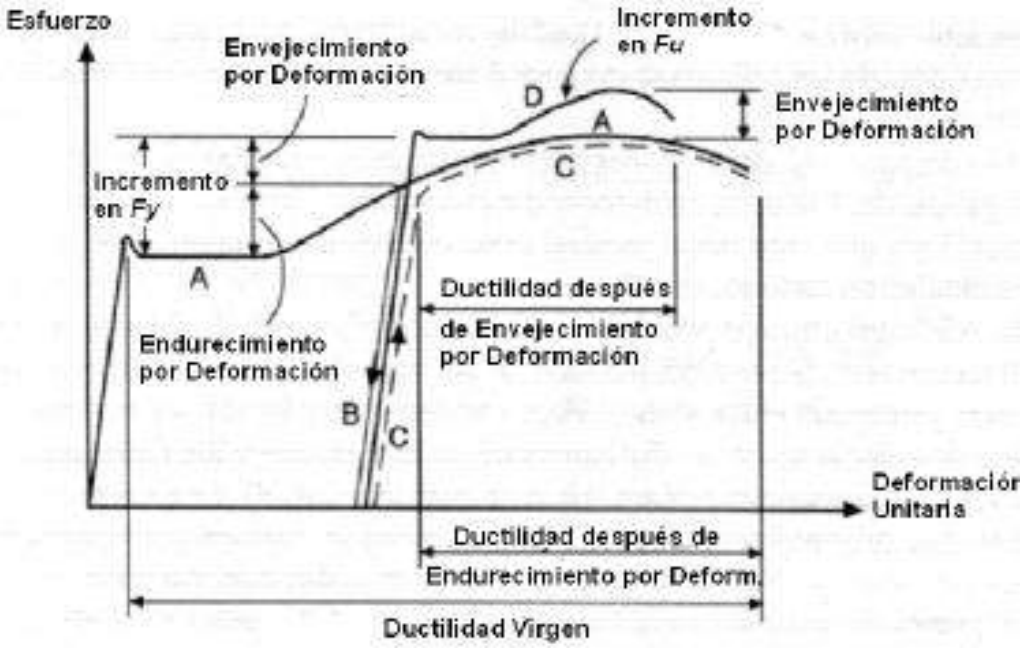


Figura 20: Curva de esfuerzo-deformación con el efecto de endurecimiento y envejecimiento por deformación del acero. (Wei-Wen Yu P. P., pág. 34)

Claramente se puede observar el cambio en el comportamiento de las propiedades del acero debido al proceso de formado. Se debe tener claro que lo más importante a considerar es la relación obtenida al final de *Fu/Fy* la cual siempre mostrará un incremento porque además el porcentaje de incremento de *Fu* es menor al de *Fy*. También es importante la relación del radio interior de las esquinas con respecto al espesor del perfil, *R/t,* indicando que mientras menor sea este valor el formado ha sido mayor por lo que el valor de *Fy* será aún mayor.

1.2.3 Aplicación de la perfilería

Para conocer de mejor manera los elementos que componen la estructura de una edificación primero es primordial conocer el tipo de perfiles que se utilizan para conformar los miembros estructurales. Además es importante conocer la diferencia entre elemento y miembro, debido a que estos términos son utilizados durante el diseño estructural:

Elemento: Parte que conforma un perfil, ya sea ala, alma o rigidizador.

Miembro: Es la sección estructural: viga, montante, que ha sido formada por un perfil o por la unión de dos o más de éstos.

A continuación se presentan los perfiles más utilizados en el SF y sus aplicaciones:

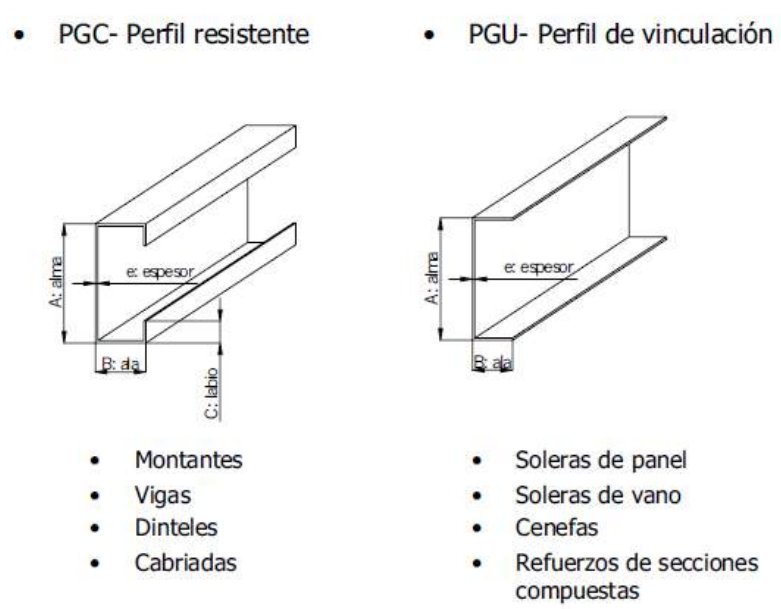


Figura 21: Perfilería utilizada en Steel Framing. (TUGALT .S.A, 2008, pág. 5)

También existen otro tipo de secciones como se indica en la ilustración 10, pero los mostrados en esta figura son los perfiles más utilizados.

Perfil Montante y Viga: Son los más importantes; los montantes son perfiles PGC como se muestra en la ilustración 18 y sirven de pilar portante de los muros y tabiques que formen parte del sistema según el diseño arquitectónico; para las vigas se utiliza el mismo tipo de perfil PGC pero con la diferencia de que las alturas y espesores generalmente son mayores para que como vigueta de entrepiso pueda soportar mayores esfuerzos a flexión. También pueden ser utilizados como columnas para cargas más importantes.

Perfil Solera: El perfil solera es de tipo PGU como se muestra en la ilustración 18; básicamente su función es lograr el entramado de la estructura y paneles del SF. El ancho de las soleras son levemente mayores a los de los montantes para de esta manera lograr que abarque toda la sección de los montantes (PGU).

CAPÍTULO 2

DISEÑO HIDROSANITARIO

En este capítulo se realiza el diseño hidro-sanitario de la vivienda con el objetivo principal de obtener los diámetros que van a influir para la selección de ciertos perfiles de la estructura de manera que se permita el paso de las instalaciones sin provocar problemas constructivos. Existen perfiles con huecos en el alma lo que facilita el paso de instalaciones tanto sanitarias como eléctricas.

En el terreno de la vivienda a diseñarse se tiene un medidor del cual se partirá para realizar el diseño. La presión con la que viene el agua se consideró de 20 psi, teniendo en cuenta que en el sector de yunguilla muchas veces el servicio de agua colapsa y se debe considerar un uso de cisterna para por lo menos 2 días que es un tiempo prudencial respetado en el diseño.

2.1 Criterios de diseño para la red de agua

Para un diseño óptimo de la red de agua fría y caliente se tomaron en cuenta los siguientes parámetros.

Facilidad de construcción: La utilización de materiales, diámetros y otros elementos fácilmente disponibles en el mercado, que se ajusten a las normas tanto en dimensiones como en comportamiento.

Mantenimiento: Es fundamental conseguir un buen funcionamiento de la red para evitar un excesivo y costoso mantenimiento correctivo, facilitando el mantenimiento preventivo.

Economía: En lo posible se evitó sobredimensionar la red lo cual contribuye a la economía del proyecto.

Y además, el cálculo se realizó en base a los siguientes criterios de diseño:

Presión en la red: El cálculo de la red se hizo de tal manera que se cumpla con una presión mínima en el punto más alejado de 5 m.c.a, con lo cual se garantiza que en todos los demás puntos (aparatos) de la vivienda se tenga una presión superior a la mínima indicada, y controlando también que la presión en todos los puntos no exceda de 50 m.c.a que corresponde a la presión máxima que resiste el material de la tubería, que es el PVC.

Velocidad en las conducciones: Se consideró un valor promedio de la velocidad del fluido dentro la tubería de 2,5m/s.

Material: El material a emplearse en las tuberías de agua fría es el PVC roscable y en las de agua caliente se emplearán tuberías de polietileno de termo-fusión.

Diámetros: El diámetro final que se contempla en los planos fue establecido en base a que correspondan a diámetros comerciales que estén disponibles en el mercado, evitando sobredimensionar los mismos, pues esto encarecería el costo, a pesar de que diámetros mayores proporcionan pérdidas de carga menores en las conducciones y válvulas, pero disminuye la velocidad de circulación, por lo cual se corre el riesgo de tener velocidades excesivamente bajas o presiones demasiado altas en los nudos.

Calentamiento: El sistema de calentamiento para la red de agua caliente se consideró un calefón, siendo la carga energética de éste suficiente para las necesidades de la vivienda.

2.2 Sistema indirecto de distribución de agua fría y caliente

2.2.1 Acometida

Como se indicó anteriormente el terreno cuenta ya con un medidor por lo que se procedió a realizar el cálculo de la acometida considerando un tiempo de llenado de la cisterna de 8 horas.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Criterio de diseño:

$$V < 2{,}5\ m/s$$

Cálculo de diámetro:

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$\varphi = \sqrt{4 \cdot A/\pi}$$

Siendo:

Q: Caudal.

V: Velocidad.

t: tiempo de llenado.

A: área de la tubería.

φ: diámetro de la tubería.

Como resultado se obtuvo un diámetro de la acometida domiciliaria de 12mm como se indica en

ANEXO 1: DISEÑO HIDROSANITARIO**.**

2.2.2 Cisterna

Consumo:

Dotación *Vivienda – Departamentos:* 200 – 250 l/hab

- **Cálculo Volumen de Cisterna**

$$V_{cisterna} = \#personas \cdot Dotación$$

En el caso de la vivienda a diseñarse el número de habitantes a considerar es de 8 con lo que se obtuvo un volumen de cisterna de 2000 l.

2.2.3 Sistema de bombeo

Al realizar el diseño de la red las presiones en los puntos más alejados eran menores a 5 m.c.a por lo que fue necesario diseñar un sistema de bombeo como sistema alterno en caso de que no exista presión suficiente en la red pública.

A continuación se muestra la memoria de cálculo:

Cálculo de la bomba:

$$P = \frac{G \cdot q \cdot H}{75 \cdot n}$$

Donde,

P: Potencia (Hp)

G: Constante de agua (1000)

q: Caudal de diseño

H: desnivel más pérdidas

n: rendimiento de la bomba

Los valores de ***q*** y ***H*** fueron obtenidos de la hoja de cálculo del diseño de la red de agua fría y agua caliente que se puede observar en el

ANEXO 1: DISEÑO HIDROSANITARIO**.**

Tabla de rendimiento de la bomba:

Potencia	n
<2 HP	40 - 60 %
2-5 HP	70 - 75 %
>5 HP	80%

Tabla de factor de seguridad (F.S)

Potencia	F.S.
<2 HP	1,5
2-5 HP	1,3
>5 HP	1,2

$$P_d = F.S. \cdot P$$

Junto con la bomba se completa el sistema con el tanque hidroneumático.

Cálculo del hidroneumático:

Volumen total del tanque:

$$VT = 30 \cdot \frac{q}{N} \cdot \frac{(Pm + 1)}{(Pm - Pn)}$$

Donde,

Pn: Presión de arranque que se necesita (at)

Pm: Presión máxima

$$Pm \cong Pn + 15m$$

q: caudal de diseño

N: número de arranques en una hora (varía de 6-10, pero se recomienda 6)

Volumen último:

$$VU = \frac{0{,}8 \cdot VT \cdot (Pm - Pn)}{(Pm + 1)}$$

Volumen de hidroneumáticos en el mercado:

Vol HN (gal)
20
26
32
44
62
81
86
119

2.3 Diseño de la red de agua fría y caliente

Para dimensionar las tuberías de la red se utilizó el método de los pesos para cada uno de los tipos de aparatos sanitarios, y se consideraron los siguientes valores.

APARATO	PESOS
lavamanos	1
ducha	0,7
inodoro	0,3
fregadero cocina	1
grifo lavar ropa	1
Grifo garaje	1
Urinario	0,3
Calefón	1

Luego, el caudal de diseño se calcula en función de los pesos según el número de unidades que entran en el tramo en consideración, y se aplica la siguiente fórmula:

$$Q = 0{,}25 \times \sqrt{\sum P}$$

$$\sum P = Sumatoria\ de\ los\ pesos\ de\ los\ aparatos\ del\ tramo$$

Y a partir del caudal se calcula el área o sección de la tubería mediante la siguiente fórmula.

$$Q = A \times V$$

$Q: caudal\ \left(m^3/_S\right)$

$A: Area$

$V: Velocidad\ (^{m}/_{s})$

Para el cálculo de las pérdidas por fricción en los accesorios y tuberías se empleó el método de la longitud equivalente que consiste en sumar a la extensión real de tubo, una longitud equivalente a las pérdidas de carga que se ocasionan en las piezas especiales existentes (accesorios) en la tubería, utilizando la siguiente formulación.

$$Le_{aparato} = Num\ accesorios \times diámetro\ de\ la\ tubería \times fa$$

Donde los valores de ***fa*** dependen del tipo de accesorio y se detallan a continuación.

Accesorios	fa
codo	45
Tee	20
Reductor	6
Llave de paso	0,8

Y finalmente, para calcular la pérdida se empleó la siguiente fórmula.

$$hf = j \times Longitud$$

Donde,

$$Longitud = Longitud\ Equivalente\ de\ c/\ accesorio\ en\ el\ tramo + longitud\ del\ tramo\ de\ tubería$$

Y para calcular el valor de *j,* se utilizó la formulación de Fair-Whipple-Islao

$$j = 0{,}000869 \times \left(\frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}}\right)$$

$j = Pérdida\ por\ fricción\ en\ tubería\ y\ accesorios\ (m)$

$Q = Caudal\ del\ tramo\ \left(^{m^3}/_{s}\right)$

$D = Diámetro\ del\ tramo\ de\ la\ tubería\ (m)$

Para calcular la pérdida en el medidor se empleó la siguiente formulación.

$$J = 10 \times \left(^{Qd}/_{Qnominal}\right)^2$$

J; Pérdida en el medidor en m.c.a

$$Qd = f(pesos) = 0{,}25 \times \sqrt{\sum pesos}$$

$Qnominal$: se obtiene de los catálogos en función del diámetro del medidor.

El Q nominal está en función del diámetro del medidor, el cual debe ser un diámetro comercial menos que el diámetro que me resulte en el dimensionamiento de la tubería.

Finalmente, se emplean los valores obtenidos de estas pérdidas para calcular la presión con la que llega el agua a cada punto, y en función de los valores que se obtengan, se puede determinar si es necesario un sistema de bombeo. Como en el caso de la vivienda la presión de 20 psi no cumplía con la presión mínima de 5 m.c.a sí fue necesario el sistema de bombeo que fue diseñado como se indicó anteriormente.

Los resultados se presentan en el

ANEXO 1: DISEÑO HIDROSANITARIO que se adjunta, a más de ser debidamente detallados en los planos.

2.4 Criterios de diseño para la red de desagüe

Mediante un diseño óptimo se busca conseguir un buen funcionamiento del sistema sanitario, pues esto es fundamental para evitar un excesivo y costoso mantenimiento correctivo, facilitando el mantenimiento preventivo.

El sistema de aguas servidas y el de aguas lluvias consiste en una red en la que dichos fluidos se eliminan por gravedad, al darle una pendiente necesaria a las tuberías.

Se realizó por separado el diseño sanitario por un lado de aguas servidas y por otro de aguas lluvias, por lo tanto el cálculo de cada uno de éstos se hizo de forma independiente, y en la planta baja las aguas servidas son transportadas por medio de tuberías hacia una fosa séptica; mientras que las aguas lluvias recolectadas, desde la planta baja son transportadas por medio de tuberías directamente hacia un tanque de reserva destinado para riego; y el agua que no se utilice para este fin proveniente de aguas lluvias, será transportada hacia una sequia que pasa por el terreno de la vivienda.

2.5 Evacuación de aguas servidas

Para el diseño del sistema de aguas servidas se utilizó el método de las Unidades de Descarga, considerando que se trata de una vivienda, por lo tanto de uso privado, y para las descargas se adoptaron los valores que se muestran en la siguiente tabla, en función de las unidades Hunter de contribución que representa cada accesorio o aparato sanitario.

APARATO SANITARIO	UNIDADES DE DESCARGA
Lavadora	2
Fregadero de Cocina	3
Ducha	2
Lavamanos	1
Inodoro	4
Bañera	3
Lava ropa	3
Urinario	3,5

En función de la cantidad de unidades de descarga que transporte cada ramal (saliente del respectivo aparato sanitario) se designa el diámetro de la tubería, y en la tubería principal (que recolecta las aguas de los ramales) se acumulan las unidades de descarga de los tramos que confluyen a dicha tubería, por lo tanto, el diámetro de éstas se asigna en función de la cantidad de unidades de descarga acumuladas, según la siguiente tabla.

D (mm)	U. DESCARGA
50	7
100	192
150	742

Cada unidad se conectará mediante un codo de desviación formando un ángulo de 45º según se detalla en los planos.

La tubería a emplearse será de PVC tipo sanitario y los diámetros a utilizarse, como resultado del cálculo indicado anteriormente, son de D = 50 mm desde los diferentes aparatos a la tubería principal de descarga a excepción de los inodoros en cuya salida se utilizará D = 100 mm, así como en la tubería principal de descarga y en la bajante. Todo esto se puede apreciar en los planos.

2.5.1 Planta de tratamiento de aguas servidas

Rangos de Demanda Bioquímica de Oxígeno (D.B.O.)

	Débil	Media	Fuerte
Demanda Bioquímica de O2	100 mg/l	200 mg/l	300 mg/l

Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

	Límite máximo permisible
Demanda Bioquímica de O2	100 mg/l

En este trabajo se considera una concentración inicial de DBO[8] de 187,5 mg/l que es la considerada para viviendas; y se necesita que el agua tratada salga con una concentración final de 25 mg/l puesto que el uso que se dará a ésta será para el riego de los jardines y estará en contacto con las personas.

Para lograr este objetivo se va a diseñar una planta con una unidad de tratamiento primario donde se da decantación y un 1er nivel de tratamiento primario. Esta unidad es la FOSA SEPTICA y se eliminará un 50% de la concentración inicial de DBO.

Como segunda unidad se diseñará una unidad de tratamiento secundario aerobio. Esta unidad es el Humedal de flujo sub-superficial y como concentración final se llegará a los 25 mg/l.

Al inicio de la planta de tratamiento se dispondrá de un desarenador para lograr una retención previa de partículas de diámetro de 0,15 mm.

2.5.1.1 Diseño

Cálculo del Caudal de Diseño

$$Q_{a.s} = \#hab \cdot D \cdot 0{,}8$$

$$Q_d = Q_{a.s} \cdot M$$

Donde,

$$M = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

M: factor máximo horario

P: población

Para la vivienda se consideraron 8 habitantes.

[8] DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno; es un parámetro con el que se mide la contaminación de materia a ser consumida.

1. **Desarenador**

- **Velocidad de depositación**

$$V_s = \sqrt{\frac{4 \cdot g \cdot d \cdot (\rho_r - 1)}{3 \cdot CD}}$$

d: diámetro de la partícula de arena que se requiere retener

ρ_r: densidad relativa (arena)

CD: coeficiente de arrastre

Parámetros a utilizarse:

ARENA		
d	0,00015	m
Pr	2,65	
μ	1,13E-06	m^2/sg
FS	0,5	

CONDICIONES:

- $Re < 1$:

$$CD = \frac{24}{Re} \quad \wedge \quad Re = \frac{V_s \cdot d}{\upsilon}$$

υ: Viscosidad relativa

- $1 < Re < 3200$:

$$CD = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0{,}34$$

- $Re > 3200$:

$$CD = 0{,}34$$

- **Velocidad horizontal**

$$V_h = FS \cdot Va$$

$$FS = 0{,}25 - 0{,}5$$

Va: Velocidad de arrastre.

$$Va = 12{,}5 \cdot \sqrt{(\rho_r - 1) \cdot d}$$

- **Área Transversal**

$$AT = \frac{Q}{V_h}$$

$$AT = b \cdot h$$

- **Longitud Cámara**

$$L = \frac{V_h}{V_s} \cdot h$$

2. FOSA SÉPTICA

La fosa séptica es la primera unidad de tratamiento de la planta. Aquí se dará un tratamiento primario donde habrá decantación y un 1er nivel de tratamiento biológico.

Se recomienda un T.R.H. (tiempo de retención hidráulica) de 12 a 24 horas.

Según la norma Brasileña:

$$V = 1{,}3 \cdot N \cdot (C \cdot T + 100 \cdot Lf)$$

N: # habitantes

C: producción de aguas x persona x día ($D \cdot 0{,}8$)

T: tiempo de rotación (días)

Lf: lodos x persona ($1\ {}^{l}/_{día \cdot hab}$)

$$A_s = \frac{V}{h}$$

Se debe imponer una altura teniendo en cuenta una relación L/B>3:1; la altura se toma generalmente de 2,20 m.

$$A_o = 10\% \cdot h \cdot b$$

$$A_o = h' \cdot b'$$

$h' = 30\ cm$: altura de la ventana

3. HUMEDAL DE FLUJO SUB SUPERFICIAL

CRITERIOS:

- T.R.H. 3 - 4 días para remover D.B.O.
- Altura para un humedal de flujo S.S. 0.4 – 0.6 m
- C.H. 470 – 1870 ${}^{m^3}/_{Ha \cdot día}$

Para Flujo Sub Superficial:

	POROSIDAD	CONDUCTIVIDAD HIDRAULICA (m/día)
Arena Gruesa	0,32	1000
Arena y Grava	0,35	5000
Grava media	0,4	10000
Grava gruesa	0,45	100000

- Relación Largo/ancho : 2:1 hasta 4:1
- Remoción D.B.O.

$$Ce = Co \cdot e^{-k \cdot t}$$

Ce: concentración final de D.B.O. (mg/l)

Co: concentración inicial de D.B.O. (mg/l)

t: tiempo de retención (días)

k: constante de remoción ($días^{-1}$)

kT: temperatura

$$kT = {k_{20}}^{1,06 \cdot (T-20)}$$

$$k_{20} = 1{,}104\ d^{-1}$$

$$T = 10° - 14°$$

Se recomienda utilizar grava media, entonces:

$$e = 0{,}4$$

$$conductividad = 10000\ m/día$$

$$AT = \frac{Q}{10\%\ conductividad}$$

$$Vol = AT \cdot t$$

$$Vol_{real} = \frac{Vol}{e}$$

$$As = \frac{Vol_{real}}{h}$$

Para evitar una sección muy grande se tomó la relación largo/ancho 2:1

$$As = 2 \cdot b^2$$

2.6 Evacuación de aguas lluvias

El sistema de evacuación de aguas lluvias está conformado por:

- Bajantes de aguas lluvias
- Canales de agua (en la cubierta)

Para la evacuación de las aguas lluvias se ha determinado la instalación de bajantes de PVC D= 75 mm cubriendo de esta manera toda el área de las cubiertas.

El agua lluvia recolectada por las bajantes será destinada para el riego de áreas verdes, tal como se indicó anteriormente, disponiéndose de la misma como se mencionó en párrafos anteriores.

Para la determinación de los elementos del sistema de evacuación de aguas lluvias, se analizó en base al área a drenar y con las siguientes tablas para la determinación de cada uno.

NÚMERO DE SUMIDEROS

SUPERFICIE DE CUBIERTA (m2) Proyección Horizontal	NÚMERO DE SUMIDEROS
S < 100	2
100 <= S < 200	3
200 <= S < 500	4
S >= 500	1 / 150 m^2

CANALES

MÁXIMA SUPERFICIE				ϕ nominal del canal (mm)
0.50%	1%	2%	4%	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

BAJANTES

SUPERFICIE HORIZONTAL (m2)	ϕ (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1544	160
2700	200

COLECTOR AGUAS LLUVIAS

SUPERFICIE PROYECTADA PENDIENTE (m2)			ϕ (mm)
1%	2%	4%	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1228	160
1070	1510	2140	200
1920	2710	3850	250
2016	4589	6500	315

CAPÍTULO 3

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA APLICANDO EL SISTEMA CONSTRUCTIVO STEEL FRAMING

En este capítulo se tendrán en cuenta todos los parámetros dados por la NEC y por la norma AISI como se indicó en el Capítulo 2. Además para obtener todas las reacciones actuantes en la estructura de la vivienda se utilizará el software SAP 2000, líder en la ingeniería civil. Este software ofrece un análisis estático y dinámico para cualquier tipo de estructura con un límite de capacidad de 1000 nodos; incluso se puede diseñar cada elemento de la manera más precisa utilizando diferentes códigos o normas como en este caso que se lo va a realizar con el AISI.

3.1 Diseño de viviendas en Steel Framing según la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)

Para el inicio del diseño estructural primero se determinarán las cargas siguiendo el Capítulo 1 de la NEC, Cargas y Materiales, de tal manera que se cumplan con las disposiciones dadas según la norma.

En el Capítulo 10, “Vivienda de hasta dos pisos con luces de hasta 5m”, en el inciso 10.4.3, Acero formado en frío, dice que para estructuras con acero formado en frío los pórticos deberán diseñarse de acuerdo a las normas de diseño AISI satisfaciendo los requisitos que se muestren en la NEC en el capítulo 5. Además, señala que el diseño de las uniones estructurales soldadas deben regirse a la norma AWS[9] y las uniones estructurales empernadas deben regirse a la norma AISC[10].

En el Capítulo 5, “Estructuras de Acero”, en el inciso 5.1.2, Limitaciones, indica que las disposiciones descritas en dicho capítulo no aplican para estructuras de acero formado en frío. Por esto todo el diseño estructural de la vivienda se basará en la especificación de la norma AISI como se indica a continuación.

[9] AWS: American Welding Society, Sociedad Americana de Soldadura.
[10] AISC: American Institute of Steel Construction, Instituto Americano de Construcción en Acero.

3.2 Diseño en Steel Framing con la especificación American Iron and Steel Institute (AISI)

En este punto se van a analizar ciertos contenidos de la Especificación para el Diseño de Miembros Estructurales de Acero Conformado en Frío del AISI, de manera tal, que sea una guía para el diseño de la vivienda tomando en cuenta las características que ésta va a tener.

3.2.1 Requisitos Generales

En la Sección A de la especificación se encuentran todos los requisitos para el diseño, entre ellos se encuentran los tipos de acero aplicables y las recomendaciones en caso de utilizar otro tipo de acero; las cargas a considerar según las condiciones de la edificación y sus características; el diseño con el método de las tensiones admisibles (ASD); el diseño con el método de factores de carga y resistencia (LRFD); límite de fluencia después del proceso de conformado en frío; la serviciabilidad de las estructuras que se debe considerar para un correcto diseño y finalmente los documentos referenciales de la especificación.

3.2.2 Método Lineal

Antes de entrar a estudiar el análisis de elementos y los distintos casos que han sido los más utilizados en la realización de este trabajo de grado, en necesario hablar sobre el Método Lineal, el cual servirá para determinar las características geométricas de los perfiles y entender la metodología de cálculo que se utiliza en el Steel Framing.

El método lineal considera al espesor de los perfiles uniforme en toda su sección, de manera que se simplifica su uso hasta obtener todas las características lineales necesarias; considerando entonces al material de la sección concentrado a lo largo del centro medio, de tal forma, que al final todo se multiplica por el espesor y se obtienen los resultados reales de la sección.

Entonces se tendrá:

Área total: $A = L \cdot t$

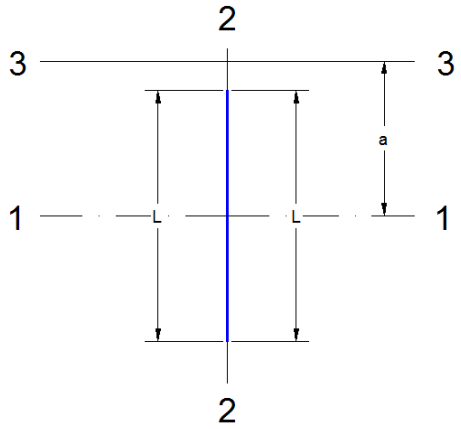
Momento de inercia: $I = I' \cdot t$

Donde,

L: longitud total de todos los elementos que conforman la sección.

I´: Momento de inercia de la línea media de la sección:

t: espesor del perfil analizado.

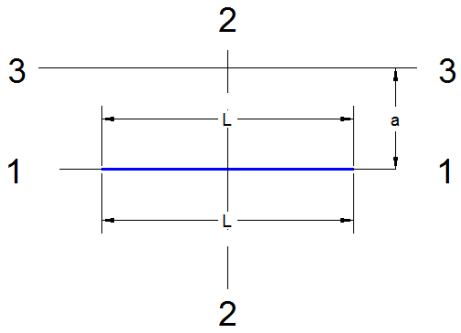


A continuación se muestran los elementos lineales más utilizados con sus características geométricas lineales:

$$I_1 = \frac{L^3}{12} \qquad \textbf{(Ec. 1)}$$

$$I_2 = 0 \qquad \textbf{(Ec. 2)}$$

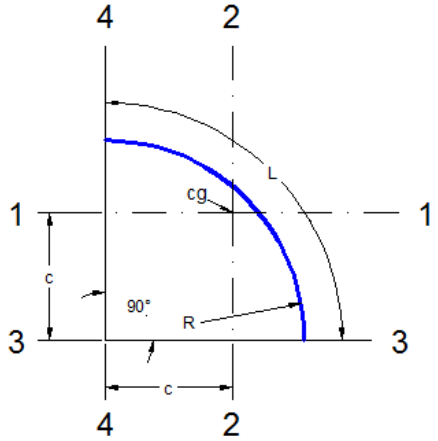
$$I_3 = L \cdot a^2 + \frac{L^3}{12} = L \cdot \left(a^2 + \frac{L^2}{12}\right) \qquad \textbf{(Ec. 3)}$$



$$I_1 = 0 \qquad \textbf{(Ec. 4)}$$

$$I_2 = \frac{L^3}{12} \qquad \textbf{(Ec. 5)}$$

$$I_3 = L \cdot a^2 \qquad \textbf{(Ec. 6)}$$



$$L = 1.57 \cdot R \qquad \textbf{(Ec. 7)}$$

$$c = 0.637 \cdot R \qquad \textbf{(Ec. 8)}$$

$$I_1 = I_2 = 0.149 \cdot R^3 \qquad \textbf{(Ec. 9)}$$

$$I_3 = I_4 = 0.785 \cdot R^3 \qquad \textbf{(Ec. 10)}$$

Una vez que se obtienen las características lineales por elemento se debe calcular las propiedades mecánicas del miembro utilizando los datos obtenidos por el método lineal.

3.2.3 Elementos

En la Sección B de la especificación AISI se puede encontrar con detalle todo lo que respecta al diseño y análisis de los elementos de los perfiles a ser utilizados. En los siguientes incisos se realiza una breve recopilación de información que ha sido utilizada para el diseño de la vivienda.

3.2.3.1 Ancho efectivo de elementos rigidizados. SECCIÓN B2

B2.1 Elementos rigidizados uniformemente comprimidos:

El ancho efectivo, *b*, se debe determinar de la siguiente manera:

$$b = w,\ cuando\ \lambda \leq 0{,}673 \qquad \textbf{(Ec. 11)}$$

$$b = \rho \cdot w,\ cuando\ \lambda > 0{,}673 \qquad \textbf{(Ec. 12)}$$

Donde,

w: ancho plano del elemento como se muestra en la Figura 22.

ρ: factor de reducción de ancho plano.

$$\rho = (1 - 0{,}22/\lambda)/\lambda \qquad \textbf{(Ec. 13)}$$

λ es un factor de esbeltez que se obtiene de la siguiente manera:

$$\lambda = \frac{1{,}052}{\sqrt{k}}\left(\frac{w}{t}\right)\sqrt{\frac{f}{E}} \qquad \textbf{(Ec. 14)}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{f}{Fcr}} \qquad \textbf{(Ec. 15)}$$

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{k}} \cdot \left(\frac{w}{t}\right)\sqrt{\frac{f}{E}} \qquad \textbf{(Ec. 16)}$$

$$Fcr = k \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{w}\right)^2 \qquad \textbf{(Ec. 17)}$$

Donde,

t: espesor de los elementos rigidizados uniformemente distribuidos.

μ: Coeficiente de Poisson del acero igual a 0.3.

f: Tensión de compresión del elemento.

E: Módulo de elasticidad longitudinal.

k: Coeficiente de pandeo de placas. En el caso de elementos rigidizados uniformemente comprimidos el coeficiente k es igual a 4.

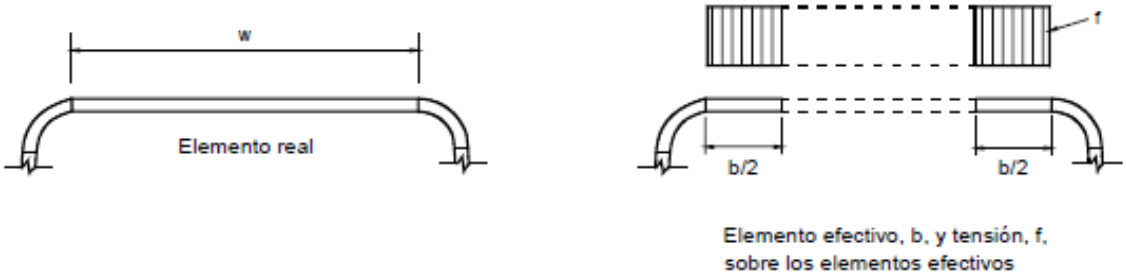


Figura 22: Elementos rigidizados. (American Iron and Steel Institute, 2007)

B2.2 Elementos rigidizados uniformemente comprimidos con perforaciones no circulares:

Comúnmente para los montantes se utilizan perfiles con huecos no circulares para facilitar el paso de instalaciones de agua y eléctricas dentro de una edificación.

Para un elemento rigidizado uniformemente comprimido con huecos no circulares se debe considerar que el elemento consiste en dos partes no rigidizadas con un ancho plano, c, inmediato al hueco. El ancho efectivo, b, de cada parte deberá ser calculado de acuerdo a la sección B2.1, pero considerando a w como c y que el coeficiente de pandeo de placa, k, para un elemento no rigidizado uniformemente comprimido es igual a 0,43

Se deben además cumplir los siguientes requisitos:

El espaciamiento centro a centro de los huecos, $s \geq 610\ mm$.

La distancia libre del extremo del hueco al borde del perfil, $s_{ext} \geq 250\ mm$.

La altura del hueco, $d_h \leq 63.5\ mm$.

La longitud del hueco, $L_h \leq 114\ mm$.

La relación entre la altura del hueco, d_h, a la altura del perfil, fuera a fuera, w_o, $d_h/w_o \leq 0{,}5$.

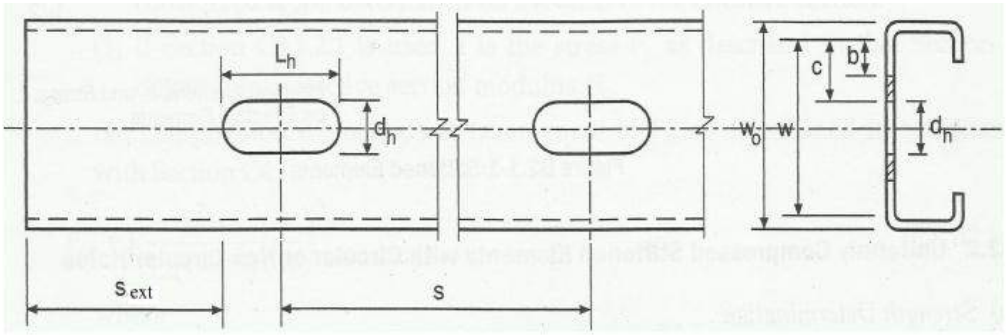


Figura 23: Elemento rigidizado uniformemente comprimido con huecos no circulares.

B2.3 Almas y otros elementos rigidizados con gradiente de tensiones:

Para esta sección se utilizan los siguientes términos:

b_1: Ancho efectivo 1.

b_2: Ancho efectivo 2.

b_e: Ancho efectivo b determinado de acuerdo a la sección B2.1 sustituyendo f por f1 y determinando k como se da en esta sección.

b_0: Ancho completo del ala en compresión.

h_0: Altura completa del alma.

k: coeficiente de pandeo de placa.

$\psi = |f_2/f_1|$ (valor absoluto). **(Ec. 18)**

Para almas bajo un gradiente de tensiones (f_1 es compresión, f_2 es tracción):

$$k = 4 + 2 \cdot (1 + \psi)^3 + 2 \cdot (1 + \psi) \quad \textbf{(Ec. 19)}$$

Para ${}^{h_o}/_{b_o} \leq 4$:

$$b_1 = b_e/(3 + \psi) \quad \textbf{(Ec. 20)}$$

$$b_2 = b_e/2 \qquad \text{cuando } \psi > 0.236 \quad \textbf{(Ec. 21)}$$

$$b_2 = b_e - b_1 \qquad \text{cuando } \psi \leq 0.236 \quad \textbf{(Ec. 22)}$$

Además se deberá cumplir que $b_1 + b_2$ no debe exceder la porción comprimida del alma calculada.

Para ${}^{h_o}/_{b_o} > 4$:

$$b_1 = b_e/(3 + \psi) \quad \textbf{(Ec. 23)}$$

$$b_2 = b_e/(1 + \psi) - b_1 \quad \textbf{(Ec. 24)}$$

Para elementos rigidizados bajo un gradiente de tensiones (f_1 , f_2 en compresión):

$$k = 4 + 2 \cdot (1 - \psi)^3 + 2 \cdot (1 - \psi) \quad \textbf{(Ec. 25)}$$

$$b_1 = b_e/(3 - \psi) \quad \textbf{(Ec. 26)}$$

$$b_2 = b_e - b_1 \quad \textbf{(Ec. 27)}$$

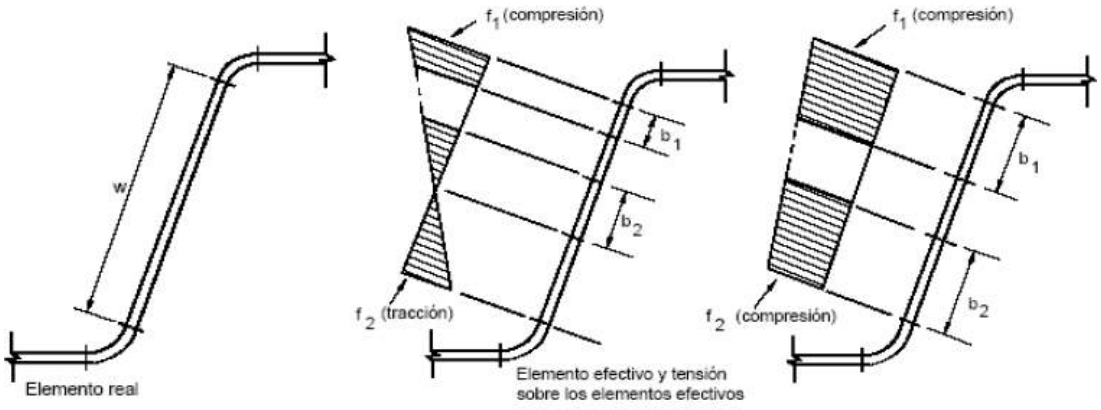


Figura 24: Almas y otros elementos rigidizados bajo gradiente de tensiones. (American Iron and Steel Institute, 2007)

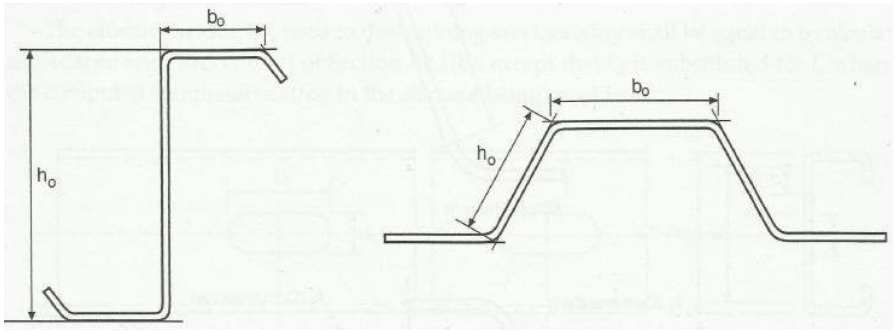


Figura 25: Altura y ancho completo de elementos rigidizados. (American Iron and Steel Institute, 2007)

3.2.3.2 Ancho efectivo de elementos no rigidizados. SECCIÓN B3

B3.1 Elementos no rigidizados uniformemente comprimidos:

El ancho efectivo, b, se calcula igual que en la sección B2.1 con la excepción de que el valor de *k* es igual a 0,43 y el ancho plano w se toma como se indica en la siguiente figura.

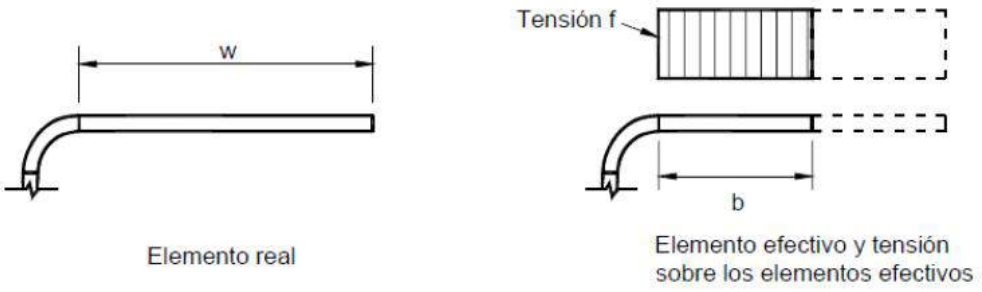


Figura 26: Elemento no rigidizado comprimido uniformemente. (American Iron and Steel Institute, 2007)

B3.2 Elementos no rigidizados y rigidizadores de borde con gradiente de tensiones.

El ancho efectivo, b, debe ser determinado por la sección B2.1 con f igual a f1. Los valores de f1 y f2 como se muestran en la siguiente ilustración, deben ser calculados por semejanza de triángulos. El coeficiente de pandeo de placa, k, se determina por esta sección como se indica a continuación:

Si la tensión de compresión decrece hacia el borde libre:

$$k = \frac{0{,}578}{\psi + 0{,}34} \qquad \textbf{(Ec. 28)}$$

Si la tensión de compresión crece hacia el borde libre:

$$k = 0{,}57 - 0{,}21 \cdot \psi + 0{,}07 \cdot \psi^2 \qquad \textbf{(Ec. 29)}$$

Donde,

$$\psi = \left| {}^{f_2}/_{f_1} \right| \qquad \textbf{(Ec. 30)}$$

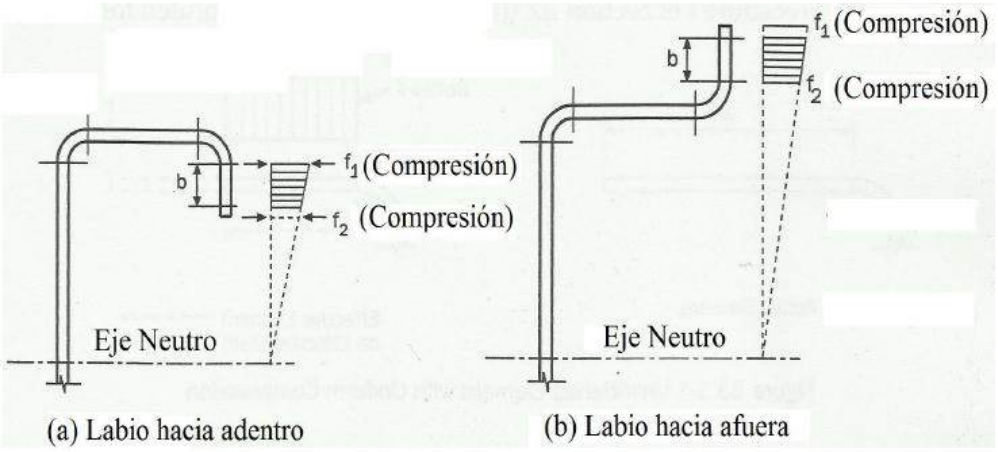


Figura 27: Elementos no rigidizados con gradiente de tensiones, ambos en compresión.

3.2.3.3 Ancho efectivo de un elemento con rigidizador de borde. SECCIÓN B4

Elementos uniformemente comprimidos con un rigidizador de borde

La siguiente notación se utiliza en esta sección:

$S = 1{,}28 \cdot \sqrt{E/f}$ **(Ec. 31)**

k= coeficiente de pandeo de placa.

ds= ancho efectivo reducido del rigidizador de acuerdo con lo especificado.

d´s= ancho efectivo del rigidizador calculado de acuerdo a la sección B3.2

As= superficie reducida del rigidizador de acuerdo con lo especificado.

Ia= Momento de inercia adecuado del rigidizador, de manera que todos los elementos se comporten como un elemento rigidizado.

Is, A´s= Momento de inercia y superficie efectiva del rigidizador son considerar las esquinas.

Para $^{w}/_{t} \leq 0{,}328 \cdot S$***:***

Ia= 0. (no se necesita labio rigidizador)

$b = w$

$b_1 = b_2 = {}^{w}/_{2}$

$d_s = d'_s$

$A_s = A'_s$

Para $^{w}/_{t} > 0,328 \cdot S$***:***

$b_1 = {}^{b}/_{2} \cdot R_I$

$b_2 = b - b_1$

$d_s = d'_s \cdot R_I$

$A_s = A'_s \cdot R_I$

Donde,

$$R_I = {}^{I_s}/_{I_a} \leq 1 \qquad \textbf{(Ec. 32)}$$

$$I_a = 399 \cdot t^4 \cdot \left(\frac{{}^{w}/_{t}}{S} - 0,328\right)^3 \leq t^4 \cdot \left(115 \cdot \frac{{}^{w}/_{t}}{S} + 5\right) \qquad \textbf{(Ec. 33)}$$

$$n = \left(0,582 - \frac{{}^{w}/_{t}}{4 \cdot S}\right) \geq \frac{1}{3} \qquad \textbf{(Ec. 34)}$$

Determinación del coeficiente de pandeo de placa, k:

Para ${}^{D}/_{w} \leq 0,25$*:*

$$k = 3,57 \cdot {R_I}^n + 0,43 \leq 4 \qquad \textbf{(Ec. 35)}$$

Para $0,25 < {}^{D}/_{w} \leq 0,8$*:*

$$k = \left(4,82 - \frac{5D}{w}\right) \cdot {R_I}^n + 0,43 \leq 4 \qquad \textbf{(Ec. 36)}$$

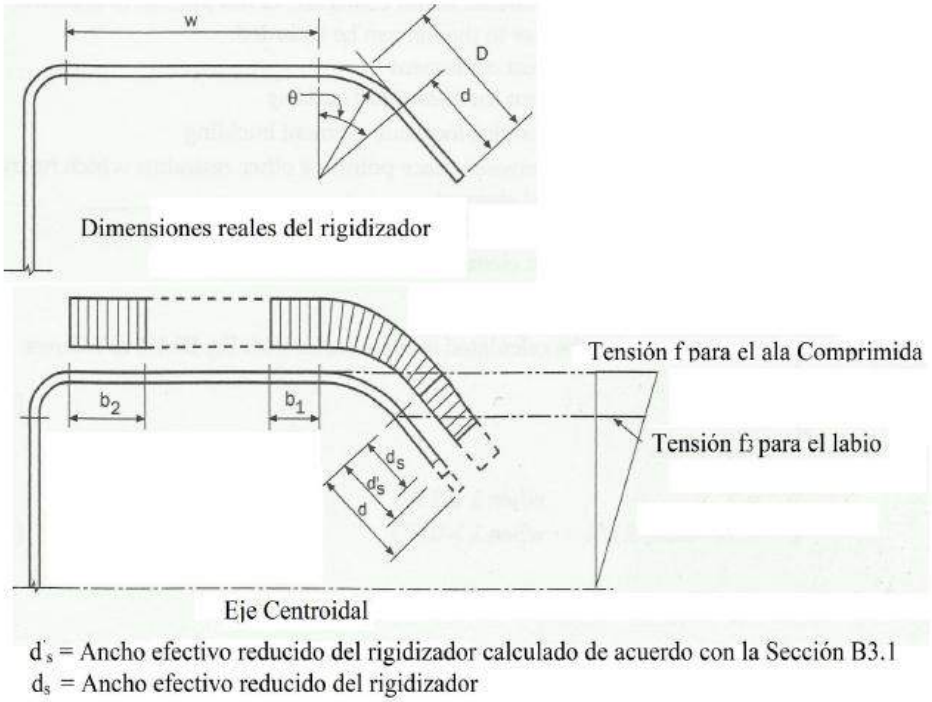


Figura 28: Elemento con rigidizador de borde. (American Iron and Steel Institute, 2007)

3.2.4 Miembros sometidos a flexión, Vigas.

Una vez realizado el diseño y la comprobación de todos los elementos que conforman un miembro, se procede verificar la resistencia y el correcto trabajo del miembro como tal. En este caso se verifican los miembros sometidos a flexión, es decir las viguetas.

3.2.4.1 Momento nominal y resistente de la viga.

Una vez encontrada la sección efectiva y su módulo de sección efectivo se podrá calcular el momento flector resistente:

$$M_n = S_e \cdot F_y \qquad \textbf{(Ec. 37)}$$

$$M_{resistente} = \varphi_f \cdot S_e \cdot F_y \qquad \textbf{(Ec. 38)}$$

Siendo en este caso $\varphi_f = 0{,}95$ al tener en todos los casos el ala comprimida rigidizada.

Una vez encontrado el momento resistente se debe calcular también la deflexión ocurrida en la viga la cual deberá ser la misma obtenida en el SAP.

$$\Delta = {5 \cdot C \cdot L^4}/{384 \cdot E \cdot I} \quad \textbf{(Ec. 39)}$$

Y esta deformación deberá ser menor al límite de $\Delta = {L}/{360}$ como se indicó en el dimensionamiento de los miembros.

3.2.4.2 Resistencia a flexión de la viga por pandeo lateral

$$M_{resistente} = \varphi_b \cdot S_e \cdot F_c \quad \textbf{(Ec. 40)}$$

Donde $\varphi_b = 0{,}90\ (LRFD)$

Y Fc que es la tensión que provocará el pandeo lateral se calcula de la siguiente manera:

- Para $F_e \geq 2{,}78 \cdot F_y \ \ se\ tiene\ que\ F_c = F_y$
- Para $2{,}78 \cdot F_y > F_e > 0{,}56 \cdot F_y \ \ se\ tiene\ que \ \ F_c = \frac{10}{9} \cdot F_y \cdot \left(1 - \frac{10 \cdot F_y}{36 \cdot F_e}\right)$
- Para $F_e \leq 0{,}56 \cdot F_y \ \ se\ tiene\ que\ F_c = F_e$

Y Fe para secciones T o Cajón con simetría doble es:

$$F_e = \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E \cdot d \cdot I_{yc}}{S_f \cdot \left(K_y \cdot L_y\right)^2} \quad \textbf{(Ec. 41)}$$

Donde,

Cb: Está permitido tomar igual a la unidad

d: Profundidad de la sección

I_{yc}: Momento de inercia de la porción comprimida respecto al eje y.

S_f: Módulo elástico de la sección total no reducida con respecto a la fibra extrema comprimida.

K_y: Factor de longitud efectiva para flexión alrededor del eje y.

L_y: Longitud no arriostrada del miembro comprimido para flexión alrededor del eje y.

Una vez encontrado el momento resistente con las condiciones dadas se compara con el momento resistente obtenido por pandeo local y si éste resulta mayor que el calculado en

esta sección entonces se deberá considerar que el momento resistente por pandeo lateral debe ser el mismo que por pandeo local, entonces Fc = Fy, lo que significa que $F_e = 2{,}78 \cdot F_y$

Igualando ecuaciones:

$$2{,}78 \cdot F_y = \frac{C_b \cdot \pi^2 \cdot E \cdot d \cdot I_{yc}}{S_f \cdot \left(K_y \cdot L_y\right)^2} \quad \textbf{(Ec. 42)}$$

De donde se obtendrá Ly que será la longitud de arrostramiento y el momento flector resistente de la viga será el calculado por pandeo local.

3.2.4.3 Resistencia de la viga por corte exclusivamente

La resistencia al corte se determinará de la siguiente manera:

$$V_n = A_w \cdot F_v \quad \textbf{(Ec. 43)}$$

Donde,

A_w: Area del alma (txw)

- Para $h/t \leq \sqrt{Ek_v/F_y}$ $se\ tiene\ que\ F_v = 0{,}60 \cdot F_y$
- Para $\sqrt{Ek_v/F_y} < h/t \leq 1{,}51 \cdot \sqrt{Ek_v/F_y}$ $se\ tiene\ que\ F_v = \frac{0{,}60 \cdot \sqrt{Ek_v/F_y}}{(h/t)}$
- Para $h/t > 1{,}51 \cdot \sqrt{Ek_v/F_y}$ $se\ tiene\ que\ F_v = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot k_v}{12 \cdot (1-u^2) \cdot (h/t)^2} = 0{,}904 \cdot \frac{E \cdot k_v}{(h/t)^2}$

Donde,

h: Profundidad de la porción plana del alma

t: espesor del alma

Fv: Tensión Nominal al corte

Vn: Resistencia Nominal al corte

kv: Coeficiente de pandeo por corte determinado de la siguiente manera:

En nuestro caso la viga si requirió de rigidizadores de apoyo, entonces:

- Para $a/h \leq 1$ $se\ tiene\ que\ k_v = 4 + \frac{5{,}34}{(a/h)^2}$
- Para $a/h > 1$ $se\ tiene\ que\ k_v = 5{,}34 + \frac{4}{(a/h)^2}$

Donde,

a: Distancia libre entre rigidizadores transversales

$$V_{resistente} = \varphi_v \cdot A_w \cdot F_v$$ **(Ec. 44)**

Donde $\varphi_v = 0{,}95$.

3.2.4.4 Resistencia a la abolladura del alma de la viga

La resistencia nominal a la abolladura del alma Pn debe ser determinada con la siguiente ecuación:

$$P_n = C \cdot t^2 \cdot F_y \cdot \sin\vartheta \cdot \left(1 - C_R \cdot \sqrt{\frac{R}{t}}\right) \cdot \left(1 + C_N \cdot \sqrt{\frac{N}{t}}\right) \cdot \left(1 - C_h \cdot \sqrt{\frac{h}{t}}\right)$$ **(Ec. 45)**

Donde,

t: espesor del alma.

Fy: Tensión de fluencia de diseño.

ϑ: ángulo entre el plano del alma y de la superficie de apoyo de la viga.

R: radio interno de plegado.

N: Longitud de apoyo real, 19mm mínima. En nuestro caso tomamos la dimensión de la columna sobre la que se apoya.

h: Dimensión plana del alma.

No se consideró el caso de reacción en el interior al ser una vivienda formada por pórticos con reacciones en sus extremos y no tener ninguna carga puntual sino solamente la carga distribuida W y además porque las reacciones están actuando justo en el extremo de la viga donde para este caso Lo es cero como se muestra en la siguiente figura:

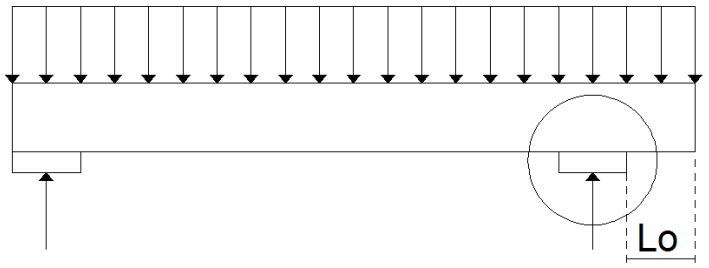


Figura 29: Viga con carga distribuida apoyada en sus dos extremos. (American Iron and Steel Institute, 2007)

Con esas condiciones se entra a la siguiente tabla para obtener los coeficientes C:

Tabla 4: Tabla C3.4. 1-2: Factores de seguridad, resistencia y coeficientes para secciones C. (American Iron and Steel Institute, 2007)

Condiciones de soporte y alas		Casos de carga		C	C_R	C_N	C_h	USA y Mexico		Límites	
								ASD Ω_w	LRFD Φ_w		
Fijadas al soporte	Alas rigidizadas o parcialmente rigidizadas	Un ala Cargada o reacción	Extrema	4	0,14	0,35	0,02	1,75	0,85	R/t ≤ 9	
			Interior	13	0,23	0,14	0,01	1,65	0,90	R/t ≤ 5	
		Dos alas Cargadas o reacción	Extrema	7,5	0,08	0,12	0,048	1,75	0,85	R/t ≤ 12	
			Interior	20	0,10	0,08	0,031	1,75	0,85	R/t ≤1 2	
No fijadas	Alas rigidizadas o parcialmente rigidizadas	Un ala Cargada o reacción	Extrema	4	0,14	0,35	0,02	1,85	0,80		
			Interior	13	0,23	0,14	0,01	1,65	0,90	R/t ≤ 5	
		Dos alas Cargadas o reacción	Extrema	13	0,32	0,05	0,04	1,65	0,90		
			Interior	24	0,52	0,15	0,001	1,90	0,80		R/t ≤ 3
	Alas no rigidizadas	Un ala Cargada o reacción	Extrema	4	0,40	0,60	0,03	1,80	0,85	R/t ≤ 2	
			Interior	13	0,32	0,10	0,01	1,80	0,85	R/t ≤ 1	
		Dos alas Cargadas o reacción	Extrema	2	0,11	0,37	0,01	2,00	0,75	R/t ≤ 1	
			Interior	13	0,47	0,25	0,04	1,90	0,80		

Esta tabla puede ser utilizada siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- $h/t \leq 200$
- $N/t \leq 210$
- $N/h \leq 2$
- $\vartheta = 90°$

Si la viga está formada por dos Perfiles C el Pn resultante se deberá multiplicar por dos al tener 2 almas la sección. Finalmente:

$$P_{resistente} = \varphi_w \cdot P_n$$

Donde,

φ_w: se obtiene de las tablas. En este caso es 0,85.

Este P-resistente se compara con la reacción que actúa en el extremo de la viga para verificar si existe o no abolladura en el alma en los puntos de las reacciones.

3.2.4.5 Separación longitudinal de conectores en una viga compuesta.

Para secciones cajón se debe calcular la separación entre conectores, donde la separación máxima entre éstos es la menor de los siguientes valores que se calculan:

$$S_{max} = \frac{L}{6} \quad \textbf{(Ec. 46)}$$

$$S_{max} = \frac{2 \cdot g \cdot T_s}{m \cdot q} \quad \textbf{(Ec. 47)}$$

Donde,

L: Longitud de la viga.

Ts: Resistencia de cálculo de la conexión traccionada. Este valor dependerá del tipo de conector.

g: Distancia vertical entre las dos filas de conexiones más próximas a las alas superior e inferior.

q: carga de cálculo sobre la viga para separación de los conectores, donde para este caso que se tiene carga uniformemente distribuida se tiene:

$$q = 3 \cdot W$$

Donde,

W: valor real de la carga distribuida.

m: Distancia entre el centro de corte de un perfil C y el plano medio de su alma.

Para perfiles C con labios rigidizadores en los bordes exteriores:

$$m = \frac{W_f \cdot d \cdot t}{4 \cdot I_x} \cdot \left[W_f \cdot d + 2 \cdot D \cdot \left(d - \frac{4 \cdot D^2}{3 \cdot d} \right) \right]$$

Donde,

W_f: Proyección de las alas a partir de la cara interna del alma.

d: Profundidad de la viga.

D: Profundidad total del labio rigidizador.

Ix: Momento de inercia de un perfil C con respecto al eje x.

En caso de que la longitud de apoyo de la reacción es más pequeña que la separación entre conectores, S, la resistencia de cálculo requerida de los conectores es la siguiente:

$$T_s = \frac{P_s \cdot m}{2 \cdot g}$$

Siendo,

Ps: Carga concentrada o reacción en este caso.

3.2.5 Miembros sometidos a compresión, Montantes.

Una vez realizado el diseño y la comprobación de todos los elementos que conforman un miembro, se procede verificar la resistencia y el correcto trabajo del miembro como tal. En este caso se verifican los miembros sometidos a compresión, es decir los montantes.

3.2.5.1 Carga axial nominal y resistente de la columna

La carga axial nominal Pn se debe calcular de la siguiente manera:

$$P_n = A_e \cdot F_n \qquad \textbf{(Ec. 48)}$$

Y la carga resistente:

$$P_{resistente} = \varphi_c \cdot P_n$$

Donde,

φ_c: 0,85 (LRFD)

Ae: Área efectiva.

Fn: Se calcula de la siguiente manera:

Para $\lambda_c \leq 1{,}5 \ \ se\ tiene\ que \ \ F_n = \left(0{,}658 \cdot {\lambda_c}^2\right) \cdot F_y$

Para $\lambda_c > 1{,}5 \ \ se\ tiene\ que \ \ F_n = \left[\frac{0{,}877}{{\lambda_c}^2}\right] \cdot F_y$

Donde,

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{F_y}{F_e}}$$ **(Ec. 49)**

Y Fe se calcula de la siguiente manera, entrando como caso de sección no sometida a pandeo torsional ni a pandeo torsional flexional por ser todas arriostradas en un sentido y la mayoría son secciones cajón:

$$F_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{(K \cdot L/r)^2}$$ **(Ec. 50)**

Donde,

Fe: menor de las tensiones de pandeo elástico flexional, torsional y flexo-torsional.

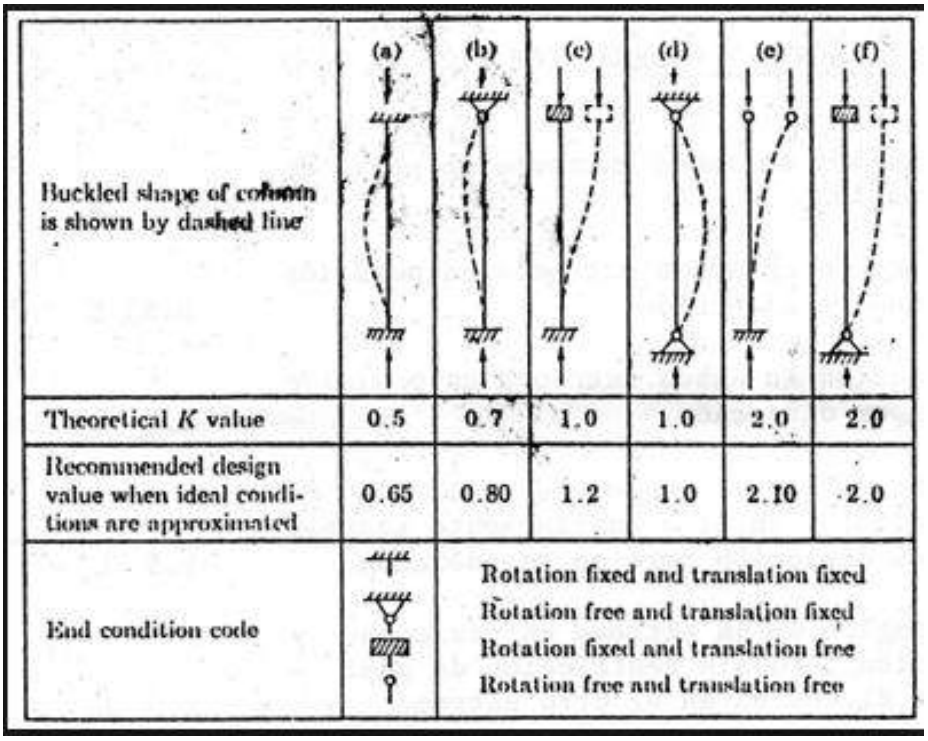
K: Factor de longitud efectiva.

L: Longitud no arriostrada del miembro.

r: Radio de giro de la sección transversal total no reducida.

En este caso consideramos poner un arrostramiento en la mitad de la longitud de todos los montantes, esto se recomienda en el Manual Ilafa 2011 de ingeniería, depende de la posición en el plano arquitectónico se consideraron arriostramientos laterales con respecto al eje “x” y “y” de la columna para evitar desplazamientos en ese sentido y para dar mayor rigidez entre pórticos. Debido a esto se tuvieron que calcular 3 esbelteces al tener distintas restricciones de apoyo en los extremos como en el arrostramiento. De esta manera se pudo ver cuál rige el diseño como se muestra en los ANEXOS y en el ejemplo de cálculo en los siguientes puntos.

Tabla 5: Tabla de factores de longitud efectiva. (Tomada de la Cátedra de Estructuras de Acero y Madera)



Buckled shape of column is shown by dashed line	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Theoretical K value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
End condition code	Rotation fixed and translation fixed Rotation free and translation fixed Rotation fixed and translation free Rotation free and translation free					

3.2.5.2 Separación longitudinal de conectores en montantes compuestos.

La unión de los perfiles C que forman el montante será con tornillos y la separación máxima entre las conexiones será calculada de la siguiente manera:

$$S_{max} = \frac{L \cdot r_{cy}}{2 \cdot r_1} \qquad \textbf{(Ec. 51)}$$

Siendo,

L: Longitud no arriostrada del miembro comprimido.

r1: Radio de giro de la sección respecto al eje perpendicular a la dirección en la cual se producirá pandeo para las condiciones dadas de apoyo y arrostramiento.

rcy: Radio de giro de un perfil C respecto al eje y.

3.3 Determinación de cargas

Dentro de la ingeniería civil para llegar al diseño estructural de una obra es indispensable conocer la geometría de la estructura y las propiedades físicas de los materiales con los que se va a trabajar, y para empezar el análisis estructural se debe hacer un estudio sobre los

efectos externos a los cuales va a estar sometida la estructura. Estos efectos externos son también conocidos como cargas.

TIPOS DE CARGAS:

CARGAS PERMANENTES CON EL TIEMPO: También llamadas cargas muertas (D); éstas incluyen el peso propio del edificio y también la maquinaria, mobiliaria, etc. que permanecerá permanente en este.

CARGAS VARIABLES CON EL TIEMPO: Pueden ser:

- Cargas vivas (L): Son aquellas que incluyen el peso de todo lo que variará con el tiempo, como ocupantes, maquinaria, vehículos; dependiendo del uso que se dará a la obra.
- Cargas Ambientales: Son las ocasionadas por el movimiento de tierras, sismos, la fuerza del viento, etc.

Para la determinación de cargas de la vivienda a diseñar se siguieron los pasos recomendados en la NEC en el Capítulo 1: "Cargas y Materiales".

3.3.1 Cargas por planta de la vivienda

CUBIERTA

Area Cubierta: 71.28 m^2

CARGA MUERTA			
MATERIALES	**DENSIDAD (kg/m^3)**	**VOLUMEN (m^3)**	**PESO (kg)**
Novalosa, espesor: 0,76 mm	9828,95	0,05	532,46
Hormigón, espesor 6 cm	2200	5,70	12545,28
Colector de aguas lluvias (11m, Ø110mm)	2272,72	0,01	19,01
Canales (36m)	1449,28	0,03	39,60
Instalaciones eléctricas	3000	0,0005	1,50
Lana de vidrio (Aislación termoacústica)	12,5	2,85	35,64
Polietileno (Barrera contra vapor y agua)	4750	0,14	677,16
Cielo Raso, Placa Gyplac 12,7mm	692,91	0,91	627,26

Peso Total:	14477,91
Carga/m^2:	203,11

Nota: *Para determinar la carga muerta en la cubierta se consideraron los materiales que formarán parte del sistema y con datos técnicos obtenidos por catálogos se obtuvo el peso total de cada uno de estos para luego obtener una carga por el área de la cubierta.*

CARGA VIVA	
Tipo	**Carga (kg/m^2)**
Cubierta plana	70

CARGAS AMBIENTALES	
Tipo	**Carga (kg/m^2)**
Lluvia	12,55
Granizo	15

Nota: *La carga viva utilizada es la recomendada para el tipo de cubierta de una vivienda indicada en la NEC, Capítulo 1. De igual manera para obtener la carga de lluvia y granizo se siguió la NEC.*

COMBINACIONES DE CARGA	
COMBINACION	**CARGA (kg/m^2)**
1,4 D	284,36
1,2 D + 1,6 L + 0,5 (S ó R)	363,24
1,2 D + 1,6 (S ó R) + L	337,74

Las combinaciones de carga permiten evaluar lo que va a regir el diseño. Para el diseño estructural que se realizará más adelante, en el software de ingeniería SAP, se ingresarán las cargas sin factorizar, de manera tal que dentro del programa se ingresen las condiciones de caga tipo de carga: muerta, viva, ambiental y sísmica, siendo esta última un tipo de carga que se evaluará al final de este punto.

ENTRE PISO

Area Dormitorios: 71.28 m^2
Area Terraza: 86.42 m^2

CARGA MUERTA			
MATERIALES	**DENSIDAD (kg/m^3)**	**VOLUMEN (m^3)**	**PESO (kg)**
Novalosa, espesor: 0,76 mm	9828.95	0.12	1178.02
Hormigón, espesor 6 cm	2200	12.62	27755.20
Porcelanato Graiman (30x30)	1940.36	1.26	2447.96
Instalaciones de agua fría y caliente	1538.46	0.01	8.36
Instalaciones sanitarias	2500	0.02	41.06
Colector de aguas lluvias (23m, Ø110mm)	2272.73	0.02	39.74
Canales (40m)	1449.28	0.03	44.00
Instalaciones eléctricas	3000	0.0010	3.00
Vidrio, espesor 4mm	2500	0.06	144.97
Paredes interiores, Placa Gyplac 12,7 mm	692.91	1.87	1295.69
Mampostería de Bloque (39x19x9)	7.00	5.98	41.88
Lana de vidrio (Aislación termoacústica)	12.5	6.31	78.85
Polietileno (Barrera contra vapor y agua)	4750	0.32	1498.15
Cielo Raso, Placa Gyplac 12,7mm	692.91	2.00	1387.76

Peso Total:	34482.10
Carga_Terraza/m^2:	218.66
Carga_Dormitorios/m^2:	239.46

Al igual que para la cubierta se consideraron los materiales a utilizarse en esta planta y se siguió el capítulo 1 de la NEC; sin embargo, en el entre piso se tiene una parte de dormitorios y otra de terraza por lo que las áreas para obtener la carga distribuida fue considerada con los materiales correspondientes a cada área.

Área Dormitorios: 71.28 m^2

CARGA VIVA DORMITORIOS	
Tipo	**Carga (kg/m^2)**
Residencial	200

Área Terraza: 86.42 m^2

CARGA VIVA TERRAZA	
Tipo	**Carga (kg/m^2)**
Terrazas con áreas de recreación	360

CARGA AMBIENTAL TERRAZA	
Tipo	**Carga (kg/m^2)**
Lluvia	13,95
Granizo	15

Para la carga viva de la terraza se consideró un tipo de carga donde puede existir acumulación de gente o un espacio de recreación, esto se tomó del capítulo mencionado de la NEC y para cargas ambientales se tomará la de granizo al ser esta mayor que la de lluvia.

COMBINACIONES DE CARGA (dormitorios)	
COMBINACION	**CARGA (kg/m^2)**
1,4 D	335,24
1,2 D + 1,6 L + 0,5 (S ó R)	607,35
1,2 D + 1,6 (S ó R) + L	487,35

COMBINACIONES DE CARGA (terraza)	
COMBINACION	**CARGA (kg/m^2)**
1,4 D	335,24
1,2 D + 1,6 L + 0,5 (S ó R)	845,89
1,2 D + 1,6 (S ó R) + L	671,35

De las combinaciones de carga se indican los siguientes términos:

D: Carga Muerta.

L: Carga Viva.

S: Carga de nieve o granizo.

R: Carga de lluvia.

Tanto para la cubierta como para el entre-piso el cálculo de la carga lineal se realizó de la siguiente manera:

$$W = \frac{Q \cdot A}{L}$$

Donde,

W: Carga lineal.

Q: Carga distribuida calculada.

A: Área tributaria del elemento.

L: Longitud del elemento.

En el

ANEXO 4: PLANOS se muestra el plano donde se identifican el tipo de vigas con sus respectivas áreas tributarias.

En el

ANEXO 4: PLANOS se muestran las tablas de cálculo de las cargas distribuidas de cada elemento para ingresar en el SAP según las áreas tributarias de cada viga.

3.3.2 Cálculo de la Fuerza Sísmica

Para un correcto diseño sismo-resistente de una estructura se debe evaluar la vibración que va a tener la misma en función del suelo y del riesgo sísmico en el que se encuentre la zona geográfica específica.

Para comenzar se debe ubicar la zona donde se construirá la edificación en el mapa de peligrosidad sísmica dado en la NEC, de donde se obtiene el valor del factor Z que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo para el cual se está diseñando.

En el caso de esta vivienda se deben considerar los siguientes datos obtenidos del Capítulo 2 de la NEC:

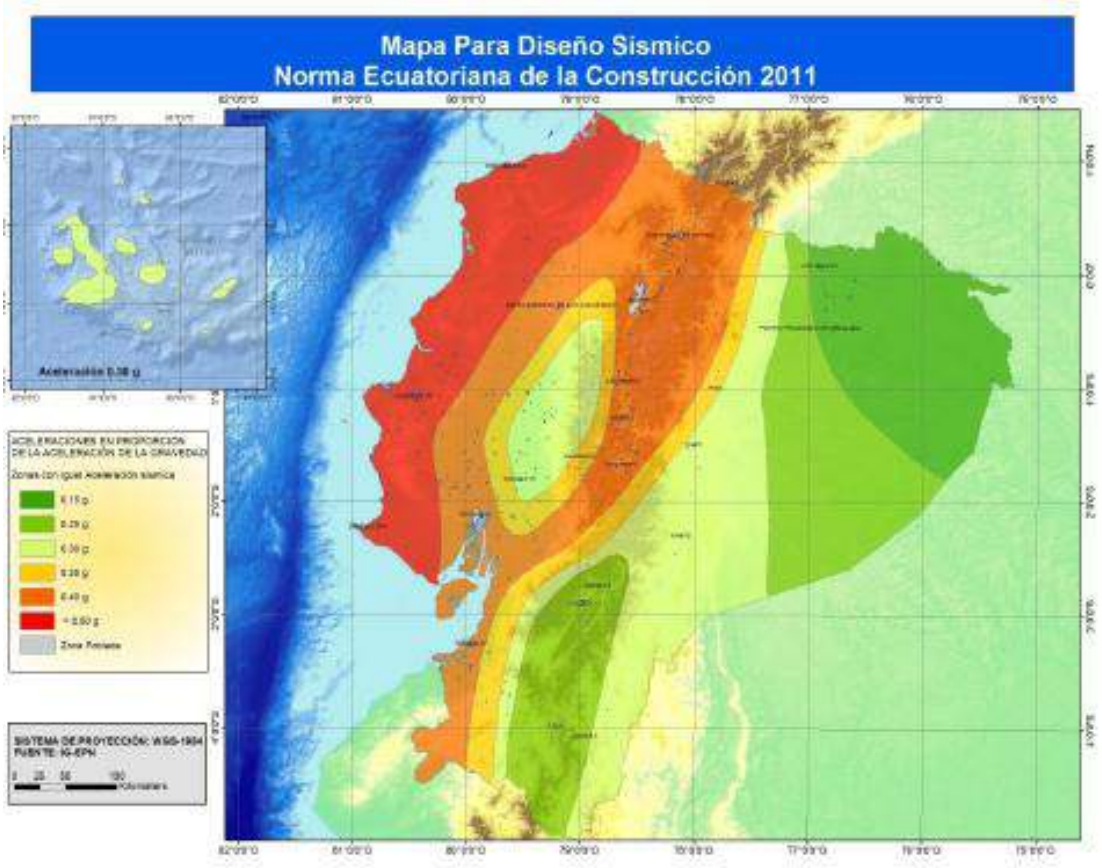


Figura 30: Mapa de zonas sísmicas del Ecuador para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z . (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013)

Tabla 6: Valores del factor Z en función de la zona sísmica. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013)

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq$ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Tabla 7: Valor del factor Z. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013)

POBLACIÓN	PARROQUIA	CANTÓN	PROVINCIA	Z
CUENCA	CUENCA	CUENCA	AZUAY	0.25
CHORDELEG	CHORDELEG	CHORDELEG	AZUAY	0.25

En esta tabla podemos observar que la ciudad de Cuenca se encuentra en una zona de alta sismicidad indicando así un valor del factor Z de 0.25.

De acuerdo al Manual Ilafa 2011 de ingeniería, se justifica el diseño sismo-resistente por el método de cálculo de fuerzas sísmicas estáticas donde en función de la aceleración esperada para el período de vibración de la estructura se puede obtener como respuesta la fuerza que actuará en la estructura y que es la que debe resistir. Este método se justifica debido a que al aplicar el método de ductilidades en el material y al permitir mayores períodos de oscilación es muy riesgoso para la estructura ya que sus miembros tienen posibilidades de pandeo local desde un inicio de su conformado.

Antes de continuar con el diseño sismo-resistente es indispensable realizar el control de la deriva de piso:

Control de la deriva de piso

El control de la deriva de piso es importante al ser las deformaciones con respecto al daño estructural más importantes que la resistencia lateral como se indica en la norma.

Tabla 8: Deriva de piso como fracción de la altura. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013)

Estructuras de	Δ_M máxima
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.020
De mampostería	0.010

Por lo tanto, para esta vivienda la deriva máxima es considerada para los 3,06 m de altura de cada piso:

$$d_{max} = \Delta_{max} \cdot h$$

$$d_{max} = 0{,}020 \cdot 3{,}06$$

$$d_{max} = 6{,}12\ cm$$

Siguiendo entonces la explicación anterior se continúa el diseño con el capítulo de estudio de la NEC, desde el punto 2.7.2 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DE FUERZAS SÍSMICAS ESTÁTICAS:

Cortante Basal de Diseño

El cortante basal total de diseño es la fuerza que será aplicada en una sola dirección a la estructura y está en función del peso de la misma:

$$V = \frac{I \cdot S_a}{R \cdot \varphi_p \cdot \varphi_E} \cdot W$$

Donde;

I: Factor de importancia de la estructura.

W: Carga reactiva.

Sa: Aceleración espectral correspondiente al espectro de respuesta elástico para diseño.

R: Factor de reducción de respuesta estructural.

φ_p , φ_E: Factores de configuración estructural en planta y en elevación.

Desarrollo de los términos para encontrar el cortante basal de diseño:

Tipo de uso, destino e importancia de la estructura. Coeficiente I.

Según el tipo de estructura se le debe clasificar según su categoría e importancia considerando la siguiente tabla:

Tabla 9: Tipo de uso, destino e importancia de la estructura. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013)

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Factor
Edificaciones esenciales y/o peligrosas	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras substancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras substancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Para este tipo de vivienda el factor de importancia I es considerado igual a 1, siendo entonces el tercer caso de la tabla mostrada.

Espectro elástico de diseño en aceleraciones

$$S_a = \eta \cdot Z \cdot Fa \quad \vee \quad 0 \leq T \leq Tc$$

$$S_a = \eta \cdot Z \cdot Fa \cdot \left(\frac{Tc}{T}\right)^r \quad \vee \quad T > Tc$$

η: Relación de amplificación espectral= 2.48 para Provincias de la Sierra.

Z: 0.25

Fa: coeficiente de amplificación dinámica de perfiles de suelo.

r: Para tipo de suelo E o D= 1.5.

Tabla 10: Valores del Factor Fa. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013)

Tabla 2.5. Tipo de suelo y Factores de sitio Fa

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, ´g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D		1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E		1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

Considerando el lado de la seguridad se tomó como suelo tipo E por lo que para la zona sísmica II se obtiene un valor de Fa de 1.5.

$$Tc = 0.55 \cdot Fs \cdot \frac{Fd}{Fa}$$

Tabla 11: Valores del Factor Fd y Fs

Tabla 2.6. Tipo de suelo y Factores de sitio Fd

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sismica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, ´g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B		1	1	1	1	1	1
C		1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D		1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E		2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

Tabla 2.7. Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo Fs

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sismica	I	II	III	IV	V	VI
	valor Z (Aceleración esperada en roca, ´g)	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C		1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D		1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E		1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F		ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota	ver nota

Nota: Para los suelos tipo F no se proporcionan valores de Fa, Fd ni de Fs, debido a que requieren un estudio especial, conforme lo estipula la sección 2.5.4.9.

Según la tabla se tiene Fd=1.75 y Fs=1.6.

$$Tc = 0.55 \cdot 1.6 \cdot \frac{1.75}{1.5}$$

$$Tc = 1.03\ seg$$

Período de vibración T

$$T = C_t \cdot {h_n}^{\alpha}$$

Donde,

Para estructuras de acero con arriostramientos, Ct=0,073 y α=0,75.

h_n:altura máxima de la edificación de *n* pisos medida desde la base de la estructura. En este caso h_n=6.12 m.

$$T = 0{,}073 \cdot 6{,}12^{0.75}$$

$$T = 0{,}28\ seg$$

Entonces se tiene que $0 \leq T \leq Tc$, por lo tanto:

$$S_a = \eta \cdot Z \cdot Fa = 2{,}48 \cdot 0{,}25 \cdot 1{,}5$$

$$S_a = 0{,}93$$

Carga sísmica reactiva W

La carga sísmica W representa el total de la carga muerta de la estructura más un 25% de la carga viva, lo que indica los siguientes valores:

PLANTA	CARGA MUERTA	25% CARGA VIVA	TOTAL (kg)
CUBIERTA	14477,91	17,5	14495,41
ENTRE PISO	35964,64	140	36104,64

Coeficiente de reducción de Respuesta estructural

Tabla 12: Coeficiente de reducción de respuesta estructural. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013)

Sistema Estructural	Materiales	Coeficiente de reducción de respuesta estructural(R)	Limitación en altura (número de pisos)
Pórticos resistentes a Momento	Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en el capítulo 4, reforzado con acero laminado en caliente.	3	2(b)
	Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en el capítulo 4, con armadura electro-soldada de alta resistencia.	2.5	2
	Acero Doblado en Frío	1.5	2 (b)
Muros Portantes	Mampostería No Reforzada y no confinada (c)	1	1
	Mampostería enchapada con malla de acero (a)	1.5	2(b)
	Adobe y Tapial reforzado	1.5	2
	Bahareque	1.5	2
	Mampostería Reforzada	3	2(b)
	Mampostería Confinada	3	2(b)
	Muro de hormigón reforzado	3	2(b)
	Muros livianos de acero	1.5	2
	Muro de mortero armado u hormigón armado con alma de poliestireno (a)	1.5	2(b)

Como el tipo de estructura aplicado a la vivienda es de muros portantes entonces entra en la categoría Muros Livianos de acero, obteniendo un valor de R=1.5.

φ_p, Factor de configuración estructural en planta

Debido a que la estructura no contempla ninguna irregularidad en planta entonces el valor de φ_p=1.

φ_E, Factor de configuración estructural en elevación

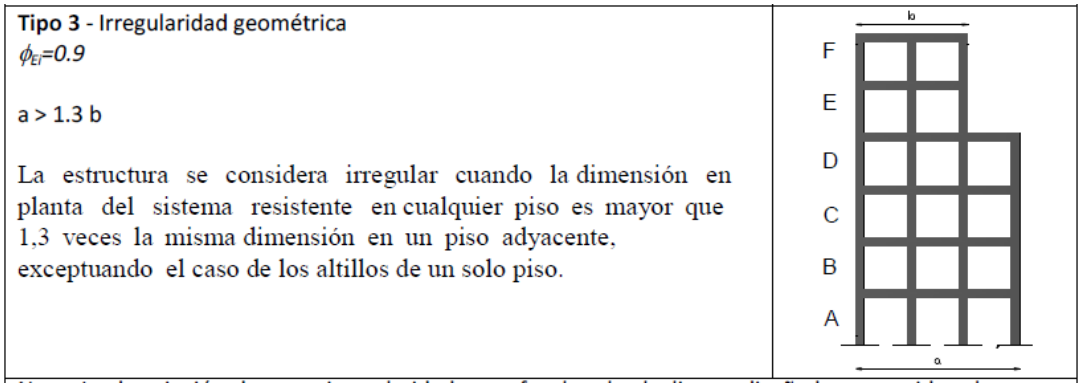


Figura 31: Coeficiente de irregularidad en elevación. (Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito, 2013)

Entonces se tiene que $\boldsymbol{\varphi_E} = 0.9$ para la cubierta y $\boldsymbol{\varphi_E} = 1$ para el entre-piso.

Reemplazando en el cortante basal de diseño todos los valores obtenidos se tiene:

$$V_{cubierta} = \frac{1 \cdot 0{,}93}{1{,}5 \cdot 1 \cdot 0{,}9} \cdot 14495{,}41$$

$$\boldsymbol{V_{cubierta} = 9985{,}73\ kg}$$

$$V_{entrepiso} = \frac{1 \cdot 0{,}93}{1{,}5 \cdot 1 \cdot 1} \cdot 36104{,}64$$

$$\boldsymbol{V_{entrepiso} = 22384{,}88\ kg}$$

Una vez obtenido el cortante basal por piso de la vivienda se lo debe distribuir en los paneles portantes y con esa fuerza diseñar las diagonales que rigidizan la estructura. Una vez realizado ese diseño se debe aplicar la fuerza a los paneles en el SAP2000 y así poder controlar las derivas de piso.

Las fuerzas aplicadas fueron:

CUBIERTA

$$F_x = 2496{,}43\ kg$$

$$F_y = 1997{,}15\ kg$$

ENTRE-PISO

$$F_x = 3197{,}84\ kg$$

$$F_{y-1} = 2798{,}11\ kg$$

$$F_{y-2} = 3197{,}84\ \ kg$$

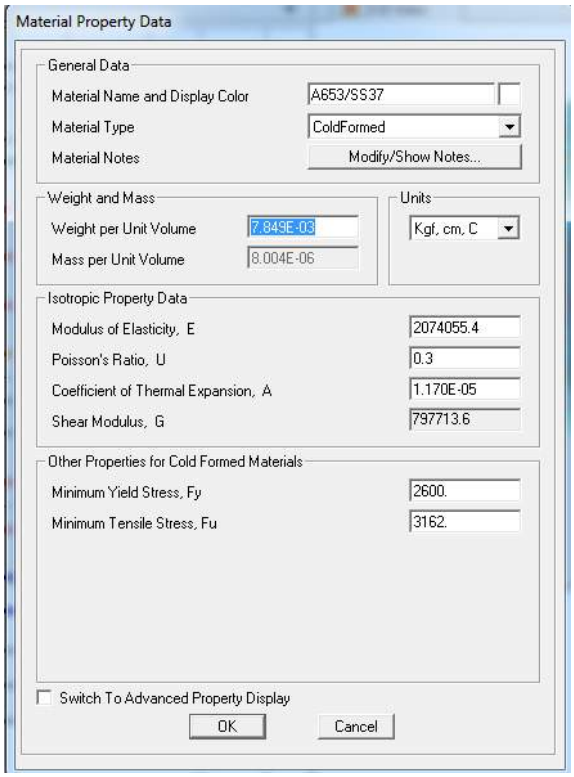
3.4 UTILIZACIÓN DEL SAP 2000 v15

En este punto se realiza un breve resumen de cómo fue la utilización del programa para obtener los resultados de reacciones y momentos actuantes para el posterior diseño de los miembros.

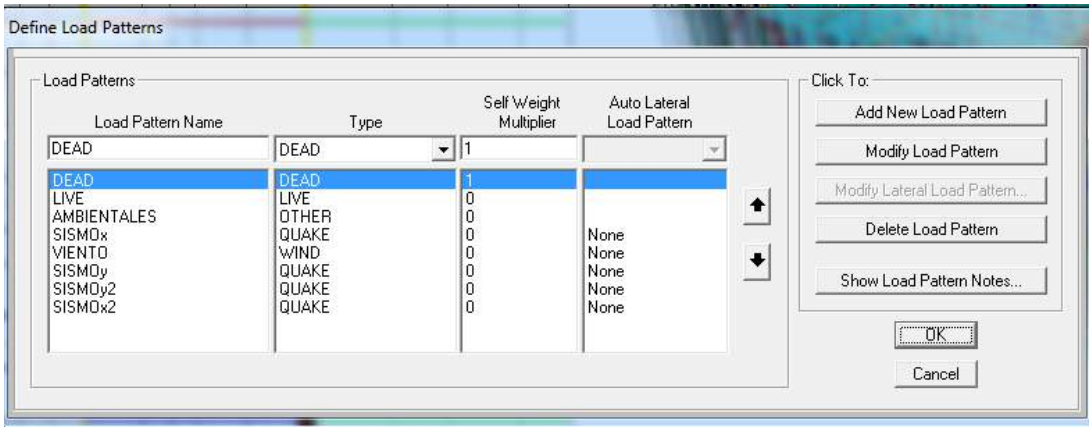
Inicialmente se creó una grilla en función de la geometría de la vivienda y de la separación entre cada eje, en la mayoría de 60 cm.

Seguido a esto se ajustaron todas las condiciones para que el programa trabaje de la manera correcta y pueda arrojar resultados verdaderos, estas condiciones fueron:

Definir el material con el que se trabajó, acero estructural de grado SS37:

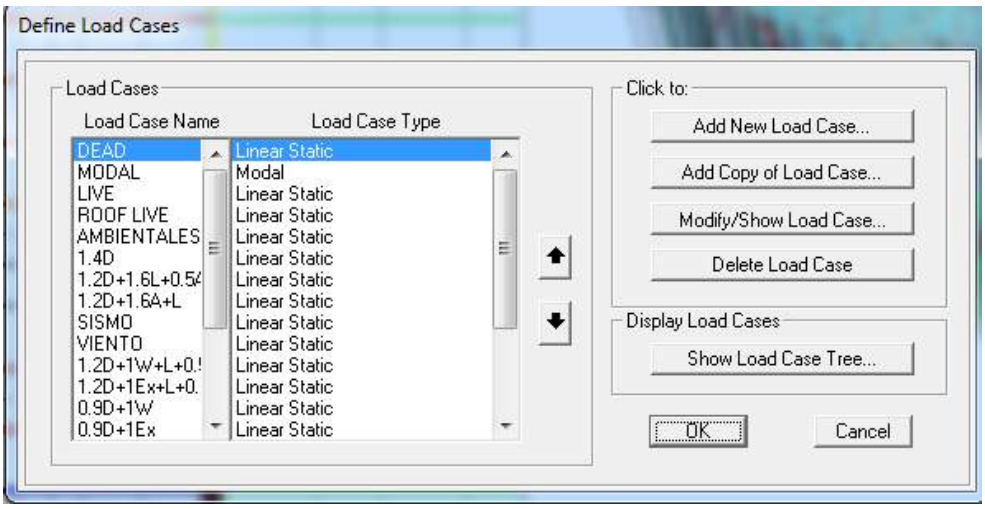


Definir el modelo de cargas:

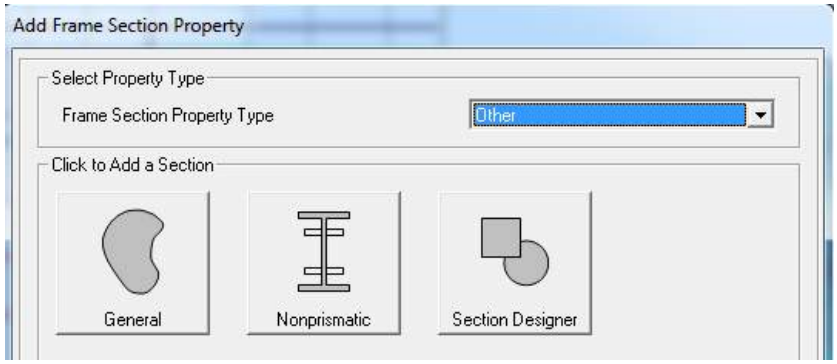


Donde solo para cargas muertas se considera el peso propio de la estructura por lo que al "Self Weight Multiplier" se asigna el valor de 1.

Definir los casos de carga y sus combinaciones:

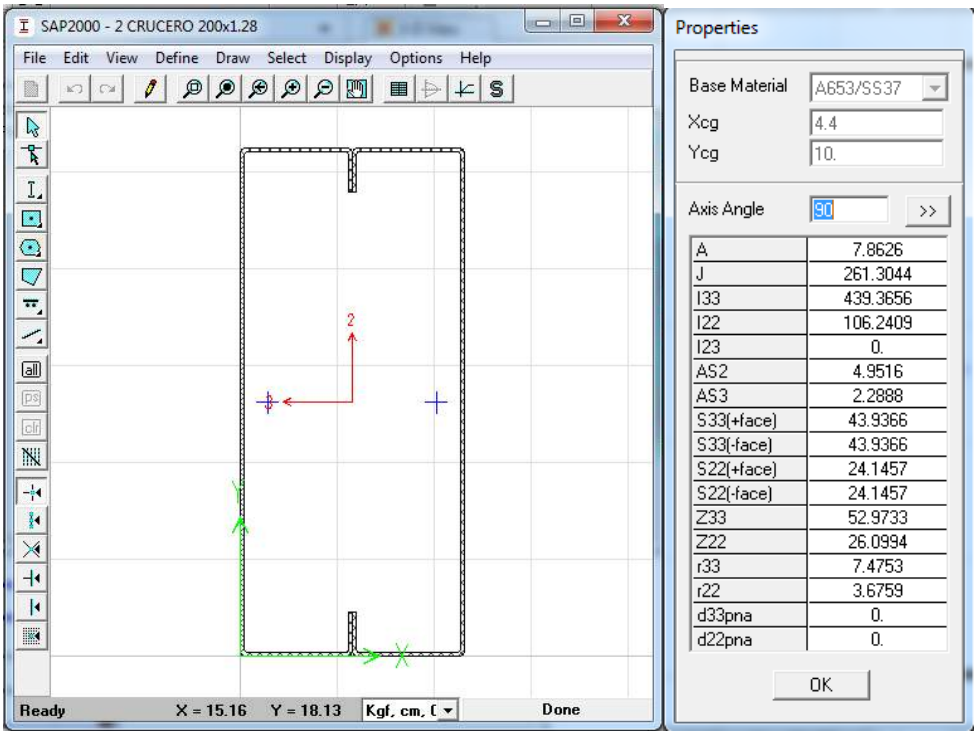


Definir las secciones con el propio material creado, siguiendo los siguientes pasos:



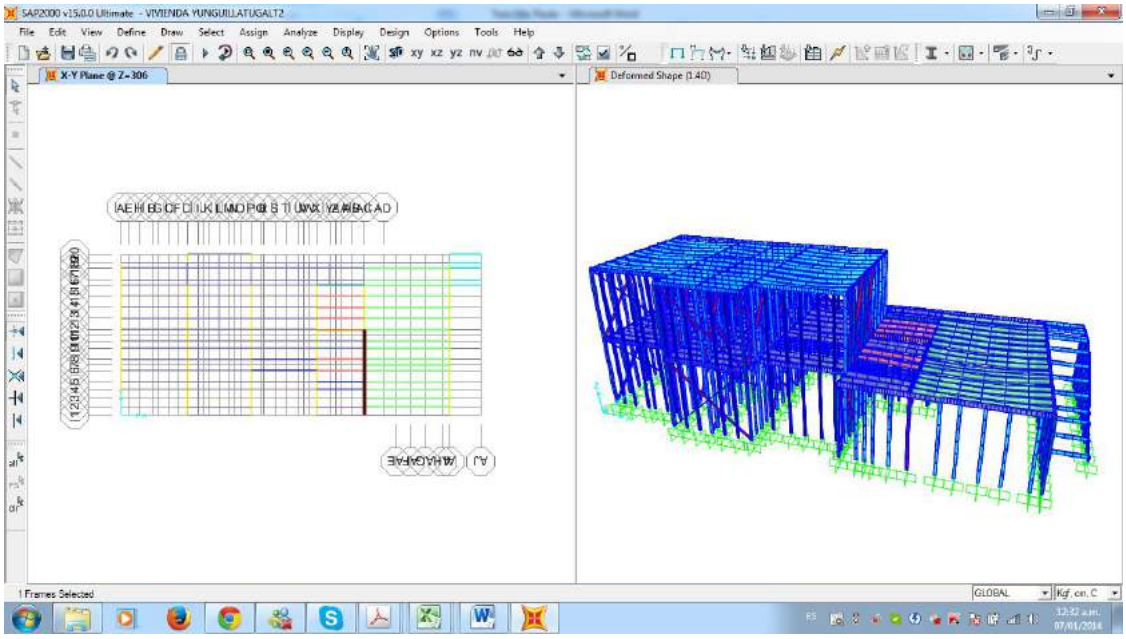
En donde se elige "Section Designer",

Ejemplo de sección creada:

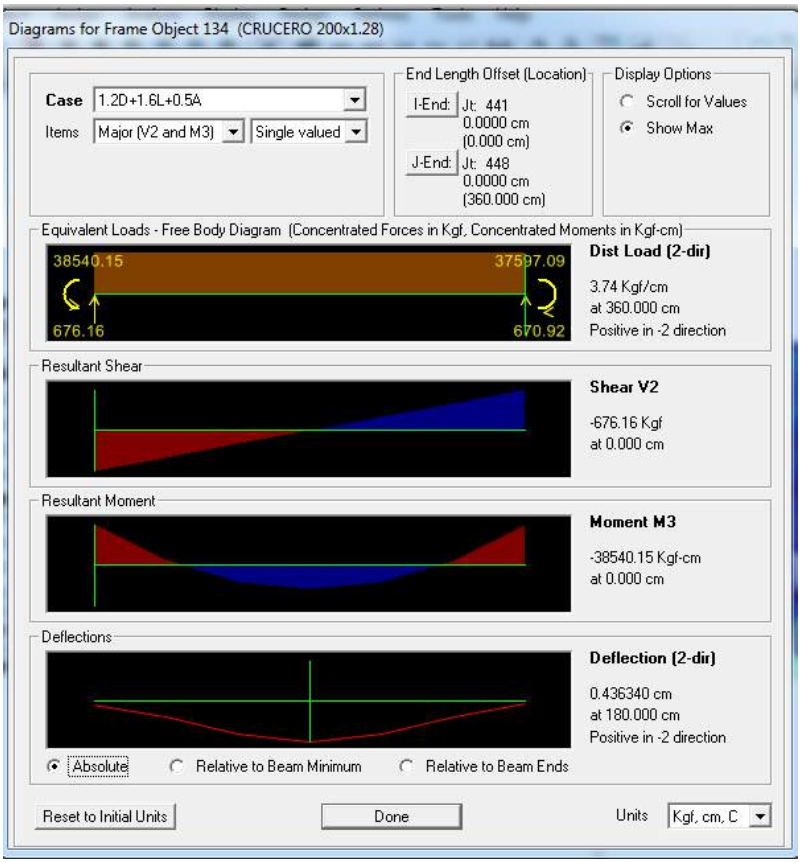


Para crear este tipo de secciones se trabaja con coordenadas según espesores y radios. La tabla que se muestra de las propiedades es muy útil para el posterior diseño de los miembros donde se necesitará en algunos casos características geométricas.

Una vez creadas las secciones se asignaron en el lugar que cada una corresponde, se asignó las condiciones de apoyo, se cargó la estructura con cargas que fueron calculadas en una hoja de Excel como se puede encontrar en los anexos, y finalmente se obtuvieron resultados de este tipo, los cuales fueron analizados para tomar los más críticos y poder realizar el diseño según el AISI.



Ejemplo de sección analizada:



De este diagrama se obtienen las reacciones en la vigueta, el cortante máximo, el momento máximo y la deflexión absoluta máxima, lo cual sirve para comprobar el diseño y luego realizar el un análisis estructural con el AISI en el sistema constructivo STEEL FRAMING.

3.5 DISEÑO DE LOS MIEMBROS QUE CONFORMAN LA ESTRUCTURA

Siguiendo todos los pasos indicados anteriormente y con los datos obtenidos en el SAP2000 se realiza el diseño de todos los miembros como se muestra en los siguientes incisos. Se ha visto conveniente poner un ejemplo de cálculo para cada miembro diseñado.

3.5.1 Viguetas

A continuación se muestra un ejemplo de cálculo de una vigueta formada por una sección cajón conformada por dos perfiles C.

DISEÑO DE VIGUETA DE ENTRE PISO

Datos vigueta:

Longitud: 2,59 m

Area Tributaria: 1,58 m2

Carga muerta: 133,38 kg/m

Carga viva: 219,60 kg/m

Carga ambiental: 9,15 kg/m

Sección conformada por 2 CRUCERO 200x1,28

Pre-dimensionamiento:

Una manera conservadora de determinar el peralte necesario en una viga es:

$$h = {}^{L}/_{25} = \frac{259}{25} = 10{,}36\ cm$$

Después se calculó un momento para la obtención de un módulo de sección necesario:

$$M = \frac{W \cdot L^2}{8}$$

W: Carga distribuida factorizada.

$$W = 1{,}2 \cdot 133{,}38 + 1{,}6 \cdot 219{,}60 + 0{,}5 \cdot 9{,}15 = 516\ kg/m$$

$$M = \frac{516 \cdot 2{,}59^2}{8} = 432.67\ kg.m$$

Entonces, el módulo de sección necesario es:

$$Sx_{necesario} = \frac{M}{F_y \cdot \varphi_f} = \frac{432{,}67 \cdot 100}{2600 \cdot 0{,}95} = 17{,}52 cm^3$$

Con ese módulo de sección se escogió del CATÁLOGO TUGALT un perfil C 200x1,28 con S=21,44 cm3.

El CATÁLOGO TUGALT se muestra en los ANEXOS.

Después del análisis en el SAP se obtuvieron los siguientes resultados:

Mu= 808,16 kg-m

Vu= 982,45 kg

Lo que daba un módulo de sección necesario de 32.72 cm3, entonces se escogió una sección compuesta de 2 perfiles C 200x1,28 con S=42,88 cm3.

Además se verificó la deflexión que debía ser menor a L/360:

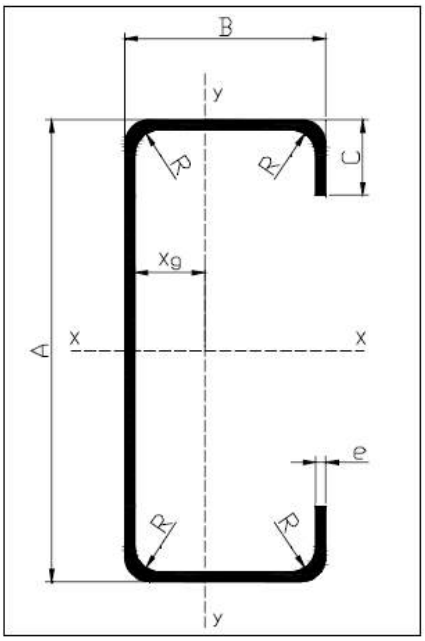
$$\Delta_{max} = {}^{259}/_{360} = 0{,}72\ cm$$

$$\Delta_{obtenido} = 0{,}05\ cm$$

$$\Delta_{obtenido} < \Delta_{max}, entonces\ OK$$

Verificación de efectividad de la sección:

Datos del perfil



A seccion=	200	mm
B seccion=	44	mm
espesor (t)=	1,24	mm
radio (R)=	1,92	mm
Sxreal=	21,44	cm^3
h rigidizador(C)=	17	mm
Fy=	26	kN/cm^2
E=	20000	kN/cm^2
Iy=	9,49	cm4
μ=	0,3	

- *ANÁLISIS ABOLLADURA DEL ALA:*

El ala es un elemento parcialmente rigidizado por lo que se debe realizar el análisis con la sección B4: **Elementos uniformemente comprimidos con un rigidizador de borde.**

Ancho plano del ala:

$$w = b - 2 \cdot (r + t) = 44 - 2 \cdot (1{,}92 + 1{,}24)$$

$$w = b = 37{,}68\ mm$$

$f = f_y = 2600\ {}^{kg}/_{cm^2}$, debido a que el eje neutro inicialmente se encuentra en H/2.

Para el cálculo de la sección efectiva:

$${}^{w}/_{t} = {}^{37{,}68}/_{1{,}24} = 30{,}39$$

Utilizando ahora la ecuación (Ec. 31):

$$S = 1{,}28 \cdot \sqrt{E/f} = 1.28 \cdot \sqrt{2000000 \cdot 2600} = 35{,}50$$

Entonces: $0{,}328 \cdot S = 11{,}64 < {}^{w}/_{t}$

Se debe calcular:

(Ec. 33):

$$I_a = 399 \cdot 1{,}24^4 \cdot \left(\frac{30{,}39}{35{,}50} - 0{,}328\right)^3 \leq 1{,}24^4 \cdot \left(115 \cdot \frac{30{,}39}{35{,}50} + 5\right)$$

$$I_a = 138{,}82 < 244.54$$

$$I_a = 138{,}82\ mm^4$$

Cálculo de Is:

$$I_s = \frac{d \cdot t^3}{12} = \frac{\left(17 - (1{,}24 + 1{,}92)\right) \cdot 1{,}24^3}{12} = 273{,}94\ mm^4$$

Entonces:

(Ec. 32):

$$R_I = {}^{273{,}94}/_{138{,}82} = 1{,}91$$

Pero $R_I = 1$ porque no puede ser mayor a la unidad.

Y se tiene que:

$$\boldsymbol{b_1 = {}^{37,68}/_{2} \cdot 1 = 18,84\ mm}$$

$$\boldsymbol{b_2 = 37,68 - 18,84 = 18,84}$$

$$\boldsymbol{d_s = 13,84\ mm}$$

Para el cálculo del coeficiente de pandeo de placa:

$$D/w = 17/37{,}68 = 0{,}45$$

$$0.25 < D/w = 0{,}45 < 0{,}8$$

Entonces,

(Ec. 34):

$$n = \left(0{,}582 - \frac{30{,}39}{4 \cdot 35{,}50}\right) = 0{,}37 \geq \frac{1}{3}$$

(Ec. 36):

$$k = \left(4{,}82 - \frac{5 \cdot 17}{37{,}68}\right) \cdot 1^{0.37} + 0{,}43 = 2{,}99 \leq 4$$

Continuando con el análisis:

(Ec. 17):

$$Fcr = 2{,}99 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{1{,}24}{37{,}68}\right)^2 = 58{,}61\ kN/cm^2$$

Para el cálculo del factor de esbeltez:

(Ec. 15):

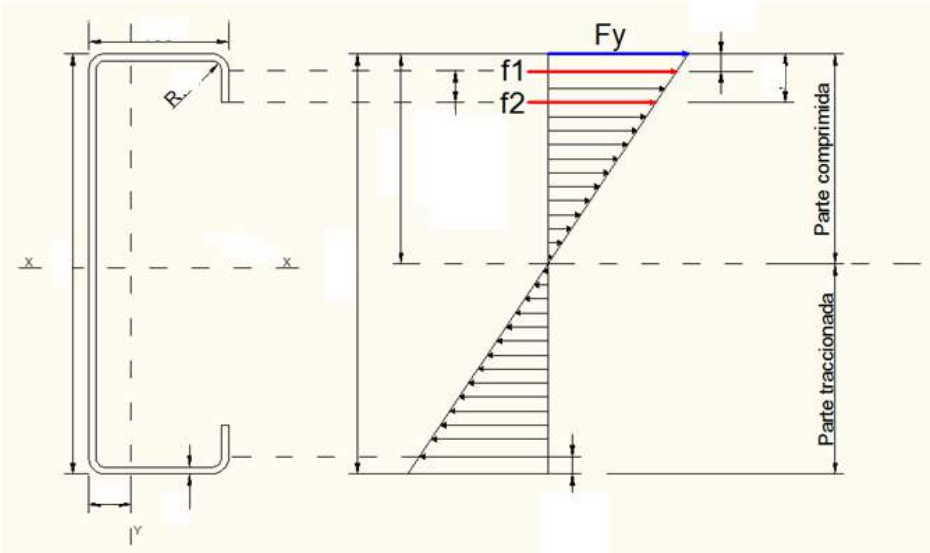
$$\lambda = \sqrt{\frac{26}{58{,}61}} = 0{,}666$$

$$\lambda_{límite} = 0{,}673$$

$\lambda < \lambda_{límite}$, entonces no existe abolladura del ala.

- *ANÁLISIS ABOLLADURA DEL RIGIDIZADOR:*

Primero se deben calcular las tensiones actuantes en el rigidizador como se muestra en la gráfica a continuación:



Como ya se analizó al ala y se verificó que no existe abolladura en la misma Fy sigue actuando en la fibra más comprimida y se tiene que:

Posición eje neutro=	10	cm

t+r=	0,316	cm

Parte traccionada=	10	cm

Entonces por semejanza de triángulos se tiene:

$$\frac{26}{10} = \frac{f_1}{(10 - 0{,}316)}$$

$$f_1 = 25{,}18\ kN/cm^2$$

$$\frac{26}{10} = \frac{f_2}{(10 - 1{,}7)}$$

$$f_2 = 21{,}58\ kN/cm^2$$

El rigidizador es un elemento no rigidizado por lo que se debe realizar el análisis con la sección B3.2: **Elementos no rigidizados con gradiente de tensiones.**

Teniendo entonces el caso de que el esfuerzo de compresión decrece hacia el borde libre.

(Ec. 28):

$$k = \frac{0{,}578}{\left|{}^{21{,}58}/_{25{,}18}\right| + 0{,}34}$$

$$k = 0{,}483$$

Ancho plano del rigidizador:

$$D = 17 - (1{,}24 + 1{,}92) = 13{,}84\, mm$$

En este caso f = f1 = 25,18 kN/cm^2, entonces, el factor de esbeltez:

(Ec. 16):

$$\lambda = \frac{1{,}052}{\sqrt{0{,}483}} \cdot \left(\frac{13{,}84}{1{,}24}\right) \sqrt{\frac{25{,}18}{E}}$$

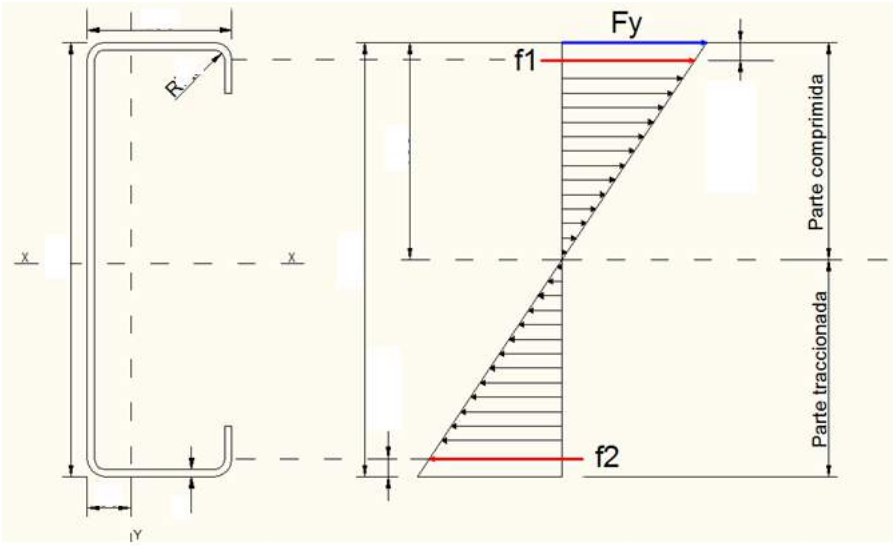
$$\lambda = 0{,}60$$

$$\lambda_{límite} = 0{,}673$$

$\lambda < \lambda_{límite}$, entonces no existe abolladura del rigidizador.

- *ANÁLISIS ABOLLADURA DEL ALMA:*

Primero se deben calcular las tensiones actuantes en el alma como se muestra en la gráfica acontinuación:



Como ya se analizó al ala y el rigidizador y se verificó que no existe abolladura en éstos, Fy sigue actuando en la fibra más comprimida y se tiene que:

Posicion eje neutro=	10	cm

t+r=	0,316	cm

Parte traccionada=	10	cm

Entonces por semejanza de triángulos se tiene:

$$\frac{26}{10} = \frac{f_1}{(10 - 0{,}316)}$$

$$f_1 = 25{,}18\ kN/cm^2$$

$$\frac{26}{10} = \frac{f_2}{(10 - 0{,}316)}$$

$$f_2 = 25{,}18\ kN/cm^2$$

El alma es un elemento rigidizado por lo que se debe realizar el análisis con la sección B2.3: **Almas y otros elementos rigidizados con gradiente de tensiones.**

Ancho plano del alma:

$$w = 200 - 2 \cdot (1{,}24 + 1{,}92) = 193{,}68\ mm$$

Entonces,

(Ec. 18):

$$\psi = |-25{,}18/25{,}18| = 1$$

(Ec. 19):

$$k = 4 + 2 \cdot (1 + 1)^3 + 2 \cdot (1 + 1) = 24$$

$$f = f_1 = 25{,}18\ kN/cm^2$$

Entonces el factor de esbeltez se calcula:

$$\lambda = \frac{1{,}052}{\sqrt{24}} \cdot \left(\frac{193{,}68}{1{,}24}\right) \sqrt{\frac{25{,}18}{E}}$$

$$\lambda = 1{,}190$$

$$\lambda > \lambda_{límite}$$

Por lo que se debe calcular un ancho efectivo, b:

(Ec. 13):

$$\rho = (1 - 0{,}22/1{,}19)/1{,}19 = 0{,}685$$

(Ec. 12):

$$b = 0{,}685 \cdot 193{,}68 = 132{,}66\ mm$$

Pero además se debe verificar que b1 + b2 no sea mayor que la porción comprimida del alma, entonces:

$$h_o/b_o = \frac{200}{44} = 4{,}55 > 4$$

Por lo tanto,

(Ec. 23):

$$b_1 = 132{,}66/(3+1) = 33{,}17\ mm$$

(Ec. 24):

$$b_2 = 132{,}66/(1+1) - 33{,}17 = 33{,}17\ mm$$

Comprobación:

$$b_1 + b_2 = 33{,}17 + 33{,}17 = 66{,}34\ mm$$

$$Parte\ comprimida = posición\ eje\ neutro - (t + r) = 100 - 3{,}16 = 96{,}84\ mm$$

$$b_1 + b_2 < parte\ comprimida$$

Entonces sí existe abolladura en el alma y es necesario determinar nuevas características geométricas aplicando el método lineal. Utilizando las ecuaciones dadas en el inciso 4.2.2 Método Lineal (pág. 53) se realizó la siguiente tabla:

Elemento	Longitud unit L (mm)	Cantidad	Longitud total L (mm)	Distancia a la fibra superior Y (mm)	L* Y (mm2)	L*Y^2 (mm3)	Inercia centroidal I'o (mm3)
Ala sup.	37.68	1	37.68	0.62	23.3616	14.484192	-
Esq. sup.	3.9878	2	7.9756	1.54202	12.2985347	18.9645865	-
Rig. sup.	13.84	1	13.84	10.08	139.5072	1406.23258	220.9159253
b1	33.1652	1	33.1652307	19.74261535	654.768393	12926.8405	3039.959669
b2+parte tracc.	130.01	1	130.0052307	131.8373846	17139.5496	2259633.39	183105.4339
Rig. inf.	13.84	1	13.84	189.92	2628.4928	499203.353	220.9159253
Esq. inf.	3.9878	2	7.9756	198.45798	1582.82147	314123.551	-
Ala inf.	37.68	1	37.68	199.38	7512.6384	1497869.84	-
Σ	**-**	**-**	**282.161661**	**-**	**29693.44**	**4585197**	**186587.2255**

De esta tabla se obtiene:

Distancia de la fibra neutra a la fibra superior:

$$v = \frac{\sum L \cdot Y}{\sum L} = \frac{29693{,}44}{282{,}16} = 105{,}23\ mm$$

Momento de inercia lineal con respecto a la fibra superior:

$$I'_{fs} = \sum L \cdot y^2 + \sum I'o = 4585197 + 186587{,}22 = 4771783{,}9\ mm^3$$

Momento de inercia lineal con respecto al eje x´- x´:

$$I'_{x'} = I'_{fs} - v^2 \cdot \sum L = 4771783{,}9 - 105{,}23^2 \cdot 282{,}16 = 1646978{,}6\ mm^3$$

Momento de inercia real con respecto al eje x´- x´:

$$I_{x'} = I'_{x'} \cdot t = 1646978{,}6 \cdot 1{,}24 = 2042253{,}4\ mm^4$$

$$I_{x'} = 204{,}22\ cm^4$$

Módulo de sección real resistente con respecto a la fibra superior:

$$Sx'_s = {}^{I_{x'}}/_{v} = {}^{204{,}22}/_{10{,}52}$$

$$Sx'_s = 19{,}41 cm^3$$

Con el análisis de alma se ha finalizado el análisis de los elementos del perfil, por lo que ya se tienen resultados de la sección efectiva, entonces:

Módulo de sección real de la sección cajón:

$$Sx'_{total} = 2 \cdot 19{,}41\ cm^3$$

$$Sx'_{total} = S_e = 38{,}81\ cm^3$$

Momento Nominal y Resistente:

(Ec. 37):

$$Mn = 38{,}81 \cdot 26 = 1009{,}14\ kN.cm$$

(Ec. 38):

$$M_{resistente} = 0{,}95 \cdot 1009{,}14$$

$$M_{resistente} = 958{,}68\ kN.cm$$

$$M_{actuante} = 840{,}22\ kN.cm$$

(Dato obtenido del SAP2000, siendo este el momento máximo de los actuantes en viguetas con la misma sección).

$$\boldsymbol{M_{actuante} < M_{resistente} \ \therefore cumple}$$

Momento Resistente por pandeo lateral:

(Ec. 41):

$$F_e = \frac{1 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot 20 \cdot {}^{I_y}/_2}{21{,}44 \cdot \left(K_y \cdot 259\right)^2}$$

$$I_y = I_{y-perfil} = 9{,}49\ cm^4$$

$$K_y = 1$$

$$F_e = 13{,}02\ {}^{kN}/_{cm^2}$$

Para el cálculo de Fc se determinan los límites de Fe siguiendo las condiciones (pag.63):

$$Límite_1 = 14{,}56\ {}^{kN}/_{cm^2}$$

$$Límite_2 = 72{,}28\ {}^{kN}/_{cm^2}$$

Entonces:

$$F_e < Límite_1$$

Por lo tanto $F_c = F_e$

$$F_c = 13{,}02\ {}^{kN}/_{cm^2}$$

Ahora, $f = F_c$, y se calcula el momento resistente por pandeo lateral:

(Ec. 40):

$$M_{resistente} = 0{,}9 \cdot 36{,}93 \cdot 13{,}02 = 432{,}93\ kN.cm$$

$$M_{resistente_pandeolocal} < M_{resistente_flexión}$$

Entonces sí es necesario arriostrar lateralmente la viga, entonces igualando ecuaciones se aplica:

(Ec. 42):

$$2{,}78 \cdot 26 = \frac{1 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot 20 \cdot {}^{9{,}49}/_2}{21{,}44 \cdot 2 \cdot (1 \cdot L)^2}$$

$$L = 77{,}74\ cm$$

Entonces la distancia entre riostras será de 75cm.

Resistencia a corte exclusivamente:

En esta sección se seguirán las condiciones dadas en el inciso 4.2.4.3 Resistencia de la viga por corte exclusivamente (pág.64), entonces:

$$a/h = 750/193{,}68 = 3{,}87 > 1 \ \ \therefore$$

$$k_v = 5{,}34 + \frac{4}{(3{,}87)^2} = 5{,}61$$

Ahora, para encontrar el valor de Fv se calculas los siguientes límites para h/t:

$$h/t = 193{,}68/1{,}24 = 156{,}19$$

$$\sqrt{Ek_v/F_y} = \sqrt{E \cdot 5{,}61/26} = 65{,}69$$

$$1{,}51 \cdot \sqrt{Ek_v/F_y} = 1{,}51 \cdot 65{,}69 = 99{,}19$$

Entonces, se tiene que:

$$h/t = 156{,}19 > 1{,}51 \cdot \sqrt{Ek_v/F_y} = 99{,}19$$

Por lo tanto:

$$F_v = 0{,}904 \cdot \frac{E \cdot k_v}{(h/t)^2} = 0{,}904 \cdot \frac{E \cdot 5{,}61}{156{,}19^2}$$

$$F_v = 4{,}16\ kN/cm^2$$

Cálculo del cortante resistente:

(Ec. 44):

$$V_{resistente} = \varphi_v \cdot A_w \cdot F_v = 0{,}95 \cdot 2{,}02 \cdot 2 \cdot 4{,}16$$

$$V_{resistente} = 15{,}98\ kN$$

$V_{actuante} = 9{,}82\ kN$, *dato obtenido del SAP2000*

$$V_{actuante} < V_{resistente} \ \ \therefore \ \ cumple$$

Nota: los datos de área del alma son calculados con las longitudes y secciones efectivas, es decir en este caso reducidas debido a abolladuras existentes.

Resistencia a la abolladura del alma:

(Ec. 45):

$$P_n = C \cdot t^2 \cdot F_y \cdot \sin\vartheta \cdot \left(1 - C_R \cdot \sqrt{\frac{R}{t}}\right) \cdot \left(1 + C_N \cdot \sqrt{\frac{N}{t}}\right) \cdot \left(1 - C_h \cdot \sqrt{\frac{h}{t}}\right)$$

Para esta ecuación los factores de seguridad, de resistencia y coeficientes para secciones tipo C se obtuvieron de la Tabla 4 (pág.66), teniendo la siguiente ecuación:

$$P_n = 4 \cdot 0{,}124^2 \cdot 26 \cdot \sin 90 \cdot \left(1 - 0{,}14 \cdot \sqrt{\frac{0{,}192}{0{,}124}}\right) \cdot \left(1 + 0{,}35 \cdot \sqrt{\frac{10}{0{,}124}}\right) \cdot \left(1 - 0{,}02 \cdot \sqrt{\frac{19{,}368}{0{,}124}}\right)$$

$$P_n = 4{,}10\ kN$$

$$P_{resistente} = 0{,}85 \cdot 4{,}10 \cdot 2$$

$$P_{resistente} = 6{,}98\ kN$$

Condición en el extremo:

$$Pu_{actuante} = 9{,}82\ kN$$

$$Pu_{actuante} > P_{resistente}\ \therefore no\ cumple\ y\ es\ necesario\ rigidizar\ el\ alma\ en\ el\ apoyo$$

Entonces, rigidizando con una placa de la misma altura del perfil y con el mismo espesor se obtiene un $P_{resistente} = 10{,}47\ kN$, entonces de esta manera cumple el diseño.

Separación entre conectores:

Siguiendo la sección 3.2.4.5 Separación longitudinal de conectores en una viga compuesta.,

Cálculo de separación de conectores en la viga:

(Ec. 46):

$$S_{max} = \frac{L}{6} = \frac{259}{6} = 43{,}17\ cm$$

(Ec. 47):

$$S_{max} = \frac{2 \cdot g \cdot T_s}{m \cdot q}$$

Se decidió realizar estas conexiones con pernos, y se escogieron pernos de diámetro de 10 mm, entonces la resistencia a tracción del perno es:

$$T_s = 13{,}8 \ {}^{kN}/_{cm^2}$$

Siguiendo el procedimiento de la sección se obtienen los siguientes datos para reemplazar en la ecuación 47;

$$g = 3{,}168 \ cm$$

$$m = 3{,}97 \ cm$$

$$q = 3 \cdot w = 3 \cdot 5{,}16 = 15{,}48 \ {}^{kN}/_{m}$$

Siendo w la carga distribuida mayorada aplicada en la viga.

Se obtiene,

$$S_{max} = 111{,}69 \ cm$$

Por lo que se toma el menor de los valores y se define como separación máxima constructiva:

$$\boldsymbol{S_{max} = 40 \ cm}$$

Cálculo de separación de conectores en los apoyos de la viga:

Manteniendo los valores, pero para la reacción en el apoyo de 9,8245 kN se obtiene una separación máxima de:

$$S_{max} = 17{,}60 \ cm$$

Se debe cumplir con la resistencia de los pernos:

$$T_s = \frac{P_s \cdot m}{2 \cdot g} = \frac{9{,}8245 \cdot 3{,}97}{2 \cdot 3{,}168} = 6.16 \ kN$$

$$T_{s-resistente} = 10{,}84 \ kN$$

Cumple la resistencia y además, como la distancia de apoyo de la viga es de 10 cm menor a la separación máxima entonces cumple y el diseño se aprueba.

TABLA RESUMEN:

VIGA DE ENTRE PISO TIPO 1	
Sección utilizada:	2 CRUCERO 200x1.28 (catálogo TUGALT)
Arriostramiento lateral:	Cada 75 cm
Rigidización del alma en el apoyo:	CINTA 200x1.28
Separación entre conectores:	40 cm en la viga y 10 cm en los apoyos.

3.5.1.1 Planos viguetas

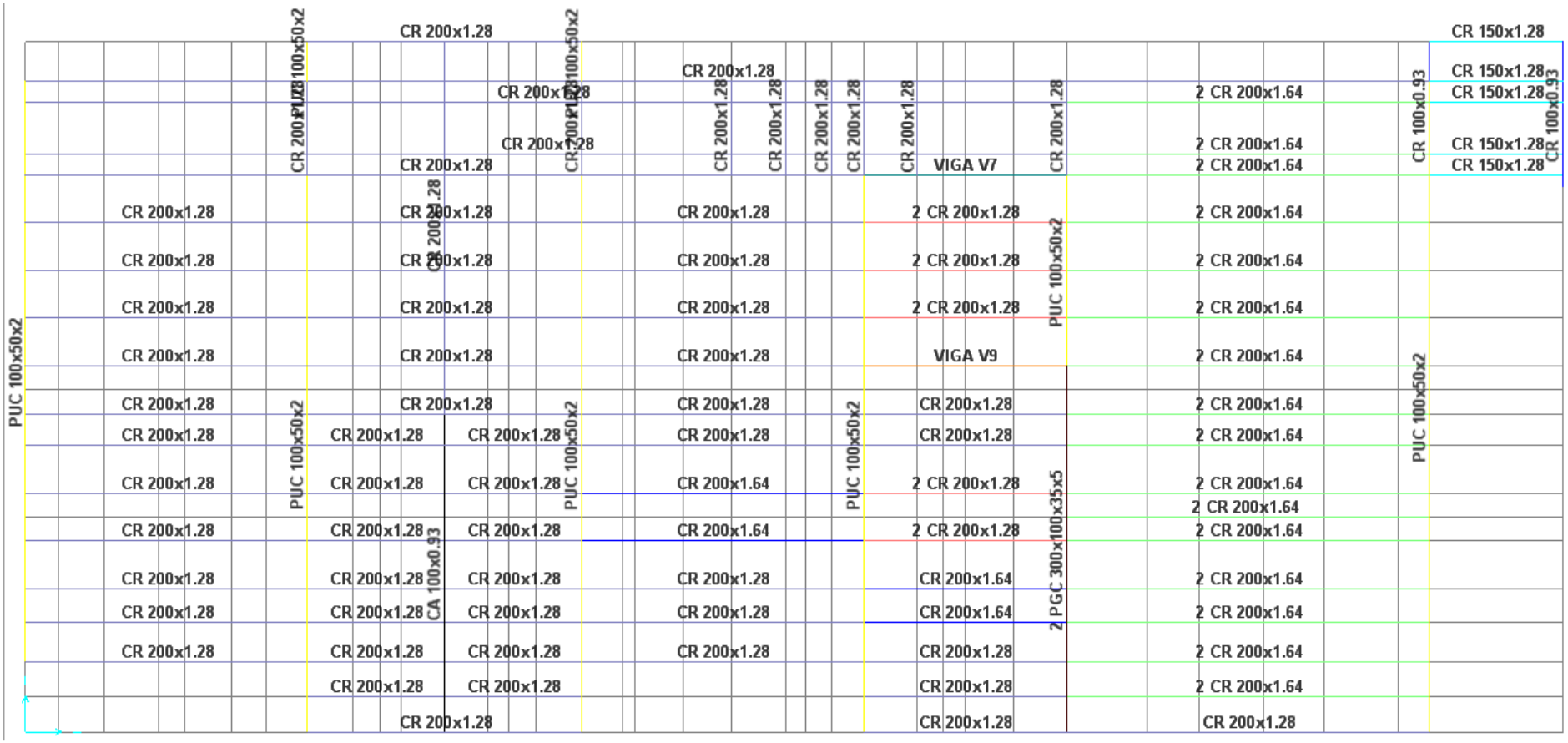


Imagen 1: Planta viguetas de ENTRE-PISO.

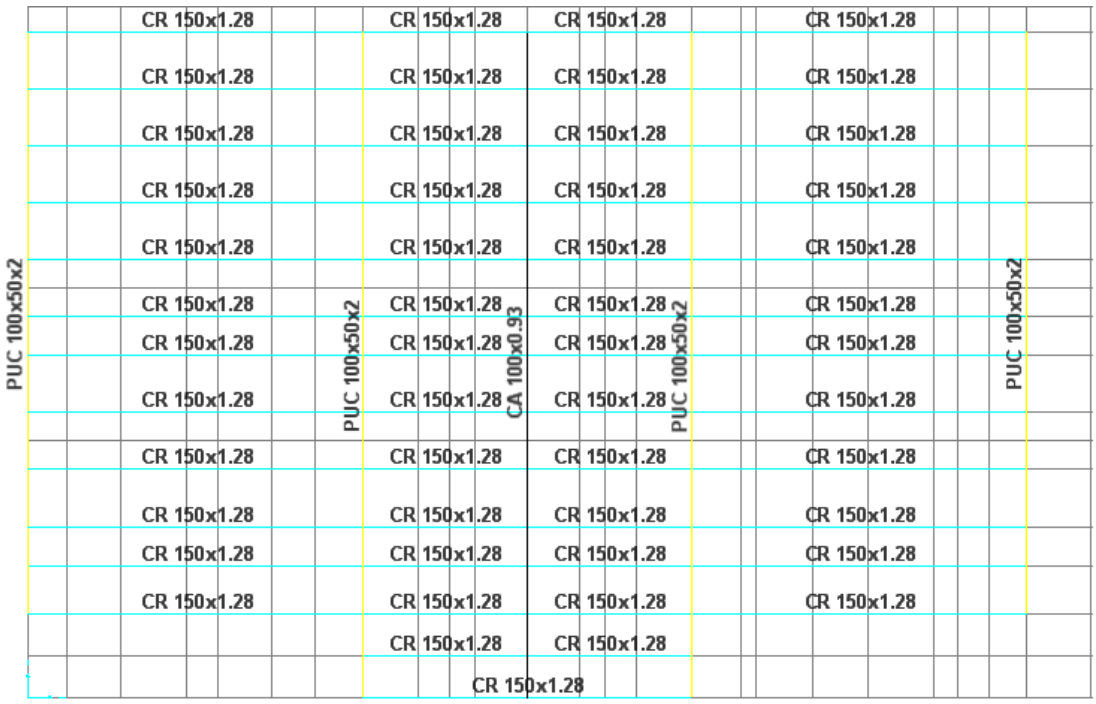


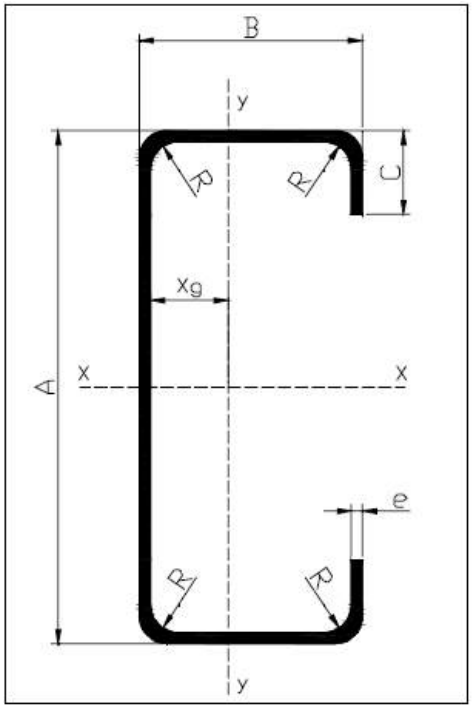
Imagen 2: Planta viguetas de CUBIERTA.

3.5.2 Montantes

A continuación se muestra un ejemplo de cálculo de una vigueta formada por una sección cajón conformada por dos perfiles C.

DISEÑO DE MONTANTE PLANTA BAJA:

Datos montante:



H=	100	mm
D=	17	mm
B=	80	mm
t=	1,6	mm
r=	1,92	mm
Fy=	26	kN/cm^2
rx=	3,93	cm
ry=	3,04	cm
Ix=	102,51	cm^4
Iy=	61,2	cm^4
A=	6,64	cm^2
Yc(1perfil)=	50	mm
Xc(1perfil)=	1,38	cm
Sx=	20,5	cm^3
Sy=	15,3	cm^3
E=	20000	kN/cm^2

Longitud: 3,06 m.

Arriostrada lateralmente con respecto al eje y; Longitud de arriostramiento: 1,53 m.

Sección cajón formada por 2 CRUCERO 100x1,64

Cálculo de la tensión que provoca la pérdida de estabilidad:

Se calculan 3 esbelteces, ya que se colocan rigidizadores entre pórticos a la mitad de la altura del montante; dichos rigidizadores son perpendiculares al eje y de la sección cajón. El rigidizador funciona como una articulación en la columna y la esbeltez que rige el diseño es la mayor de las tres que se calculan a continuación:

$$\lambda = (K \cdot L/r)^2$$

Entonces para las 3 condiciones de longitud y apoyos:

Para la esbeltez con respecto al ***eje x*** se tiene condición de apoyo empotrada – rotación impedida con traslación libre por lo que el valor de k es 1:

$$\lambda_x = (1 \cdot 306/3{,}93)^2 = 77{,}86$$

Para la esbeltez con respecto al ***eje y*** se tiene condición de apoyo empotrada – articulada desde la base hasta el arriostramiento, por lo que el valor de k es 0,7:

$$\lambda_{y1} = (0{,}7 \cdot 153/3{,}04)^2 = 35{,}23$$

Y, desde el arriostramiento hasta el tope se tiene la condición de apoyo articulada – rotación impedida con traslación libre, por lo que el valor de k es 2:

$$\lambda_{y2} = (2 \cdot 153/3{,}04)^2 = 100{,}66$$

Con los resultados obtenidos de las esbelteces, la que rige el diseño es la esbeltez en y desde el arriostramiento hasta el tope, entonces la tensión de pandeo elástico flexional es:

(Ec. 50):

$$F_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{(2 \cdot 153/3{,}04)^2} = 19{,}48 \ {}^{kN}/_{cm^2}$$

Ya que la sección que conforma la columna es un cajón formado por dos perfiles C, se puede garantizar que no se produce torsión, por lo que el modo de pandeo que gobierna el diseño es por flexión. En los casos para que los montantes son solo un perfil C se garantiza que no hay torsión por el arriostramiento lateral.

A continuación se determina el valor de λ_c:

(Ec. 49):

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{26}{19{,}48}} = 1{,}155$$

Y, como para $\lambda_c \leq 1{,}5 \ \ se\ tiene\ que\ \ F_n = \left(0{,}658 \cdot {\lambda_c}^2\right) \cdot F_y$, entonces:

$$F_n = (0{,}658 \cdot 1{,}155^2) \cdot 26$$

$$F_n = 14{,}88 \ {}^{kN}/_{cm^2}$$

Verificación de efectividad de la sección:

- *ANÁLISIS ABOLLADURA DEL ALA:*

El ala es un elemento parcialmente rigidizado por lo que se debe realizar el análisis con la sección B4: **Elementos uniformemente comprimidos con un rigidizador de borde.**

Ancho plano del ala:

$$w = b - 2 \cdot (r + t) = 40 - 2 \cdot (2{,}46 + 1{,}6) = 31{,}88\ mm$$

Cálculo del factor de esbeltez para $f = F_n = 14{,}88 \ {}^{kN}/_{cm^2}$:

$${}^{w}/_{t} = {}^{31{,}88}/_{1{,}6} = 19{,}925$$

Utilizando ahora la ecuación (Ec. 31):

$$S = 1{,}28 \cdot \sqrt{E/f} = 1{,}28 \cdot \sqrt{2000000 \cdot 1488} = 46{,}93$$

Entonces: $0{,}328 \cdot S = 15{,}39 < {}^{w}/_{t}$

Se debe calcular:

(Ec. 33):

$$I_a = 399 \cdot 1{,}6^4 \cdot \left(\frac{19{,}925}{46{,}93} - 0{,}328\right)^3 \leq 1{,}6^4 \cdot \left(115 \cdot \frac{19{,}925}{46{,}93} + 5\right)$$

$$I_a = 2{,}35 < 352{,}72$$

$$I_a = 2{,}35\ mm^4$$

Cálculo de Is:

$$I_s = \frac{d \cdot t^3}{12} = \frac{\left(17 - (1{,}6 + 2{,}46)\right) \cdot 1.6^3}{12} = 288{,}90\ mm^4$$

Entonces:

(Ec. 32):

$$R_I = {288{,}90}/{2{,}35} = 122{,}82$$

Pero $R_I = 1$ porque no puede ser mayor a la unidad.

Y se tiene que:

$$\boldsymbol{b_1 = {31{,}88}/{2} \cdot 1 = 15{,}94\ mm}$$

$$\boldsymbol{b_2 = 31{,}88 - 15{,}94 = 15{,}94}$$

$$\boldsymbol{d_s = 12{,}94\ mm}$$

Para el cálculo del coeficiente de pandeo de placa:

$${D}/{w} = {17}/{31{,}88} = 0{,}53$$

$$0.25 < {D}/{w} = 0{,}53 < 0{,}8$$

Entonces,

(Ec. 34):

$$n = \left(0{,}582 - \frac{19{,}925}{4 \cdot 46{,}93}\right) = 0{,}48 \geq \frac{1}{3}$$

(Ec. 36):

$$k = \left(4{,}82 - \frac{5 \cdot 17}{31{,}88}\right) \cdot 1^{0.48} + 0{,}43 = 2{,}58 \leq 4$$

Continuando con el análisis:

(Ec. 17):

$$Fcr = 2{,}58 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{1{,}6}{31{,}88}\right)^2 = 117{,}64\ kN/cm^2$$

Para el cálculo del factor de esbeltez:

(Ec. 15):

$$\lambda = \sqrt{\frac{14{,}88}{117{,}64}} = 0{,}356$$

$$\lambda_{límite} = 0{,}673$$

$\lambda < \lambda_{límite}$, entonces no existe abolladura del ala.

- *ANÁLISIS ABOLLADURA DEL RIGIDIZADOR:*

El rigidizador es un elemento no rigidizado uniformemente distribuido por lo que se debe realizar el análisis con la sección B3.1: **Elementos no rigidizados uniformemente comprimidos:**

Ancho plano del ala:

$$w = b - 2 \cdot (r + t) = 17 - (2{,}46 + 1{,}6) = 12{,}94\ mm$$

Cálculo del factor de esbeltez para $f = F_n = 14{,}88\ {}^{kN}/_{cm^2}$ y para $k = 0{,}43$ por ser un elemento no rigidizado:

(Ec. 17):

$$Fcr = 0{,}43 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{1{,}6}{12{,}94}\right)^2 = 118{,}84\ kN/cm^2$$

Para el cálculo del factor de esbeltez:

(Ec. 15):

$$\lambda = \sqrt{\frac{14{,}88}{118{,}84}} = 0{,}354$$

$$\lambda_{límite} = 0{,}673$$

$\lambda < \lambda_{límite}$, entonces no existe abolladura del rigidizador.

- *ANÁLISIS ABOLLADURA DEL ALMA:*

El alma es un elemento rigidizado uniformemente distribuido por lo que se debe realizar el análisis con la sección B2.2: **Elementos rigidizados uniformemente comprimidos con perforaciones no circulares:**

DATOS EXTRA DEL PERFIL:

S=	*610*	mm	(espaciamiento centro a centro de los huecos)
Sext=	*250*	mm	(distancia libre del extremo del hueco al borde del perfil)
dh=	*38*	mm	(altura del hueco: diámetro del hueco)
Lh=	*114*	mm	(Longitud plana del hueco)
dh/wo=	*0.38*	Adimens.	(Relación entre la altura del hueco, dh, a la altura del perfil, fuera a fuera, wo)

Siguiendo la sección B2.2 se verifican las siguientes condiciones:

Parámetro	Valores Límite	Unidad	VERIFICACIÓN
S max	610	mm	***CUMPLE***
Sext max	250	mm	***CUMPLE***
dh min	63.5	mm	***CUMPLE***
Lh min	114	mm	***CUMPLE***
dh/wo min	0.5		***CUMPLE***

Como se indica en la sección B2.2, cuando el perfil tiene agujeros, entonces se consideran como dos elementos no rigidizados adyacentes al agujero, entonces:

Ancho plano del elemento adyacente al agujero:

$$c = \frac{(100 - 38)}{2} - (1{,}6 + 2{,}46) = 26{,}94\ mm$$

Cálculo del factor de esbeltez para $f = F_n = 14{,}88\ {}^{kN}/_{cm^2}$ y para $k = 0{,}43$ por ser un elemento no rigidizado:

(Ec. 17):

$$Fcr = 0{,}43 \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \mu^2)} \cdot \left(\frac{1{,}6}{26{,}94}\right)^2 = 27{,}42\ kN/cm^2$$

Para el cálculo del factor de esbeltez:

(Ec. 15):

$$\lambda = \sqrt{\frac{14{,}88}{27{,}42}} = 0{,}737$$

$$\lambda_{límite} = 0{,}673$$

$$\lambda > \lambda_{límite} \quad \therefore \quad es\ necesario\ encontrar\ un\ ancho\ efectivo$$

(Ec. 13):

$$\rho = (1 - 0{,}22/0{,}737)/0{,}737 = 0{,}952$$

(Ec. 12):

$$b = 0{,}952 \cdot 26{,}94 = 25{,}64\ mm$$

Entonces se tiene que la longitud por pérdida de estabilidad total es:

$$Long.pérdida = 2 \cdot (26{,}94 - 25{,}64) = 2{,}60\ mm$$

$$Área\ pérdida = 2{,}6\ \cdot 1{,}6 = 4{,}15\ mm^2$$

$$Área\ efectiva = 664 \cdot 2 - 4{,}15 - (38 \cdot 1{,}6) \cdot 2 = 1202{,}25\ mm^2$$

$$\boldsymbol{Área\ efectiva = 12{,}02\ cm^2}$$

Cálculo carga nominal y resistente:

(Ec. 48):

$$P_n = 12{,}02 \cdot 14{,}88 = 178{,}84\ kN$$

Carga resistente para $\emptyset_c$=0.85,

$$P_{resistente} = 0{,}85 \cdot 178{,}84$$

$$P_{resistente} = 152{,}05\ kN$$

$$P_{actuante} = 36{,}63\ kN$$

$$\boldsymbol{P_{actuante} < P_{resistente}\ \ \therefore\ \ OK}$$

Cálculo del espaciamiento máximo entre conexiones:

(Ec. 51):

$$S_{max} = \frac{L \cdot r_{cy}}{2 \cdot r_1}$$

Para el caso de secciones tipo cajón construidas conectando dos perfiles C, se debe trabajar con el menor de los dos radios de giro (x o y) de la sección compuesta por dichos perfiles, entonces:

$$S_{max} = \frac{306 \cdot 1{,}38}{2 \cdot 3{,}04} = 69{,}45\ cm$$

Por lo tanto, constructivamente la separación entre conexión de perfiles que conforman la sección cajón en montantes es:

$$\boldsymbol{S_{max} = 65\ cm}$$

TABLA RESUMEN:

MONTANTE DE PLANTA BAJA TIPO 1	
Sección utilizada:	2 CRUCERO 100x1.64 (catálogo TUGALT)
Arriostramiento lateral:	A 153 cm
Detalle huecos en montante para paso de instalaciones hidro-sanitarias y eléctricas:	Altura hueco: 38 mm Longitud plana: 114 mm
Separación entre conectores:	65 cm

3.5.3 Gradas

Para el diseño de las gradas exteriores de la vivienda se utilizó el método de panel triangular y con viguetas que siguen el sentido de las que forman parte de la cubierta y entre-piso, de manera que puedan soportar la carga de gradas húmedas con la misma placa de acero utilizada en las losas.

En la imagen se puede observar un detalle de cómo funciona este tipo de grada:

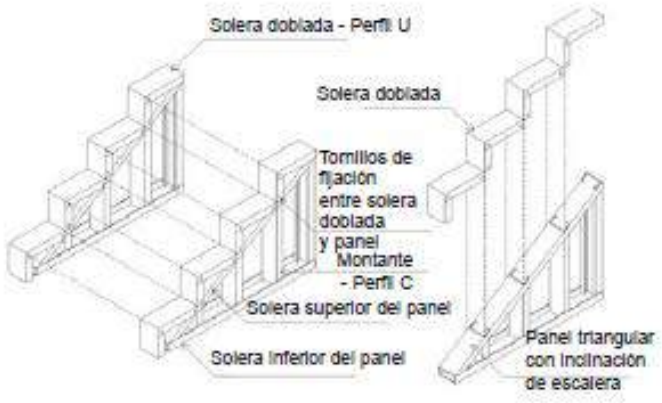


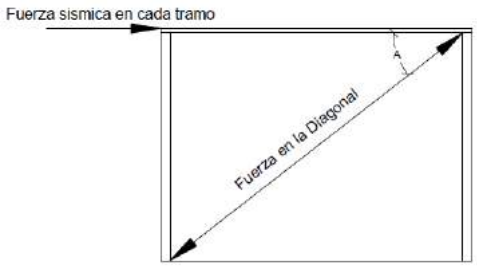
Figura 32: Gradas panel triangular (Sarmanho Freitas & Moraes de Crasto, 2007) (pág. 59)

Nota: La grada sirvió también como arriostramiento para el panel en el que se forma, de manera que sirvió como diagonal para evitar la deriva de piso.

El diseño de las viguetas utilizadas para soportar la grada húmeda se encuentra en los anexos en la memoria de cálculo, siguiendo el proceso normal de diseño.

3.5.4 Diseño sismo-resistente, Rigidización de la estructura

Para esta vivienda se ha optado realizar la rigidización de la estructura con la utilización de las Cruces de San Andrés; para el diseño de las diagonales se siguió la sección C3 de la norma AISI de Miembros traccionados donde indica que la resistencia a tracción de un miembro está dada básicamente por la sección transversal neta y la tensión de fluencia del acero.



Como se puede observar en la imagen se diseña la diagonal a tracción. Se utiliza la cruz por los dos sentidos en los que puede actuar la fuerza en el mismo eje.

$$R_n = A_n \cdot Fy$$ **(Ec. 52)**

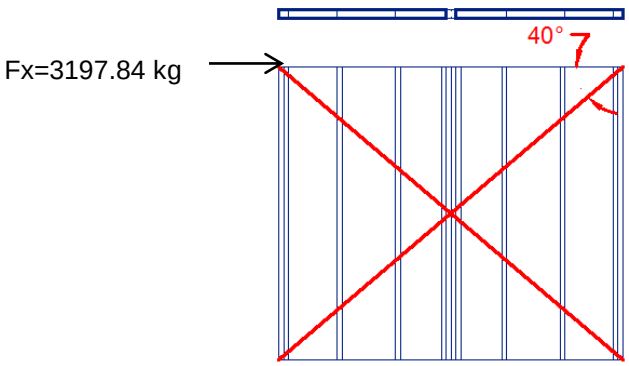
Donde,

Rn: Resistencia neta.

An: Área neta.

Fy: Tensión de fluencia del acero.

Ejemplo de cálculo de una diagonal en panel 1, planta baja:



$$F_{diagonal} = {}^{3197,84}/_{\cos 40}$$

$$F_{diagonal} = 4174{,}48\ kg$$

Fleje seleccionado: 90x0,93, entonces:

$$A_n = 0{,}9 \cdot 0{,}093 = 0{,}837\ cm^2$$

$$F_y = 2600\ {}^{kg}/_{cm^2}$$

$$R_{n-1\ diagonal} = 0{,}837 \cdot 2600 = 2176{,}20\ kg$$

Las diagonales se colocan a los dos lados del panel, entonces:

$$R_{n-2\ diagonal} = 4352{,}40\ kg > F_{diagonal} = 4174{,}48\ kg$$

El diseño es correcto. El mismo procedimiento se siguió para todos los paneles como se indica en el

ANEXO 2: DISEÑO ESTRUCTURAL.

3.5.5 Diseño de uniones

El método que más se utiliza para realizar las uniones en una estructura de este tipo es con el uso de tornillos galvanizados de espesores pequeños con resistencias dadas. El tipo de tornillo se diferencia según el tipo de elementos a unirse pero generalmente son tornillos de cabeza plana y de cabeza hexagonal como se mostró en la Figura 8: Tornillos tipo T1 y T2.

(pág.21).

Para el diseño de las uniones entre los perfiles se siguió el Manual Ilafa 2011 de ingeniería donde se tienen tablas de la resistencia de los tipos de tornillos tanto para corte y tracción. La tabla utilizada se muestra a continuación, con las tablas de desarrollo del diseño de las uniones.

Tabla 13: Capacidad admisible de tornillos en acero/acero. (Dannenman, 2011)

Capacidad admisible en KN sugerida de tornillos en acero/acero										
Espesor del componente más delgado	Tornillo #14 (1/4 pulgada)		#12 - 14		#10 - 16		#8 - 18		#6	
	Corte	Tracción	Corte	Tracción	Corte	Tracción	Corte	Tracción	Corte	Tracción
2,5	4,54	1,45	4,04	1,27	3,54	1,11	3,07	0,95	2,54	0,8
1,8	2,72	1,02	2,52	0,88	2,36	0,77	2,14	0,66	1,79	0,57
1,44	1,9	0,82	1,77	0,7	1,68	0,61	1,54	0,52	1,4	0,43
1,14	1,36	0,64	1,27	0,54	1,18	0,48	1,09	0,4	1	0,34
0,88	0,9	0,5	0,84	0,43	0,79	0,36	0,75	0,32	0,68	0,27

UNIONES DE VIGUETAS DE CUBIERTA Y ENTRE-PISO					
UNION	**ESPESOR (mm)**	**CORTE x(KN)**	**CORTE y (KN)**	**TIPO TORNILLO**	**# TORNILLO**
CRUCERO 150x1.28	1,24	4,30		10	4
CRUCERO 200x1.28	1,24	7,27		10	6
CRUCERO 200x1.64	1,24	7,31		10	6
2 CRUCERO 200x1.28	1,24	9,93		10	8
2 CRUCERO 200x1.64/ VIGA 9	1,24	18,84		10	16
2 CRUCERO 200x1.64	1,24	13,50		10	11
2 300x100x30x5	1,24		33,27	10	28
CRUCERO 150x1.28	1,6		0,81	10	1
CRUCERO 200x1.28	1,6		16,42	10	14
2 CRUCERO 200x1.28	1,6		12,15	10	10
2 CRUCERO 200x1.28	1,6		44,26	10	38

Las uniones de las secciones compuestas se pueden ver en ANEXOS en el diseño de vigas según el AISI en el punto de Separación de conectores donde éstos fueron establecidos como pernos.

3.5.5.1 Detalles constructivos de las uniones

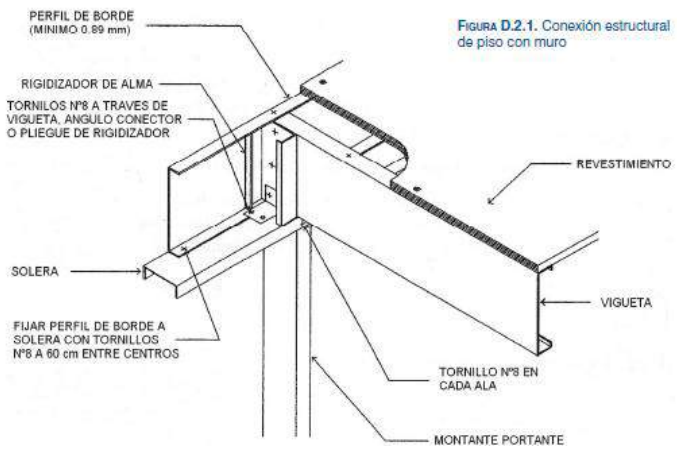


FIGURA D.2.1. Conexión estructural de piso con muro

Figura 33: Detalle de unión de piso con muro y la rigidización del alma de una viga en el apoyo. (Dannenman, 2011, pág. 70)

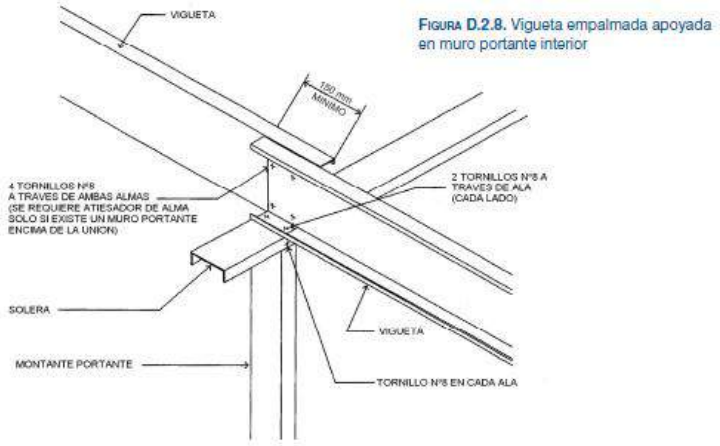


Figura 34: Empalme de viguetas. (Dannenman, 2011, pág. 74)

En el caso de viguetas compuestas el empalme se realiza con la utilización de placas del mismo espesor o mayor que el de los perfiles que conforman la sección.

3.5.6 Diseño del anclaje a la fundación

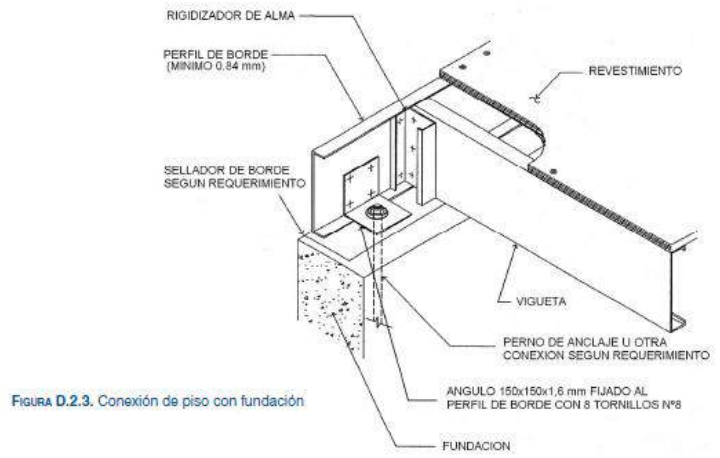


Figura 35: Conexión de piso con fundación. (Dannenman, 2011, pág. 71)

Tabla 14: Conexión requerida de piso a muro. (Dannenman, 2011, pág. 69)

Condición de conexión	Velocidad básica del viento (Km/h) Exposición y categoría sísmica.	
	137 km/h Exposición C menos de 180 Km/h Exposición A/B Categorías sísmicas A, B y C. *Exposición y Categorías según norma ASCE 7 2005*	Menos de 180 Km/h Exposición C.
Vigueta en piso a solera de muro exterior, FIGURA D.2.1	2 tornillos N° 8	3 tornillos N° 8
Cenefa de borde o montante extremo a solera superior, FIGURA D.2.1	1 tornillo N° 8 a 60 cm	1 tornillo N° 8 a 60 cm
Cenefa de borde o montante extremo a solera de madera, FIGURA D.2.2	Placa de acero a 1,20 m con 4 tornillos N° 8 y 4 clavos	Placa de acero a 1,20 m con 4 tornillos N° 8 y 4 clavos
Cenefa de borde o montante extremo a fundación, FIGURA D.2.3	Perno de anclaje de ½" y ángulo conector a 1,80 m con 8 tornillos N° 8.	Perno de anclaje de ½" y ángulo conector a 1,20 m con 8 tornillos N° 8.
Vigueta en voladizo a fundación, FIGURA D.2.4	Perno de anclaje de ½" y ángulo conector a 1,80 m con 8 tornillos N° 8.	Perno de anclaje de ½" y ángulo conector a 1,20 m con 8 tornillos N° 8.
Vigueta en voladizo a solera de madera, FIGURA D.2.5	Placa de acero a 1,20 m con 4 tornillos N° 8 y 4 clavos	Placa de acero a 0,60 m con 4 tornillos N° 8 y 4 clavos
Vigueta en voladizo a solera de madera, FIGURA D.2.6	2 tornillos N° 8	3 tornillos N° 8

Al tomar como base para el Manual Ilafa de ingeniería, se determina que los anclajes deberán ser para el tipo de conexión cenefa de borde o montante extremo con fundación con el caso sísmico más desfavorables, siendo entonces:

ANCLAJE A LA FUNDACIÓN: Perno de anclaje ½´´ y ángulo conector a 1.20 m con 8 tornillos # 8.

3.6 Diseño de la cimentación

Para la cimentación de este tipo de estructuras se utiliza un tipo de fundación que soporte continuamente a los paneles que distribuyen la carga de la estructura y sus solicitaciones.

Para este caso se consideró que por el suelo en el lugar (yunguilla) de tipo limoso es mejor realizar una losa de cimentación con vigas perimetrales para que se fijen los paneles estructurales.

Las dimensiones de la losa se obtuvieron realizando un cálculo en el que se obtuvo una resultante de toda la estructura con los puntos de acción, obteniendo finalmente una carga nominal actuante. La tabla donde se obtiene la carga resultante se muestra en ANEXOS y el procedimiento de cálculo fue basado en el procedimiento de diseño para losas de cimentación como se sigue a continuación. Se utilizaron fuentes de información de notas de clases de materias seguidas durante la carrera de Ingeniería Civil.

Obtención de la carga resultante:

$$P_R = 136{,}10\ ton$$

Momentos de inercia:

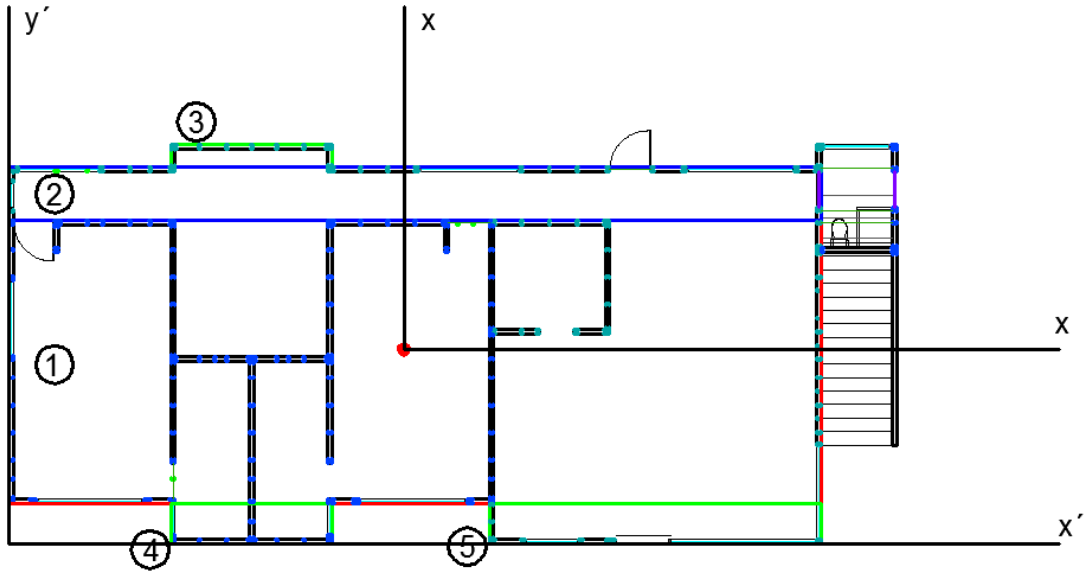


Imagen 3: Planta de cimentación

Se dividió la losa en 5 bloques para aplicar el teorema de Steiner[11] y obtener los momentos de inercia de la losa.

Bloque 1			***Bloque 2***			***Bloque 3***			***Bloque 4***			***Bloque 5***		
B=	18,1	m	B=	18,1	m	B=	3,6	M	B=	3,6	m	B=	7,4	m
L=	6,3	m	L=	1,2	m	L=	0,5	M	L=	0,9	m	L=	0,9	m
Ix=	377,15	m4	Ix=	2,61	m4	Ix=	0,04	m4	Ix=	0,22	m4	Ix=	0,45	m4
Iy=	3113,11	m4	Iy=	592,97	m4	Iy=	1,94	m4	Iy=	3,50	m4	Iy=	30,39	m4
x'=	9,05	m	x'=	9,05	m	x'=	5,4	M	x'=	5,4	m	x'=	14,4	m
y'=	4,05	m	y'=	7,8	m	y'=	8,65	M	y'=	0,45	m	y'=	0,45	m
x=	0,12	m	x=	0,12	m	x=	7,37	M	x=	7,37	m	x=	5,47	m
y=	1,27	m	y=	3,82	m	y=	4,17	M	y=	3,97	m	y=	3,97	m

CENTROIDE LOSA		
x´=	9,17	m
y´=	4,42	m

MOMENTO DE INERCIA LOSA		
Ix=	1066,93	m4
Iy=	4216,35	m4

[11] Teorema de Steiner: este teorema establece que el momento de inercia con respecto a cualquier eje paralelo a un eje que pasa por el centro de masa, es igual al momento de inercia con respecto al eje que pasa por el centro de masa más el producto de la masa por el cuadrado de la distancia entre los dos ejes (Enciclopedia Wikipedia).

Excentricidades:

Esto se hace debido a que es necesario ubicar el punto de acción de la carga resultante como se puede observar en la Imagen 3.

$$x'_R = \frac{P_1 \cdot x'_1 + P_2 \cdot x'_2 + P_2 \cdot x'_2 \ \ldots}{P_R} = 8{,}80\ m$$

$$y'_R = \frac{P_1 \cdot y'_1 + P_2 \cdot y'_2 + P_2 \cdot y'_2 \ \ldots}{P_R} = 4{,}33\ m$$

Siendo los valores de x´, y´, las distancias del punto de acción de cada reacción con respecto al eje x´, y´ como se puede ver en la Imagen 3.

$$e_x = x'_R - x'_{centroideLOSA}$$

$$e_y = y'_R - y'_{centroideLOSA}$$

$$e_x = 8{,}80 - 9{,}17 = -0{,}37\ m$$

$$e_y = 4{,}33 - 4{,}42 = -0{,}09\ m$$

Momentos:

$$M_x = P_{RF} \cdot e_y$$

$$M_x = 136{,}10 \cdot (-0{,}09) = -11{,}97\ ton.m$$

$$M_y = P_{RF} \cdot e_x$$

$$M_y = 136{,}10 \cdot (-0{,}37) = -50{,}18\ ton.m$$

Determinación de la presión:

$$q_n = \frac{P_{RF}}{A} + \frac{M_y \cdot x}{I_y} + \frac{M_x \cdot y}{I_x}$$

Donde,

P_{RF}: Carga resultante factorizada.

A: Área de la losa.

My; Mx: Momentos con respecto a cada eje.

Iy; Ix: Inercia con respecto a cada eje.

y; x: Distancia desde el centro geométrico al punto de aplicación en cada dirección.(ex;ey)

$$q_n = \frac{136{,}10}{147{,}75} + \frac{50{,}18 \cdot 0{,}37}{4216{,}35} + \frac{11{,}97 \cdot 0{,}09}{1066{,}93}$$

$$q_n = 0{,}93 \ {}^{ton}/_{m^2}$$

Tomando una capacidad de carga última del sueño de $3 \ {}^{kg}/_{cm^2} = 3 \ {}^{ton}/_{m^2}$, entonces:

$$q_{adm} = \frac{q_u}{3} = \frac{3}{3}$$

$$q_{adm} = 1 \ {}^{ton}/_{m^2}$$

Por lo que cumpliría con la presión actuante. Estos datos se han tomado considerando malas condiciones del suelo debido a que no se tiene un estudio de suelos, pero al igual que con el diseño sismo-resistente estamos del lado de la seguridad.

Cálculo del peralte efectivo:

Para el cálculo del peralte efectivo se considera a la losa como una viga, tomando entonces un ancho de 1m y siguiendo la ecuación de hormigón:

$$V_{CR} = F_R \cdot b \cdot d \cdot (0{,}2 + 20 \cdot \rho) \cdot \sqrt{f'c}$$

$$136{,}10 = 0{,}8 \cdot 100 \cdot d \cdot (0{,}2 + 20 \cdot \rho) \cdot \sqrt{210}$$

$$\rho_{min} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'c}}{4200} = 0{,}00242$$

Entonces;

$$d = 14{,}95 \ cm$$

$$d_{constructivo} = 15 \ cm$$

Revisión por punzonamiento:

En este caso no es necesaria la revisión por punzonamiento debido a las pequeñas secciones de los montantes y también debido a su continuidad.

Para el cálculo del área de acero necesaria para la parrilla de la losa se obtuvo un momento considerando dovelas de 1x1 m, de manera que se realizó el diseño para un pedazo de losa de estas dimensiones. La forma de cálculo fue debido a que debe considerarse que la losa se asienta en un suelo donde éste refleja apoyos infinitos para la estructura y por cuestiones de diseño y alcance del trabajo de grado se revisó el Método de Winkler y según dicha teoría se aprobó el diseño para dovelas de 1x1 m.

Momento actuante último

$$Mu = \frac{0{,}93 \cdot 1 \cdot 1^2}{8}$$

$$Mu = 0{,}12 \ ton.m$$

Cálculo de cuantías

$$\rho_B = 0{,}85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f'c}{fy} \cdot \left(\frac{6000}{6000 + fy}\right)$$

Para:

$$f'c = 210 \ {}^{kg}/_{cm^2}$$

$$fy = 4200 \ {}^{kg}/_{cm^2}$$

$$\beta_1 = 0{,}85$$

Entonces,

$$\rho_B = 0{,}022$$

$$\rho_{max} = 0{,}5 \cdot \rho_B = 0{,}0108$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{fy} = \frac{14}{4200} = 0{,}0033$$

Cálculo del área de acero

$$A_s = \frac{k}{fy} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\varphi \cdot k \cdot d}}\right]$$

$$k = 0{,}85 \cdot f'c \cdot b \cdot d$$

$$d = 15 - 4 = 11 \ cm$$

Entonces sustituyendo los valores en la fórmula se tiene que el área de acero necesaria es:

$$A_s = 0{,}28 \ cm^2$$

$$As_{max} = 11{,}92 \ cm^2$$

$$As_{min} = 3{,}67 \ cm^2$$

Por lo que se eligió el siguiente diseño:

$$4 \ \varphi \ 12 \ mm \ @ \ 25 \ cm$$

Tanto para armado longitudinal y transversal, dando un área de $4{,}52\ cm^2$.

Cuantía real:

$$\rho = \frac{4{,}52}{100 \cdot 11} = 0{,}0041$$

Cumpliendo entonces con el diseño y resistencia última para el momento actuante.

CAPÍTULO 4

PRESUPUESTO

Al estar en la fase final de diseño de la vivienda, es necesario y de gran utilidad realizar un presupuesto detallado donde se incluyan todas las etapas de construcción, con los materiales necesarios para garantizar acabados de muy buena calidad.

Para elaborar un presupuesto detallado se requiere de organización, tiempo y conocimiento sobre los datos a utilizarse, de tal manera que se determine con exactitud la cantidad de trabajo que se necesita para realizar el proyecto. Además, este tipo de presupuesto se realiza con un análisis de precios unitarios para cada rubro, donde interviene mano de obra, equipos, materiales y transporte.

La base de datos de precios unitarios utilizada para elaborar este presupuesto ha sido realizada por personas con experiencia en el campo de la construcción y con varios años trabajando en esto. Estos datos ya realizados previamente en el trabajo de la empresa “Sociedad de Hecho Atlántida” y la empresa “León y Carpio” han sido aprobados para la utilización en este trabajo de grado, con excepción del análisis de la estructura de acero conformado en frío donde los datos fueron proporcionados por la empresa TUGALT con experiencia en este campo.

4.1 Determinación de rubros

Para la determinación de rubros de la construcción de la vivienda se consideraron todas las etapas necesarias desde el inicio hasta la entrega final de la vivienda. Las etapas consideradas fueron:

OBRAS PRELIMINARES

MOVIMIENTO DE TIERRAS

CIMENTACIÓN

ESTRUCTURA

AISLAMIENTO

MAMPOSTERÍA

SISTEMA HIDRO-SANITARIO

ACABADOS

En donde las últimas cuatro etapas se realizarán conjuntamente en ciertas actividades que forman parte de cada una de ellas y que fácilmente podrán ser identificadas en el cronograma de trabajo.

Para el caso de la etapa de movimiento de tierras, el terreno en el que se emplazaría el proyecto, ya ha tenido previamente un movimiento de tierras con excavación mecánica; por esta razón, no se ha considerado como rubro la conformación del terreno.

Los rubros pertenecientes a cada etapa se podrán ver en el punto 4.5 Presupuesto Detallado que sigue más adelante.

4.2 Cálculo de cantidades de obra

El cálculo de cantidades de obra se realizó midiendo en los planos que se indican en los anexos.

Para ciertos rubros se tuvo que tomar en cuenta para el cálculo de cantidades las siguientes consideraciones:

RUBRO	Consideraciones para la cantidad
Excavación mecánica	Área de planta baja de la vivienda por el espesor de la losa, más 10 cm de mejoramiento.
Excavación manual	5% del volumen de excavación mecánica.
Desalojo	Volumen de excavación por un factor de esponjamiento de 1,3.
Paredes de Gypsum	En paredes divisorias se consideró el doble de área debido a que se coloca en ambas caras de los montantes.
Plástico negro	Se coloca en el perímetro de la vivienda.
Espuma flex y Lana de vidrio	Se coloca en todas las paredes de la vivienda.

4.3 Análisis de Precios Unitarios

Para la realización del análisis de precios unitarios se utilizó la herramienta INTERPRO la cual pertenece a la empresa Sociedad de Hecho Atlántida.

Como se indicó anteriormente se utilizó una base de datos existente y se actualizaron ciertos datos con respecto a mano de obra y materiales principalmente.

El análisis de precios unitarios se puede observar en ANEXOS.

4.4 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas realizadas para este proyecto tienen que ver con el capítulo de obras preliminares, movimiento de tierras, cimentación y estructura debido a que es en esas actividades es donde se debe conocer cómo y de qué manera realizarlas.

Las especificaciones técnicas se pueden encontrar también en ANEXOS y son básicamente especificaciones de materiales y el procedimiento en ciertas actividades.

En el capítulo de acabados la mayoría son contratos por lo que al momento de firmar los mismos el cliente deberá exigir ciertas condiciones para recibir el producto final.

4.5 Presupuesto Detallado

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

PRESUPUESTO						
Item	**Código**	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**P. Unitario**	**P. Total**
1		**OBRAS PRELIMINARES**				**342.71**
1.001	507001	Desbroce y limpieza	m^2	200	**0.96**	**192**
1.002	508001	Replanteo y nivelación de áreas	m^2	147.75	**1.02**	**150.71**
2		**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**1325.57**
2.001	503003	Excavación mecánica, 0<H<2 m	m^3	44.06	**3.05**	**134.38**
2.002	503008	Excavación manual general en poca profundidad	m^3	2.2	**1.73**	**3.81**
2.003	503004	Desalojo de material (cargado a mano y desalojo a máquina, 8 km)	m^3	57.27	**11.3**	**647.15**
2.004	503006	Mejoramiento, tendido conformación y compactación	m^3	17.62	**30.66**	**540.23**
3		**CIMENTACIÓN**				**8874.98**
3.001	501001	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas de 18 a 32 mm	kg	2136	**1.34**	**2862.24**
3.002	501002	Corte, figurado y colocación de hierro en varillas	kg	2136	**0.41**	**875.76**
3.003	512007	Cadena de hormigón, f´c 210kg/cm2	m^3	1.65	**154.67**	**255.21**
3.004	512001	Replantillo de Hormigón simple f´c 180 kg/cm2, e= 5 cm	m^3	7.39	**109.2**	**806.99**
3.005	512006	Losa de cimentación f´c 210kg/cm2	m^3	22.16	**126.94**	**2812.99**
3.006	512008	Sum. + Instal. Malla Electrosoldada R335 (8 mm cada 15 cm)	m^2	147.75	**8.54**	**1261.79**

4.5 Presupuesto Detallado

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

PRESUPUESTO						
Item	**Código**	**Descripción**	**Unidad**	**Cantidad**	**P. Unitario**	**P. Total**
1		**OBRAS PRELIMINARES**				**342.71**
1.001	507001	Desbroce y limpieza	m^2	200	**0.96**	**192**
1.002	508001	Replanteo y nivelación de áreas	m^2	147.75	**1.02**	**150.71**
2		**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**1325.57**
2.001	503003	Excavación mecánica, 0<H<2 m	m^3	44.06	**3.05**	**134.38**
2.002	503008	Excavación manual general en poca profundidad	m^3	2.2	**1.73**	**3.81**
2.003	503004	Desalojo de material (cargado a mano y desalojo a máquina, 8 km)	m^3	57.27	**11.3**	**647.15**
2.004	503006	Mejoramiento, tendido conformación y compactación	m^3	17.62	**30.66**	**540.23**
3		**CIMENTACIÓN**				**8874.98**
3.001	501001	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas de 18 a 32 mm	kg	2136	**1.34**	**2862.24**
3.002	501002	Corte, figurado y colocación de hierro en varillas	kg	2136	**0.41**	**875.76**
3.003	512007	Cadena de hormigón, f´c 210kg/cm2	m^3	1.65	**154.67**	**255.21**
3.004	512001	Replantillo de Hormigón simple f´c 180 kg/cm2, e= 5 cm	m^3	7.39	**109.2**	**806.99**
3.005	512006	Losa de cimentación f´c 210kg/cm2	m^3	22.16	**126.94**	**2812.99**
3.006	512008	Sum. + Instal. Malla Electrosoldada R335 (8 mm cada 15 cm)	m^2	147.75	**8.54**	**1261.79**

4		**ESTRUCTURA**				**27107.74**
4.001	512004	Losa de hormigón f´c 210kg/cm2	m^3	20	**154.67**	**3093.4**
4.002	512008	Sum. + Instal. Malla Electrosoldada R335 (8 mm cada 15 cm)	m^2	218.31	**8.54**	**1864.37**
4.003	512009	Acero conformado en frío (SS37-G90)	kg	6250.56	**3.01**	**18814.19**
4.004	512010	Novalosa, e= 0.76mm	m^2	218.31	**15.28**	**3335.78**
5		**AISLAMIENTO**				**3651.06**
5.001	516001	Plástico negro	m^2	168.3	**2.2**	**370.26**
5.002	516002	Espuma flex (e=2cm)	plancha	185	**10.73**	**1985.05**
5.003	516003	Lana de vidrio e=2.5 cm	m^2	365	**3.55**	**1295.75**
6		**MAMPOSTERÍA**				**6569.35**
6.001	504002	Mampostería de bloque estructural hueco e=10cm	m^2	170	**8.51**	**1446.7**
6.002	504003	Enlucido horizontal	m^2	170	**6.79**	**1154.3**
6.003	515003	Pintura vinil acrílica lavable exterior	m^2	170	**2.35**	**399.5**
6.004	515005	Paredes de Gypsum	m^2	560.95	**4.21**	**2361.6**
6.005	515006	Cielo Raso de Gypsum	m^2	218.31	**5.53**	**1207.25**
7		**SISTEMA HIDROSANITARIO**				**4169.89**
7.001	514006	Tubería PVC de 110mm	ml	41	**12.57**	**515.37**
7.002	514007	Tubería PVC de 50/75 mm	ml	26	**6.06**	**157.56**
7.003	514005	Inodoro edesa + accesorios	u	5	**101.26**	**506.3**
7.004	514004	Lavamanos + grifería	u	5	**77.32**	**386.6**
7.005	514001	Extractor de olores	u	6	**64.71**	**388.26**
7.006	514003	Ducha	u	5	**42.7**	**213.5**
7.007	510004	Tubería roscable para agua fría D= 0 a 25 mm	m	77	**4.74**	**364.98**
7.008	510005	Tubería termofusión PPR3 D= 12 mm.	m	47	**4.94**	**232.18**
7.009	514009	Tanque de PE de 5000 lt de volumen	u	1	**805.14**	**805.14**
7.01	514010	Bomba e hidroneumático	u	1	**600**	**600**

CAPÍTULO 5

CRONOGRAMA

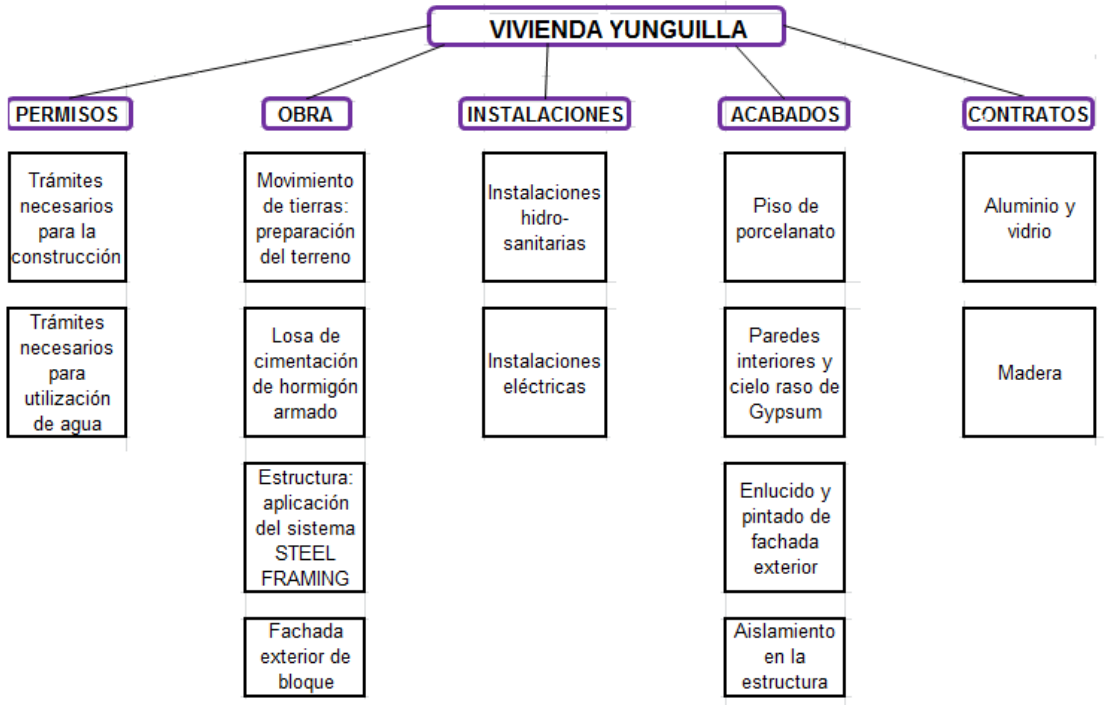
La realización de un cronograma de trabajo es de gran importancia para un proyecto, pues en éste se deben incluir todos los requisitos necesarios para definir el alcance y poder realizar y culminar un proyecto con éxito; es decir, que no haga falta trabajo durante las distintas actividades a realizarse en una construcción como es el caso de este proyecto de vivienda.

En la Guía del PMBOK se habla sobre la gestión del alcance del proyecto donde lo que se debe hacer es: “definir y controlar qué se incluye y qué no se incluye en el proyecto”. (Project Management Institute (PMI), pág. 95).

5.1 Work Breakdown Structure

Según la gestión del alcance del proyecto de la Guía del PMBOK, crear el WBS o la EDT, *Estructura de Desglose del Trabajo*, consiste en subdividir los entregables y el trabajo del proyecto en componentes pequeños y más fáciles de manejar para en función de esto poder continuar con la planificación y tener más clara la organización de un cronograma.

A continuación se muestra el WBS del proyecto de la vivienda:



5.2 Determinación de actividades

5.2.1 Lista de actividades

Siguiendo el WBS y el presupuesto se pudo obtener una lista de actividades las cuales requerirán de un determinado tiempo y recursos para su realización. Esta lista se muestra en el cronograma que se muestra en el punto 5.3 Desarrollo del Cronograma.

5.2.2 Duración de actividades

La duración de las actividades se calculó en función de los rendimientos establecidos en los análisis de precios unitarios en todos los rubros.

El rendimiento de los análisis de precios unitarios se encuentra expresado en horas/unidad, entonces la duración de cada actividad se obtuvo de la siguiente manera:

$$Duración_{actividad} = rendimiento_{rubro} \cdot cantidad\ de\ obra_{actividad}$$

$$Duración_{actividad} = \frac{horas}{unidad} \cdot unidad = horas$$

Aplicando esto se obtuvo la duración de cada actividad para la realización del cronograma.

5.2.3 Requerimiento de recursos por actividad

En este punto se planifica cómo se va a realizar cada trabajo. En los análisis de precios unitarios ya se indica la cuadrilla necesaria para realizar cada rubro. En el caso de este proyecto de vivienda se utilizará una cuadrilla de 15 personas, donde son 7 albañiles, 7 peones y el maestro de obra. En el caso de la estructura de acero se necesita personal calificado el cual puede ser brindado por TUGALT, y además pueden capacitar a los maestros.

En este punto se desarrolla el sentido de las relaciones entre cada actividad como por ejemplo: fin – comienzo, que significa que una actividad puede comenzar cuando ha finalizado la anterior; comienzo – comienzo, que indica que dos actividades pueden comenzar al mismo tiempo sin influir en los recursos, y así demás relaciones que se podrán observar en el cronograma.

5.3 Desarrollo del Cronograma

Se puso como ejemplo la fecha de inicio el lunes 5 de mayo del 2014.

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
0	**VIVIENDA YUNGUILLA**	**83.86 días**	**lun 05/05/14**	**jue 28/08/14**	
1	**OBRAS PRELIMINARES**	**4 días**	**lun 05/05/14**	**jue 08/05/14**	
1.1	Inicio Obras Preliminares	0 días	lun 05/05/14	lun 05/05/14	
1.2	Desbroce y Limpieza	4 días	lun 05/05/14	jue 08/05/14	2
1.3	Replanteo y Nivelación	2 días	mié 07/05/14	jue 08/05/14	3FF
1.4	Fin Obras Preliminares	0 días	jue 08/05/14	jue 08/05/14	4
2	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**2.4 días**	**jue 08/05/14**	**mar 13/05/14**	
2.1	Inicio Movimiento de tierras	0 días	jue 08/05/14	jue 08/05/14	5
2.2	Excavación mecánica	0.67 días	vie 09/05/14	vie 09/05/14	7
2.3	Excavación manual en poca profundidad	0.14 días	lun 12/05/14	lun 12/05/14	10
2.4	Desalojo de material	0.86 días	vie 09/05/14	lun 12/05/14	8
2.5	Mejoramiento, tendido, conformación y compactación	0.73 días	lun 12/05/14	mar 13/05/14	9
2.6	Fin Movimiento de tierras	0 días	mar 13/05/14	mar 13/05/14	11
3	**CIMENTACIÓN**	**6.46 días**	**vie 09/05/14**	**lun 19/05/14**	
3.1	Inicio cimentación	0 días	mar 13/05/14	mar 13/05/14	12

3.2	Replantillo de hormigón simple	1 día	mar 13/05/14	mié 14/05/14	14
3.3	Corte, figurado y colocación de acero	5 días	vie 09/05/14	vie 16/05/14	15FF+2 días
3.4	Malla electrosoldada	0.46 días	vie 16/05/14	vie 16/05/14	16
3.5	Fundición Losa de cimentación	1 día	vie 16/05/14	lun 19/05/14	17
3.6	Fin cimentación	0 días	lun 19/05/14	lun 19/05/14	18
4	**ESTRUCTURA**	**31 días**	**lun 19/05/14**	**mar 01/07/14**	
4.1	Inicio Estructura	0 días	lun 19/05/14	lun 19/05/14	19
4.2	Acero conformado en frío PLANTA BAJA	15 días	lun 19/05/14	lun 09/06/14	21
4.3	Losa de entre-piso	3 días	lun 09/06/14	jue 12/06/14	22
4.4	Acero conformado en frío PLANTA ALTA	11 días	jue 12/06/14	vie 27/06/14	23
4.5	Losa cubierta	2 días	vie 27/06/14	mar 01/07/14	24
4.6	Fin estructura	0 días	mar 01/07/14	mar 01/07/14	25
5	**AISLAMIENTO**	**17 días**	**lun 09/06/14**	**mié 02/07/14**	
5.1	Inicio aislamiento	0 días	mar 10/06/14	mar 10/06/14	29
5.2	Plástico negro PLANTA BAJA	1 día	lun 09/06/14	mar 10/06/14	22
5.3	Espuma flex PLANTA BAJA	1 día	mar 10/06/14	mié 11/06/14	29
5.4	Lana de vidrio PLANTA BAJA	1 día	mié 11/06/14	jue 12/06/14	30
5.5	Plástico negro PLANTA ALTA	1 día	vie 27/06/14	lun 30/06/14	24
5.6	Espuma flex PLANTA ALTA	1 día	lun 30/06/14	mar 01/07/14	32
5.7	Lana de vidrio PLANTA ALTA	1 día	mar 01/07/14	mié 02/07/14	33
5.8	Fin aislamiento	0 días	mié 02/07/14	mié 02/07/14	34
6	**MAMPOSTERÍA**	**36 días**	**lun 09/06/14**	**mar 29/07/14**	
6.1	Inicio mampostería	0 días	lun 09/06/14	lun 09/06/14	22
6.2	Mampostería de bloque PLANTA BAJA	7 días	lun 09/06/14	mié 18/06/14	37
6.3	Enlucido horizontal PLANTA BAJA	10 días	jue 12/06/14	jue 26/06/14	38FC-4 días
6.4	Mampostería de bloque PLANTA ALTA	4 días	vie 27/06/14	jue 03/07/14	24
6.5	Enlucido horizontal PLANTA ALTA	7 días	mar 01/07/14	jue 10/07/14	40FC-2 días
6.6	Pintura exterior	7 días	mar 01/07/14	jue 10/07/14	41FF;39
6.7	Gypsum en paredes	20 días	jue 26/06/14	jue 24/07/14	39
6.8	Gypsum en cielo raso	10 días	mar 15/07/14	mar 29/07/14	43FC-7 días
6.9	Fin mampostería	0 días	mar 29/07/14	mar 29/07/14	44
7	Instalaciones	1 día	jue 15/05/14	vie 16/05/14	17FF

	hidrosanitarias PLANTA BAJA				
8	Instalaciones hidrosanitarias PLANTA ALTA	1 día	mié 11/06/14	jue 12/06/14	23FF
9	**ACABADOS**	**28 días**	**lun 21/07/14**	**jue 28/08/14**	
9.1	Inicio acabados	0 días	jue 31/07/14	jue 31/07/14	43FC+5 días
9.2	Piso de porcelanato	20 días	jue 31/07/14	jue 28/08/14	49
9.3	Trabajo de madera	7 días	jue 31/07/14	lun 11/08/14	49
9.4	Ventanería de aluminio y vidrio	7 días	jue 31/07/14	lun 11/08/14	49
9.5	Pasamanos metálicos	3 días	jue 31/07/14	mar 05/08/14	49
9.6	Instalaciones eléctricas	3 días	lun 21/07/14	jue 24/07/14	43FF
9.7	Fin acabados	0 días	jue 28/08/14	jue 28/08/14	50
10	FIN PROYECTO	0 días	jue 28/08/14	jue 28/08/14	55

Con respecto al cronograma el tiempo de 84 días es un indicador que se encuentra dentro de los rangos de construcción de una vivienda, tomando en cuenta que sólo estructura toma un tiempo de 31 días.

Además se debe tomar en cuenta que este tipo de viviendas utilizan sistemas de revestimiento como son placas OSB o placas ceménticas que pueden ser colocadas de manera mucho más rápida que lo que implica un sistema tradicional de mampostería como es el caso de la fachada de esta vivienda.

CONCLUSIONES

Con la realización de este trabajo se han podido aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera y el curso de graduación; además, se han generado nuevos conocimientos y experiencia en el diseño de este tipo de estructuras con la aplicación del sistema constructivo STEEL FRAMING.

Se puede concluir que al realizar el diseño estructural se obtuvieron excelentes resultados con respecto a resistencia, deflexiones y derivas de piso en lo que respecta al diseño sismo-resistente. Para el diseño fue de gran ayuda la utilización del SAP 2000 v15 en la obtención de datos necesarios para los cálculos. No se utilizó el diseño en Cold Formed propuesto en el SAP 2000, por lo que se puede manifestar que el diseño es netamente propio con la utilización de hojas de cálculo en Excel las cuales contienen todo lo expuesto en la especificación AISI. Se puede concluir también que no sólo se debe seguir rigurosamente la especificación AISI, sino que se debe aplicar la misma con el entendimiento de su uso para los distintos casos, ya sea para elementos, miembros o uniones, para que después de realizado su diseño estructural se pueda garantizar su resistencia y funcionamiento seguro ante las solicitaciones de una vivienda, como es este caso.

Con respecto al presupuesto se puede observar que el costo del m2 que salió en $ 349.62. Con respecto a la elaboración del presupuesto se consideró un costo del m2 de una vivienda con acabados medios en $ 350, tomando este valor como una referencia para poder realizar una comparación, y, se puede ver que el costo del m2 que salió en $ 349.62 es prácticamente el mismo, indicando entonces que está dentro de un rango del mercado. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que según el análisis realizado y los rubros considerados para esta vivienda se puede decir que si puede resultar un poco más económico este sistema dentro de la ciudad si se contara con buenas condiciones de sistema de agua potable y alcantarillado.

Con el cronograma se obtuvo una duración estimada de 84 días, lo que indica un tiempo de casi 4 meses para la construcción de la vivienda. Esta duración puede mejorarse si se trabajara con la estructura pre-fabricada, es decir si los paneles pudiesen ser realizados en fábrica, llevados al lugar e instalados de manera mecánica, obteniendo así un sistema mucho más rápido y pudiendo de esta manera ahorrar recursos y tiempo, es decir, que la estructura en lugar de dura 1 mes como se obtuvo en el cronograma podría durar una semana e incluso menos, reduciendo entonces el costo en el caso de construcciones de mayor envergadura.

Finalmente se puede concluir que el objetivo general del trabajo de grado ha sido cumplido: se realizó exitosamente el diseño estructural aplicando el sistema constructivo STEEL FRAMING; y con los demás temas desarrollados en el trabajo se puede garantizar además de la seguridad y funcionalidad, el tiempo de ejecución, el costo y la calidad de un probable proyecto de construcción de una vivienda.

RECOMENDACIONES

Como estudiante recomiendo que este método constructivo sea impartido como tema de estudio dentro de la cátedra de estructuras de acero, pues al hacer uso de la especificación AISI se pueden mejorar conceptos, técnicas y formas de diseño.

Como un nuevo tema de grado puedo invitar a que se haga una comparación de diseño utilizando el SAP2000v15 utilizando el material dado en el programa de Cold Formed, pues ahí el programa realizará el diseño, contrario a lo que se hizo en este trabajo de grado siendo diseño estructural con ayuda de hojas de cálculo en Excel.

Con respecto a lo analizado en este trabajo se puede recomendar el uso de este sistema en nuestro medio, de manera que se pueda innovar en Cuenca el sistema constructivo tradicional y se incorporen nuevos conocimientos, que, a más de poder ser implementados por profesionales nuevos, son sistemas que pueden generar muchas ventajas como la disminución de desperdicios, mejores espacios y ambientes laborales, generación de fuentes de empleo y sobre todo la utilización de nuevas técnicas que también son seguras para una edificación donde puede generarse actividad y el desarrollo de una sociedad.

Además, se puede recomendar el uso de este sistema en prefabricados, de manera que así se puedan mejorar aún más los rendimientos en una construcción, significando entonces un ahorro de dinero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

La perspectiva desde el Ágora. (Noviembre de 2012). Recuperado el 10 de Agosto de 2013, de http://www.grupo-agora.es/blog/?p=392

American Iron and Steel Institute. (2007). *North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members.* Canada: AISI.

Convenio MIDUVI - Cámara de la Construcción de Quito. (2013). *Norma Ecuatoriana de la Construcción.* Quito.

DANNENMAN, R. G. (2011). *Manual de ingeniería de Steel Framing.* Instituo Latinoamericano del Fierro y el Acero, ILAFA.

Project Management Institute (PMI). (s.f.). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK).* Pennsylvania: PMI.

SARMANHO Freitas, A. M., & Moraes de Crasto, R. C. (2007). Steel Framing: Arquitectura. Santiago de Chile, Chile: Asociación Latinoamericana del Acero, Alacero.

TUGALT .S.A. (2008). Curso de Introducción STEEL FRAMING. *Introducción al sistema constructivo Steel Frame*. Ecuador.

TUGALT .S.A. (s.f.). Boletín Técnico - Consul Steel. *Boletines Técnicos Tugalt*.

WEI-WEN YU, P. (2000). *Cold Formed Steel Design* (Third Edition ed.). New York, United States: Wiley Interscience.

WEI-WEN YU, P. P. (s.f.). Cold Formed Steel Design. *Capítulo 2*.

ANEXOS

ANEXO 1: DISEÑO HIDROSANITARIO

A1.1 Memoria de Cálculo Sistema Indirecto de Distribución de Agua Fría y Agua Caliente.

SISTEMA INDIRECTO DE DISTRIBUCIÓN

CISTERNA

El volumen será el consumo total de la vivienda de 1 a 2 días

Consumo por día para viviendas: 250 l/hab

total hab.= 8

Volumen de *2000* *l*

Volumen *2* *m3*

h=	**0.89**	m
b=	**1.5**	m
L=	**1.50**	m

ACOMETIDA DOMICILIARIA

Se considera un tiempo de llenado de la cisterna de: 8 hr

q= 0.07 l/sg

Criterio de diseño:

v= 2.5 m/sg

Cálculo del diámetro de la acometida:

A= 27.78 mm2

ϕ= 5.95 mm

ϕ= **12** mm

BOMBA SISTEMA DE AGUA FRIA

G - constante de agua =	1000	
qd (caudal de diseño)=	0.00087	m3/sg
H (desnivel + perdidas)=	32.84	m

Tabla de rendimiento de la bomba (n)

Potencia	n
<2 HP	40 - 60 %
2-5 HP	70 - 75 %
>5 HP	80%

Tabla de factor de seguridad (F.S.)

Potencia	F.S.
<2 HP	1.5
2-5 HP	1.3
>5 HP	1.2

n=	0.4	
P=	0.95	HP
F.S.=	1.5	
Pd=	1.43	HP
Pd=	2	HP

HIDRONEUMATICO SISTEMA DE AGUA FRIA

m at, dividir para 10.83

Pn (Presion de arranque)=	2.40	at	26 m
Pm (Presion max.)=	3.79	at	
qd (caudal de diseño)=	52.2	l/min	
N (# arranques en 1hr)=	6		

VT= 901.842 l

El volumen ultimo que va a mandar es:

VU= 208.8 l

VU= 55.16 gal

Tabla de Hidroneumaticos comerciales en funcion de su volumen

Vol HN (gal)
20
26
32
44
62
81
86
119

Entonces se va a utilizar 1 hidroneumatico de 62 gal, de esta manera se cubre el volumen ultimo de 55.16 gal

A1.2 Memoria de Cálculo de la Red de Agua Fría.

CÁLCULO DE LA RED DE AGUA FRÍA

		PB
Pérdida en el medidor	**hf (m)**	4.24
	P (m)	

APARATO	**Q**	**PESOS**
lavamanos	0.3	1
ducha	0.2	0.7
inodoro	0.1	0.3
fregadero cocina	0.25	1
grifo lavar ropa	0.3	1
Grifo garage	0.3	1
Urinario	0.1	0.3
Calefon		1

C=	0.25
V=	2.5
Pi=	15 mca (Presión dada de acometida)

Pi=	20	psi
1psi=	0.70306958	m.c.a

c=	0.25 agua fria

Cálculo de pérdidas por fricción y accesorios

Accesorios	***fa***
codo	45
Tee	20
Reductor	6
Llave de paso	0.8

	Tramo	Aparatos Sanitarios									Peso	Peso acum	q L/s	d min	d imp (mm)	d imp (in)
		Inodoro	Ducha	Lavamanos	Urinario	Fregadero	Grifo garag	Tanque	Lavanderia	Calefon						
PLANTA ALTA	1 - 2		1								0.7	0.7	0.21	10.32	12	1/2''
	2 - 3		1								0.7	1.4	0.30	12.27	18	3/4''
	3 - 4			1							1	2.4	0.39	14.04	18	3/4''
	4 - 5			1							1	3.4	0.46	15.32	18	3/4''
	5 - 6	1									0.3	3.7	0.48	15.65	18	3/4''
	6 - B	1									0.3	4	0.50	15.96	18	3/4''
PLANTA BAJA	7 - 8		1								0.7	0.7	0.21	10.32	12	1/2''
	8 - 9			1							1	1.7	0.33	12.88	18	3/4''
	9 - E1	1									0.3	2	0.35	13.42	18	3/4''
	10 - E1					1					1	1	0.25	11.28	12	1/2''
	E1 - E2										0	3	0.43	14.85	18	3/4''
	11 - 12		1								0.7	0.7	0.21	10.32	12	1/2''
	12 - 13		1								0.7	1.4	0.30	12.27	18	3/4''
	13 - 14			1							1	2.4	0.39	14.04	18	3/4''
	14 - 15			1							1	3.4	0.46	15.32	18	3/4''
	15 - 16	1									0.3	3.7	0.48	15.65	18	3/4''
	16 - B	1									0.3	4	0.50	15.96	18	3/4''
	B - E2										0	8	0.71	18.98	25	1''
	E2 - 17										0	11	0.83	20.55	25	1''
	17 - 18					1					1	12	0.87	21.00	25	1''
	18 - M										0	12	0.87	21.00	25	1''

Az: Altura entre pisos	**Presion inicial**	**Tramo**	**q (m3)**	**Diametro (mm)**	**Longitud (m)**	**Codos**	**Tee**	**Reductor**	**Llave paso**
		1 - 2	0.000209165	12	1.7	3		1	
		2 - 3	0.000295804	18	5.1	2	1		
		3 - 4	0.000387298	18	2.26	1	1		
		4 - 5	0.000460977	18	2.97	1	1		
		5 - 6	0.000480885	18	3.26	2	1		1
3.06		6 - B	0.0005	18	9.92	1	1	1	1
		7 - 8	0.000209165	12	1.49	2		1	
		8 - 9	0.00032596	18	1.1	1	1		
		9 - E1	0.000353553	18	8.5	1	1		1
		10 - E1	0.00025	12	6.56	1	1	1	
		E1 - E2	0.000433013	18	3.35		1	1	
		11 - 12	0.000209165	12	1.7	3		1	
		12 - 13	0.000295804	18	5.1	2	1		
		13 - 14	0.000387298	18	2.26	1	1		
		14 - 15	0.000460977	18	2.97	1	1		
		15 - 16	0.000480885	18	3.26	2	1		1
		16 - B	0.0005	18	4.63	1	1	1	1
		B - E2	0.000707107	25	0.65	1			
		E2 - 17	0.000829156	25	0.69				
		17 - 18	0.000866025	25	1.01	1	1		
26		18 - M	0.000866025	25	12	3	1		

LONGITUD EQUIVALENTE								
Le codos	**Le Tee**	**Le Reductor**	**Le LLave paso**	**Le Total**	**J**	**Hf total (Pérdida)**	**Presión Final (m.c.a)**	**VERIFICACION**
1.62	0	0.072	0	1.692	0.420	1.426	5.49	OK
1.62	0.36	0	0	1.98	0.112	0.796	6.91	OK
0.81	0.36	0	0	1.17	0.180	0.618	7.71	OK
0.81	0.36	0	0	1.17	0.244	1.011	8.33	OK
1.62	0.36	0	0.0144	1.9944	0.263	1.382	9.34	OK
0.81	0.36	0.108	0.0144	1.2924	0.282	3.158	10.72	OK
1.08	0	0.072	0	1.152	0.420	1.111	15.06	OK
0.81	0.36	0	0	1.17	0.133	0.302	16.17	OK
0.81	0.36	0	0.0144	1.1844	0.154	1.487	16.47	OK
0.54	0.24	0.072	0	0.852	0.575	4.258	13.70	OK
0	0.36	0.108	0	0.468	0.219	0.836	17.96	OK
1.62	0	0.072	0	1.692	0.420	1.426	11.70	OK
1.62	0.36	0	0	1.98	0.112	0.796	13.13	OK
0.81	0.36	0	0	1.17	0.180	0.618	13.93	OK
0.81	0.36	0	0	1.17	0.244	1.011	14.54	OK
1.62	0.36	0	0.0144	1.9944	0.263	1.382	15.56	OK
0.81	0.36	0.108	0.0144	1.2924	0.282	1.668	16.94	OK
1.125	0	0	0	1.125	0.108	0.193	18.61	OK
0	0	0	0	0	0.143	0.099	18.80	OK
1.125	0.5	0	0	1.625	0.155	0.408	18.90	OK
3.375	0.5	0	0	3.875	0.155	2.456	19.30	OK

A1.3 Memoria de Cálculo de la Red de Agua Caliente.

CÁLCULO DE LA RED DE AGUA CALIENTE

APARATO	Q	PESOS
lavamanos	0.3	1
ducha	0.2	0.7
inodoro	0.1	0.3
fregadero cocina	0.25	1
grifo lavar ropa	0.3	1
Grifo garage	0.3	1
Urinario	0.1	0.3
Calefon		1

C=	0.15
V=	2.5
Pi=	15 mca (Presión dada de acometida)

Pi=	20	psi
1psi=	0.70306958	m.c.a

Calculo de pérdidas por fricción y accesorios

Accesorios	*fa*
codo	45
Tee	20
Reductor	6
Llave de paso	0.8

c=	0.15	agua caliente (0,12 - 0,15)

PLANTA	Tramo	Aparatos Sanitarios								Calefon	Peso	Peso acum	Caudal (L/s)	ϕ minimo calculado (mm)	ϕ comercial (mm)	ϕ comercial (in)		Az: Altura entre pisos	Presion inicial	Tramo	q (m3)	Diametro (mm)	Longitud (m)	Codos	Tee	Reductor	Llave paso
		Inodoro	Ducha	Lavamanos	Urinario	Fregadero	Grifo garag	Tanque	Lavanderia																	
PLANTA ALTA	1 - 2		1								0.7	0.7	0.13	7.99	12	1/2''				1 - 2	0.000125499	12	2.05	3			
	2 - B		1								0.7	1.4	0.18	9.51	12	1/2''		3.06		2 - B	0.000177482	12	10.38	3	1		
PLANTA BAJA	3 - E1		1								0.7	0.7	0.13	7.99	12	1/2''				3 - E1	0.000125499	12	9.23	2			
	4 - E1					1					1	1	0.15	8.74	12	1/2''				4 - E1	0.00015	12	6.76	1			
	E1 - E2										0	1.7	0.20	9.98	12	1/2''				E1 - E2	0.000195576	12	3.36		1		
	11 - 12		1								0.7	0.7	0.13	7.99	12	1/2''				11 - 12	0.000125499	12	2.05	3			
	12 - B		1								0.7	1.4	0.18	9.51	12	1/2''				12 - B	0.000177482	12	10.38	3	1		
	B - E2										0	2.8	0.25	11.31	12	1/2''				B - E2	0.000250998	12	0.74		1		
	E2 - CA.									1	1	5.5	0.35	13.39	18	3/4''		19.30		E2 - CA.	0.000351781	18	1.06	2	1		

LONGITUD EQUIVALENTE								
Le codos	**Le Tee**	**Le Reductor**	**Le LLave paso**	**Le Total**	**J**	**Hf total (Pérdida)**	**Presión Final (m.c.a)**	**VERIFICACION**
1.62	0	0	0	1.62	0.172	0.631	13.78	OK
1.62	0.24	0	0	1.86	0.315	3.861	14.41	OK
1.08	0	0	0	1.08	0.172	1.773	15.72	OK
0.54	0	0	0	0.54	0.235	1.716	15.78	OK
0	0.24	0	0	0.24	0.374	1.346	17.50	OK
1.62	0	0	0	1.62	0.172	0.631	13.78	OK
1.62	0.24	0	0	1.86	0.315	3.861	14.41	OK
0	0.24	0	0	0.24	0.579	0.567	18.27	OK
1.62	0.36	0	0	1.98	0.152	0.463	18.84	OK

A1.4 Memoria de Cálculo de la Red de Desagüe, Planta de Tratamiento.

CÁLCULO DE DESAGUE

APARATO	Abreviacion	U. DESCARGA
Lavadora	LAV	2
Freg. Cocina	F	3
Ducha	D	2
Lavamanos	LM	1
Inodoro	I	4
Bañera	B	3
Lavaropa	LR	3
Urinario	U	3.5

D (mm)	U. DESCARGA
50	7
100	192
150	742

# DE PLANTA	TRAMOS	Aparato	UNIDADES DESCARGA	UNIDADES DESCARGA ACUMULDAS	Diámetro
PLANTA ALTA	1	I	4	4	**100**
	1-2	-	0	4	**100**
	2	D	2	2	**50**
	2-3	-	0	6	**100**
	3	LM	1	1	**50**
	3-4	-	0	7	**100**
	4	I	4	4	**100**
	4-5	-	0	11	**100**
	5	LM	1	1	**50**
	5-6	-	0	12	**100**
	6	D	2	2	**50**
	6-B	-	0	14	**100**
	BAJANTE	-	0	14	**100**
PLANTA BAJA	7	I	4	4	**100**
	7 - 8	-	0	4	**100**
	8	D	2	2	**50**
	8 - 9	-	0	6	**100**
	9	LM	1	1	**50**
	9 - 10	-	0	7	**100**
	10	I	4	4	**100**
	10 - 11	-	0	11	**100**
	11	LM	1	1	**50**
	11 - 12	-	0	12	**100**
	12	D	2	2	**50**
	12 - 13	-	0	14	**100**
	13	F	3	3	**50**
	13 - E1	-	0	17	**100**
	14	LR	3	3	**50**
	14 - E1	-	0	3	**50**
	E1 - 15	-	0	20	**100**
	15	LM	1	1	**50**
	15 - B	-	0	15	**100**
	B - 16	-	0	15	**100**
	16	I	4	4	**100**
	16 - 17	-	0	19	**100**
	17	D	2	2	**50**
	17 - FOSA	-	0	21	**100**

TABLAS PARA DIMENSIONAMIENTO DE DUCTOS PARA AGUAS LLUVIAS

NUMERO DE SUMIDEROS

SUPERFICIE DE CUBIERTA (m2) Proyeccion Horizontal	NUMERO DE SUMIDEROS
S < 100	2
100 <= S < 200	3
200 <= S < 500	4
S >= 500	1 / 150 m2

CANALES

MAXIMA SUPERFICIE				ϕ nominal del canal (mm)
0.50%	1%	2%	4%	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

COLECTOR AGUAS LLUVIAS

SUPERFICIE PROYECTADA (m2)			PENDIENTE	ϕ (mm)
1%	2%	4%		
125	178	253		90
229	323	458		110
310	440	620		125
614	862	1228		160
1070	1510	2140		200
1920	2710	3850		250
2016	4589	6500		315

BAJANTES

SUPERFICIE HORIZONTAL (m2)	ϕ (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1544	160
2700	200

RESUMEN DE TABLA DE CALCULO PARA EL EDIFICIO DE ESTUDIO

NIVEL	AREA	NUMERO DE SUMIDEROS	ϕ nominal del canal (mm)	ϕ nominal_ canal final (mm)
PLANTA ALTA	80.3	2	125	125
CUBIERTA	71.28	2	125	125
	151.58	**4**		

Numero Total Sumideros =	**4**
Superficie Horizontal Total=	**151.58**

BAJANTE	**SUPERFICIE HORIZONTAL TOTAL (m2)**	**151.58**
	ϕ BAJANTE (mm)	**75**

COLECTOR AGUAS LLUVIAS	**SUPERFICIE PROYECTADA (m2)**	**151.70**
	ϕ COLECTOR (mm)	**110**

PLANTA DE AGUA RESIDUAL

HABITANTES	8	
DOTACIÓN	200	**lt/hab/dia**

CAUDAL	0.01	**lt/s**

DESARENADOR

CALCULO DE CAUDAL DE DISENO	
M	**FACTOR MAXIMO HORARIO**
M=	4.42
Qd(l/s)=	0.07

DATOS:

Hab	8	
Caudal.d	0.07	l/s

ARENA

d	0.00015	m
Pr	2.65	
μ	1.13E-06	m2/sg
FS	0.5	

Vs	0.0015	m/sg
Re	1.991	
Va	0.197	
Vh	0.099	
At	0.0006619	m2

Re	Cd	Vs	Re
7.566	4.603	0.027	3.584
3.584	8.621	0.019	2.522
2.522	11.745	0.017	2.257
2.257	12.97	0.016	2.124
2.124	13.698	0.015	1.991
1.991	14.52	0.015	1.991
1.991	14.52	0.015	1.991
1.991	14.52	0.015	1.991

b(m)	h(m)	L(m)
0.1	0.01	0.07
0.05	0.01	0.07
0.08	0.01	0.07
0.1	0.1	0.1

RESPUESTA: Vs= 0.015 m/s

FOSA SEPTICA

V=1,3N(CxT+100xLf)

T =	0.5	dia
C=	160	
Vol =	1.872	m3
h=	2.2	m
As=	0.85	m2
b=	0.53	m
b=	1.00	m
L=	3.00	m

Ao=10%*h*b

Ao =	0.220	m2
h' =	**0.300**	m
b' =	0.733	m
b' =	**0.8**	m

HUMEDAL DE FLUJO SUB-SUPERFICIAL

= K 20^(1,06*(T-20)

Ce=Co*e^(-kt)

Qd=	0.07	litros/segundo
Qd=	5.66	m3/dia
T=	14	grados
Co=	150	mg/lt (DBO)
Ce=	25	mg/lt (DBO)
kT=	0.53	dia^-1
t=	3.36	dias
h=	0.6	m

UTILIZO GRAVA MEDIA

e 0.4

conductividad (m/dia)
10000

At=	0.005662	m2
Para CH=	1000	m3/Ha*dia
Vol=	19.024371	m3
Vreal=	47.560927	m3
As=	79.268212	m2
b=	6.2955624	m
b=	7	m
L=	14	m

CHEQUEO		
CH	577.75665	m3/Ha*dia

correcto

ANEXO 2: DISEÑO ESTRUCTURAL

A2.1 Memoria de Cálculo del Pre-dimensionamiento, Determinación de Perfiles y Verificación de Deflexión en viguetas.

Fy= 2600 kg/cm2
Øf= 0.95

CUBIERTA

ELEMENTO	TIPO	LONGITUD (m)	AREA TRIBUTARIA (m2)	CARGA MUERTA LINEAL (kg/m)	CARGA VIVA LINEAL (kg/m)	CARGA AMBIENTAL LINEAL (kg/m)
Vigueta	v1	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v1´	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v1´´	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v1´´´	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v1_a	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v1_a´	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v1_b	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v1_b´	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v1_c	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v1_c´	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v1_d	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v1_d´	3.600	2.20	123.90	42.70	9.15
	v2	3.600	1.83	103.08	35.53	7.61
	v2´	3.600	1.83	103.08	35.53	7.61
	v2´´	3.600	1.83	103.08	35.53	7.61
	v2´´´	3.600	1.83	103.08	35.53	7.61
	v3	3.600	1.86	105.11	36.23	7.76
	v3´	3.600	1.86	105.11	36.23	7.76
	v4	3.600	1.67	93.94	32.38	6.94
	v4´	3.600	1.67	93.94	32.38	6.94
	v5	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v5´	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v5´´	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v5´´´	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v5_a	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v5_a´	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v5_b	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v5_b´	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v5_c	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v5_c´	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v5_d	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v5_d´	1.750	1.07	123.90	42.70	9.15
	v6	1.750	0.89	103.08	35.53	7.61
	v6´	1.750	0.89	103.08	35.53	7.61
	v7	1.750	0.91	105.11	36.23	7.76
	v7´	1.750	0.91	105.11	36.23	7.76
	v8	1.750	0.81	93.94	32.38	6.94
	v8´	1.750	0.81	93.94	32.38	6.94
	v9	1.750	0.83	96.48	33.25	7.13
	v9´	1.750	0.83	96.48	33.25	7.13
	v10	1.750	0.79	91.40	31.50	6.75
	v10´	1.750	0.79	91.40	31.50	6.75
Viga	V1	0.750	0.23	60.93	21.00	4.50
	V2	1.750	0.525	60.93	21.00	4.50
	V2´	1.750	0.525	60.93	21.00	4.50
	V3	1.979	0.59	60.93	21.00	4.50
	V5	0.550	0.14	50.78	17.50	3.75
	V5´	0.550	0.14	50.78	17.50	3.75
	V6	1.750	0.89	103.08	35.53	7.61
	V6´	1.750	0.89	103.08	35.53	7.61
	V7	3.600	0.81	45.70	15.75	3.38
Dintel	D1	1.899	0.57	60.93	21.00	4.50
	D2	0.900	0.27	60.93	21.00	4.50
	D3	0.900	0.27	60.93	21.00	4.50
	D4	1.780	0	0.00	0.00	0.00
	D5	1.780	0	0.00	0.00	0.00
	D6	2.600	0.65	50.78	17.50	3.75
	D6´	2.600	0.65	50.78	17.50	3.75
	D7	0.750	0	0.00	0.00	0.00
	D8	0.850	0.43	103.08	35.53	7.61
	D8´	0.850	0.43	103.08	35.53	7.61
	D9	1.170	0.00	0.00	0.00	0.00
	D9´	1.170	0.00	0.00	0.00	0.00

PRE-DIMENSIONAMIENTO VIGAS CUBIERTA

ELEMENTO	TIPO	Peralte h=L/25 (m)	Mu calculado (kg-m)	Sx necesario (cm3)	Δmax=L/360 (cm)
Vigueta	v1	0.14	358.95	14.53	1.00
	v1´	0.14	358.95	14.53	1.00
	v1´´	0.14	358.95	14.53	1.00
	v1´´´	0.14	358.95	14.53	1.00
	v1_a	0.14	358.95	14.53	1.00
	v1_a´	0.14	358.95	14.53	1.00
	v1_b	0.14	358.95	14.53	1.00
	v1_b´	0.14	358.95	14.53	1.00
	v1_c	0.14	358.95	14.53	1.00
	v1_c´	0.14	358.95	14.53	1.00
	v1_d	0.14	358.95	14.53	1.00
	v1_d´	0.14	358.95	14.53	1.00
	v2	0.14	298.63	12.09	1.00
	v2´	0.14	298.63	12.09	1.00
	v2´´	0.14	298.63	12.09	1.00
	v2´´´	0.14	298.63	12.09	1.00
	v3	0.14	304.52	12.33	1.00
	v3´	0.14	304.52	12.33	1.00
	v4	0.14	272.15	11.02	1.00
	v4´	0.14	272.15	11.02	1.00
	v5	0.07	84.82	3.43	0.49
	v5´	0.07	84.82	3.43	0.49
	v5´´	0.07	84.82	3.43	0.49
	v5´´´	0.07	84.82	3.43	0.49
	v5_a	0.07	84.82	3.43	0.49
	v5_a´	0.07	84.82	3.43	0.49
	v5_b	0.07	84.82	3.43	0.49
	v5_b´	0.07	84.82	3.43	0.49
	v5_c	0.07	84.82	3.43	0.49
	v5_c´	0.07	84.82	3.43	0.49
	v5_d	0.07	84.82	3.43	0.49
	v5_d´	0.07	84.82	3.43	0.49
	v6	0.07	70.57	2.86	0.49
	v6´	0.07	70.57	2.86	0.49
	v7	0.07	71.96	2.91	0.49
	v7´	0.07	71.96	2.91	0.49
	v8	0.07	64.31	2.60	0.49
	v8´	0.07	64.31	2.60	0.49
	v9	0.07	66.05	2.67	0.49
	v9´	0.07	66.05	2.67	0.49
	v10	0.07	62.57	2.53	0.49
	v10´	0.07	62.57	2.53	0.49
Viga	V1	0.03	7.66	0.31	0.21
	V2	0.07	41.72	1.69	0.49
	V2´	0.07	41.72	1.69	0.49
	V3	0.08	53.36	2.16	0.55
	V5	0.02	3.43	0.14	0.15
	V5´	0.02	3.43	0.14	0.15
	V6	0.07	70.57	2.86	0.49
	V6´	0.07	70.57	2.86	0.49
	V7	0.14	132.40	5.36	1.00
Dintel	D1	0.08	49.14	1.99	0.53
	D2	0.04	11.03	0.45	0.25
	D3	0.04	11.03	0.45	0.25
	D4	0.07	0.00	0.00	0.49
	D5	0.07	0.00	0.00	0.49
	D6	0.10	76.73	3.11	0.72
	D6´	0.10	76.73	3.11	0.72
	D7	0.03	0.00	0.00	0.21
	D8	0.03	16.65	0.67	0.24
	D8´	0.03	16.65	0.67	0.24
	D9	0.05	0.00	0.00	0.33
	D9´	0.05	0.00	0.00	0.33

VERIFICACIÓN PERFILES VIGAS CUBIERTA

ELEMENTO	TIPO	Perfil Seleccionado	Sx perfil (cm3)	Mu obtenido (kg-m)	Vu obtenido (kg)	COMPROBACIÓN
Vigueta	v1	C 150x1.28	13.61	258.48	439.76	OK
	v1´	C 150x1.28	13.61	262.06	447.65	OK
	v1´´	C 150x1.28	13.61	253.66	437.87	OK
	v1´´´	C 150x1.28	13.61	250.73	438.54	OK
	v1_a	C 150x1.28	13.61	264.82	441.32	OK
	v1_a´	C 150x1.28	13.61	255.15	432.48	OK
	v1_b	C 150x1.28	13.61	271.1	443.54	OK
	v1_b´	C 150x1.28	13.61	262.74	435.78	OK
	v1_c	C 150x1.28	13.61	269.97	440.41	OK
	v1_c´	C 150x1.28	13.61	267.62	437.72	OK
	v1_d	C 150x1.28	13.61	274.58	450.7	OK
	v1_d´	C 150x1.28	13.61	262.63	438.59	OK
	v2	C 150x1.28	13.61	210.78	364.85	OK
	v2´	C 150x1.28	13.61	214.92	370.83	OK
	v2´´	C 150x1.28	13.61	207.04	362.74	OK
	v2´´´	C 150x1.28	13.61	215.88	370.61	OK
	v3	C 150x1.28	13.61	216.95	373.1	OK
	v3´	C 150x1.28	13.61	219.88	379.47	OK
	v4	C 150x1.28	13.61	194.29	334.05	OK
	v4´	C 150x1.28	13.61	196.71	339.49	OK
	v5	C 150x1.28	13.61	149	271.71	OK
	v5´	C 150x1.28	13.61	172.75	289.93	OK
	v5´´	C 150x1.28	13.61	153.34	273.78	OK
	v5´´´	C 150x1.28	13.61	169.6	286.51	OK
	v5_a	C 150x1.28	13.61	190.92	325.23	OK
	v5_a´	C 150x1.28	13.61	192.62	326.5	OK
	v5_b	C 150x1.28	13.61	218.02	360.28	OK
	v5_b´	C 150x1.28	13.61	217.1	359.42	OK
	v5_c	C 150x1.28	13.61	222.19	368.43	OK
	v5_c´	C 150x1.28	13.61	223.68	369.29	OK
	v5_d	C 150x1.28	13.61	228.7	366.13	OK
	v5_d´	C 150x1.28	13.61	222.2	362.12	OK
	v6	C 150x1.28	13.61	125.01	207.24	OK
	v6´	C 150x1.28	13.61	139.26	237.15	OK
	v7	C 150x1.28	13.61	129.61	232.05	OK
	v7´	C 150x1.28	13.61	149.71	248.38	OK
	v8	C 150x1.28	13.61	116.17	208.18	OK
	v8´	C 150x1.28	13.61	134.19	222.73	OK
	v9	C 150x1.28	13.61	53.37	169.22	OK
	v9´	C 150x1.28	13.61	47.18	160.97	OK
	v10	C 150x1.28	13.61	60.83	179	OK
	v10´	C 150x1.28	13.61	58.16	177.14	OK
Viga	V1	C 150x1.28	13.61	40.83	105.16	OK
	V2	C 150x1.28	13.61	71.01	207.28	OK
	V2´	C 150x1.28	13.61	63.16	254.42	OK
	V3	C 150x1.28	13.61	22.3	100.4	OK
	V5	C 150x1.28	13.61	18.95	40.53	OK
	V5´	C 150x1.28	13.61	19.54	110.97	OK
	V6	C 150x1.28	13.61	125.01	207.24	OK
	V6´	C 150x1.28	13.61	139.26	237.15	OK
	V7	C 150x1.28	13.61	10.94	44.87	OK
Dintel	D1	C 90x0.93	4.99			OK
	D2	C 90x0.93	4.99			OK
	D3	C 90x0.93	4.99			OK
	D4	C 90x0.93	4.99	4.15	16.96	OK
	D5	C 90x0.93	4.99	3.18	12.5	OK
	D6	C 90x0.93	4.99			OK
	D6´	C 90x0.93	4.99			OK
	D7	C 90x0.93	4.99	5.09	18.85	OK
	D8	C 90x0.93	4.99			OK
	D8´	C 90x0.93	4.99			OK
	D9	C 90x0.93	4.99	5.09	18.85	OK
	D9´	C 90x0.93	4.99	5.09	18.85	OK

VERIFICACIÓN DEFLEXIÓN VIGAS CUBIERTA

ELEMENTO	TIPO	Δ obtenido (cm)	COMPROBACIÓN
Vigueta	v1	0.8	OK
	v1´	0.88	OK
	v1´´	0.82	OK
	v1´´´	0.8	OK
	v1_a	0.78	OK
	v1_a´	0.73	OK
	v1_b	0.77	OK
	v1_b´	0.68	OK
	v1_c	0.72	OK
	v1_c´	0.71	OK
	v1_d	0.83	OK
	v1_d´	0.76	OK
	v2	0.68	OK
	v2´	0.74	OK
	v2´´	0.68	OK
	v2´´´	0.72	OK
	v3	0.69	OK
	v3´	0.76	OK
	v4	0.62	OK
	v4´	0.68	OK
	v5	0.05	OK
	v5´	0.05	OK
	v5´´	0.06	OK
	v5´´´	0.06	OK
	v5_a	0.19	OK
	v5_a´	0.19	OK
	v5_b	0.3	OK
	v5_b´	0.3	OK
	v5_c	0.33	OK
	v5_c´	0.33	OK
	v5_d	0.27	OK
	v5_d´	0.27	OK
	v6	0.04	OK
	v6´	0.04	OK
	v7	0.05	OK
	v7´	0.05	OK
	v8	0.04	OK
	v8´	0.04	0.05
	v9	0.04	OK
	v9´	0.04	OK
	v10	0.05	OK
	v10´	0.05	OK
Viga	V1	0.05	OK
	V2	0.18	OK
	V2´	0.16	OK
	V3	0.05	OK
	V5	0.02	OK
	V5´	0.02	OK
	V6	0.04	OK
	V6´	0.04	OK
	V7	0.01	OK
Dintel	D1		OK
	D2		OK
	D3		OK
	D4	0.03	OK
	D5	0.04	OK
	D6		OK
	D6´		OK
	D7	0.07	OK
	D8		OK
	D8´	0.01	OK
	D9	0.07	OK
	D9´	0.07	OK

ENTRE PISO

ELEMENTO	TIPO	LONGITUD (m)	AREA TRIBUTARIA (m2)	CARGA MUERTA LINEAL (kg/m)	CARGA VIVA LINEAL (kg/m)	CARGA AMBIENTAL LINEAL (kg/m)
Vigueta (dormitorios)	v11	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v11´	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v11´´	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v11´´´	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v11_a	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v11_a´	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v11_b	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v11_b´	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v11_c	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v11_c´	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v11_d	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v11_d´	3.600	2.20	146.07	122.00	0.00
	v12	3.600	1.83	121.52	101.50	0.00
	v12´	3.600	1.83	121.52	101.50	0.00
	v12´´	3.600	1.83	121.52	101.50	0.00
	v12´´´	3.600	1.83	121.52	101.50	0.00
	v13	3.600	1.86	123.92	103.50	0.00
	v13´	3.600	1.86	123.92	103.50	0.00
	v14	3.600	1.67	110.75	92.50	0.00
	v14´	3.600	1.67	110.75	92.50	0.00
	v15	1.750	1.07	146.07	122.00	0.00
	v15´	1.750	1.07	146.07	122.00	0.00
	v15´´	1.750	1.07	146.07	122.00	0.00
	v15´´´	1.750	1.07	146.07	122.00	0.00
	v16	1.750	0.89	121.52	101.50	0.00
	v16´	1.750	0.89	121.52	101.50	0.00
	v17	1.750	0.91	123.92	103.50	0.00
	v17´	1.750	0.91	123.92	103.50	0.00
	v18	1.750	0.81	110.75	92.50	0.00
	v18´	1.750	0.81	110.75	92.50	0.00
	v19	1.750	0.83	113.74	95.00	0.00
	v19´	1.750	0.83	113.74	95.00	0.00
	v20	1.750	0.79	107.75	90.00	0.00
	V20´	1.750	0.79	107.75	90.00	0.00
	v34_a	3.500	2.14	146.07	122.00	0.00
	v34_b	3.500	2.14	146.07	122.00	0.00
	v34_c	3.500	2.14	146.07	122.00	0.00
	v34_d	3.500	2.14	146.07	122.00	0.00
	v36	3.500	2.01	131.71	161.00	4.13
Vigueta (terraza)	v21	2.590	1.58	133.38	219.60	9.15
	v21´	2.590	1.58	133.38	219.60	9.15
	v21_b	2.590	1.58	133.38	219.60	9.15
	v21_c	2.590	1.58	133.38	219.60	9.15
	v21_d	2.590	1.58	133.38	219.60	9.15
	v22	2.590	1.31	110.97	182.70	7.61
	v22´	2.590	1.31	110.97	182.70	7.61
	v23	2.590	1.34	113.15	186.30	7.76
	v24	2.590	1.20	101.13	166.50	6.94
	v25	2.590	1.23	103.86	171.00	7.13
	v26	2.590	1.13	95.66	157.50	6.56
	v27	4.710	2.15	100.04	164.70	6.86
	v27´	4.710	1.44	66.69	109.80	4.58
	v27´´	4.710	2.15	100.04	164.70	6.86
	v27_a	4.710	2.87	133.38	219.60	9.15
	v27_b	4.710	2.87	133.38	219.60	9.15
	v27_c	4.710	2.87	133.38	219.60	9.15
	v27_d	4.710	2.87	133.38	219.60	9.15
	v28	4.710	2.39	110.97	182.70	7.61
	v28´	4.710	2.39	110.97	182.70	7.61
	v29	4.710	2.44	113.15	186.30	7.76
	v30	4.710	2.18	101.13	166.50	6.94
	v31	4.710	2.24	103.86	171.00	7.13
	v32	4.710	2.06	95.66	157.50	6.56
	v33	3.500	0.88	54.66	90.00	3.75
	v35	4.710	2.71	125.73	207.00	8.63
Viga (dormitorios)	V6	2.700	1.55	131.71	161.00	4.13
	V6´	2.700	1.55	131.71	161.00	4.13
	V8	3.600	1.83	121.52	101.50	0.00
	V11	0.550	0.14	59.86	50.00	0.00
	V11´	0.550	0.14	59.86	50.00	0.00
	V12	3.600	0.81	53.88	45.00	0.00
Viga (terraza)	V1	1.650	0.45	60.13	99.00	4.13
	V2	3.500	0.88	54.66	90.00	3.75
	V3	1.980	0.54	60.13	99.00	4.13
	V3´	1.980	0.54	60.13	99.00	4.13
	V4	0.710	0.20	60.13	99.00	4.13
	V7	2.690	1.55	125.73	207.00	8.63
	V9	2.690	1.64	133.38	219.60	9.15
	V13	0.750	0.18	51.93	85.50	3.56
	V13´	0.750	0.18	51.93	85.50	3.56
	V14	3.600	1.17	71.06	117.00	4.88
	V14´	3.600	1.17	71.06	117.00	4.88
	V15	3.500	1.14	71.06	117.00	4.88
	V15´	3.500	1.14	71.06	117.00	4.88
	V16	1.900	0.62	71.06	117.00	4.88
	V16´	1.900	0.62	71.06	117.00	4.88
	V17	2.380	0.77	71.06	117.00	4.88
	V17´	2.380	0.77	71.06	117.00	4.88
	V18	1.905	0.62	71.06	117.00	4.88
	V18´	1.905	0.62	71.06	117.00	4.88
	V19	4.710	1.53	71.06	117.00	4.88
	V19´	4.710	1.53	71.06	117.00	4.88
	V20	1.200	0.00	0.00	0.00	0.00
	V20_a	1.200	1.00	182.21	300.00	12.50
	V20_b	1.200	1.00	182.21	300.00	12.50
	V20_c	1.200	1.00	182.21	300.00	12.50
	V20_d	1.200	1.00	182.21	300.00	12.50
	V21	4.670	0.00	0.00	0.00	0.00
	V22	4.740	0.00	0.00	0.00	0.00
Dintel (dormitorios)	D5	0.900	0.52	137.69	115.00	0.00
	D5´	0.900	0.52	137.69	115.00	0.00
	D7	0.850	0.00	0.00	0.00	0.00
	D7´	0.850	0.49	137.69	115.00	8.63
	D8	2.600	0.65	59.86	50.00	0.00
	D8´	2.600	0.65	59.86	50.00	0.00
	D9	0.750	0.00	0.00	0.00	0.00
	D9´	0.750	0.43	137.69	115.00	8.63
Dintel (terraza)	D1	1.900	0.52	60.13	99.00	4.13
	D2	2.330	0.64	60.13	99.00	4.13
	D3	1.000	0.28	60.13	99.00	4.13
	D4	2.500	0.69	60.13	99.00	4.13
	D6	0.850	0.52	133.38	219.60	9.15
	D10	1.300	0.31	51.93	85.50	3.56
	D11	4.660	1.11	51.93	85.50	3.56
	D12	2.200	0.00	0.00	0.00	0.00
	D13	0.850	0.00	0.00	0.00	0.00
	D13´	0.85	0.20	51.93	85.50	3.56
	D14	1.68	0.00	0.00	0.00	0.00

PRE-DIMENSIONAMIENTO VIGAS ENTRE PISO

ELEMENTO	TIPO	Peralte h=L/25	Mu (kg-m)	Sx necesario (cm3)	Δmax=L/360 (cm)
Vigueta (dormitorios)	v11	0.14	600.18	24.30	1.00
	v11´	0.14	600.18	24.30	1.00
	v11´´	0.14	600.18	24.30	1.00
	v11´´´	0.14	600.18	24.30	1.00
	v11_a	0.14	600.18	24.30	1.00
	v11_a´	0.14	600.18	24.30	1.00
	v11_b	0.14	600.18	24.30	1.00
	v11_b´	0.14	600.18	24.30	1.00
	v11_c	0.14	600.18	24.30	1.00
	v11_c´	0.14	600.18	24.30	1.00
	v11_d	0.14	600.18	24.30	1.00
	v11_d´	0.14	600.18	24.30	1.00
	v12	0.14	499.33	20.22	1.00
	v12´	0.14	499.33	20.22	1.00
	v12´´	0.14	499.33	20.22	1.00
	v12´´´	0.14	499.33	20.22	1.00
	v13	0.14	509.17	20.61	1.00
	v13´	0.14	509.17	20.61	1.00
	v14	0.14	455.05	18.42	1.00
	v14´	0.14	455.05	18.42	1.00
	v15	0.07	141.82	5.74	0.49
	v15´	0.07	141.82	5.74	0.49
	v15´´	0.07	141.82	5.74	0.49
	v15´´´	0.07	141.82	5.74	0.49
	v16	0.07	117.99	4.78	0.49
	v16´	0.07	117.99	4.78	0.49
	v17	0.07	120.32	4.87	0.49
	v17´	0.07	120.32	4.87	0.49
	v18	0.07	107.53	4.35	0.49
	v18´	0.07	107.53	4.35	0.49
	v19	0.07	110.44	4.47	0.49
	v19´	0.07	110.44	4.47	0.49
	v20	0.07	104.62	4.24	0.49
	V20´	0.07	104.62	4.24	0.49
	v34_a	0.14	567.30	22.97	0.97
	v34_b	0.14	567.30	22.97	0.97
	v34_c	0.14	567.30	22.97	0.97
	v34_d	0.14	567.30	22.97	0.97
	v36	0.14	639.62	25.90	0.97
Vigueta (terraza)	v21	0.10	432.67	17.52	0.72
	v21´	0.10	432.67	17.52	0.72
	v21_b	0.10	432.67	17.52	0.72
	v21_c	0.10	432.67	17.52	0.72
	v21_d	0.10	432.67	17.52	0.72
	v22	0.10	359.96	14.57	0.72
	v22´	0.10	359.96	14.57	0.72
	v23	0.10	367.06	14.86	0.72
	v24	0.10	328.05	13.28	0.72
	v25	0.10	336.91	13.64	0.72
	v26	0.10	310.31	12.56	0.72
	v27	0.19	1073.14	43.45	1.31
	v27´	0.19	715.43	28.96	1.31
	v27´´	0.19	1073.14	43.45	1.31
	v27_a	0.19	1430.85	57.93	1.31
	v27_b	0.19	1430.85	57.93	1.31
	v27_c	0.19	1430.85	57.93	1.31
	v27_d	0.19	1430.85	57.93	1.31
	v28	0.19	1190.42	48.20	1.31
	v28´	0.19	1190.42	48.20	1.31
	v29	0.19	1213.88	49.14	1.31
	v30	0.19	1084.87	43.92	1.31
	v31	0.19	1114.19	45.11	1.31
	v32	0.19	1026.22	41.55	1.31
	v33	0.14	323.82	13.11	0.97
	v35	0.19	1348.75	54.61	1.31
Viga (dormitorios)	V6	0.11	380.64	15.41	0.75
	V6´	0.11	380.64	15.41	0.75
	V8	0.14	499.33	20.22	1.00
	V11	0.02	5.74	0.23	0.15
	V11´	0.02	5.74	0.23	0.15
	V12	0.14	221.38	8.96	1.00
Viga (terraza)	V1	0.07	79.16	3.20	0.46
	V2	0.14	323.82	13.11	0.97
	V3	0.08	113.99	4.62	0.55
	V3´	0.08	113.99	4.62	0.55
	V4	0.03	14.66	0.59	0.20
	V7	0.11	439.94	17.81	0.75
	V9	0.11	466.72	18.90	0.75
	V13	0.03	14.13	0.57	0.21
	V13´	0.03	14.13	0.57	0.21
	V14	0.14	445.36	18.03	1.00
	V14´	0.14	445.36	18.03	1.00
	V15	0.14	420.96	17.04	0.97
	V15´	0.14	420.96	17.04	0.97
	V16	0.08	124.05	5.02	0.53
	V16´	0.08	124.05	5.02	0.53
	V17	0.10	194.65	7.88	0.66
	V17´	0.10	194.65	7.88	0.66
	V18	0.08	124.71	5.05	0.53
	V18´	0.08	124.71	5.05	0.53
	V19	0.19	762.34	30.86	1.31
	V19´	0.19	762.34	30.86	1.31
	V20	0.05	0.00	0.00	0.33
	V20_a	0.05	126.88	5.14	0.33
	V20_b	0.05	126.88	5.14	0.33
	V20_c	0.05	126.88	5.14	0.33
	V20_d	0.05	126.88	5.14	0.33
	V21	0.19	0.00	0.00	1.30
	V22	0.19	0.00	0.00	1.32
Dintel (dormitorios)	D5	0.04	35.36	1.43	0.25
	D5´	0.04	35.36	1.43	0.25
	D7	0.03	0.00	0.00	0.24
	D7´	0.03	31.93	1.29	0.24
	D8	0.10	128.30	5.19	0.72
	D8´	0.10	128.30	5.19	0.72
	D9	0.03	0.00	0.00	0.21
	D9´	0.03	24.86	1.01	0.21
Dintel (terraza)	D1	0.08	104.97	4.25	0.53
	D2	0.09	157.86	6.39	0.65
	D3	0.04	29.08	1.18	0.28
	D4	0.10	181.73	7.36	0.69
	D6	0.03	46.60	1.89	0.24
	D10	0.05	42.44	1.72	0.36
	D11	0.19	545.33	22.08	1.29
	D12	0.09	0.00	0.00	0.61
	D13	0.03	0.00	0.00	0.24
	D13´	0.034	18.14	0.73	0.24
	D14	0.0672	0.00	0.00	0.47

VERIFICACIÓN PERFILES VIGAS ENTRE PISO

ELEMENTO	TIPO	Perfil Seleccionado	Sx perfil (cm3)	Mu obtenido (kg-m)	Vu obtenido (kg)	COMPROBACIÓN
Vigueta (dormitorios)	v11	C 200x1.28	21.44	421.49	732.24	OK
	v11´	C 200x1.64	27.19	560.7	753.21	OK
	v11´´	C 200x1.28	21.44	417.53	730.7	OK
	v11´´´	C 200x1.64	27.19	537.72	745.05	OK
	v11_a	C 200x1.28	21.44	446.72	740.62	OK
	v11_a´	C 200x1.28	21.44	386.18	676.94	OK
	v11_b	C 200x1.28	21.44	463.83	746.54	OK
	v11_b´	C 200x1.28	21.44	410.8	691.77	OK
	v11_c	C 200x1.28	21.44	461.56	740.83	OK
	v11_c´	C 200x1.28	21.44	417.07	694.16	OK
	v11_d	C 200x1.28	21.44	253.88	526.01	OK
	v11_d´	C 200x1.28	21.44	252.25	524.13	OK
	v12	C 200x1.28	21.44	347.71	608.92	OK
	v12´	C 200x1.28	21.44	379.04	591.03	OK
	v12´´	C 200x1.28	21.44	347.91	607.16	OK
	v12´´´	C 200x1.28	21.44	351.09	581.46	OK
	v13	C 200x1.28	21.44	356.68	621.72	OK
	v13´	C 200x1.28	21.44	446.04	625.17	OK
	v14	C 200x1.28	21.44	318.11	555.98	OK
	v14´	C 200x1.28	21.44	392.19	556.94	OK
	v15	C 200x1.28	21.44	266.14	456.8	OK
	v15´	C 200x1.28	21.44	185.45	406	OK
	v15´´	C 200x1.28	21.44	269.7	458.98	OK
	v15´´´	C 200x1.28	21.44	190.5	408.66	OK
	v16	C 200x1.28	21.44	225.05	384.02	OK
	v16´	C 200x1.28	21.44	177.15	353.18	OK
	v17	C 200x1.28	21.44	228.65	390.36	OK
	v17´	C 200x1.28	21.44	167.97	352.35	OK
	v18	C 200x1.28	21.44	205.83	350.57	OK
	v18´	C 200x1.28	21.44	153.12	317.46	OK
	v19	C 200x1.28	21.44	84.53	277.16	OK
	v19´	C 200x1.28	21.44	83.14	272.95	OK
	v20	C 200x1.28	21.44	98.59	296.34	OK
	V20´	C 200x1.28	21.44	98.74	296.39	OK
	v34_a	C 200x1.28	21.44	342.89	566.37	OK
	v34_b	C 200x1.28	21.44	391.98	634.36	OK
	v34_c	C 200x1.28	21.44	400.09	649.95	OK
	v34_d	C 200x1.28	21.44	249.59	514.15	OK
	v36	C 200x1.28	21.44	147.69	468.34	OK
Vigueta (terraza)	v21	2 C 200x1.28	42.88	601.04	815.64	OK
	v21´	2 C 200x1.28	42.88	557.79	770.32	OK
	v21_b	2 C 200x1.28	42.88	819.72	916.81	OK
	v21_c	2 C 200x1.28	42.88	817.33	916.16	OK
	v21_d	2 C 200x1.28	42.88	856.79	1012.41	OK
	v22	C 200x1.28	21.44	347.69	569.57	OK
	v22´	C 200x1.28	21.44	396.88	601.04	OK
	v23	C 200x1.64	27.19	448.65	660.55	OK
	v24	C 200x1.64	27.19	389.55	574.48	OK
	v25	C 200x1.28	21.44	303.85	539.83	OK
	v26	C 200x1.28	21.44	428.98	646.64	OK
	v27	2 C 200x1.64	54.38	795.79	950.14	OK
	v27´	2 C 200x1.64	54.38	629.56	649.76	OK
	v27´´	2 C 200x1.64	54.38	785.71	953.16	OK
	v27_a	2 C 200x1.64	54.38	914.74	1369.97	OK
	v27_b	2 C 200x1.64	54.38	951.11	1378.83	OK
	v27_c	2 C 200x1.64	54.38	947.26	1376.18	OK
	v27_d	2 C 200x1.64	54.38	970.67	1373.57	OK
	v28	2 C 200x1.64	54.38	814.07	1082.63	OK
	v28´	2 C 200x1.64	54.38	788.08	1097.1	OK
	v29	2 C 200x1.64	54.38	852.29	1100.24	OK
	v30	2 C 200x1.64	54.38	770.91	982.62	OK
	v31	2 C 200x1.64	54.38	745.25	1036.25	OK
	v32	2 C 200x1.64	54.38	657.44	975.44	OK
	v33	C 200x1.28	21.44	190.55	378.76	OK
	v35	2 C 200x1.64	54.38	887.82	1269.36	OK
Viga (dormitorios)	V6	C 200x1.28	21.44	91.76	239.05	OK
	V6´	C 200x1.28	21.44	40.76	224.24	OK
	V8	C 200x1.28	21.44	221.09	382.13	OK
	V11	C 200x1.28	21.44	27.41	58.24	OK
	V11´	C 200x1.28	21.44	194.64	358.21	OK
	V12	C 200x1.28	21.44	15.3	67.19	OK
Viga (terraza)	V1	C 200x1.28	21.44	146.65	240.34	OK
	V2	C 200x1.28	21.44	8.76	74	OK
	V3	C 200x1.28	21.44	154.54	263.5	OK
	V3´	C 200x1.28	21.44	22.78	143.48	OK
	V4	C 200x1.28	21.44	48.98	223.14	OK
	V7	CU 200x1.28	39.37	**781.52**	**1097.58**	OK
	V9	CU 200x1.28	43.68	1077.24	1429.06	OK
	V13	C 200x1.28	21.44	327.35	425.95	OK
	V13´	C 200x1.28	21.44	494.62	742.33	OK
	V14	C 200x1.28	21.44	362.24	578.47	OK
	V14´	C 200x1.28	21.44	363.42	578.93	OK
	V15	C 200x1.28	21.44	362.23	537.11	OK
	V15´	C 200x1.28	21.44	363.4	538.05	OK
	V16	C 200x1.28	21.44	188.85	312.28	OK
	V16´	C 200x1.28	21.44	186.73	309.77	OK
	V17	C 200x1.28	21.44	107.19	339.34	OK
	V17´	C 200x1.28	21.44	106.14	340.7	OK
	V18	C 200x1.28	21.44	335.36	398.88	OK
	V18´	C 200x1.28	21.44	327.57	395.09	OK
	V19	2 C 200x1.64	54.38	482.79	682.61	OK
	V19´	2 C 200x1.64	54.38	468.08	672.91	OK
	V20	C 200x1.28	21.44	235.39	1134.04	OK
	V20_a	C 200x1.28	21.44	158.98	768.17	OK
	V20_b	C 200x1.28	21.44	145.02	565.58	OK
	V20_c	C 200x1.28	21.44	117.4	451.32	OK
	V20_d	C 200x1.28	21.44	261.09	1165.4	OK
	V21	2*300x100x30x5	474	7662.5	6866.1	OK
	V22	C 200x1.28	21.44	128.64	380.33	OK
Dintel (dormitorios)	D5	C 90x0.93	4.99			OK
	D5´	C 90x0.93	4.99			OK
	D7	C 90x0.93	4.99	22.77		OK
	D7´	C 90x0.93	4.99	19.27		OK
	D8	C 90x0.93	4.99			OK
	D8´	C 90x0.93	4.99			OK
	D9	C 90x0.93	4.99	22.77		OK
	D9´	C 90x0.93	4.99	19.27		
Dintel (terraza)	D1	C 90x0.93	4.99			OK
	D2	C 90x0.93	4.99			OK
	D3	C 90x0.93	4.99			OK
	D4	C 90x0.93	4.99			OK
	D6	C 90x0.93	4.99			OK
	D10	C 90x0.93	4.99			OK
	D11	C 90x0.93	4.99			OK
	D12	C 90x0.93	4.99	13.68	61.34	OK
	D13	C 90x0.93	4.99	13.68	61.34	OK
	D13´	C 90x0.93	4.99	13.68	61.34	OK
	D14	C 90x0.93	4.99	4.56	32.84	OK

VERIFICACIÓN DEFLEXIÓN VIGAS ENTRE PISO

ELEMENTO	TIPO	Δ obtenido (cm)	COMPROBACIÓN
Vigueta (dormitorios)	v11	0.66	OK
	v11´	0.24	OK
	v11´´	0.67	OK
	v11´´´	0.27	OK
	v11_a	0.63	OK
	v11_a´	0.44	OK
	v11_b	0.61	OK
	v11_b´	0.45	OK
	v11_c	0.58	OK
	v11_c´	0.44	OK
	v11_d	0.12	OK
	v11_d´	0.12	OK
	v12	0.56	OK
	v12´	0.34	OK
	v12´´	0.54	OK
	v12´´´	0.37	OK
	v13	0.57	OK
	v13´	0.24	OK
	v14	0.51	OK
	v14´	0.26	OK
	v15	0.04	OK
	v15´	0.03	OK
	v15´´	0.04	OK
	v15´´´	0.04	OK
	v16	0.04	OK
	v16´	0.03	OK
	v17	0.03	OK
	v17´	0.03	OK
	v18	0.03	OK
	v18´	0.03	OK
	v19	0.03	OK
	v19´	0.03	OK
	v20	0.04	OK
	V20´	0.04	OK
	v34_a	0.19	OK
	v34_b	0.3	OK
	v34_c	0.33	OK
	v34_d	0.27	OK
	v36	0.18	OK
Vigueta (terraza)	v21	0.07	OK
	v21´	0.08	OK
	v21_b	0.12	OK
	v21_c	0.11	OK
	v21_d	0.06	OK
	v22	0.08	OK
	v22´	0.1	OK
	v23	0.07	OK
	v24	0.07	OK
	v25	0.04	OK
	v26	0.08	OK
	v27	1.3	OK
	v27´	1.16	OK
	v27´´	1.3	OK
	v27_a	1.3	OK
	v27_b	1.29	OK
	v27_c	1.3	OK
	v27_d	1.27	OK
	v28	1.3	OK
	v28´	1.3	OK
	v29	1.28	OK
	v30	1.3	OK
	v31	1.27	OK
	v32	1.1	OK
	v33	0.27	OK
	v35	1.12	OK
Viga (dormitorios)	V6	0.02	OK
	V6´	0.02	OK
	V8	0.03	OK
	V11	0.02	OK
	V11´	0.02	OK
	V12	0.01	OK
Viga (terraza)	V1	0.03	OK
	V2	0.01	OK
	V3	0.03	OK
	V3´	0.02	OK
	V4	0.04	OK
	V7	0.06	OK
	V9	0.1	OK
	V13	0.08	OK
	V13´	0.1	OK
	V14	0.57	OK
	V14´	0.57	OK
	V15	0.34	OK
	V15´	0.33	OK
	V16	0.08	OK
	V16´	0.07	OK
	V17	0.1	OK
	V17´	0.16	OK
	V18	0.13	OK
	V18´	0.13	OK
	V19	0.88	OK
	V19´	0.84	OK
	V20	0.14	OK
	V20_a	0.09	OK
	V20_b	0.06	OK
	V20_c	0.05	OK
	V20_d	0.1	OK
	V21	1.25	OK
	V22	0.33	OK
Dintel (dormitorios)	D5		OK
	D5´		OK
	D7	0.02	OK
		0.02	
	D8		OK
	D8´		OK
	D9	0.02	OK
		0.02	
Dintel (terraza)	D1		OK
	D2		OK
	D3		OK
	D4		OK
	D6		OK
	D10		OK
	D11		OK
	D12	0.03	OK
	D13	0.03	OK
	D13´	0.03	OK
	D14	0.02	OK

A2.2 Memoria de Cálculo del Diseño de viguetas según el AISI.

DISEÑO DE LA VIGA: MIEMBRO ESTRUCTURAL SOMETIDO A FLEXIÓN

RESISTENCIA DE LA VIGA A FLEXIÓN POR PANDEO LOCAL

ALA: *Parcialmente rigidizado* ***Simetría con respecto al eje de flexión (x -x):*** Si

H seccion=	200	mm
B seccion=	44	mm
espesor (t)=	1.24	mm
radio (r)=	1.92	mm
Sxreal=	21.44	cm3

h rigidizador (D)=	17	mm
Fy=	26	kN/cm2
E=	20000	kN/cm2
Iy=	9.49	cm4
μ=	0.3	

Posición inicial del eje neutro= 100 mm

ANALISIS DEL ALA

Ancho plano del ala

w= 37.68 mm

Cálculo del factor de esbeltez λ del ala en compresión

f= 26 kN/cm2 (f=Fy ya que la fibra neutra de la sección cajón inicialmente se encuentra en la mitad del peralte: H/2)

K= 2.99416136

Fcr= 58.61 kN/cm2

λ= 0.666

Verificación de λ

λlimite= 0.673

λ< λlimite

Por lo tanto NO HAY ABOLLADURA DEL ALA

Por lo que no es necesario reducir el ancho plano del ala

Se procede a analizar la efectividad del labio rigidizador.

Cálculo de b (ancho plano efectivo del alma), EN CASO DE QUE EXISTA ABOLLADURA

ρ= No es necesario calcular este parametro
b= 37.68 mm

Cálculo de las características geométricas del perfil efectivo

Propiedades de las esquinas a 90grados

R= 2.54 mm
Lc= 3.9878 mm
c= 1.61798 mm

Tabla para calcular las características geométricas

Elemento	Longitud unit L (mm)	Cantidad	Longitud total L (mm)	Distancia a la fibra superior Y (mm)	L* Y (mm2)	L*Y^2 (mm3)	Inercia centroidal I'o (mm3)
Ala sup.	37.68	1	37.68	0.62	23.3616	14.484192	-
Esq. sup.	3.9878	2	7.9756	1.54202	12.29853471	18.9645865	-
Rig. sup.	13.84	1	13.84	10.08	139.5072	1406.23258	220.9159253
Alma	193.68	1	193.68	100	19368	1936800	605442.7503
Rig. inf.	13.84	1	13.84	189.92	2628.4928	499203.353	220.9159253
Esq. inf.	3.9878	2	7.9756	198.45798	1582.821465	314123.551	-
Ala inf.	37.68	1	37.68	199.38	7512.6384	1497869.84	-
Σ	-	-	**312.6712**	-	**31267.12**	**4249436.4**	**605884.5822**

Distancia de la fibra neutra a la fibra superior

v=	100	mm
v=	10	cm

Momento de inercia lineal respecto a la fibra superior

I'fs=	4855321.011	mm3

Momento de inercia lineal respecto al eje x'-x'

I'x'=	1728609.011	mm3

Momento de inercia real respecto al eje x'-x'

Ix'=	2143475.174	mm4
Ix'=	214.3475174	cm4

Módulo de sección resistente respecto a la fibra superior

Sx's=	21.43475174	cm3

CÁLCULO DEL MOMENTO NOMINAL POR PANDEO LOCAL

Se ***definitivo*** =	21.44	cm3
Cantidad de perfiles=	2	
Se ***total*** =	42.88	cm3
f=	26	kN/cm2
Mn=	1114.88	kN-cm

CÁLCULO DEL MOMENTO FLECTOR RESISTENTE POR PANDEO LOCAL

ϕf=	0.95	(Ya que el ala de la sección es completamente rigidizada)
ϕf*Mn=	**1059.136**	**kN-cm**
ϕf*Mn=	**10.59136**	**kN-m**

MOMENTO FLECTOR ACTUANTE

Mu=	**840.22**	**kN-cm**	(Dato obtenido de corrida en SAP2000)

Verificación del diseño:

Mu<= ϕf*Mn

Comprobación: ***CUMPLE, EL DISEÑO ES CORRECTO***

CÁLCULO DEL FACTOR K (Datos)

f=	26	kN/cm2	***w=***	37.68	mm	***D=***	17	mm
E=	20000	kN/cm2	***t=***	1.24	mm	***r=***	1.92	mm

CÁLCULOS

S= 35.501

0,328*S= 11.644328

w/t= 30.3870968

Comparación de (w/t) con (0.328*S)

Verificación: CASO 2: (w/t) > (0,328*S)

CASO 1 **CASO 2**

CÁLCULO DE K

D/W= 0.45116773

Ia calculado = 138.81587 mm4 ***Ia definitiva =*** 138.81587 mm4

Ia límite = 244.540798 mm4

n calculado = 0.36801239 ***n definitivo =*** 0.36801239

n mínimo = 0.33333333

d= 13.84 mm ***RI calculado =*** 1.97337486 ***RI definitivo =*** 1

Is= 273.935747 mm4 ***RI límite =*** 1

k calculado = 2.99416136 ***K definitivo =*** 2.99416136

kmáximo= 4

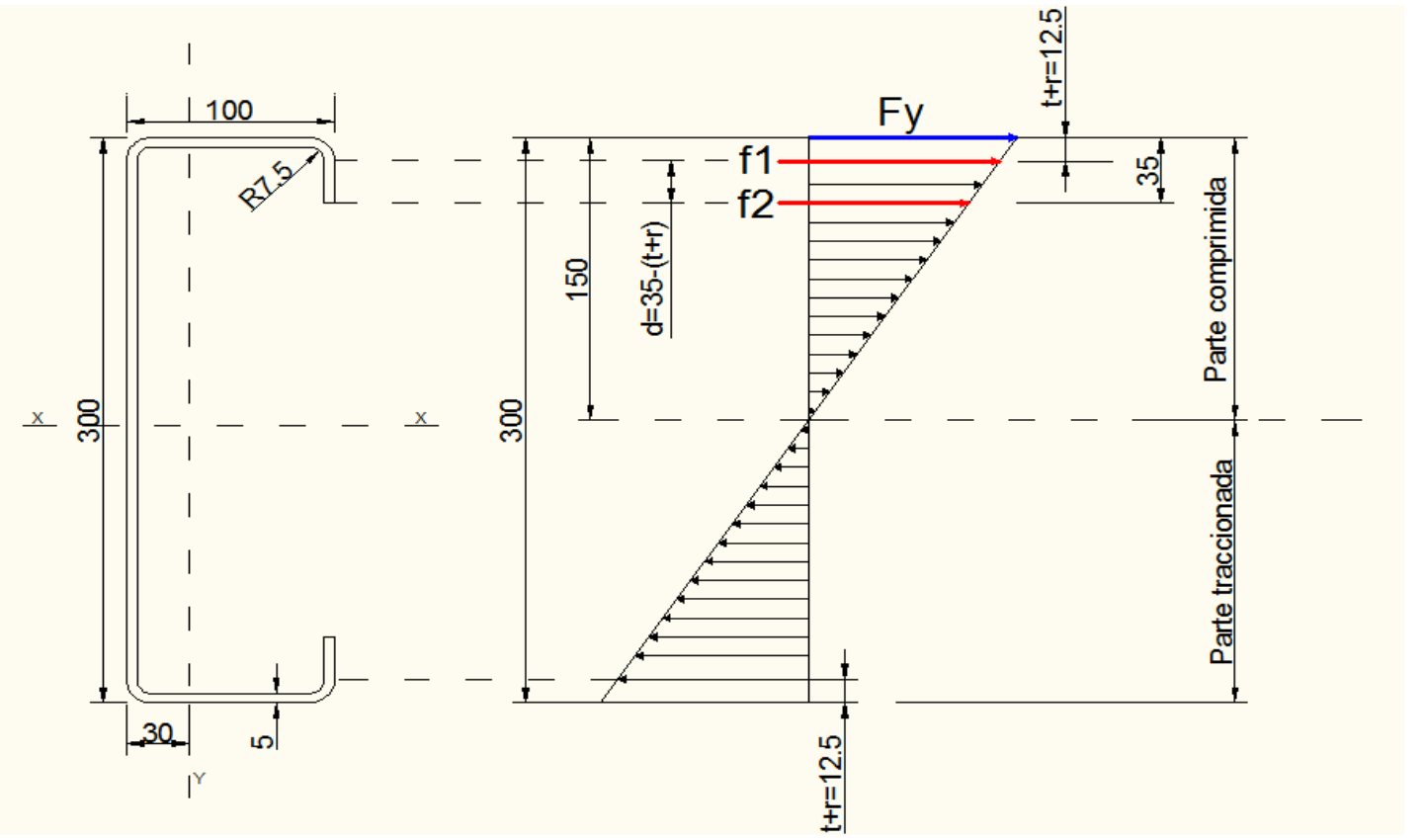
CÁLCULO DE F1 Y F2 PARA EL ANÁLISIS DEL LABIO RIGIDIZADOR

DATOS

Simetría con respecto al eje de flexión (x -x): Si

h rigidizador (D)=	17	mm		***espesor (t)=***	1.24	mm
H seccion=	200	mm		***radio (r)=***	1.92	mm
Fy=	26	kN/cm2	***Posición inicial del eje neutro=***		10	cm

CASO DE f1 y f2 PARA ANÁLISIS DEL LABIO RIGIDIZADOR EN EL CASO QUE ES HACIA ADENTRO



Abolladura en el ala: No (Ya que el ala de la sección no se abolló, entonces el eje neutro se mantiene en el centro de la sección, ya que es simétrica)

Posición eje neutro=	10	cm
t+r=	0.316	cm
Parte traccionada=	10	cm

Posición de Fy: ***Fy está en la fibra comprimida*** (Ya que la fibra neutra se encuentra en el centro de la sección, entonces la fibra superior está comprimida a una tensión de Fy)

Por lo tanto, por relación de triángulos en la figura mostrada anteriormente, se calculan los valores de f1 y f2

f1=	25.18	kN/cm2
f2=	21.58	kN/cm2

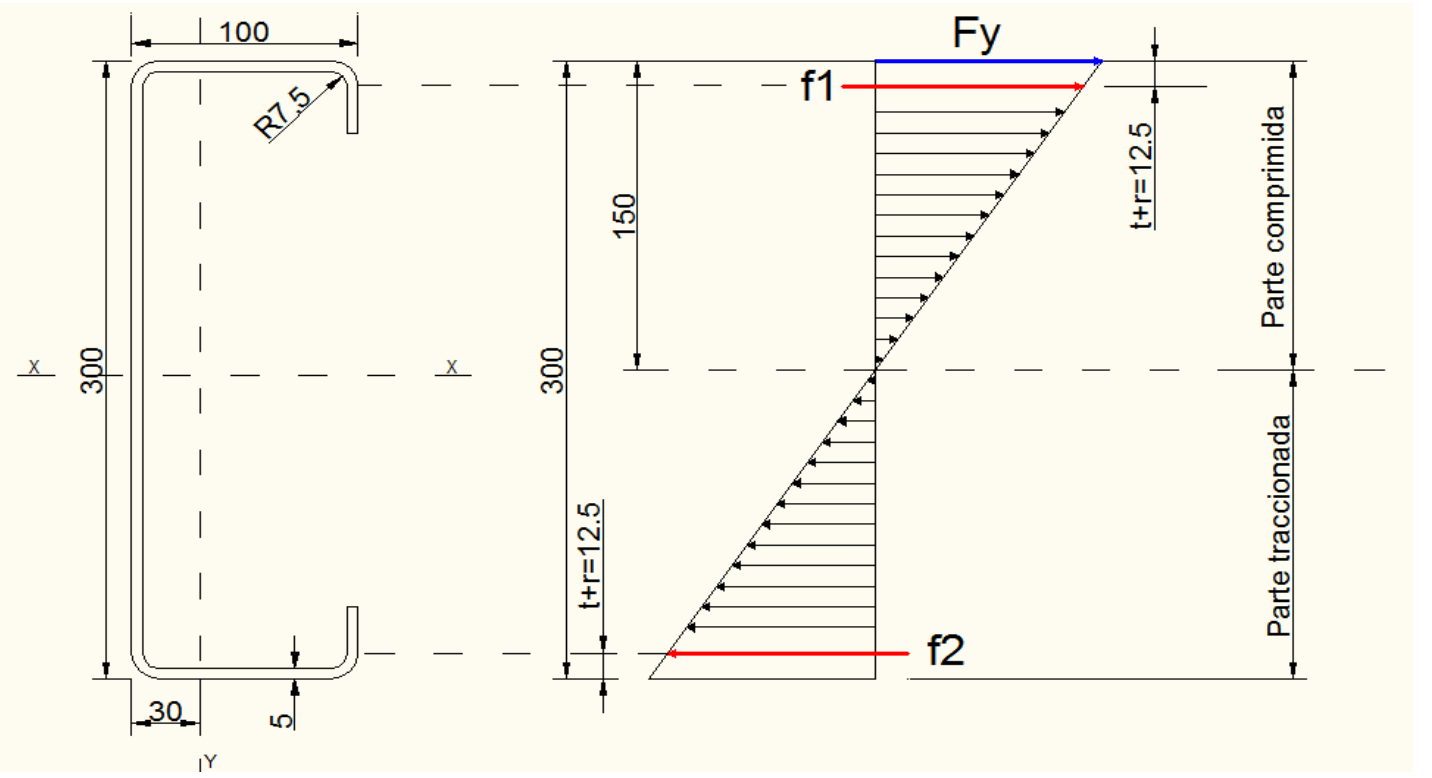
CÁLCULO DE F1 Y F2 PARA EL ANÁLISIS DEL ALMA

DATOS

Simetría con respecto al eje de flexión (x -x): Si

h rigidizador (D)=	17	mm	***espesor (t)=***	1.24	mm
H seccion=	200	mm	***radio (r)=***	1.92	mm
Fy=	26	kN/cm2	***Posición inicial del eje neutro=***	10	cm

CASO DE f1 y f2 PARA EL ANÁLISIS DEL ALMA



Abolladura en el labio rigidizador: No

(Ya que el ala de la sección no se abolló, y tampoco el labio rigidizador, entonces el eje neutro se mantiene en el centro de la sección, ya que es simétrica)

Posición eje neutro=	10	cm
t+r=	0.316	cm
Parte traccionada=	10	cm

Posición de Fy: ***Fy está en la fibra comprimida***

Por lo tanto, por relación de triángulos en la figura mostrada anteriormente, se calculan los valores de f1 y f2

f1=	25.18	kN/cm2
f2=	25.18	kN/cm2

En este caso, f1=f2 ya que el eje neutro no cambio de posición, sino que se mantuvo en el centro de la sección

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DEL LABIO RIGIDIZADOR

DATOS

Simetría con respecto al eje de flexión (x -x): Si

espesor (t)=	1.24	mm
radio (r)=	1.92	mm
E=	20000	kN/cm2

h rigidizador (D)=	17	mm
H seccion=	200	mm

En flexión, el rigidizador puede estar:

f1 a compresión y f2 a tracción
f1 y f2 a compresión

En este caso, en el rigidizador f1 y f2 están a compresión, por lo que se puede presentar:

La tensión de compresión decrece hacia el borde libre (labio rigidizador hacia adentro)
La tensión de compresión aumenta hacia el borde libre (labio rigidizador hacia afuera)

Caso: La tensión de compresión decrece hacia el borde libre (labio rigidizador hacia adentro)

Cálculo de ancho plano del rigidizador (d)

d=	13.84	mm

Cálculo de f1 y f2

f1 y f2 se calcularon previamente por relación de triángulos, como se puede observar en la hoja anterior

f1=	25.18	kN/cm2

f2=	21.58	kN/cm2

Cálculo Ψ

Ψ=	0.857

Cálculo k

k=	0.483

Cálculo del factor de esbeltez λ

f=	***f1=***	25.18	kN/cm2

λ =	0.600

Verificación de λ

λlimite= 0.673

λ< λlimite

Por lo tanto, el labio rigidizador es totalmente efectivo.

Por lo que no es necesario reducir el ancho plano del labio rigidizador

Calculo de b (ancho plano efectivo del alma)

ρ= No es necesario calcular este parametro

Sin embargo, se calcula un nuevo ancho plano del rigidizador, descontando el diámetro del perno que pasa por el mismo.

ϕperno =	10	mm
b=	3.84	mm

Tabla para calcular las características geométricas

Elemento	Longitud unit L (mm)	Cantidad	Longitud total L (mm)	Distancia a la fibra superior Y (mm)	L* Y (mm2)	L*Y^2 (mm3)	Inercia centroidal I'o (mm3)
Ala sup.	37.68	1	37.68	0.62	23.3616	14.484192	-
Esq. sup.	3.9878	2	7.9756	1.54202	12.2985347	18.9645865	-
Rig. sup.	13.84	1	13.84	10.08	139.5072	1406.23258	220.9159253
Alma	193.68	1	193.68	100	19368	1936800	605442.7503
Rig. inf.	13.84	1	13.84	189.92	2628.4928	499203.353	220.9159253
Esq. inf.	3.9878	2	7.9756	198.45798	1582.82147	314123.551	-
Ala inf.	37.68	1	37.68	199.38	7512.6384	1497869.84	-
Σ	-	-	**312.6712**	-	**31267.12**	**4249436.43**	**605884.5822**

Distancia de la fibra neutra a la fibra superior

v= 100 mm
v= 10 cm

Momento de inercia lineal respecto a la fibra superior

I'fs= 4855321.011 mm3

Momento de inercia lineal respecto al eje x'-x'

I'x'= 1728609.011 mm3

Momento de inercia real respecto al eje x'-x'

Ix'= 2143475.174 mm4
Ix'= 214.3475174 cm4

Modulo de sección resistente respecto a la fibra superior

Sx's= 21.43475174 cm3

CALCULO DEL MOMENTO NOMINAL

f= 26 kN/cm2
Mn= 557.3035451 kN-cm

CÁLCULO DEL MOMENTO FLECTOR RESISTENTE

ϕf= 0.95
ϕf*Mn= El mom flector resistente es el calculado en el ala

Se procede a analizar la efectividad del alma

ANÁLISIS DE LA EFECTIVIDAD DEL ALMA

DATOS ***ALMA:*** Completamente Rigidizado

h perfil=	200	mm
B perfil=	44	mm
espesor (t)=	1.24	mm
radio (r)=	1.92	mm

h rigidizador (D)=	17	mm
Fy=	26	kN/cm2
E=	20000	kN/cm2
μ=	0.3	

Cálculo de ancho plano del alma

w= 193.68 mm

Cálculo f1 y f2 por relación de triángulos

f1 y f2 se calcularon previamente por relación de triángulos, como se puede observar en la hoja anterior

f1=	25.1784	kN/cm2
f2=	25.1784	kN/cm2

Cálculo Ψ

Ψ= 1

Cálculo K ***Caso:*** Elemento sometido a gradiente de tensiones: f1 compresión, f2 tracción

K= 24

Cálculo del factor de esbeltez λ

f=	***f1=***	25.18	kN/cm2
λ=	1.190		

Verificación de λ

λlímite= 0.673

λ> λlímite

be= 132.66 mm

Subcaso: (ho/bo)>4

b1= 33.17 mm

b2= 33.17 mm

b1+b2= 66.33 mm

Parte comprimida= 96.84 mm

Comprobación: Si existe abolladura, por lo que se deben ca

OJO: SI NO HAY ABOLLADURA ENTONCES EL MOMENTO FLECTOR RESISTENTE ES EL QUE SE CALCULÓ EN EL ANÁLISIS DE ALA, Y AQUÍ TERMINA EL ANALISIS DEL ALMA

Elemento	Longitud unit L (mm)	Cantidad	Longitud total L (mm)	Distancia a la fibra superior Y (mm)	L* Y (mm2)	L*Y^2 (mm3)	Inercia centroidal I'o (mm3)
Ala sup.	37.68	1	37.68	0.62	23.3616	14.484192	-
Esq. sup.	3.9878	2	7.9756	1.54202	12.2985347	18.9645865	-
Rig. sup.	13.84	1	13.84	10.08	139.5072	1406.23258	220.9159253
b1	33.1652	1	33.1652307	19.74261535	654.768393	12926.8405	3039.959669
b2+parte tracc.	130.01	1	130.0052307	131.8373846	17139.5496	2259633.39	183105.4339
Rig. inf.	13.84	1	13.84	189.92	2628.4928	499203.353	220.9159253
Esq. inf.	3.9878	2	7.9756	198.45798	1582.82147	314123.551	-
Ala inf.	37.68	1	37.68	199.38	7512.6384	1497869.84	-
Σ	**-**	**-**	**282.1616614**	**-**	**29693.438**	**4585196.7**	**186587.2255**

Distancia de la fibra neutra a la fibra superior

v= 105.23555 mm

v= 10.523555 cm

Momento de inercia lineal respecto a la fibra superior

I'_{fs}= 4771783.9 mm3

Momento de inercia lineal respecto al eje x'-x'

I'x'= 1646978.6 mm3

Momento de inercia real respecto al eje x'-x'

Ix'= 2042253.4 mm4
Ix'= 204.22534 cm4

Módulo de sección resistente respecto a la fibra superior

Sx's= 19.406497 cm3

f= 26 kN/cm2
Mn= 504.56893 kN-cm

ϕf= 0.95
ϕf*Mn= 479.3405

CÁLCULO DEL MOMENTO NOMINAL POR PANDEO LOCAL

Se_definitivo=	19.41	cm3	
Cantidad de perfiles=	2		
Se_total=	38.81	cm3	*(Modulo de sección total para la tensión a Fy)*
f=	26	kN/cm2	*(f=Fy, pues la fibra superior esta comprimida a Fy)*
Mn=	1009.14	kN-cm	

CÁLCULO DEL MOMENTO FLECTOR RESISTENTE POR PANDEO LOCAL

ϕf=	0.95		(Ya que el ala de la sección es completamente rigidizada)
ϕf*Mn=	**958.68**	**kN-cm**	
ϕf*Mn=	**9.59**	**kN-m**	

MOMENTO FLECTOR ACTUANTE

Mu=	**840.22**	**kN-cm**	(Dato obtenido de corrida en SAP2000)

Verificación del diseño:

Mu<= ϕf*Mn

Comprobación: ***CUMPLE, EL DISEÑO ES CORRECTO***

RESISTENCIA DE LA VIGA A FLEXIÓN POR PANDEO LATERAL

Datos **TIPO SECCIÓN:** Doble T con simetría doble o Canales

h perfil=	200	mm
B perfil=	44	mm
espesor (t)=	1.24	mm
radio (r)=	1.92	mm
Sxreal=	21.44	cm3
Cb=	1	

h rigidizador (D)=	17	mm
Fy=	26	kN/cm2
E=	20000	kN/cm2
Iy=	9.49	cm4
Ly (Long. Viga)=	259	cm
Ky=	1	

Cálculo Fe

d=	***h=***	20	cm
	Iyc=	4.745	cm4
	Fe=	13.02	kN/cm2

Cálculo FC

Limite 1=	14.56	(0.56*Fy)
Limite 2=	72.28	(2.78*Fy)
Fc=	13.02	kN/cm2

Cálculo del factor de esbeltez λ del ala en compresión

f=	***Fc=***	13.02	kN/cm2
	Fcr=	58.61	kN/cm2
	λ=	0.471	

Verificación de λ

λlimite= 0.673

λ< λlimite

Por lo tanto: Toda la seccion es efectiva

Ya que se verifica la efectividad de toda la sección, se procede a calcular el momento nominal por pandeo lateral de la viga

CÁLCULO DEL MOMENTO NOMINAL POR PANDEO LATERAL

	Sc=	38.81299431	cm3	(Sc inicial de la sección cajón, pues toda la sección es efectiva)
f=	***Fc=***	13.02	kN/cm2	
	Mn=	505.53	kN-cm	

CÁLCULO DEL MOMENTO FLECTOR RESISTENTE POR PANDEO LATERAL

ϕf=	0.9	(Siempre para pandeo lateral)
ϕf*Mn=	**454.98**	**kN-cm**

COMPARACIóN ENTRE MOM FLECTOR RESISTENTE POR PANDEO LOCAL Y MOM FLECTOR RESISTENTE POR PANDEO LATERAL

MF por pandeo local=	958.68	kN-cm
MF por pandeo lateral=	454.98	kN-cm
MF por pandeo local< MF por pandeo lateral		

Por lo tanto, **SE DEBE ARRIOSTRAR LATERALMENTE EL PERFIL**

CáLCULO DE LA DISTANCIA ENTRE RIOSTRAS (EN CASO DE SER NECESARIO)

Para evitar que el pandeo lateral ocurra antes de agotar la capacidad resistente de la sección, se debe cumplir que:

Fc= Fy

Lo que se obtiene cuando:

Fe= 2.78 Fy y **Fe=** 72.28 kN-cm

Igualo valores, y despejando L se obtiene:

L= 77.74 cm **L=** 0.78 m

Por lo tanto, se colocan Riostras laterales a la viga cada: **0.75** metros

RESISTENCIA A CORTANTE DE LA VIGA

Datos

H seccion=	200	mm
espesor (t)=	1.24	mm
radio (r)=	1.92	mm

Fy=	26	kN/cm2
μ=	0.3	
E=	20000	kN/cm2

Cálculo del ancho plano del alma (h_a)

ha=	193.68	mm

Cálculo de la relación plano plano - espesor del alma (h_a/t)

h a /t=	156.193548

Cálculo del coeficiente de pandeo por corte (kv)

Se colocan rigidizadores transversales al alma: SI

k v = *kv se calcula a continuacion*

* En este caso el alma tiene rigidizadores transversales

a=	0.75	m

(Distancia libre entre rigidizadores transversales: se toma la menor de las dos distancias constructivas que se explico en el calculo de distancia entre riostras)

a/h a =	3.87
k v =	5.61

Determinación de kv

k v =	5.61

Cálculo de las relaciones $(h_a/t)_{limite}$

(h a /t) limite1 =	65.6915871	$\sqrt{Ek_v / F_y}$
(h a /t) limite2 =	99.1942965	$1.51\sqrt{Ek_v / F_y}$

Cálculo de la tensión nomina al corte (Fv)

Fv=	4.15752725	kN/cm2

Cálculo del área del alma (Aw)

Aw=	2.401632	cm2

Cálculo de la resistencia nominal al Corte (Vn)

Vn=	9.98485049	kN

Cálculo de la fuerza cortante resistente de la sección ($\phi v * Vn$)

φ v =	0.95	(Alma es un elemento completamente rigidizado)
φ v *Vn=	9.48560797 kN	(Resistencia a cortante de un alma)

Resistencia a cortante Total

Cantidad de almas en la sección (n):	2	
Cortante total= n*φ v *Vn =	18.97121594	kN

Cortante Actuante

Vu=	9.8245	kN

(Dato obtenido de corrida en SAP2000)

Verificación del diseño:

Vu<= ϕv*Vn

Comprobación: ***CUMPLE, EL DISENO ES CORRECTO***

RESISTENCIA A LA ABOLLADURA DEL ALMA

Datos

espesor (t)=	1.24	mm	***H perfil=***	200	mm
radio (r)=	1.92	mm	***B seccion=***	44	mm
E=	20000	kN/cm2	***Fy=***	26	kN/cm2

RESISTENCIA QUE SE REQUIERE

Condición en el extremo

Pu=	9.8245	kN

(Valor obtenido de la corrida en SAP2000)

Condición en el interior

En nuestro caso no tenemos esta condición, ya que se trata de una carga distribuida y no tenemos ninguna carga concentrada o algún otro miembro estructural en el interior de la viga.

RESISTENCIA A LA ABOLLADURA DEL ALMA

θ=	90		(Al alma es perpendicular a la superficie de apoyo)
R=	1.92	mm	(Radio interno de plegado)
h=	193.68	mm	(Ancho plano del alma)

Condiciones de soporte de la viga: Fijada correctamente en los apoyos
Condiciones del ala de la viga: Rigidizada
Tipo de Viga: Compuesta, formada por 2 perfiles C

CONDICIÓN EN EL EXTREMO

Caso de carga: Carga en el extremo sobre un ala

N=	100	mm	(Corresponde al peralte del alma de la columna: Hcol)

Ya que corresponde a miembros de secciones C, tomamos los valores para los diferentes coeficientes de la Tabla C3.4.1-2, para las condiciones mencionadas de soporte y ala de la viga y para el caso de carga especificado.
Además se verifican los limites establecidos en dicha tabla.

Verificación de los limites

Parámetro	Valor limite	Valor real	Comprobación
h/t max	200	156.1935484	**CUMPLE**
N/t max	210	80.64516129	**CUMPLE**
N/h max	2	0.52	**CUMPLE**
θ igual	90	90	**CUMPLE**
R/t max	9	1.548387097	**CUMPLE**

Coeficientes obtenidos de la tabla C3.4.1-2

C=	4	**CN=**	0.35	**ϕw=**	0.85
CR=	0.14	**Ch=**	0.02	**Limite:**	R/t<=9

Cálculo de Pn (Resistencia nominal a la abolladura del alma)

Pn=	4.10	kN

Cálculo de Resistencia total a la abolladura (ϕw*Pn)

(ϕw*Pn)=	3.49	kN
Núm_ almas:	2	
(ϕw*Pn)total=	6.98	kN

Verificación del diseño:

Pu (Resistencia requerida)<= **(ϕw*Pn)total**

Comprobación: ***NO CUMPLE, CAMBIAR DISEÑO***

RESISTENCIA A LA ABOLLADURA DEL ALMA REFORZADA

Datos

espesor (t)=	1.24	mm	***H perfil=***	200	mm
radio (r)=	1.92	mm	***B seccion=***	44	mm
E=	20000	kN/cm2	***Fy=***	26	kN/cm2

RESISTENCIA QUE SE REQUIERE

Condición en el extremo

Pu=	9.8245	kN

(Valor obtenido de la corrida en SAP2000)

Condición en el interior

En nuestro caso no tenemos esta condición, ya que se trata de una carga distribuida y no tenemos ninguna carga concentrada o algún otro miembro estructural en el interior de la viga.

RESISTENCIA A LA ABOLLADURA DEL ALMA

θ=	90		(Al alma es perpendicular a la superficie de apoyo)
R=	1.92	mm	(Radio interno de plegado)
h=	193.68	mm	(Ancho plano del alma)

Condiciones de soporte de la viga: Fijada correctamente en los apoyos
Condiciones del ala de la viga: Rigidizada
Tipo de Viga: Compuesta, formada por 2 perfiles C

CONDICIÓN EN EL EXTREMO

Caso de carga: Carga en el extremo sobre un ala

N=	100	mm	(Corresponde al peralte del alma de la columna: Hcol)

Ya que corresponde a miembros de secciones C, tomamos los valores para los diferentes coeficientes de la Tabla C3.4.1-2, para las condiciones mencionadas de soporte y ala de la viga y para el caso de carga especificado.
Además se verifican los limites establecidos en dicha tabla.

Verificación de los limites

Parámetro	Valor límite	Valor real	Comprobación
h/t max	200	156.1935484	**CUMPLE**
N/t max	210	80.64516129	**CUMPLE**
N/h max	2	0.52	**CUMPLE**
θ igual	90	90	**CUMPLE**
R/t max	9	1.548387097	**CUMPLE**

Coeficientes obtenidos de la tabla C3.4.1-2

C=	4	**CN=**	0.35	**ϕw=**	0.85
CR=	0.14	**Ch=**	0.02	**Limite:**	R/t<=9

Cálculo de Pn (Resistencia nominal a la abolladura del alma)

Pn=	4.10	kN

Cálculo de Resistencia total a la abolladura (ϕw*Pn)

(ϕw*Pn)=	3.49	kN
Núm_ almas:	2	
(ϕw*Pn)total=	6.98	kN

2 C 200x1.28	**(ϕw*Pn)=**	6.98	kN
200x1.28	**(ϕw*Pn)=**	3.49	kN
	(ϕw*Pn)total=	10.47	kN

Verificación del diseño:

Pu (Resistencia requerida)<= **(ϕw*Pn)total**

Comprobación: ***CUMPLE, EL DISEÑO ES CORRECTO***

SEPARACIÓN MÁXIMA ENTRE LOS CONECTORES QUE UNEN LOS DOS PERFILES

Datos

L=	259	cm
espesor (t)=	**1.24**	mm
Ix=	102.03	cm4

H seccion=	200	mm
B seccion=	88	mm
h rigidizador (D)=	17	mm

CÁLCULO DE Smax (SEPARACIÓN MAX DE LOS PERNOS) EN LA VIGA

Cálculo de q (Carga sobre la viga para separación de conectores)

Carga en la viga: Uniformemente distribuida

Valor de la carga: 5.16 kN/m

q=	15.47973	kN/m

Cálculo de m

Perfil C: Con labios rigidizadores en los bordes exteriores

t=	0.124	cm	**d=**	20	cm
w f =	4.276	cm	**D=**	1.7	cm

m=	3.97	cm

Cálculo de g (Distancia vertical entre 2 filas de conexiones mas prox a las alas)

Las secciones individuales se conectan por medio de los labios rigidizadores, por lo tanto los pernos se colocan en la parte plana de los mismos, y considerando que se deja libre una longitud equivalente a un diámetro del perno en la parte superior de la parte plana del labio rigidizador, por lo tanto la distancia g se calcula en función de esto.

g=	3.168	cm

Cálculo de Ts (Resistencia de la conexión traccionada)

Unión a realizar mediante: Pernos

φperno=	10	mm
Resistencia a tracción del perno:	13.8	kN/cm2
Ts=	10.84	kN

Cálculo de Smax (Separación máxima entre conectores)

Smax1=	43.17	cm

Smax2=	111.69	cm

Por lo tanto, se toma el menor valor de los dos.

Smax=	43.17	cm

Smax_real=	40	cm

CÁLCULO DE Smax (SEPARACIÓN MAX DE LOS PERNOS) EN LOS APOYOS

Reacción en los apoyos: Concentrada

Cálculo de q (Carga sobre la longitud de apoyo por la que se transmite la reacción)

N=	100	mm	*(Longitud de apoyo por la cual se transmite la reacción, en este caso corresponde a la mitad del ancho total del ala de la sección)*
R=	9.8245	kN	*(Reacción en el apoyo de la viga)*
q=	0.98245	kN/cm	

Cálculo de Smax (Separación máxima entre conectores)

Smax=	17.60	cm
Smax_real=	17	cm

Verificación de resistencia de los pernos cercanos al apoyo

N< Smax

Por lo tanto, la resistencia de los pernos cercanos al apoyo debe ser:

Ts_calc=	6.16	kN
Ts_real=	10.84	kN

Ts_calc< Ts_real

Por lo tanto, no hay problema

A continuación se verifica que la distancia mínima desde el centro del perno hasta el borde del labio rigidizador sea mayor a (1.5*diámetro del perno), tal como se establece en la sección E4.2 de la Especificación del AISI

De acuerdo a lo que se explico en la obtención del valor de g para el calculo de Smax en la viga, se tiene que:

Distancia desde el centro del perno hasta el borde del labio rigidizador (D1)=	23.16	mm
Distancia mínima desde el centro del perno hasta el borde del labio rigidizador (D2)>	15	mm

D1> D2

Entonces, cumple el diseño

Separación: 17 cm

A2.3 Memoria de Cálculo del Diseño de montantes según el AISI.

DISEÑO DE LA COLUMNA: MIEMBRO ESTRUCTURAL SOMETIDO A COMPRESIÓN

DATOS DEL ACERO EMPLEADO

Fy=	26	kN/cm2	***Ix=***	102.51	cm4	***Iy=***	61.2	cm4	***Sx=***	20.5	cm3	***Sy=***	15.3	cm3
rx=	3.93	cm	***ry=***	3.04	cm	***A=***	6.64	cm2	***t=***	1.6	mm	***r=***	1.92	mm
H=	100	mm	***B=***	80	mm	***Yc (1perfil) =***	50	mm	***Xc (1perfil) =***	1.38	cm	***E=***	20000	kN/cm2
D=	17	mm												

CÁLCULO DE LA TENSIÓN QUE PROVOCA LA PÉRDIDA DE ESTABILIDAD

Se calculan 3 esbelteces, ya que se colocan rigidizadores entre pórticos a la mitad de la altura de la columna. Dichos rigidizadores son perpendiculares al eje y de la sección cajón.
El rigidizador funciona como una articulación en la columna. La esbeltez que rige el diseño es la mayor de las tres.

TIPO SECCIÓN: COMPUESTA **** Si es sección compuesta (SC):*** El eje x-x de la sección simple coincide con el eje x-x de la SC: SI
El eje y-y de la sección simple coincide con el eje y-y de la SC: SI

Cálculo de la Esbeltez que gobierna el diseño

Esbeltez en x			**Esbeltez en y (desde la base hasta el arriostramiento)**			**Esbeltez en y (desde el arriostramiento hasta el tope)**		
Ix=	102.51	cm4	***Iy=***	61.2	cm4	***Iy=***	61.2	cm4
rx=	3.93	cm	***ry=***	3.04	cm	***ry=***	3.04	cm
Kx=	1.00	(empotrada - rotación impedida con traslación libre)	***Ky 1 =***	0.7	(empotrada - articulada)	***Ky 2 =***	2	(articulada - rotación impedida con traslación libre)
Lx=	306.00	cm	***Ly=***	153	cm	***Ly=***	153	cm
λx=	77.86		***λy 1 =***	35.23026		***λy 2 =***	100.65789	

Esbeltez que gobierna el diseño: 100.66 La esbeltez que gobierna el diseño es la esbeltez en y

Cálculo de la tensión de pandeo flexional elástico

Fe= 19.48 kN/cm2

Determinación del modo de pandeo que gobierna el diseño:

Ya que la sección que conforma la columna es un cajón formado por dos perfiles C, no se produce torsión, por lo que el modo de pandeo que gobierna el diseño es por flexión.

Fe= 19.48 kN/cm2

Determino λc

λc= 1.155

Determino Fn

Fn= 14.88 kN/cm2

A continuación se debe chequear si toda la sección es efectiva, para lo cual se verifica primero la efectividad del elemento con el mayor ancho plano: en este caso el ala

VERIFICACIÓN DE EFECTIVIDAD DEL ALA

Elemento a chequear: *Ala*

Ala: *Parcialmente rigidizado*

Datos

h perfil=	100	mm	**espesor (t)=**	1.6	mm
B perfil=	40	mm	**radio (r)=**	2.46	mm
E=	20000	kN/cm2	**μ=**	0.3	
Fy=	26	kN/cm2	**h rigidizador (D)=**	17	mm

Ancho plano del elemento

w=	31.88	mm

Cálculo del factor de esbeltez λ

f=	14.88	kN/cm2
K=	2.58375157	
Fcr=	117.64	kN/cm2
λ=	0.356	

Verificación de λ

λlimite=	0.673

Por lo tanto: EL ALA ES TOTALMENTE EFECTIVA

Área de pérdida de estabilidad en el alma

Long. Por pérdida de estabilidad local=	0	mm
Cantidad de elementos:	4	
Long. Total que se descuenta:	0	mm
Área que se descuenta:	0	mm2

Área que se descuenta por pérdida de estabilidad del Ala: 0 cm2

VERIFICACIÓN DE EFECTIVIDAD DEL RIGIDIZADOR

Elemento a chequear: ***Rigidizador***

Rigidizador: *No rigidizado*

Datos

h perfil=	100	mm
B perfil=	80	mm
E=	20000	kN/cm2
Fy=	26	kN/cm2

espesor (t)=	1.6	mm
radio (r)=	2.46	mm
μ=	0.3	
h rigidizador (D)=	17	mm

Ancho plano del elemento

w=	12.94	mm

Cálculo del factor de esbeltez λ

f=	14.88	kN/cm2

K=	0.43	(Elemento no rigidizado)

Fcr=	118.84	kN/cm2

λ=	0.354

Verificación de λ

λlímite= 0.673

Por lo tanto: EL RIGIDIZADOR ES COMPLETAMENTE EFECTIVO

Área de pérdida de estabilidad del rigidizador

Long. Por pérdida de estabilidad local=	0	mm
Cantidad de elementos:	4	
Long. Total que se descuenta:	0	mm
Área que se descuenta:	0	mm2

Área que se descuenta por pérdida de estabilidad del Rigidizador: **0** **cm2**

VERIFICACIÓN DE EFECTIVIDAD DEL ALMA

Elemento a chequear: *Alma*

Alma: *Completamente Rigidizado*

Datos

H perfil=	100	MM
B perfil=	40	mm
E=	20000	kN/cm2
Fy=	26	kN/cm2

espesor (t)=	1.6	mm
radio (r)=	2.46	mm
μ=	0.3	
h rigidizador (D)=	17	mm

DATOS EXTRA

S=	*610*	mm	(espaciamiento centro a centro de los huecos)
Sext=	*250*	mm	(distancia libre del extremo del hueco al borde del perfil)
dh=	*38*	mm	(altura del hueco: diámetro del hueco)
Lh=	*114*	mm	(Longitud plana del hueco)
dh/wo=	*0.38*	Adimens.	(Relación entre la altura del hueco, dh, a la altura del perfil, fuera a fuera, wo)

Verificación del cumplimiento de los limites

Parámetro	Valores Limite	Unidad	VERIFICACION
S max	610	mm	***CUMPLE***
Sext max	250	mm	***CUMPLE***
dh min	63.5	mm	***CUMPLE***
Lh min	114	mm	***CUMPLE***
dh/w o min	0.5		***CUMPLE***

Cálculo del ancho plano del ala

w=	91.88	mm

Cálculo del ancho plano de una parte del ala como elemento no rigidizado

c=	26.94	mm

Cálculo del factor de esbeltez λ del ala

f=	14.88	kN/cm2
K=	0.43	(Elemento no rigidizado)
Fcr=	27.42	kN/cm2
λ=	0.737	

Verificación de λ

λlimite=	0.673

Por lo tanto: Se debe calcular un ancho efectivo b. Además, ya que el elemento de mayor ancho plano no es totalmente efectivo, se debe verificar los demás elementos.

Cálculo de ρ

ρ=	0.952

Cálculo del ancho efectivo b

Situación: Es necesario reducir el ancho plano del elemento a un ancho efectivo b

b=	25.64	mm

Área por pérdida de estabilidad

Long. Por pérdida de estabilidad local=	1.30	mm
Cantidad de elementos:	2.00	
Long. Total que se descuenta:	2.60	mm
Área que se descuenta:	4.15	mm2

Área que se descuenta por pérdida de estabilidad del Alma: **0.04** cm2

CALCULO DEL FACTOR K (Datos)

f=	14.8758622	kN/cm2	***w=***	31.88	mm	***D=***	17	mm
E=	20000	kN/cm2	***t=***	1.6	mm	***r=***	2.46	mm

CALCULOS

S= 46.934

0,328*S= 15.394352

w/t= 19.925

Comparacion de (w/t) con (0.328*S)

Verificacion: CASO 2: (w/t) > (0,328*S)

CASO 1 **CASO 2**

CALCULO DE K

D/W= 0.53324969

Ia calculado = 2.35218288 mm4 ***Ia definitiva =*** 2.35218288 mm4

Ia limite = 352.722728 mm4

n calculado = 0.47586692 ***n definitivo =*** 0.47586692

n minimo = 0.33333333

d= 12.94 mm ***RI calculado =*** 122.820392 ***RI definitivo =*** 1

Is= 288.896025 mm4 ***RI limite =*** 1

k calculado = 2.58375157 ***K definitivo =*** 2.58375157

k maximo = 4

CARGA DE COMPRESION RESISTENTE

Tipo seccion: COMPUESTA

Φc=	0.85

(SIEMPRE PARA COMPRESION)

Determinacion de Ae (Area efectiva)

Area original del perfil=	6.64	cm2
Cantidad de perfiles:	2	
AREA TOTAL INICIAL=	13.28	cm

(De un solo perfil)

Areas que se descuentan por perdida de estabilidad de elementos del miembro estructural

Área que se descuenta por pérdida de estabilidad del Ala:	**0**	***cm2***
Área que se descuenta por pérdida de estabilidad del Rigidizador:	**0**	***cm2***
Área que se descuenta por pérdida de estabilidad del Alma:	**0.04**	***cm2***
AREA TOTAL A DESCONTAR POR PERDIDA DE ESTABILIDAD=	**0.04**	***cm2***

Area que se descuenta si el perfil tiene agujeros

El perfil tiene agujeros: SI

AREA QUE SE DESCUENTA POR LOS AGUJEROS: 0.608 cm2

AREA TOTAL A DESCONTAR= 1.26 cm2

Por lo tanto, el area efectiva es:

Ae=	12.02	cm2

Determinacion de Pn (Carga de compresion nominal)

Fn=	14.88	kN/cm2
Pn=	178.84	kN

(Calculada anteriormente)

Determinacion de carga de compresion resistente: ϕc*Pn

ϕc*Pn=	152.02	kN

Carga de compresion actuante

Pu=	**36.63**	kN

(Dato obtenido de corrida en SAP2000)

Verificacion del diseno:

Pu<= ϕc*Pn

Comprobacion: ***CUMPLE, EL DISENO ES CORRECTO***

ESPACIAMIENTO MAXIMO ENTRE LAS SOLDADURAS QUE UNEN LOS DOS PERFILES

Datos

L=	306.00	cm	(Longitud de la columna)
r_{cy}=	1.38	cm	(Obtenido de los datos iniciales del perfil)

Calculo del Smax (espaciamiento maximo entre conexiones)

Para el caso de secciones tipo cajon construidas conectando dos perfiles C, se debe trabajar con el menor de los dos radios de giro (x o y) de la seccion compuesta por dichos perfiles.

Por lo tanto:

***rx*=**	3.93	cm	(Calculado previamente, en el diseno de la columna)
***ry*=**	3.04	cm	(Calculado previamente, en el diseno de la columna)

De donde,

rx	***>***	***ry***

Ya que rx es menor a ry, el radio de giro que limita la separacion maxima de los conectores en la seccion cajon es:

ry=	3.04	cm

Calculando la separacion maxima entre tornillos:

Smax=	69.45	cm

Por lo tanto la separacion constructiva que se le dara sera de:

Smax_real=	**65**	**cm**	(El espaciamiento real que se de entre soldaduras, estara en funcion de la longitud del cordon de soldadura que se calcule)

A2.4 Memoria de Cálculo de Diagonales

DIAGONALES *según la sección C2 del AISI*

Fy= 2600 kg/cm2
B= 90 mm
e= 0.93 mm

PANELES PLANTA ALTA										
PANEL	**ÁNGULO α (°)**	**COS (α)**	**FUERZA HORIZONTAL (kg)**	**FUERZA DIAGONAL (kg)**	**An (cm2)**	**Rn 1 diagonal (kg)**	**REVISIÓN**	**Longitud**	**Placa utilizada**	**Peso (kg)**
A	66	0.4067	1997.15	4910.168	1.116	2901.6	OK	13.36	90x1.24	10.5544
	43	0.7314	1997.15	2730.752	0.837	2176.2	OK	17.96	90x0.93	10.327
H	67	0.3907	1997.15	5111.303	1.116	2901.6	OK	13.28	90x1.24	10.4912
	54	0.5878	1997.15	3397.747	0.837	2176.2	OK	15.2	90x0.93	8.74
	63	0.4540	1997.15	4399.091	1.116	2901.6	OK	13.8	90x1.24	10.902
L	51	0.6293	1997.15	3173.495	0.837	2176.2	OK	15.76	90x0.93	9.062
	54	0.5878	1997.15	3397.747	0.837	2176.2	OK	15.16	90x0.93	8.717
	51	0.6293	1997.15	3173.495	0.837	2176.2	OK	15.76	90x0.93	9.062
P	67	0.3907	1997.15	5111.303	1.116	2901.6	OK	13.28	90x1.24	10.4912
	54	0.5878	1997.15	3397.747	0.837	2176.2	OK	15.2	90x0.93	8.74
	51	0.6293	1997.15	3173.495	0.837	2176.2	OK	15.76	90x0.93	9.062
X	61	0.4848	1997.15	4119.443	0.837	2176.2	OK	14	90x0.93	8.05
	54	0.5878	1997.15	3397.747	0.837	2176.2	OK	15.08	90x0.93	8.671
1	40	0.7660	2496.43	3258.860	0.837	2176.2	OK	18.88	90x0.93	10.856
9	60	0.5000	0.00	0.000	0.837	2176.2	OK	14.2	90x0.93	8.165
14	46	0.6947	2496.43	3593.755	0.837	2176.2	OK	17.04	90x0.93	9.798
	50	0.6428	2496.43	3883.758	0.837	2176.2	OK	15.96	90x0.93	9.177

PANELES PLANTA BAJA										
PANEL	**ÁNGULO α (°)**	**COS (α)**	**FUERZA HORIZONTAL (kg)**	**FUERZA DIAGONAL (kg)**	**An (cm2)**	**Tn (kg)**	**REVISIÓN**	**Longitud**	**Placa utilizada**	**Peso (kg)**
A	63	0.4540	2798.11	6163.366	1.440	3744	OK	13.8	90x1.6	14.007
	43	0.7314	2798.11	3825.932	0.837	2176.2	OK	17.96	90x0.93	10.327
H	45	0.7071	2798.11	3957.125	0.837	2176.2	OK	17.2	90x0.93	9.89
	52	0.6157	2798.11	4544.883	1.116	2901.6	OK	15.52	90x1.24	12.2608
L	36	0.8090	2798.11	3458.654	0.837	2176.2	OK	20.64	90x0.93	11.868
P	45	0.7071	2798.11	3957.125	0.837	2176.2	OK	17.2	90x0.93	9.89
	52	0.6157	2798.11	4544.883	1.116	2901.6	OK	15.52	90x1.24	12.2608
X	52	0.6157	2798.11	4544.883	1.116	2901.6	OK	15.56	90x1.24	12.2924
	53	0.6018	2798.11	4649.451	1.116	2901.6	OK	15.32	90x1.24	12.1028
	51	0.6293	2798.11	4446.240	1.116	2901.6	OK	15.76	90x1.24	12.4504
AC	50	0.6428	2798.11	4353.086	1.116	2901.6	OK	15.88	90x1.24	12.5452
AG	31	0.8572	2798.11	3264.368	0.837	2176.2	OK	23.48	90x0.93	13.501
1	40	0.7660	3197.84	4174.483	0.837	2176.2	OK	18.88	90x0.93	10.856
9	40	0.7660	3197.84	4174.483	0.837	2176.2	OK	18.88	90x0.93	10.856
14	49	0.6561	3197.84	4874.317	1.116	2901.6	OK	16.32	90x1.24	12.8928
	49	0.6561	3197.84	4874.317	1.116	2901.6	OK	16.32	90x1.24	12.8928
	49	0.6561	3197.84	4874.317	1.116	2901.6	OK	16.32	90x1.24	12.8928
17	61	0.4848	3197.84	6596.073	1.440	3744	OK	14	90x1.6	14.21
	56	0.5592	3197.84	5718.670	1.116	2901.6	OK	14.68	90x1.24	11.5972
	39	0.7771	3197.84	4114.851	0.837	2176.2	OK	19.32	90x0.93	11.109
18	40	0.7660	3197.84	4174.483	0.837	2176.2	OK	18.88	90x0.93	10.856

ANEXO 3: PRESUPUESTO

A3.1 Análisis de Precios Unitarios

Todas las tablas mostradas a continuación son obtenidas del programa INTERPRO.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 1 de 46**

RUBRO: Desbroce y limpieza **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor	1	0.2	0.2	0.18	0.04
SUBTOTAL M					0.04
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Peón	2	2.56	5.12	0.18	0.92
SUBTOTAL N					0.92
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.96
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.96
VALOR OFERTADO	0.96

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 2 de 46**

RUBRO: Replanteo y nivelación de áreas **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor	1	0.2	0.2	0.075	0.02
Equipo de topografía	1	2	2	0.075	0.15
Vehículo liviano	1	3.5	3.5	0.075	0.26
SUBTOTAL M					0.43
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Cadenero	2	2.58	5.16	0.075	0.39
Topógrafo 2	1	2.71	2.71	0.075	0.2
SUBTOTAL N					0.59
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.02
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.02
VALOR OFERTADO	1.02

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 3 de 46**

RUBRO: Excavación mecánica, 0<H<2 m **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.02			0.02
Retrocargadora de llantas	1	22	22	0.12	2.64
SUBTOTAL M					2.66
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Maestro de Estructura Mayor - SECAP	1	2.54	2.54	0.012	0.03
Ayudante de maquinaria	1	1.51	1.51	0.12	0.18
Op.Gr.1 - Excavadora	1	1.52	1.52	0.12	0.18
SUBTOTAL N					0.39
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.05
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.05
VALOR OFERTADO	3.05

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 4 de 46**

RUBRO: Excavación manual general en poca profundidad **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.08			0.08
SUBTOTAL M					0.08
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Peón	1	2.54	2.54	0.5	1.27
Maestro de Estructura Mayor - SECAP	1	2.54	2.54	0.15	0.38
SUBTOTAL N					1.65
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.73
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.73
VALOR OFERTADO	1.73

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 5 de 46**

RUBRO: Desalojo de material (cargado a mano y desalojo a máquina, 8 km) **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Retrocargadora de llantas	1	22	22	0.125	2.75
SUBTOTAL M					2.75
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Peón	2	2.54	5.08	1	5.08
SUBTOTAL N					5.08
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Cargado de volquetas a mano		m3	1	2.72	2.72
Desalojo de materiales en volqueta hacia botadero con impuesto. Incluye esponjamiento		m3/km	1	0.75	0.75
SUBTOTAL O					3.47
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11.3
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.3
VALOR OFERTADO	11.3

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 6 de 46**

RUBRO: Mejoramiento, tendido conformación y compactación **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Retrocargadora de llantas	1	22	22	0.33333	7.33
SUBTOTAL M					7.33
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Peón	2	2.54	5.08	1	5.08
Maestro de Obra	1	2.66	2.66	1	2.66
SUBTOTAL N					7.74
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Agua en obra (Incluye instalaciones provisionales)		litro	10	0.05	0.5
Material de mejoramiento puesto en obra		m3	1.25	10.5	13.13
Tendido, conformación y compactación de plataformas con equipo pesado		m3	1	1.96	1.96
SUBTOTAL O					15.59
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	30.66
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	30.66
VALOR OFERTADO	30.66

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 7 de 46**

RUBRO: Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas de 18 a 32 mm **UNIDAD:** kg

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
SUBTOTAL M					0
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
SUBTOTAL N					0
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Varilla Corrugada 18.0 mm X 12 m		uni	0.008	21.15	0.17
Varilla Corrugada 20.0 mm X 12 m		uni	0.006	26.1	0.16
Varilla Corrugada 22.0 mm X 12 m		uni	0.005	31.58	0.16
Varilla Corrugada 25.0 mm X 12 m		uni	0.004	40.78	0.16
Varilla Corrugada 28.0 mm X 12 m		uni	0.003	51.17	0.15
Varilla Corrugada 32.0 mm X 12 m		uni	0.002	66.82	0.13
Corte, figurado y colocación de hierro en varillas		kg	1	0.41	0.41
SUBTOTAL O					1.34
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.34
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.34
VALOR OFERTADO	1.34

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 8 de 46**

RUBRO: Corte, figurado y colocación de hierro en varillas **UNIDAD:** kg

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta manual y menor de construcción	5.00 %MO	0.02			0.02
Cortadora de Hierro	1	0.74	0.74	0.02	0.01
SUBTOTAL M					0.03
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Peón	3	2.54	7.62	0.02	0.15
Ayudante	3	2.56	7.68	0.02	0.15
Fierrero	1	2.58	2.58	0.02	0.05
Maestro de Estructura Mayor - SECAP	1	2.54	2.54	0.002	0.01
SUBTOTAL N					0.36
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Alambre Amarre Negro #18 (20k)		KL	0.015	1.05	0.02
SUBTOTAL O					0.02
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.41
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.41
VALOR OFERTADO	0.41

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 9 de 46**

RUBRO: Cadena de hormigón, f´c 210kg/cm2 **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	1.93			1.93
Concretera de un Saco	1	2.3	2.3	1	2.3
Vibrador	1	1.8	1.8	1	1.8
SUBTOTAL M					6.03
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	2	2.56	5.12	1	5.12
Albañil	5	2.58	12.9	1	12.9
Peón	5	2.56	12.8	1	12.8
Carpintero	2	2.58	5.16	1	5.16
Maestro de Obra	1	2.66	2.66	1	2.66
SUBTOTAL N					38.64
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Hormigón premezclado f"c=210, con bomba		m3	1	110	110
SUBTOTAL O					110
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	154.67
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	154.67
VALOR OFERTADO	154.67

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 10 de 46**

RUBRO: Replantillo de Hormigón simple f´c 180 kg/cm2, e= 5 cm **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	1.29			1.29
Concretera de un Saco	1	2.3	2.3	0.90909	2.09
SUBTOTAL M					3.38
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Albañil	7	2.58	18.06	0.90909	16.42
Peón	3	2.56	7.68	0.90909	6.98
Maestro de Obra	1	2.66	2.66	0.90909	2.42
SUBTOTAL N					25.82
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Hormigón premezclado f"c=180, con bomba		m3	1	80	80
SUBTOTAL O					80
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	109.2
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	109.2
VALOR OFERTADO	109.2

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 11 de 46**

RUBRO: Losa de cimentación f´c 210kg/cm2 **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.77			0.77
Vibrador	1	1.8	1.8	0.4	0.72
SUBTOTAL M					1.49
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	2	2.56	5.12	0.4	2.05
Albañil	5	2.58	12.9	0.4	5.16
Peón	5	2.56	12.8	0.4	5.12
Carpintero	2	2.58	5.16	0.4	2.06
Maestro de Obra	1	2.66	2.66	0.4	1.06
SUBTOTAL N					15.45
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Hormigón premezclado f"c=210, con bomba		m3	1	110	110
SUBTOTAL O					110
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	126.94
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	126.94
VALOR OFERTADO	126.94

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 12 de 46**

RUBRO: Sum. + Instal. Malla Electrosoldada R335 (8 mm cada 15 cm) **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor	1	0.2	0.2	0.025	0.01
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Peón	2	2.54	5.08	0.025	0.13
Ayudante	2	2.56	5.12	0.025	0.13
Fierrero	1	2.58	2.58	0.025	0.06
Maestro de Estructura Mayor - SECAP	1	2.54	2.54	0.025	0.06
SUBTOTAL N					0.38
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Malla electrosoldada 8.15 (R-335)		plancha	0.07	101.04	7.07
Corte, figurado y colocación de hierro en varillas		kg	2.64	0.41	1.08
SUBTOTAL O					8.15
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8.54
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8.54
VALOR OFERTADO	8.54

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 13 de 46**

RUBRO: Losa de hormigón f´c 210kg/cm2 **UNIDAD:** m3

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	1.93			1.93
Concretera de un Saco	1	2.3	2.3	1	2.3
Vibrador	1	1.8	1.8	1	1.8
SUBTOTAL M					6.03
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	2	2.56	5.12	1	5.12
Albañil	5	2.58	12.9	1	12.9
Peón	5	2.56	12.8	1	12.8
Carpintero	2	2.58	5.16	1	5.16
Maestro de Obra	1	2.66	2.66	1	2.66
SUBTOTAL N					38.64
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Hormigón premezclado f"c=210, con bomba		m3	1	110	110
SUBTOTAL O					110
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	154.67
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	154.67
VALOR OFERTADO	154.67

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 14 de 46**

RUBRO: Acero conformado en frío (SS37-G90) **UNIDAD:** kg

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.03			0.03
Amoladora	1	0.7	0.7	0.033	0.02
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	2	2.56	5.12	0.033	0.17
Fierrero	2	2.58	5.16	0.033	0.17
Albañil	2	2.58	5.16	0.033	0.17
Maestro de Obra	1	2.66	2.66	0.033	0.09
SUBTOTAL N					0.6
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Perfiles de Acero conformado en frío		kg	1	1.81	1.81
Cintas de acero		kg	0.15	1.81	0.27
Tornillo #10 (Steel Framing)		u	3	0.01	0.03
Tornillo #8 (Steel Framing)		u	25	0.01	0.25
SUBTOTAL O					2.36
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.01
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.01
VALOR OFERTADO	3.01

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 15 de 46**

RUBRO: Novalosa, e= 0.76mm **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.05			0.05
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Peón	1	2.54	2.54	0.125	0.32
Albañil	1	2.58	2.58	0.125	0.32
Maestro de Obra	1	2.66	2.66	0.125	0.33
SUBTOTAL N					0.97
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Clavos de 2" a 4"		Kg	1	1.8	1.8
Novalosa, e= 0.76 mm		m2	1	12.46	12.46
SUBTOTAL O					14.26
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	15.28
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15.28
VALOR OFERTADO	15.28

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 16 de 46**

RUBRO: Plástico negro **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.05			0.05
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Peón	1	2.54	2.54	0.2	0.51
Albañil	1	2.58	2.58	0.2	0.52
SUBTOTAL N					1.03
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Clavos de 2" a 4"		Kg	0.3	1.8	0.54
Plástico negro		m2	1	0.58	0.58
SUBTOTAL O					1.12
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.2
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.2
VALOR OFERTADO	2.2

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 17 de 46**

RUBRO: Espuma flex (e=2cm) **UNIDAD:** plancha

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.26			0.26
SUBTOTAL M					0.26
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Albañil	1	2.58	2.58	1	2.58
Peón	1	2.56	2.56	1	2.56
SUBTOTAL N					5.14
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Clavos de 2" a 4"		Kg	1	1.8	1.8
Espuma flex (2x1 e=2cm)		plancha	1	3.53	3.53
SUBTOTAL O					5.33
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10.73
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10.73
VALOR OFERTADO	10.73

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 18 de 46**

RUBRO: Lana de vidrio e=2.5 cm **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.05			0.05
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Peón	1	2.54	2.54	0.2	0.51
Albañil	1	2.58	2.58	0.2	0.52
SUBTOTAL N					1.03
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Clavos de 2" a 4"		Kg	0.3	1.8	0.54
Lana de vidrio e= 2.5 cm (rollo de 30x1.20)		rollo	0.028	68.76	1.93
SUBTOTAL O					2.47
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.55
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.55
VALOR OFERTADO	3.55

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 19 de 46**

RUBRO: Mampostería de bloque estructural hueco e=10cm **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.14			0.14
Concretera de un Saco	0.01	2.3	0.02	0.5	0.01
Andamios	2	0.09	0.18	0.5	0.09
Amoladora	0.03	0.7	0.02	0.5	0.01
SUBTOTAL M					0.25
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Albañil	1	2.58	2.58	0.5	1.29
Peón	1	2.56	2.56	0.5	1.28
Maestro de Obra	0.1	2.66	0.27	0.5	0.13
SUBTOTAL N					2.7
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Agua		m3	0.06	0.05	0
Arena		m3	0.025	16	0.4
Cemento		saco	0.18	7	1.26
Bloque Concreto 10x20x40		u	13	0.3	3.9
SUBTOTAL O					5.56
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8.51
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8.51
VALOR OFERTADO	8.51

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 20 de 46**

RUBRO: Enlucido horizontal **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.22			0.22
Andamios	1	0.09	0.09	0.8	0.07
SUBTOTAL M					0.29
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Albañil	1	2.58	2.58	0.8	2.06
Peón	1	2.56	2.56	0.8	2.05
Maestro de Obra	0.1	2.66	0.27	0.8	0.21
SUBTOTAL N					4.32
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Agua		m3	0.01	0.05	0
Arena		m3	0.04	16	0.64
Cemento		saco	0.22	7	1.54
SUBTOTAL O					2.18
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6.79
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.79
VALOR OFERTADO	6.79

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 21 de 46**

RUBRO: Pintura vinil acrílica lavable exterior **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta Menor	1	0.07	0.07	0.33	0.02
Andamios	4	0.09	0.36	0.33	0.12
Equipo de trabajo en altura	2	0	0	0.33	0
SUBTOTAL M					0.14
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1.5	2.56	3.84	0.33	1.27
Albañil	1	2.58	2.58	0.33	0.85
Maestro de Obra	0.1	2.66	0.27	0.33	0.09
SUBTOTAL N					2.21
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Pintura vinil acrílica exterior		gal	0.075	0	0
Estuco para exteriores		gal	0.012	0	0
Yeso		kg	0.008	0.45	0
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.35
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.35
VALOR OFERTADO	2.35

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 22 de 46**

RUBRO: Paredes de Gypsum **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.07			0.07
SUBTOTAL M					0.07
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante de Albañil	1	2.54	2.54	0.28	0.71
Albañil	1	2.58	2.58	0.28	0.72
SUBTOTAL N					1.43
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Cinta de juntas para Gypsum (rollo de 250 pies, 75m)		rollo	0.02	2.22	0.04
Masilla Base Juntas para Gypsum (saco 30kg)		saco	0.01	12.5	0.13
Gypsum		u	0.34	6.95	2.36
Tornillo BH para instalación Gypsum		u	8.5	0.01	0.09
Tornillo LH para instalación de Gypsum		u	8.5	0.01	0.09
SUBTOTAL O					2.71
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.21
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.21
VALOR OFERTADO	4.21

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 23 de 46**

RUBRO: Cielo Raso de Gypsum **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.13			0.13
SUBTOTAL M					0.13
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	2	2.56	5.12	0.35	1.79
Albañil	1	2.58	2.58	0.35	0.9
SUBTOTAL N					2.69
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Cinta de juntas para Gypsum (rollo de 250 pies, 75m)		rollo	0.02	2.22	0.04
Masilla Base Juntas para Gypsum (saco 30kg)		saco	0.01	12.5	0.13
Gypsum		u	0.34	6.95	2.36
Tornillo BH para instalación Gypsum		u	8.5	0.01	0.09
Tornillo LH para instalación de Gypsum		u	8.5	0.01	0.09
SUBTOTAL O					2.71
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.53
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.53
VALOR OFERTADO	5.53

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 24 de 46**

RUBRO: Tubería PVC de 110mm **UNIDAD:** ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.05			0.05
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	0.2	0.51
Plomero	1	2.58	2.58	0.2	0.52
SUBTOTAL N					1.03
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Polipega		gln	0.01	35	0.35
Polilimpia		lt	0.05	6.72	0.34
Tubería PVC Desagüe D=110 mm		m	1	3.8	3.8
Accesorios PVC de 110mm		u	1	7	7
SUBTOTAL O					11.49
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12.57
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12.57
VALOR OFERTADO	12.57

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 25 de 46**

RUBRO: Tubería PVC de 50/75 mm **UNIDAD:** ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.05			0.05
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	0.2	0.51
Plomero	1	2.58	2.58	0.2	0.52
SUBTOTAL N					1.03
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Polipega		gln	0.01	35	0.35
Polilimpia		lt	0.02	6.72	0.13
Tubería PVC Desagüe D= 50 mm		m	1	1.5	1.5
Accesorios PVC de 50mm		u	1	3	3
SUBTOTAL O					4.98
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6.06
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.06
VALOR OFERTADO	6.06

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 26 de 46**

RUBRO: Inodoro edesa + accesorios **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.09			0.09
SUBTOTAL M					0.09
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	0.33333	0.85
Plomero	1	2.58	2.58	0.33333	0.86
SUBTOTAL N					1.71
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Tubo de Abasto 1/2"		u	1	3.96	3.96
Inodoro		u	1	90	90
Anillo de cera		u	1	4	4
Anclaje sanitario		u	3	0.5	1.5
SUBTOTAL O					99.46
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	101.26
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	101.26
VALOR OFERTADO	101.26

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 27 de 46**

RUBRO: Lavamanos + grifería **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.09			0.09
SUBTOTAL M					0.09
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	0.33333	0.85
Plomero	1	2.58	2.58	0.33333	0.86
SUBTOTAL N					1.71
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Llave Angular para Inodoro Bronce 16223		juego	2	8.68	17.36
Tubo de Abasto 1/2"		u	2	3.96	7.92
Lavamanos empotrado		u	1	33	33
Llave mezcladora lavamanos D=1/2"		u	1	17.24	17.24
SUBTOTAL O					75.52
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	77.32
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	77.32
VALOR OFERTADO	77.32

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 28 de 46**

RUBRO: Extractor de olores **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.09			0.09
SUBTOTAL M					0.09
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	0.33333	0.85
Electricista	1	2.58	2.58	0.33333	0.86
SUBTOTAL N					1.71
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Extractor p/baño cata B-15 225		u	1	62.91	62.91
SUBTOTAL O					62.91
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	64.71
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	64.71
VALOR OFERTADO	64.71

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 29 de 46**

RUBRO: Ducha **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.13			0.13
SUBTOTAL M					0.13
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	0.5	1.28
Plomero	1	2.58	2.58	0.5	1.29
SUBTOTAL N					2.57
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Ducha mono comando		u	1	40	40
SUBTOTAL O					40
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	42.7
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	42.7
VALOR OFERTADO	42.7

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 30 de 46**

RUBRO: Tubería roscable para agua fría D= 0 a 25 mm **UNIDAD:** m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.01			0.01
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Plomero	1	2.58	2.58	0.09	0.23
SUBTOTAL N					0.23
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Accesorios PVC D=0 a 50mm		u	1	3	3
Tubería PVC D= 0 a 25 mm, para presión roscable		u	1	1.5	1.5
SUBTOTAL O					4.5
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.74
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.74
VALOR OFERTADO	4.74

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 31 de 46**

RUBRO: Tubería termofusión PPR3 D= 12 mm. **UNIDAD:** m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.01			0.01
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Plomero	1	2.58	2.58	0.09	0.23
SUBTOTAL N					0.23
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Accesorios Termofusión PPR3		u	1	3	3
Tubería termofusión PPR3 D= 12 mm		u	1	1.7	1.7
SUBTOTAL O					4.7
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.94
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.94
VALOR OFERTADO	4.94

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 32 de 46**

RUBRO: Tanque de PE de 5000 lt de volumen **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
SUBTOTAL M					0
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	1	2.56
Albañil	1	2.58	2.58	1	2.58
SUBTOTAL N					5.14
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Tanque de PE de 5000 lt		u	1	800	800
SUBTOTAL O					800
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	805.14
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	805.14
VALOR OFERTADO	805.14

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 33 de 46**

RUBRO: Bomba e hidroneumático **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
SUBTOTAL M					0
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
SUBTOTAL N					0
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Bomba e hidroneumático		u	1	600	600
SUBTOTAL O					600
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	600
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	600
VALOR OFERTADO	600

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 34 de 46**

RUBRO: Ventanería de aluminio - vidrio **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.09			0.09
SUBTOTAL M					0.09
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	0.33333	0.85
Instalador	1	2.8	2.8	0.33333	0.93
SUBTOTAL N					1.78
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Vidrio de 6 mm		m2	1	16	16
Aluminio para ventanería		m2	1	38	38
SUBTOTAL O					54
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	55.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	55.87
VALOR OFERTADO	55.87

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 35 de 46**

RUBRO: Closets **UNIDAD:** ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.03			0.03
SUBTOTAL M					0.03
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante de Carpintero	1	2.56	2.56	0.1	0.26
Carpintero	1	2.58	2.58	0.1	0.26
SUBTOTAL N					0.52
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Muebles de closets modulares en mdf, incluye puertas, estanterías		ml	1	100	100
SUBTOTAL O					100
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	100.55
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	100.55
VALOR OFERTADO	100.55

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 36 de 46**

RUBRO: Muebles de cocina **UNIDAD:** ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.02			0.02
SUBTOTAL M					0.02
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	0.06667	0.17
Carpintero	1	2.58	2.58	0.06667	0.17
SUBTOTAL N					0.34
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Muebles modulares, incluye puertas, estanterías, premesón		ml	1	100	100
SUBTOTAL O					100
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	100.36
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	100.36
VALOR OFERTADO	100.36

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 37 de 46**

RUBRO: Puertas de 0.90, 0.80, 0.70 **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.51			0.51
SUBTOTAL M					0.51
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante de Carpintero	2	2.56	5.12	1	5.12
Carpintero	2	2.58	5.16	1	5.16
SUBTOTAL N					10.28
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Tablero termoformado		hoja	1	35	35
Bisagras		jgo	3	38	114
Clavos de 2" a 4"		Kg	0.1	1.8	0.18
Tapamarco		m	10.5	0.9	9.45
Alfajía 7 x 7 x 2.5		u	3	4	12
Marco		u	1	40	40
SUBTOTAL O					210.63
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	221.42
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	221.42
VALOR OFERTADO	221.42

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 38 de 46**

RUBRO: Puerta aluminio - vidrio **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.09			0.09
SUBTOTAL M					0.09
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	0.33333	0.85
Instalador	1	2.8	2.8	0.33333	0.93
SUBTOTAL N					1.78
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Bisagras		jgo	1	38	38
Puerta de aluminio y vidrio 6 mm		m2	1	92	92
Cerradura Exterior		u	1	30	30
Tiraderas		u	1	16	16
SUBTOTAL O					176
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	177.87
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	177.87
VALOR OFERTADO	177.87

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 39 de 46**

RUBRO: Puertas metálicas de ingreso vehicular **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.02			0.02
Soldadora	1	1	1	0.025	0.03
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	0.025	0.06
Albañil	1	2.58	2.58	0.025	0.06
Peón	1	2.56	2.56	0.025	0.06
Op. de Equipo Liviano	1	2.58	2.58	0.025	0.06
Maestro Soldador Especializado	1	2.71	2.71	0.025	0.07
SUBTOTAL N					0.31
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Pintura Anticorrosiva		gln	0.25	13.78	3.45
Angulo 1 1/2"x1/4"		m	5	4.18	20.9
Platina 25 mm x 3 mm		m	8	2.12	16.96
Tool de 2mm		u	4.4	20	88
SUBTOTAL O					129.31
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	129.67
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	129.67
VALOR OFERTADO	129.67

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 40 de 46**

RUBRO: Pasamanos metálicos **UNIDAD:** ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.16			0.16
Soldadora	1	1	1	0.25	0.25
SUBTOTAL M					0.41
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	0.5	2.56	1.28	0.5	0.64
Albañil	1	2.58	2.58	0.5	1.29
Maestro Soldador Especializado	1	2.71	2.71	0.5	1.36
SUBTOTAL N					3.29
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Pintura Anticorrosiva		gln	0.15	13.78	2.07
Tubo cuadrado de 2 x 1		m	1	8	8
SUBTOTAL O					10.07
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13.77
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	13.77
VALOR OFERTADO	13.77

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 41 de 46**

RUBRO: Rejilla de piso **UNIDAD:** ml

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.1			0.1
Soldadora	1	1	1	0.25	0.25
SUBTOTAL M					0.35
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Albañil	1	2.58	2.58	0.25	0.65
Peón	1	2.56	2.56	0.25	0.64
Maestro Soldador Especializado	1	2.71	2.71	0.25	0.68
SUBTOTAL N					1.97
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Pintura Anticorrosiva		gln	0.03	13.78	0.41
Hierro Varillas (Corrugado)		kg	2.5	1	2.5
Angulo 1 1/2"x1/4"		m	2	4.18	8.36
Platina 25 mm x 3 mm		m	2	2.12	4.24
SUBTOTAL O					15.51
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	17.83
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	17.83
VALOR OFERTADO	17.83

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 42 de 46**

RUBRO: Punto de luz 120v **UNIDAD:** pto

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta Menor	1	0.07	0.07	1.25	0.09
SUBTOTAL M					0.09
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	1.25	3.2
Albañil	1	2.58	2.58	1.25	3.23
Maestro de Obra	0.1	2.66	0.27	1.25	0.33
SUBTOTAL N					6.76
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Tubo conduit EMT 1/2" 13mm		m	2	0	0
Conductor Tw 14 AWG (solido)		m	4	0	0
Caja rectagular para luz		u	1	0.22	0.22
Caja octogonal		u	1	0	0
SUBTOTAL O					0.22
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	7.07
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7.07
VALOR OFERTADO	7.07

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 43 de 46**

RUBRO: Cerradura puerta de vidrio **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta Menor	1	0.07	0.07	1.25	0.09
SUBTOTAL M					0.09
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	1.25	3.2
Albañil	1	2.58	2.58	1.25	3.23
Maestro de Obra	0.1	2.66	0.27	1.25	0.33
SUBTOTAL N					6.76
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Cerradura puerta de vidrio		u	1	0	0
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6.85
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	6.85
VALOR OFERTADO	6.85

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 44 de 46**

RUBRO: Cerraduras interiores **UNIDAD:** u

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Equipo menor (%MO)	5.00 %MO	0.29			0.29
SUBTOTAL M					0.29
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	1.11111	2.84
Carpintero	1	2.58	2.58	1.11111	2.87
SUBTOTAL N					5.71
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Cerradura pomo interior		u	1	18	18
SUBTOTAL O					18
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	24
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	24
VALOR OFERTADO	24

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 45 de 46**

RUBRO: Recubrimiento de granito en mesones **UNIDAD:** m

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta Menor	2	0.07	0.14	1.25	0.18
SUBTOTAL M					0.18
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	2	2.56	5.12	1.25	6.4
Albañil	1	2.58	2.58	1.25	3.23
Maestro de Obra	0.1	2.66	0.27	1.25	0.33
SUBTOTAL N					9.96
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Masilla automotriz		Lt	0.6	0	0
Placa de mármol, incluye faldón y salpicadera		m	1	0	0
SUBTOTAL O					0
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10.14
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10.14
VALOR OFERTADO	10.14

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

NOMBRE DEL OFERENTE: María Paula Carpio Toral

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS **Hoja 46 de 46**

RUBRO: Piso de porcelanato **UNIDAD:** m2

DETALLE:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta Menor	1	0.07	0.07	1.49254	0.1
Amoladora	0.05	0.7	0.04	1.49254	0.05
Cortadora manual de cerámica	0.05	0	0	1.49254	0
SUBTOTAL M					0.15
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/HR**	**Costo Hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Ayudante	1	2.56	2.56	1.49254	3.82
Albañil	1	2.58	2.58	1.49254	3.85
Maestro de Obra	0.1	2.66	0.27	1.49254	0.4
SUBTOTAL N					8.07
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio Unit.**	**Costo**
Porcelana		kg	1	20	20
Bondex súper premium		kg	10	0.25	2.5
Semipulido, antideslizante		m2	1.05	1.01	1.06
Agua		m3	0.006	0.05	0
Silicón 11 onz		u	0.02	0	0
Disco de corte de diamante 7"		u	0.01	0	0
SUBTOTAL O					23.56
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					0

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	31.78
INDIRECTOS Y UTILIDADES: 0.00 %	0
OTROS INDIRECTOS: 0.00 %	0
COSTO TOTAL DEL RUBRO	31.78
VALOR OFERTADO	31.78

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA.

martes, 17 de diciembre de 2013

A3.2 Especificaciones Técnicas

PROYECTO: VIVIENDA YUNGUILLA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Capítulo OBRAS PRELIMINARES:

- Análisis 507001: Desbroce y limpieza Unidad: m2

Desalojo y remoción de matorrales, troncos, hojarascas, residuos sueltos etc,

- Análisis 508001: Replanteo y nivelación de áreas Unidad: m2

Ubicación de todos los puntos necesarios para iniciar la excavación, y posteriormente ubicación de los puntos y ejes de la vivienda sobre la losa de cimentación para el emplazamiento de la estructura.

Capítulo MOVIMIENTO DE TIERRAS:

- Análisis 503003: Excavación mecánica, 0<H<2 m Unidad: m3

No incluye carretillado ni desalojo de material. Consistirá en la conformación de espacios donde se realizará la obra estructural.

- Análisis 503008: Excavación manual general en poca profundidad Unidad: m3

No incluye carretillado ni desalojo de material. Se realizará en general para remover tierra u otros materiales que no sea posible removerlos mediante la excavación mecánica.

- Análisis 503004: Desalojo de material (cargado a mano y desalojo a máquina, 8 km) Unidad: m3

Consistirá en el cargado del material a la volqueta y el traslado del material al lugar que sea destinado como máximo 8km.

- Análisis 503006: Mejoramiento, tendido conformación y compactación Unidad: m3

El objetivo de este rubro será rellenar una capa de 10 cm de espesor con material de mejoramiento y realizar la compactación adecuada que garantice una base para la realización de la losa de cimentación. Este proceso será supervisado por quien fiscalice la obra.

Capítulo CIMENTACIÓN:

- Análisis 501001: Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas de 18 a 32 mm Unidad: kg

Se considera un promedio aritmético y un 6% de desperdicio por cortes

- Análisis 501002: Corte, figurado y colocación de hierro en varillas Unidad: kg

Este rubro será realizado por personas con experiencia en este trabajo y se deberá cumplir con las longitudes de desarrollo normadas para la realización de parrillas en losa.

- Análisis 512007: Cadena de hormigón, f´c 210kg/cm2 Unidad: m3

Dentro de la losa de cimentación se realizarán unas cadenas que seguirán el perímetro de la vivienda así como las dividiones de la misma donde se realizará el anclaje de la estructura.
En obra se deberá chequear que se dejen los accesorios necesarios para el anclaje.

- Análisis 512001: Replantillo de Hormigón simple f´c 180 kg/cm2, e= 5 cm Unidad: m3

Se realizará un replantillo de hormigón simple en el área de la losa de cimentación de manera que se pueda armar la parrilla de acero para la misma y así evitar el contacto con el suelo.

- Análisis 512006: Losa de cimentación f´c 210kg/cm2 Unidad: m3

La fundición de la losa de cimentación será con hormigón pre-mezclado de resistencia 210 kg/cm2 que deberá ser correctamente vibrado y curado.

- Análisis 512008: Sum. + Instal. Malla Electrosoldada R335 (8 mm cada 15 cm) Unidad: m2

Se incluye un 5% por desperdicios y traslapes.
La instalación se considera un 50% del acero en varillas

Capítulo ESTRUCTURA:
- Análisis 512004: Losa de hormigón f´c 210kg/cm2 Unidad: m3

La fundición de la las losas será con hormigón pre-mezclado por lo que el rubro considera vertido, vibrado y curado del mismo. El hormigón utilizado será de resistencia de kg/cm2.

- Análisis 512008: Sum. + Instal. Malla Electrosoldada R335 (8 mm cada 15 cm) Unidad: m2

Se incluye un 5% por desperdicios y traslapes.
La instalación se considera un 50% del acero en varillas

- Análisis 512009: Acero conformado en frío (SS37-G90) Unidad: kg

Este rubro se realizará con perfil estructural liviano de TUGALT, con acero de grado estructural SS 37, acero galvanizado G 90.
En el caso de uso de perfiles para montantes las perforaciones para el paso de instalaciones deberán ser las adecuadas según la norma y esto debe ser cumplido por el proveedor.

- Análisis 512010: Novalosa, e= 0.76mm Unidad: m2

Capítulo AISLAMIENTO:
- Análisis 516001: Plástico negro Unidad: m2

- Análisis 516002: Espuma flex (e=2cm) Unidad: plancha

- Análisis 516003: Lana de vidrio e=2.5 cm Unidad: m2

Se colocará el aislamiento acústico de lana de vidrio en las paredes interiores de separación de espacios dentro de la vivienda.

Capítulo MAMPOSTERÍA:
- Análisis 504002: Mamposteria de bloque estructural hueco e=10cm Unidad: m2

- Análisis 504003: Enlucido horizontal Unidad: m2

- Análisis 515003: Pintura vinil acrilica lavable exterior Unidad: m2

- Análisis 515005: Paredes de Gypsum Unidad: m2

- Análisis 515006: Cielo Raso de Gypsum Unidad: m2

Capítulo SISTEMA HIDROSANITARIO:
- Análisis 514006: Tubería PVC de 110mm Unidad: ml

- Análisis 514007: Tubería PVC de 50/75 mm Unidad: ml

- Análisis 514005: Inodoro edesa + accesorios Unidad: u

- Análisis 514004: Lavamanos + grifería Unidad: u

- Análisis 514001: Extractor de olores Unidad: u

- Análisis 514003: Ducha Unidad: u

- Análisis 510004: Tubería roscable para agua fría D= 0 a 25 mm Unidad: m

- Análisis 510005: Tubería termofusión PPR3 D= 12 mm. Unidad: m

- Análisis 514009: Tanque de PE de 5000 lt de volumen Unidad: u

El tanque no se lo debe rodar sobre el terreno. Se debe ubicar directamente en el sitio de montaje definitivo. Ubicarlo sobre una superficie: uniforme, contínua, dura, plana, limpia y libre de piedras para garantizar su correcta funcionalidad. No almacenar de manera horizontal.

- Análisis 514010: Bomba e hidroneumático Unidad: u

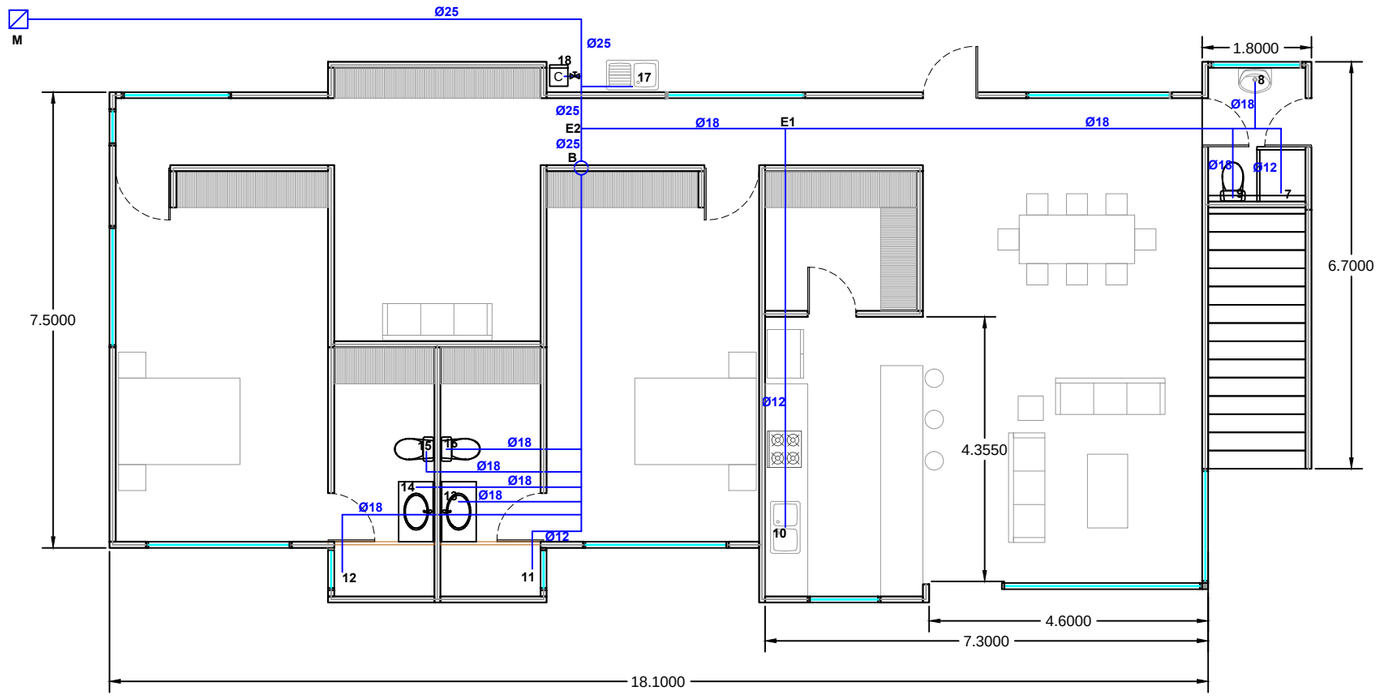
La instalación de la bomba e hidroneumático estará a cargo de personal autorizado y con experiencia en el manejo de estos equipos.

Capítulo ACABADOS:
- Análisis 511005: Ventanería de aluminio - vidrio Unidad: m2

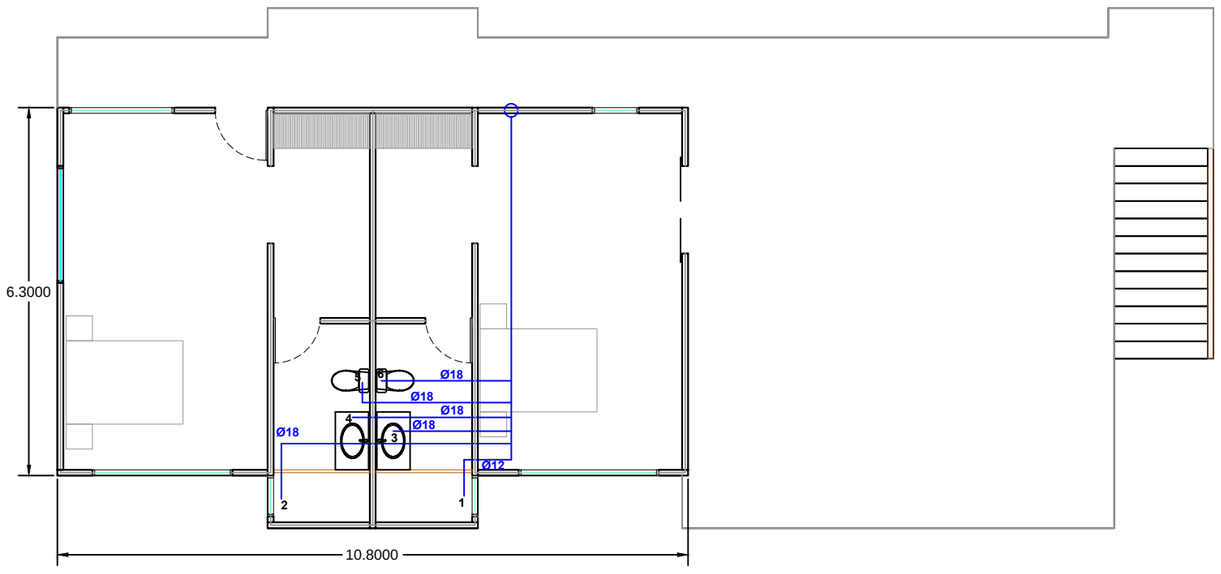
- Análisis 511007: Closets Unidad: ml

ANEXO 4: PLANOS

PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



SIMBOLOGÍA:

- *Medidor*
- Ø *Diámetro*
- E *Empalmes*
- 1,2... n *Puntos de agua fría*

Especificaciones Técnicas:

MATERIAL:
Tubería roscable de PVC (Poli Cloruro de Vinilo)

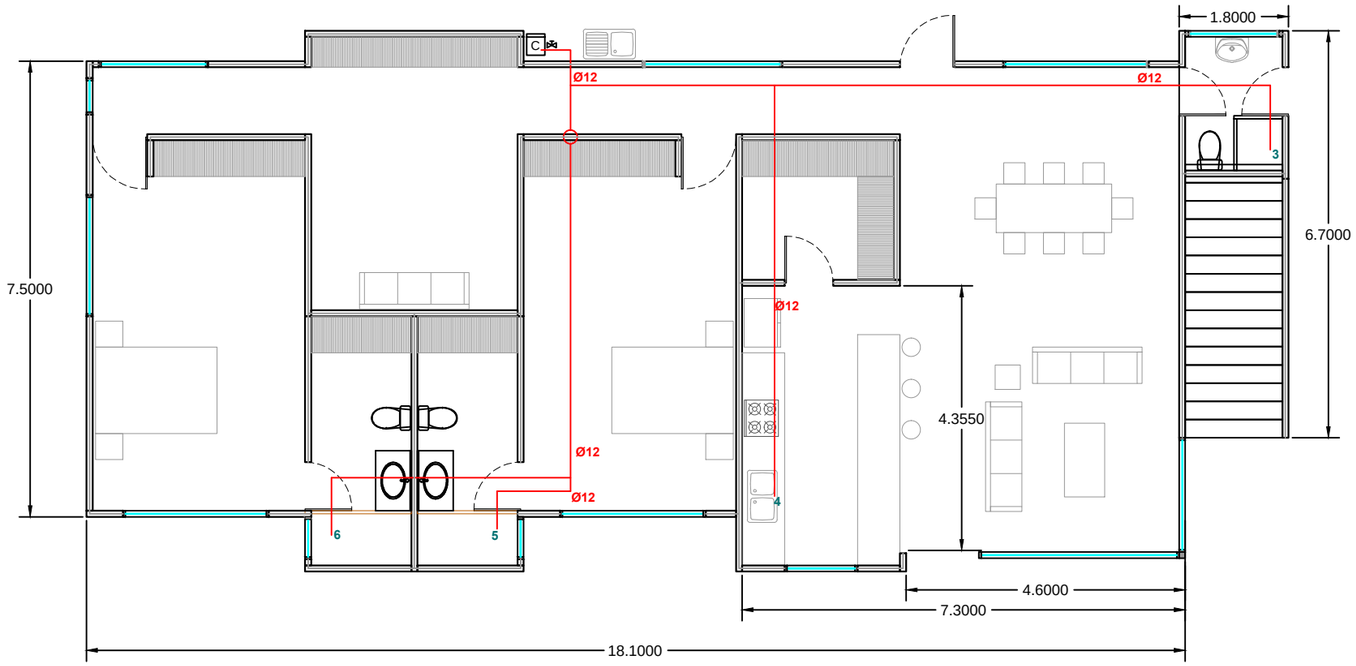
Diámetros según se indican en el plano.

PROYECTO

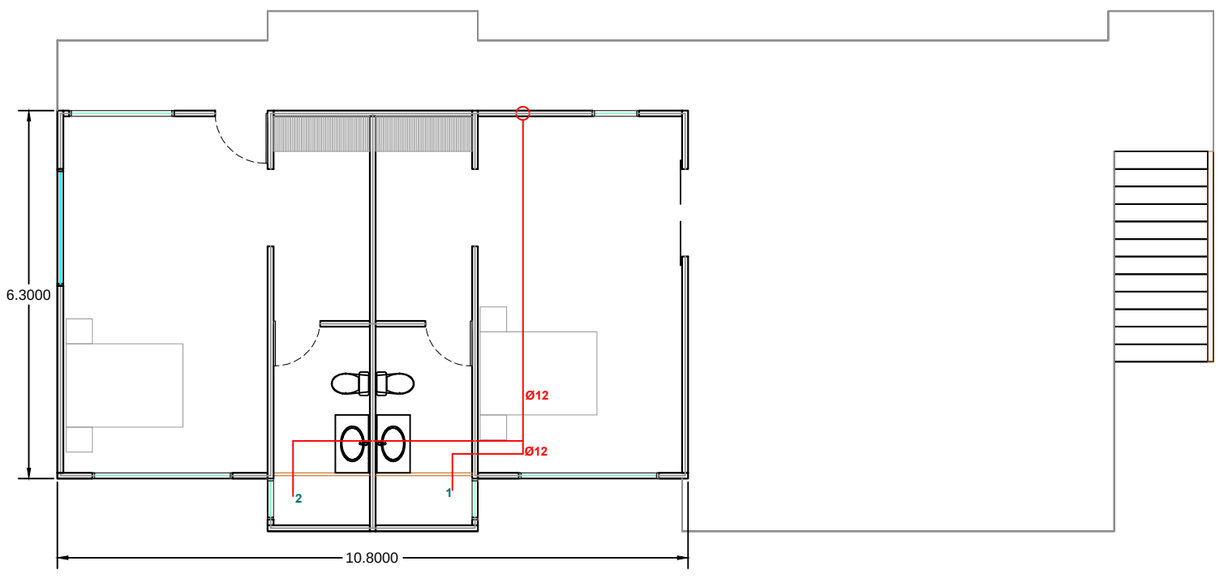
VIVIENDA YUNGUILLA

DISEÑO ESTRUCTURAL	Diseño/Dibujo: María Paula Carpio Toral
	Revisión: Ing. Roberto Gamón Torres. PhD. MsC.
CONTIENE: - SISTEMA DE AGUA FRÍA.	*ENERO 2014*
	Lámina 1/8

PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



SIMBOLOGÍA:

C	*Calefón*
Ø	*Diámetro*
E	*Empalmes*
1,2... n	*Puntos de agua caliente*

Especificaciones Técnicas:

MATERIAL:
Tubería termofusión PPR3 (Polipropileno Random Grado 3).

Diámetros según se indican en el plano.

PROYECTO

VIVIENDA YUNGUILLA

DISEÑO ESTRUCTURAL

Diseño/Dibujo: María Paula Carpio Toral

Revisión: Ing. Roberto Gamón Torres. PhD. MsC.

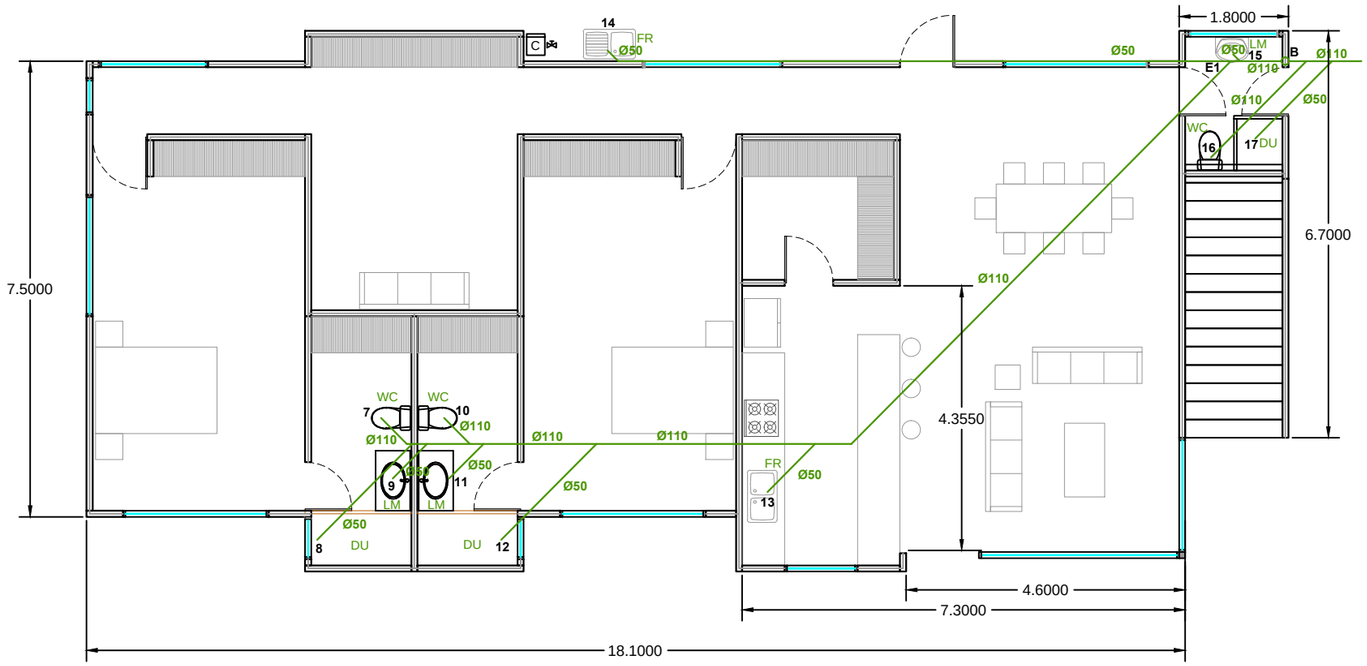
CONTIENE:

- SISTEMA DE AGUA CALIENTE.

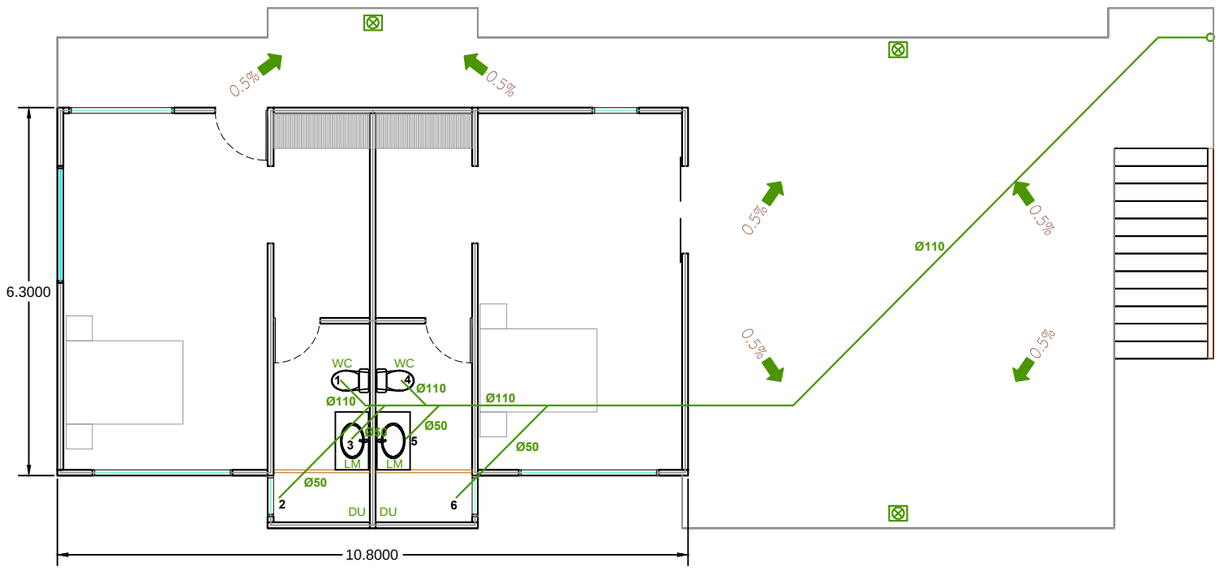
ENERO 2014

Lámina 2/8

PLANTA BAJA



PLANTA ALTA



SIMBOLOGÍA:

Ø	*Diámetro*
E	*Empalmes*
1,2... n	*Puntos de descarga*
FR	*Fregadero*
LV	*Lavamanos*
DU	*Ducha*
WC	*Inodoro*
⊗	*Sumidero*
↘	*Pendiente*

Especificaciones Técnicas:

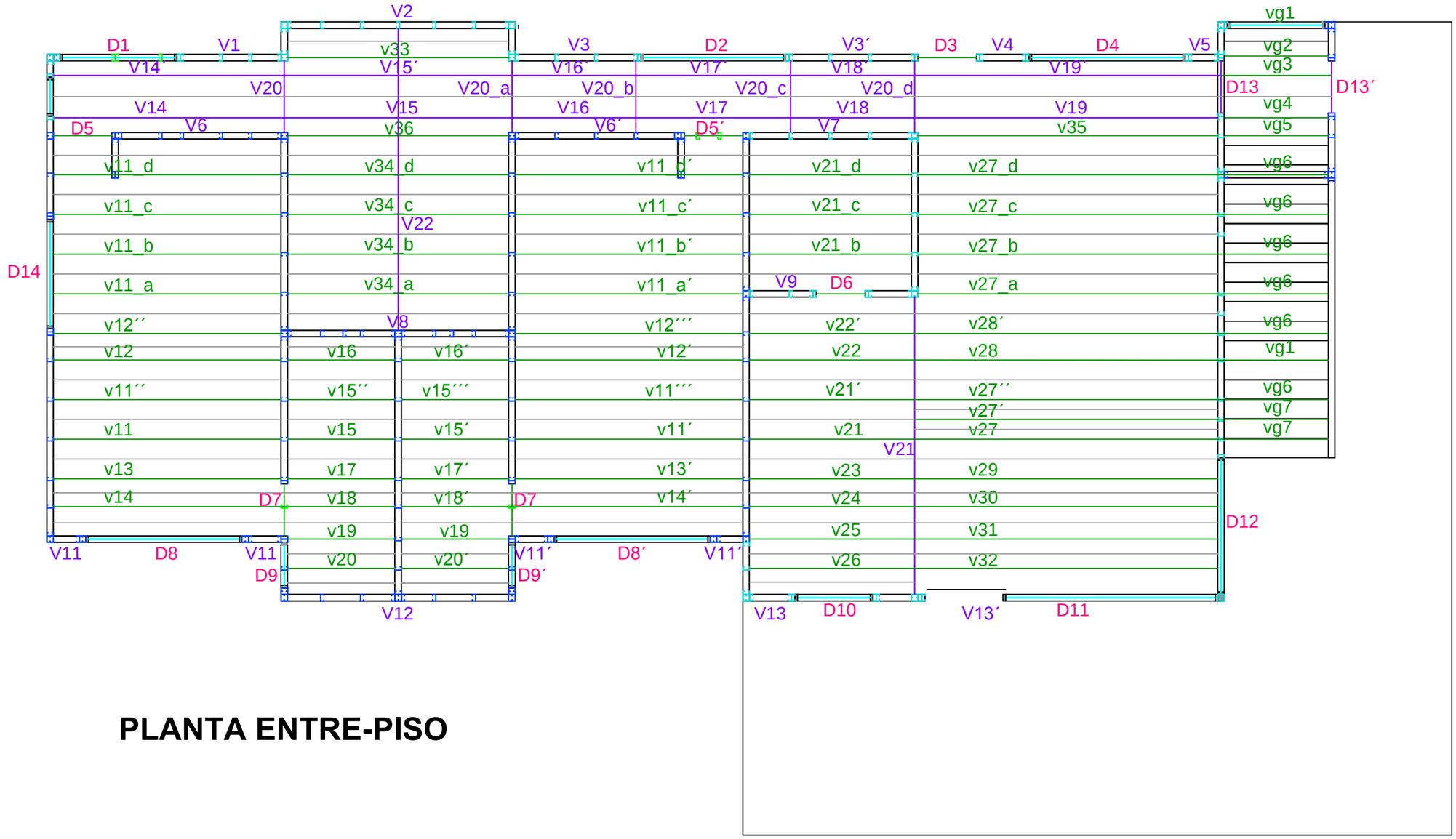
MATERIAL:
Tubería de PVC (Poli Cloruro de Vinilo).

Diámetros según se indican en el plano.

PROYECTO

VIVIENDA YUNGUILLA

DISEÑO ESTRUCTURAL	Diseño/Dibujo: María Paula Carpio Toral
	Revisión: Ing. Roberto Gamón Torres. PhD. MsC.
CONTIENE: - SISTEMA DE DESAGUE. - SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS LLUVIAS.	*ENERO 2014*
	Lámina 3/8



PLANTA ENTRE-PISO

Especificaciones Técnicas:

MATERIAL:

Perfiles estructurales Livianos TUGALT
Acero de grado estructural SS37
Acero galvanizado G90

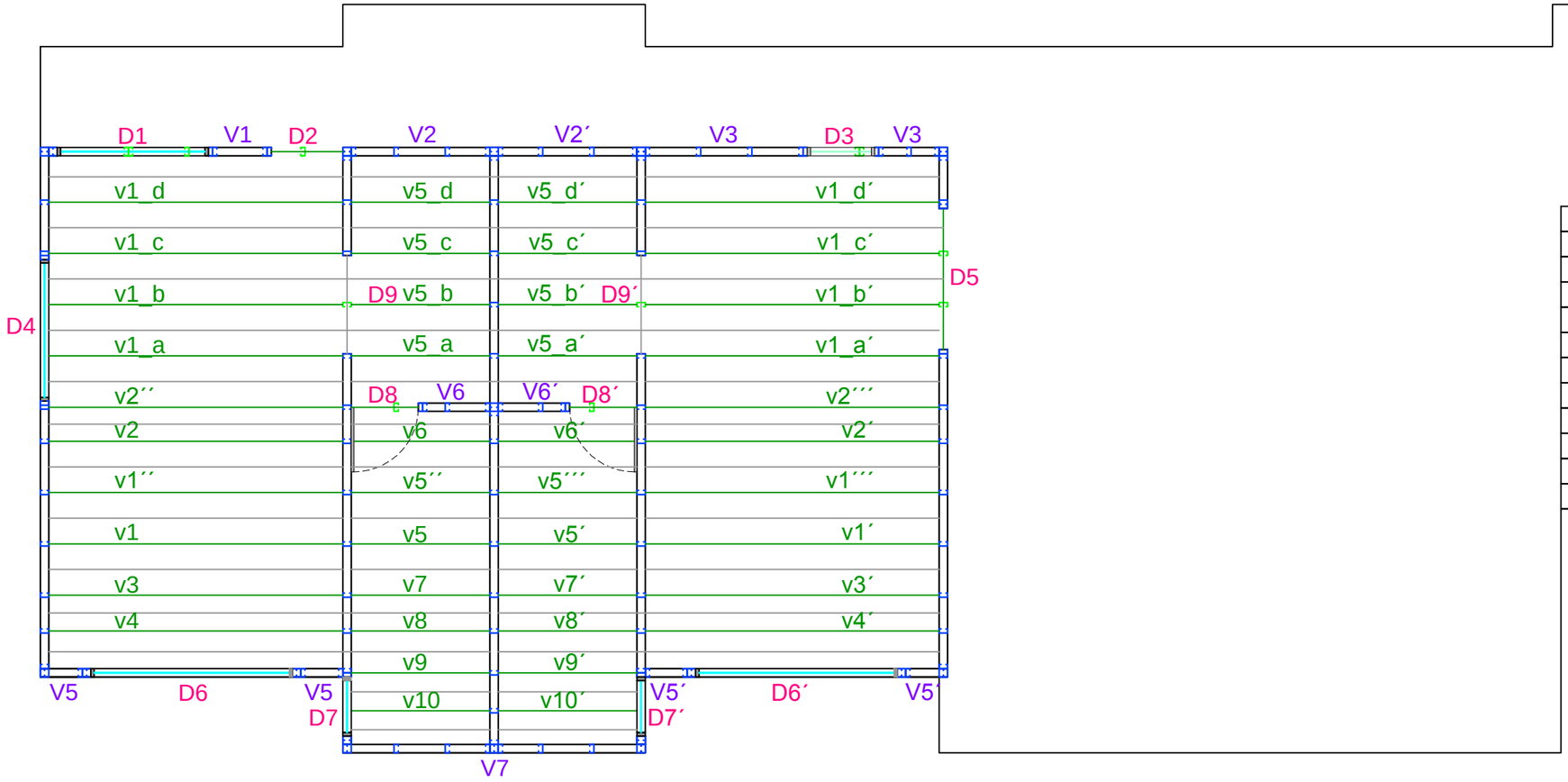
NOTA:
Los perfiles estructurales utilizados para cada tipo de viga están indicados en el documento del trabajo de grado en el capítulo 4, punto 4.5.1 Diseño de Viguetas.
El diseño de las uniones para cada tipo de vigueta se encuentra en ANEXOS UNIONES.

PROYECTO

VIVIENDA YUNGUILLA

DISEÑO ESTRUCTURAL	Diseño/Dibujo: María Paula Carpio Toral
	Revisión: Ing. Roberto Gamón Torres. PhD. MsC.
CONTIENE: - PLANTA VIGUETAS, VIGAS Y DINTELES.	*ENERO 2014*
	Lámina 4/8

PLANTA CUBIERTA



Especificaciones Técnicas:

MATERIAL:

Perfiles estructurales Livianos TUGALT
Acero de grado estructural SS37
Acero galvanizado G90

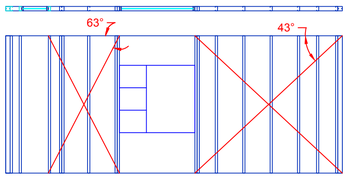
NOTA:
Los perfiles estructurales utilizados para cada tipo de viga están indicados en el documento del trabajo de grado en el capítulo 4, punto 4.5.1 Diseño de Viguetas.
El diseño de las uniones para cada tipo de vigueta se encuentra en ANEXOS UNIONES.

PROYECTO

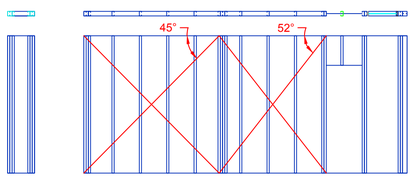
VIVIENDA YUNGUILLA

DISEÑO ESTRUCTURAL	Diseño/Dibujo: María Paula Carpio Toral
	Revisión: Ing. Roberto Gamón Torres. PhD. MsC.
CONTIENE: - PLANTA VIGUETAS, VIGAS Y DINTELES.	*ENERO 2014*
	Lámina 5/8

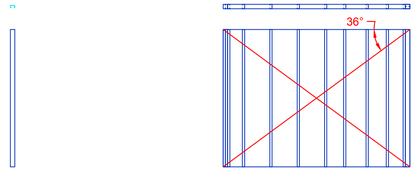
A



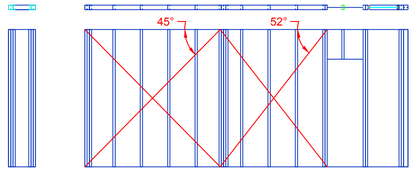
H



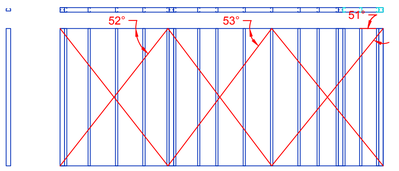
L



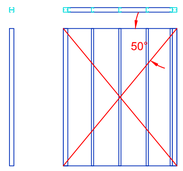
P



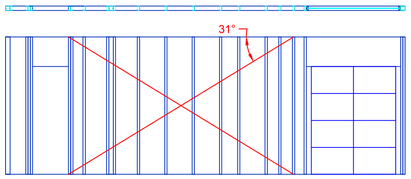
X



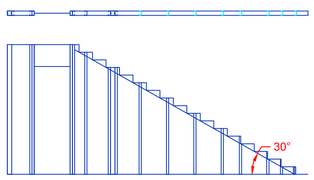
AC



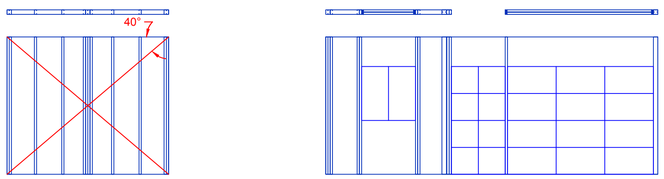
AG



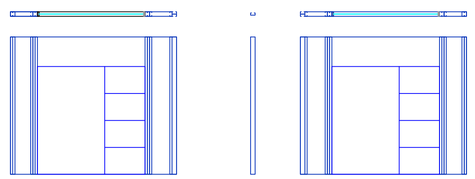
AH



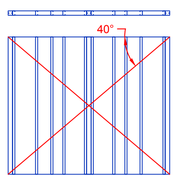
1



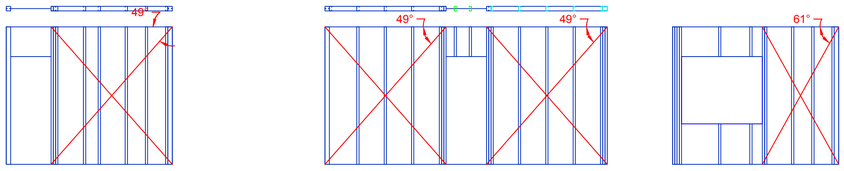
3



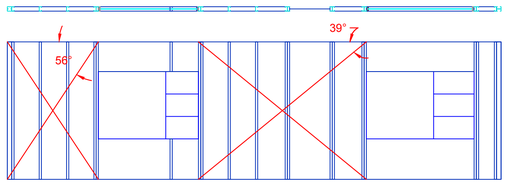
9



14

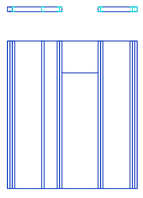


17

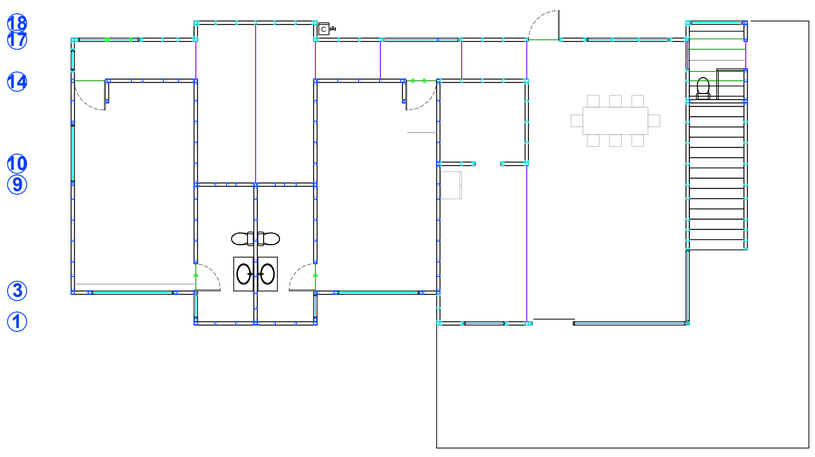


18

10



A H L P X AC AG AH



PANELES PLANTA BAJA

Especificaciones Técnicas:

MATERIAL:

Perfiles estructurales Livianos TUGALT
Acero de grado estructural SS37
Acero galvanizado G90

NOTA:

Todos los montantes son con perfiles CRUCERO 100x1.64 de la manera que se indique en el detalle de cada panel y las diagonales se indican en anexos DIAGONALES. Todos los dinteles son viga cajón con perfiles CRUCERO 90x0.93.

PROYECTO

VIVIENDA YUNGUILLA

DISEÑO ESTRUCTURAL

Diseño/Dibujo: María Paula Carpio Toral

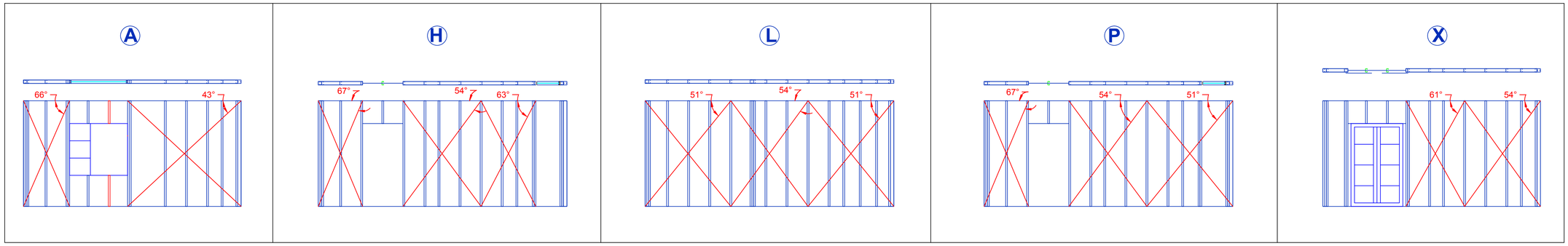
Revisión: Ing. Roberto Gamón Torres. PhD. MsC.

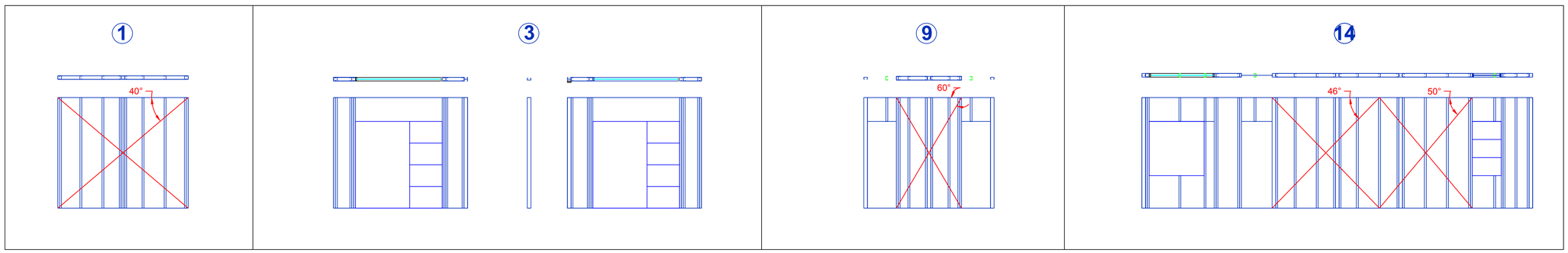
CONTIENE:

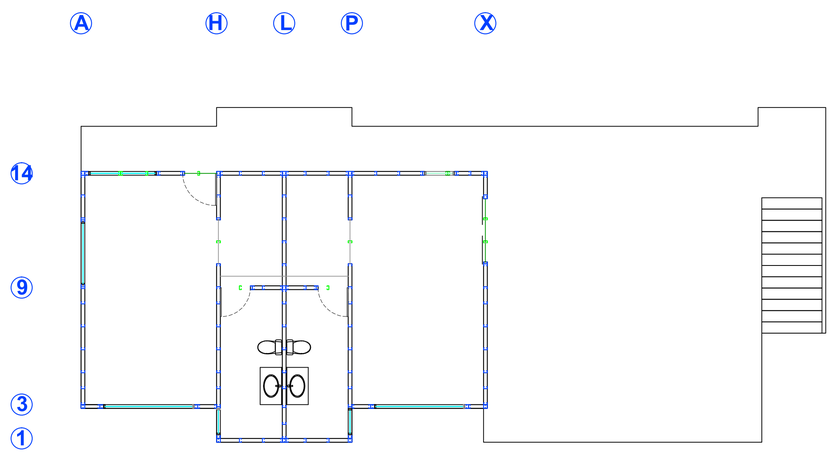
- PANELES Y DISTRIBUCIÓN DE MONTANTES EN PLANTA BAJA.
- DIAGONALES.

ENERO 2014

Lámina 6/8







PANELES PLANTA ALTA

Especificaciones Técnicas:
MATERIAL:
Perfiles estructurales Livianos TUGALT
Acero de grado estructural SS37
Acero galvanizado G90
NOTA:
Todos los montantes son con perfiles CRUCERO 100x1.64 de la manera que se indique en el detalle de cada panel y las diagonales se indican en anexos DIAGONALES. Todos los dinteles son viga cajón con perfiles CRUCERO 90x0.93.

PROYECTO

VIVIENDA YUNGUILLA

DISEÑO ESTRUCTURAL

Diseño/Dibujo: María Paula Carpio Toral

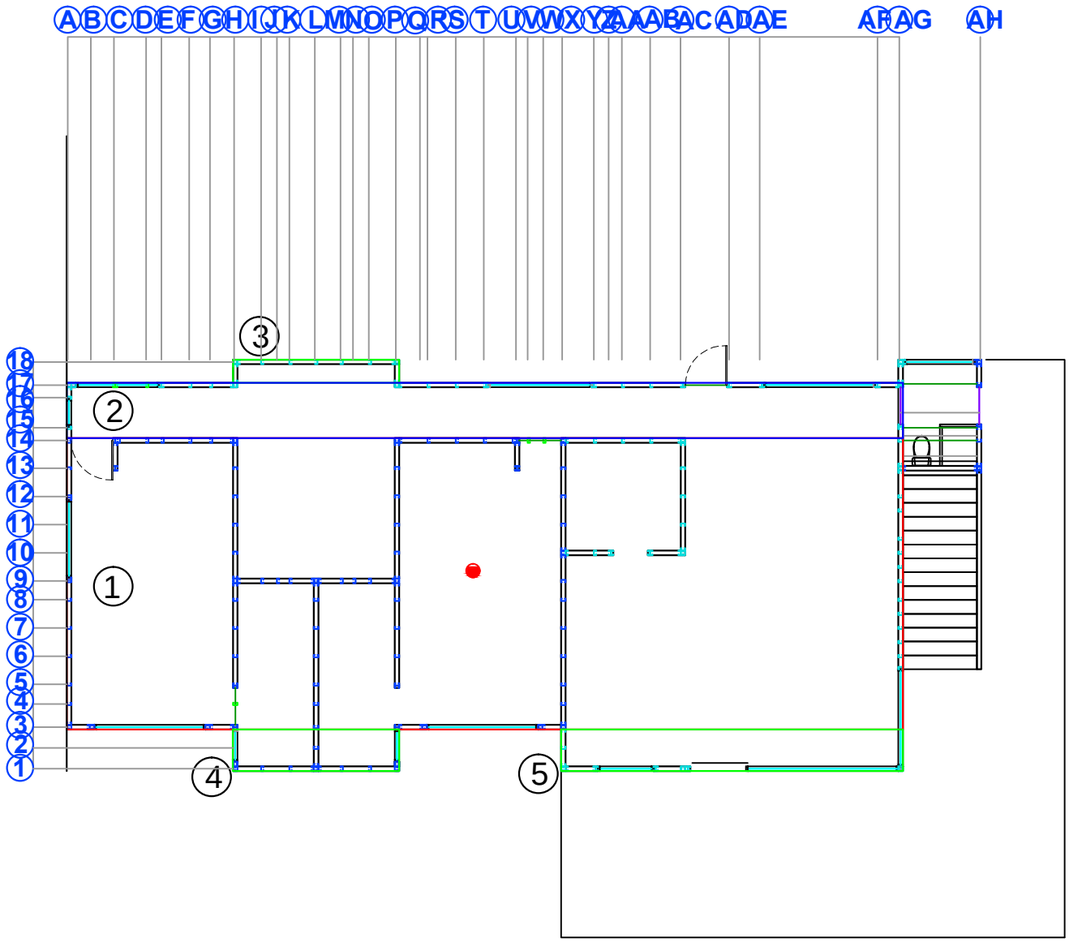
Revisión: Ing. Roberto Gamón Torres. PhD. MsC.

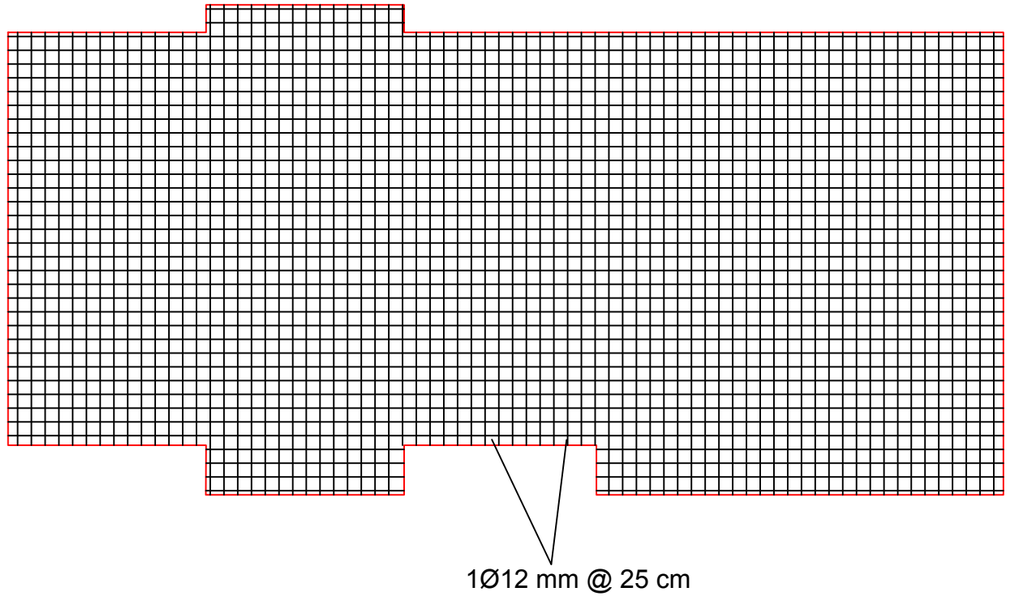
ENERO 2014

CONTIENE:
- PANELES Y DISTRIBUCIÓN DE MONTANTES EN PLANTA ALTA.
- DIAGONALES.

Lámina 7/8

CIMENTACIÓN





Especificaciones Técnicas:

MATERIAL:
Hormigón premezclado de 210 kg/cm2
Acero de refuerzo con fy= 4200 kg/cm2

ARMADO:
Parrilla superior e inferior, longitudinal y transversal: 1Ø12 mm @ 25 cm

PROYECTO

VIVIENDA YUNGUILLA

DISEÑO ESTRUCTURAL	Diseño/Dibujo: María Paula Carpio Toral
	Revisión: Ing. Roberto Gamón Torres. PhD. MsC.
CONTIENE: - PLANTA CIMENTACIÓN - ARMADURA CIMENTACIÓN	*ENERO 2014*
	Lámina 8/8