

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE CIVIL



“ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO
ENTRE SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN EN SECO Y
SISTEMA TRADICIONAL DE CONSTRUCCIÓN HÚMEDA
PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN LA CIUDAD DE
NEUQUÉN”

PROYECTO INTEGRADOR PROFESIONAL

Previo a la obtención del título de

Ingeniero Civil

Autores: FERNANDEZ, MACARENA AILEN

VOGEL, MAURO HIPÓLITO

Tutor Académico: GESUALDO, GUILLERMO

Co-Tutor: MOREL, MÓNICA

Neuquén, Mayo 2024

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, queremos agradecer a todas las personas que nos acompañaron a lo largo de la carrera. A nuestros padres, abuelos, hermanos, parejas y amigos que estuvieron estos años brindándonos su apoyo y haciendo que el camino transitado fuese más ameno.

Agradecemos también a los profesores y profesionales que nos brindaron de su conocimiento y experiencia con el fin de favorecer nuestro aprendizaje y orientarnos en nuestras metas a futuro.

Macarena Ailen Fernandez

Mauro Hipólito Vogel

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



RESUMEN

El presente Proyecto Integrador tiene como objetivo realizar un análisis comparativo técnico-económico entre dos sistemas constructivos diferentes, siendo uno de construcción en seco (Steel Frame) y otro de construcción húmeda tradicional (Hormigón armado) aplicados a un mismo anteproyecto arquitectónico. El mismo está destinado a una vivienda unifamiliar tipo de dos plantas de 250 m², situada en Neuquén Capital.

La modelación del planteo estructural en ambos métodos constructivos se llevará a cabo mediante el software de cálculo CYPE, cumpliendo con la reglamentación CIRSOC, teniendo en cuenta los condicionantes y particularidades de la zona.

Se determinará el sistema de cerramiento a partir del análisis de transmitancia térmica y riesgo de condensación, así como también el planteo de las instalaciones básicas de la vivienda. Luego, se realizará el cómputo correspondiente a todos los materiales de obra y se establecerán los tiempos de ejecución de cada etapa a realizar para llevar a cabo la vivienda mediante la propuesta de un plan de trabajo en conjunto con el uso eficiente de recursos disponibles.

Finalmente se elaborará el presupuesto final para cada método constructivo estableciendo la curva de inversión correspondiente.

Los resultados obtenidos de la evaluación técnico-económica de ambas alternativas servirán de apoyo para la toma de decisiones en otros proyectos futuros, eligiendo una u otra opción dependiendo de los requerimientos y necesidades presentes.

Palabras clave: Steel Frame, Hormigón, Tiempos, Presupuesto

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



ABSTRACT

The purpose of this Integrating Project is to carry out a technical-economic comparative analysis between two different construction systems, one of them being a dry construction system (Steel Frame) and the other a traditional wet construction system (reinforced concrete) applied to the same architectural project. The project is intended for a typical single-family home with two floors of 250 m², located in Neuquén Capital.

The modeling of the structural design in both construction methods will be carried out using CYPE calculation software, complying with CIRSOC regulations, taking into account the conditions and particularities of the area.

The enclosure system will be determined based on the analysis of thermal transmittance and risk of condensation, as well as the basic installations of the house. Then, the corresponding calculation will be made for all the work materials and the execution times of each stage to be carried out to complete the house will be established through the proposal of a work plan in conjunction with the efficient use of available resources.

Finally, the final budget for each construction method will be prepared, establishing the corresponding investment curve.

The results obtained from the technical-economic evaluation of both alternatives will serve as support for decision making in other future projects, choosing one or the other option depending on the present requirements and needs.

Key words: Steel Frame, Concrete, Time, Budget

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
1.2. OBJETIVOS	7
1.2.A. General	7
1.2.B. Particulares	7
2. ANÁLISIS DE DOCUMENTACIÓN	9
2.1. ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO	9
3. CÁLCULO ESTRUCTURAL	10
3.1. MATERIALES	10
3.1.A. Hormigón	10
3.1.B. Acero en barras	10
3.1.C. Acero en perfiles	10
3.1.D. Acero galvanizado en perfiles de Steel Framing	10
3.2. NORMATIVA CONSIDERADA	10
3.3. ANÁLISIS DE CARGAS	11
3.3.A. Sobrecarga de uso	11
3.3.B. Cargas permanentes	12
3.3.C. Cargas de viento	12
3.3.D. Cargas de sismo	14
3.3.E. Cargas de nieve	16
3.4. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	19
3.5. DISEÑO ESTRUCTURAL	19
3.5.A. Estructura de hormigón armado	19
3.5.B. Estructura de Steel framing	38
4 CERRAMIENTOS	70
4.1. TRANSMITANCIA TÉRMICA EN CERRAMIENTOS EXTERIORES	73
4.2. VERIFICACION DE RIESGO DE CONDENSACIÓN EN CERRAMIENTOS EXTERIORES	74
4.3. RESOLUCION DEL CASO EN ESTUDIO	75
4.3.1. Cerramientos verticales exteriores (muros)	75
4.3.1.1. Verificación de la transmitancia térmica	77

4.3.1.2.	Verificación de riesgo de condensación superficial e intersticial	79
4.3.2.	Cerramientos horizontales exteriores (cubiertas)	81
4.3.2.1.	Verificación de la transmitancia térmica	83
4.3.2.2.	Verificación riesgo de condensación superficial e intersticial	85
5	INSTALACIONES BÁSICAS	87
5.1.	INSTALACIÓN SANITARIA	87
5.1.1.	Sistema de provisión de agua fría y caliente	87
5.1.2.	Instalación de desagüe cloacal.....	92
5.1.3	Instalación de desagüe pluvial.....	95
5.2.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	97
5.3.	INSTALACIÓN DE GAS	106
5.4.	MATERIALIZACION DE INSTALACIONES DE AMBOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	114
6	CÓMPUTO DE MATERIALES.....	116
6.1.	CÓMPUTO ESTRUCTURA DE STEEL FRAME	117
6.2.	CÓMPUTO ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO	118
7.	PLAN DE TRABAJO DE OBRA	124
8.	ANALISIS DE COSTOS	130
8.1	MATERIALES	130
8.2	MANO DE OBRA	132
8.3	MAQUINARIA/EQUIPAMIENTO	133
8.4	COSTOS TOTALES.....	134
8.5	CURVA DE INVERSIÓN	138
9.	CONCLUSIONES.....	140
10.	BIBLIOGRAFIA	146
11.	ANEXOS	149

1. INTRODUCCIÓN

1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En Neuquén, a principios del 2021, se registró un aumento considerable de obras alcanzando, y hasta superando en ciertos casos, la cantidad de metros cuadrados construidos en épocas previas a la pandemia (López de Murillas, 2021).

En los últimos años, la utilización del sistema constructivo con entramado de perfiles de acero liviano galvanizado en obras públicas en el país y la rapidez con la que se han ejecutado, puso en evidencia su gran potencial despertando el interés de la población, quien comenzó a optar por realizar sus viviendas con esta modalidad (Arq. Marchetto, 2020). Sin embargo, se generan interrogantes respecto de la conveniencia entre la construcción en seco y la húmeda convencional, debido a la viabilidad frente a las necesidades y requerimientos de cada proyecto (Salvatore, 2020).

En este marco, si bien se han desarrollado algunos estudios comparativos sobre el tema, éstos no incluyen condicionantes y particularidades de la zona. En concordancia con esto, se realizará una comparación técnico económica entre dichos sistemas constructivos aplicados a una vivienda unifamiliar tipo de dos plantas de 250 m², situada en Neuquén Capital, cuyo anteproyecto se encuentra en espera del visado por parte del Municipio.

1.2.OBJETIVOS

1.2.A. General

Realizar un análisis comparativo técnico-económico entre dos sistemas constructivos aplicados a un mismo anteproyecto arquitectónico, destinado a una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén.

1.2.B. Particulares

- Definir estructuralmente la vivienda planteada con los dos sistemas constructivos.
- Determinar el sistema de cerramiento, analizando la transmitancia térmica y riesgo de condensación.
- Plantear las instalaciones básicas de la vivienda como son la distribución de agua fría y caliente, gas y electricidad.
- Realizar el cómputo asociado a todos los materiales de obra.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



- Establecer los tiempos de ejecución de cada etapa a realizar en obra.
- Elaborar el presupuesto, estableciendo una curva de inversión.
- Analizar los distintos factores de incidencia con el fin de realizar la evaluación técnico-económica de ambas alternativas.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



2. ANÁLISIS DE DOCUMENTACIÓN

2.1. ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO

El proyecto arquitectónico de vivienda (Imagen 1) consta de 203 m² cubiertos y 47 m² semicubiertos, que se distribuyen en dos plantas y un sector destinado a estacionamiento. En la planta inferior se encuentran el lavadero, cocina, dos toilettes, comedor y sala de estar en doble altura, y un espacio destinado a oficina. En la planta alta se ubican los tres dormitorios, dos baños y un espacio común. Debajo de las dos habitaciones que dan al norte se prevé un sector de estacionamiento para dos vehículos.

Se adjuntan como anexos los planos de arquitectura, correspondientes a la etapa de anteproyecto (Ver anexo), presentados y aprobados por la municipalidad.



Imagen 1: Ilustraciones del proyecto arquitectónico

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



3. CÁLCULO ESTRUCTURAL

3.1. MATERIALES

3.1.A. Hormigón

Para el cálculo se consideraron las siguientes características para los materiales involucrados en el presente informe:

- Tipo: H-20
- Resistencia especificada a la compresión: $f'c=20$ MPa
- Módulo de elasticidad: $E=21011$ MPa
- Coeficiente de Poisson: $\nu=0,20$
- Peso específico: $23,50$ kN/m³

3.1.B. Acero en barras

- Norma de cumplimiento: IRAM-IAS U 500-528
- Tipo: ADN 420
- Módulo de elasticidad longitudinal: $E=200.000$ MPa
- Coeficiente de Poisson: $\nu=0,30$
- Tensión de fluencia característica: $f_y=420$ MPa

3.1.C. Acero en perfiles

- Tipo de acero: F24
- Tensión de fluencia, $f_y = 2400$ kg/cm²
- Módulo de elasticidad, $E_s = 2 \times 10^6$ kg/cm²

3.1.D. Acero galvanizado en perfiles de Steel Framing

- Módulo de elasticidad longitudinal: $E = 200.000$ MPa
- Módulo de elasticidad transversal: $G = 77.200$ MPa
- Coeficiente de Poisson en período elástico: $\mu = 0,297$
- Peso específico: $\gamma_a = 77,33$ kN/m³

3.2. NORMATIVA CONSIDERADA

CIRSOC 201: Reglamento argentino de estructuras de hormigón. (2005)

CIRSOC 301: Reglamento argentino de estructuras de acero para edificios. (2009)

CIRSOC 303: “Reglamento argentino de elementos estructurales de acero de sección abierta conformado en frío. (2005)

CIRSOC 101: Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras. (2005)

CIRSOC 102: Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones. (2005)

CIRSOC 103: Reglamento argentino para construcciones sismorresistentes. (2005)

CIRSOC 104: Reglamento argentino de acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Buenos Aires. (2005)

IRAM-IAS 205-1 U 500: Perfiles abiertos de chapa de acero cincada, conformados en frío, para uso en estructuras portantes de edificios. Parte 1: Requisitos generales

IRAM-IAS 205-2 U 500: Perfiles abiertos de chapa de acero cincada, conformados en frío, para uso en estructuras portantes de edificios. Parte 2: Perfil U- Dimensiones y características geométricas

IRAM-IAS 205-3 U 500: Perfiles abiertos de chapa de acero cincada, conformados en frío, para uso en estructuras portantes de edificios. Parte 3: Perfil C- Dimensiones y características geométricas

IRAM-IAS U 500 214: Chapas de acero al carbono y de baja aleación para uso estructural, cincadas por el proceso continuo de inmersión en caliente.

3.3. ANÁLISIS DE CARGAS

3.3.A. Sobrecarga de uso

Son aquellas originadas por el uso y ocupación de un edificio u otra estructura y no incluye cargas debidas a la construcción o provocadas por efectos ambientales, tales como nieve, viento, acumulación de agua, sismo, etc. Las sobrecargas en cubiertas son aquellas producidas por materiales, equipos o personal durante el mantenimiento y por objetos móviles o personas durante la vida útil de la estructura.

Cargas que se tuvieron en cuenta en ambos sistemas constructivos:

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



- Sobrecarga de uso en estar y dormitorios 200 kg/m^2
- Sobrecarga de uso en escaleras 200 kg/m^2
- Sobrecarga de uso en sanitarios 200 kg/m^2
- Sobrecarga de uso en garaje 250 kg/m^2
- Sobrecarga de uso Azotea inaccesible 100 kg/m^2

3.3.B. Cargas permanentes

Cargas en las cuales las variaciones a lo largo del tiempo son raras o de pequeña magnitud y tienen un tiempo de aplicación prolongado. En general, consisten en el peso de todos los materiales de construcción incorporados en el edificio incluyendo, pero no limitado, a paredes, pisos, techos, cielorrasos, escaleras, elementos divisorios, terminaciones, revestimientos y otros ítems arquitectónicos y estructurales incorporados de manera similar, y equipamiento de servicios con peso determinado.

Cargas que se tuvieron en cuenta en ambos sistemas constructivos:

- Carpeta: 1700 kg/m^3
- Mampostería de ladrillo cerámico hueco revocado: 1050 kg/m^3
- Cielorraso suspendido: 20 kg/m^2
- Chapa acanalada de sección ondulada: 7 kg/m^2

3.3.C. Cargas de viento

Las cargas de diseño de viento aplicadas, tanto para el sistema principal resistente como para los componentes y revestimientos, son establecidas siguiendo el procedimiento descrito en el reglamento CIRSOC: “Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones (2005)”. Se considerará el método analítico de dicho reglamento, descrito en el capítulo 5.

A. Primero se determina la velocidad básica del viento V y el factor de direccionalidad K_d de acuerdo con el artículo 5.4.

De la tabla de la figura 1B se obtiene que $V = 48 \text{ km/h}$

De la tabla 6, tenemos que $K_d = 0,85$

B. De acuerdo al artículo 5.5, el factor de importancia es $I = 1$ (para una clasificación II según su naturaleza de ocupación, establecido en la tabla A-1 del Apéndice A).

- C. Para una categoría de exposición B, el coeficiente de exposición para presión dinámica para toda la altura de la vivienda es de 0,72, según la tabla 5 del reglamento.
- D. El factor topográfico se determina de acuerdo al artículo 5.7, obteniendo un valor de $K_{zt} = 1$.
- E. Según el artículo 5.8, el efecto de ráfaga G es 0,85.
- F. Se establece como edificio cerrado para la categoría de cerramiento, de acuerdo con el artículo 5.9.
- G. Los coeficientes de presión interna para edificios cerrados son $GC_{pi} = \pm 0,18$
- H. Se determinan los coeficientes de presión externa C_p , de acuerdo con el artículo 5.11.2, utilizando la figura 3:
- Pared a barlovento, $C_p: 0.8$
 - Pared a sotavento, $C_p: -0.5$
 - Paredes laterales, $C_p: -0.7$
- Los valores de C_p para cubiertas están en función de la dirección del viento, el ángulo de la cubierta respecto de la horizontal, y la relación h/l (altura media de la cubierta y dimensión horizontal del edificio), establecidos según la figura 3 en función de la distancia horizontal desde el borde a barlovento:
- De 0 a $h/2$, $C_p: -0.9$
 - De $h/2$ a h , $C_p: -0.9$
 - De h a $2h$, $C_p: -0.5$
 - Mayor a $2h$, $C_p: -0.3$
- I. Se determina la presión dinámica q_z o q_h según corresponda, de acuerdo al artículo 5.10.

La presión dinámica q_z , evaluada a la altura z , se debe calcular mediante la siguiente ecuación:

$$q_z = 0.613 \cdot K_z \cdot K_{zt} \cdot K_d \cdot V^2 \cdot I \quad [\text{N/m}^2]$$

q_h es la presión dinámica calculada con la ecuación mencionada, a la altura media de la cubierta h .

Obteniéndose los siguientes valores:

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Pared a barlovento, con z de 0m a 4.95m, $qz = 615.69 \text{ N/m}^2$

Pared a barlovento, con z = 7.12m, $qz = 681.11 \text{ N/m}^2$

J. Se determina la carga de viento de diseño p de acuerdo con el artículo 5.12, que establece la siguiente ecuación para los sistemas principales resistentes a la fuerza del viento de edificios de todas las alturas:

$$p = q \cdot G \cdot C_p - q_i \cdot (G C_{pi}) \text{ [N/m}^2\text{]}$$

Donde $q_i = q_h$ para paredes a barlovento, paredes laterales, paredes a sotavento y cubiertas de edificios cerrados.

Finalmente, las máximas presiones de diseño se resumen en:

- Muro a barlovento: 58.91 kg/m^2
- Muro a sotavento: -40.77 kg/m^2
- Muros laterales: -52.18 kg/m^2
- Cubierta: $-63,58 \text{ kg/m}^2$

Las presiones positivas actúan hacia la superficie y las presiones negativas actúan desde la superficie (succión).

3.3.D. Cargas de sismo

Las cargas de diseño de sismo aplicadas para el sistema principal resistente son establecidas siguiendo el procedimiento descrito en el reglamento CIRSOC 103: “Reglamento argentino para construcciones sismorresistentes (2013)”.

Se considerará el método de análisis dinámico (Modal Espectral) de dicho reglamento, donde se considerarán los siguientes parámetros de cálculo:

- Fracción de sobrecarga de uso: 0.25
- Fracción de sobrecarga de nieve: 0.20
- Factor multiplicador del espectro: 1.00

Siguiendo el mapa de zonas (Imagen 2), podemos observar que la ciudad de Neuquén se encuentra en Zona Sísmica 1.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén

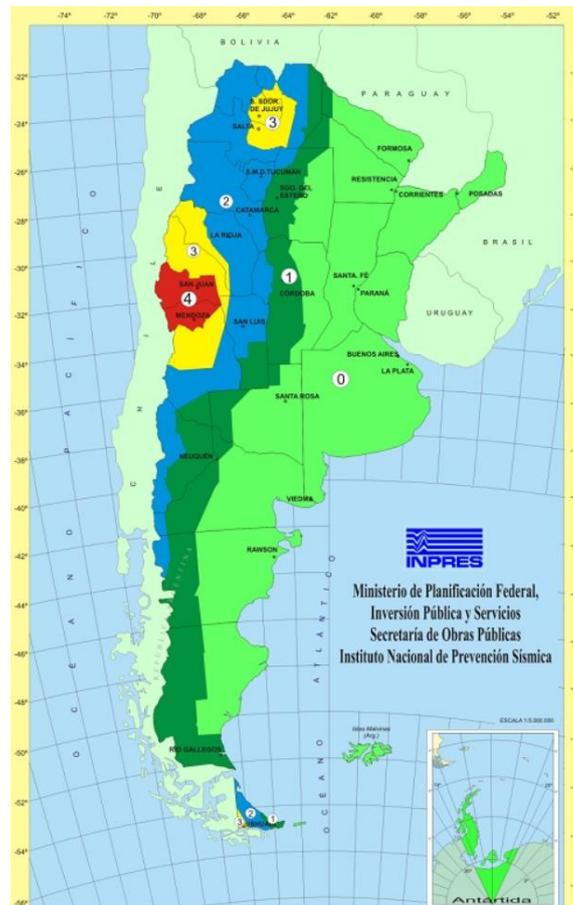


Imagen 2: Mapa de zonas sísmicas

Para el sistema estructural se tuvo en cuenta los siguientes valores:

- Factor de reducción (X): 1.5 (Determinado por el apartado 5.1.2 del Reglamento, para aquellas construcciones cuyo destino requiere un comportamiento elástico)
- Factor de reducción (Y): 1.5 (Determinado por el apartado 5.1.2 del Reglamento, para aquellas construcciones cuyo destino requiere un comportamiento elástico)
- Amortiguamiento: 5 (para construcciones corrientes de hormigón armado o pretensado, madera, mampostería, acero)
- Factor de amplificación de deformaciones Cd (X): 1 (Determinado por el apartado 5.2 del Reglamento)
- Factor de amplificación de deformaciones Cd (X): 1 (Determinado por el apartado 5.2 del Reglamento)

Para la estimación del período fundamental de la estructura se estableció que la tipología estructural es II, correspondiente a sistemas tipo pórtico de hormigón armado que resisten el 100% de corte basal sin incorporación de componentes que restrinjan deformaciones.

Por otro lado, la importancia de la obra es de categoría B: Construcciones destinadas a vivienda unifamiliar o multifamiliar, hoteles, comercios o industrias no incluidos en el grupo A, construcciones cuya falla puede afectar a una del grupo A, obras de infraestructura primaria no incluidas en el grupo A.

Por último, se estableció que la clasificación del sitio sería de categoría C, destinado a formaciones de roca blanda o meteorizada que no cumple con A y B. Gravas y/o arenas muy densas. Suelo cohesivo preconsolidado, muy duro. Gravas y/o arenas de densidad media. Esta determinación fue considerando que se debe realizar un movimiento de suelo adecuado, con material calcáreo como relleno principal, compactado según requerimientos.

3.3.E. Cargas de nieve

Las estructuras y sus partes se deben diseñar y construir para resistir las cargas de nieve que se especifican en el Reglamento CIRSOC 104: “Reglamento argentino de acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Buenos Aires (2005)”. Los valores de las cargas de nieve especificados en este

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Reglamento son valores históricos verificados con datos suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional y tratados con métodos estadísticos.

La carga de nieve, pf , sobre una cubierta con pendiente igual o menor que 5° (condición que define a las cubiertas planas según el Reglamento mencionado), se debe determinar utilizando la siguiente expresión:

$$pf = 0.7 Ce. Ct. I. pg \text{ kN/m}^2$$

Donde:

- Ce : factor de exposición (Tabla 2 del Reglamento)
- Ct : factor térmico (Tabla 3 del Reglamento)
- I : factor de importancia (Tabla 4 del Reglamento)
- pg : carga de nieve a nivel de terreno (Tabla 1.9 del Reglamento)

El valor de pf debe ser mayor o igual que los siguientes valores mínimos para las cubiertas con baja pendiente que se especifican en el artículo 3.4.

$pf = I pg$, (factor de Importancia multiplicado por pg) para $pg \leq 1 \text{ kN/m}^2$

$pf = I (1)$ (factor de Importancia multiplicado por 1) para $pg > 1 \text{ kN/m}^2$

Factor Ce : Categoría de Exposición

Una categoría de exposición debe reflejar adecuadamente las características de las irregularidades de la superficie del terreno para el lugar en el cual se va a construir el edificio o la estructura.

El factor Ce se extrae de la Tabla 2. El grado de exposición se determina en el Apéndice A del Reglamento.

Grado de exposición elegido: B= Áreas urbanas y suburbanas, áreas boscosas, o terrenos con numerosas obstrucciones próximas entre sí, del tamaño de viviendas unifamiliares o mayores.

$Ce = 1.0$ (Cubierta parcialmente expuesta)

Factor Térmico Ct

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



El factor térmico, C_t , especificado en la Tabla 3 del Reglamento determina si una cubierta es “fría” o “cálida”. Los valores para “superficies lisas” se deben utilizar solamente en la superficie de la cubierta que no tiene obstrucciones y cuando debajo de los aleros se disponga del espacio suficiente para contener toda la nieve que se desliza fuera de ellos.

Se considera que una cubierta no tiene obstrucciones cuando no existen objetos sobre su superficie que impide el deslizamiento de la nieve que se acumula sobre ella.

C_t adoptado = 1.1

Factor de importancia I

El factor de importancia se elige según la naturaleza de uso de la estructura que se está analizando. A Partir del Apéndice B del Reglamento se elige la categoría de uso:

Categoría II (Todos los edificios y otras estructuras excepto aquellos listados en las Categorías I, III y IV. II)

El factor de importancia se elige según la categoría elegida utilizando la Tabla 4 del Reglamento= 1.0

Carga de nieve P_g

La carga de nieve a nivel del terreno, P_g , se debe seleccionar según el partido y departamento de la provincia en donde se emplaza la estructura a analizar.

Según la Tabla 1.9 del Reglamento para la provincia de Neuquén, localidad de Neuquén, departamento Confluencia:

$P_g = 0.9 \text{ kN/m}^2$

Carga de nieve P_f

$P_f = 69 \text{ kg/m}^2$

Como el valor obtenido es menor al mínimo establecido para este caso ($p_f = I p_g = 1 \times 0.9 \text{ kN/m}^2$), entonces se adopta dicho valor:

$P_f = 90 \text{ kg/m}^2$

Carga de nieve sobre cubiertas con pendiente p_s

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



A los fines del Reglamento se supone que las cargas de nieve que actúan sobre una superficie con pendiente lo hacen sobre la proyección horizontal de esa superficie. La carga de nieve sobre una cubierta con pendiente, p_s , se obtiene multiplicando la carga de nieve sobre la cubierta plana, p_f , por el factor de pendiente de la cubierta, C_s :

$$P_s = C_s p_f \text{ [kN/m}^2\text{]}$$

El factor de pendiente de cubierta, C_s , se debe determinar utilizando la línea punteada de la Figura 2.a a partir del C_t elegido.

$C_s=1.0$ para pendientes del 10%

$$P_s = 90 \text{ kg/m}^2$$

3.4. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Para esta vivienda no se cuenta con información de los parámetros geotécnicos del suelo por lo cual se adoptan los siguientes valores de tensiones admisibles según el Código de Edificación de la ciudad de Neuquén (Sección 4.3 “Ejecución de las obras de cimentación”): $\sigma_{adm} = 0.5 \text{ kg/cm}^2$, para situaciones permanentes y transitorias.

Para situaciones accidentales se considera un incremento del 20%: $\sigma_{adm} = 0.60 \text{ kg/cm}^2$.

Previamente a la colocación del suelo apto, será necesario remover la capa superficial de tierra vegetal o rellenos.

3.5. DISEÑO ESTRUCTURAL

3.5.A. Estructura de hormigón armado

3.5.A.1. Descripción general

Fundación

Considerando que no se disponen de los estudios correspondientes para poder determinar la capacidad portante del suelo, se decide adoptar como sistema de fundación platea de hormigón armado: losa de 15 centímetros de espesor apoyada sobre relleno de suelo compactado, reforzada con vigas perimetrales y vigas debajo de las líneas de columnas, de sección transversal de 20 centímetros por 40 centímetros.

Este sistema es utilizado en terrenos de baja resistencia y cuando la superficie total de las zapatas es mayor al 50% de la superficie del edificio. Este tipo de fundación reparte más

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



uniformemente las cargas sobre el terreno y como elemento único reduce los asentamientos diferenciales.

Columnas

Se predimensionó la estructura con columnas de sección cuadrada de 20 centímetros de lado, considerando que se trata de una vivienda de dos plantas con cubierta liviana de chapa.

Para su ubicación se consideró que las columnas estuvieran dentro de los muros planteados en el diseño arquitectónico, sin generar salientes (“mochetas”) que interrumpieran los espacios. Para una mejor transferencia de esfuerzos y practicidad a la hora de materializar la estructura se buscó que todas las columnas estén alineadas, tratando de localizarlas en los muros perimetrales y solamente dentro de muros divisorios interiores para reducir la distancia entre ellas.

Todas las columnas nacen a nivel de fundación hasta alcanzar la cubierta, exceptuando una columna en el sector de la cocina que finaliza en el entrepiso del local destinado a Playroom y las columnas ubicadas en los locales 14 y 16 (dormitorios) que inician en el entrepiso hasta alcanzar la altura correspondiente de la cubierta. Estas consideraciones son debido a las exigencias del diseño de arquitectura.

A excepción de las columnas del sector de estacionamiento más cercanas a la Línea Municipal, que tendrán una altura de 3,84 metros hasta el entrepiso debido al desnivel originado por la rampa de acceso, el resto de las columnas serán de 3,14 metros de altura entre el nivel de fundación y la planta alta. Por otro lado, se previó el desnivel en vigas de la cubierta para respetar la pendiente establecida, lo cual generó distintas alturas de columnas entre el nivel de la planta alta y la cubierta, variando entre 3,28 metros y 4,08 metros.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Vigas

Se propone inicialmente vigas de 20 centímetros de ancho por 40 centímetros de alto en todos los casos, adoptando este criterio no sólo por la luz a cubrir entre columnas sino también por la practicidad de su construcción al hacer los zanjeos (en los casos de vigas de fundación) y los encofrados con sus respectivos apuntalamientos.

Cubierta

Para la cubierta de chapa se plantean vigas metálicas con doble perfil C soldados en cajón. Esto facilitará la materialización en pendiente de la cubierta, así como también la unión de las correas. Se anticipa para esta alternativa la colocación de placas de anclaje en las vigas y/o columnas de hormigón armado que recibirán los perfiles metálicos mencionados.

Se ubicarán las vigas metálicas cada 2,10 metros de separación. De esta manera no se generará una luz excesiva entre apoyos para las correas.

Se proponen correas de perfiles C dispuestas cada 1 metro de separación medida en proyección horizontal. Estarán vinculadas a las vigas mediante tornillos autoperforantes.

Losas de entrepiso

Considerando que las losas macizas de hormigón armado (Imagen 4) tienen un peso mayor que las losas alivianadas conformadas por viguetas pretensadas (Imagen 3) o las losas casetonadas (Imagen 5), se descartó esta opción desde un comienzo para reducir los esfuerzos transmitidos al resto de la estructura y con ello reducir su dimensionado.

En el entrepiso, las losas correspondientes a la planta alta se proponen con viguetas pretensadas tipo SHAP T50 separadas cada 50 centímetros y bloques de poliestireno entre ellas.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén

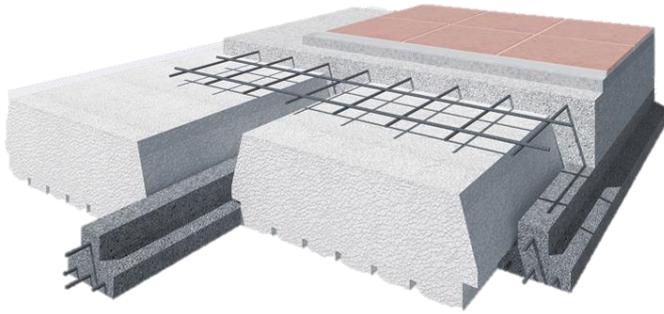


Imagen 3: Esquema ilustrativo de losas de viguetas pretensadas



Imagen 4: Esquema ilustrativo de losas macizas de H°A°

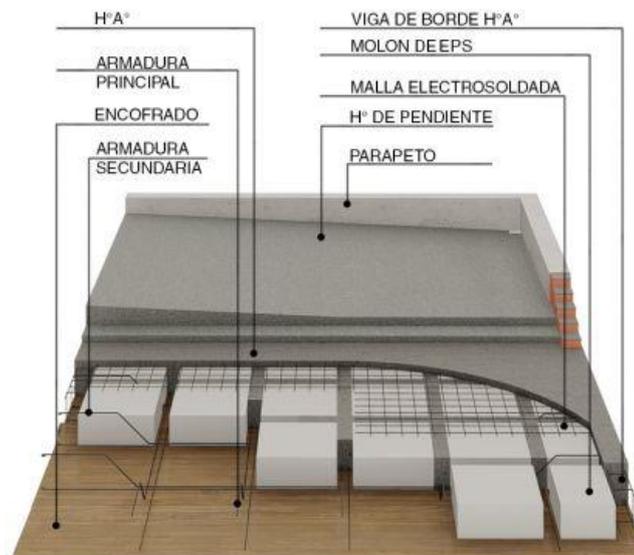


Imagen 5: Esquema ilustrativo de losas casetonadas

La sección de las viguetas se mantiene constante variando la armadura de acero, obteniendo de esta manera las distintas series que se pueden utilizar. Por encima de estas se coloca una capa de hormigón armado de 5 centímetros de espesor que actúa como capa de compresión.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



3.5.A.2. Estructura adoptada

Para obtener los esfuerzos actuantes sobre la estructura bajo los distintos estados de carga se generó un modelo computacional con el software de Elementos Finitos Cype CAD.

En primer lugar, se establecieron los reglamentos a utilizar para realizar las comprobaciones. Luego se determinaron las distintas cargas actuantes (cargas de viento, sismo, uso, permanentes y nieve) ingresando los datos correspondientes en cada caso.

Con el predimensionado (Imagen 6) hecho anteriormente se ubicó cada elemento estructural en su lugar, respetando el diseño arquitectónico planteado, teniendo en cuenta los desniveles, alturas libres, espesores y ubicación de muros, continuidad entre plantas, pendientes, entre otros. La geometría resultante de lo mencionado anteriormente se representa en la siguiente ilustración.

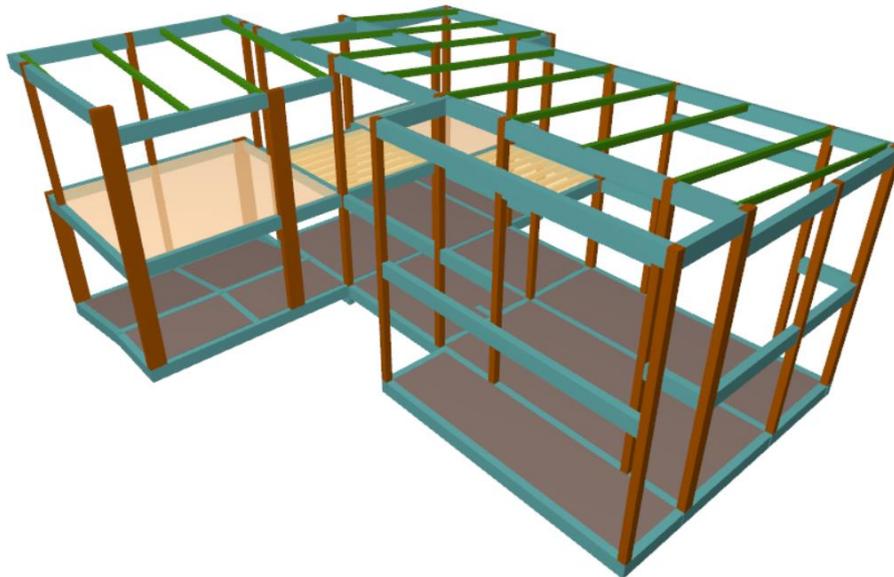


Imagen 6: Predimensionado estructura de H°A°

RESULTADOS

Vigas de fundación

Las vigas de fundación verificaron todas las comprobaciones con una dimensión transversal de 20x40 centímetros, exceptuando dos vigas en el sector de ingreso al estacionamiento que debieron ser de 20x70 centímetros para cubrir el desnivel del terreno (Imagen 7).

Se armaron con 4 barras de $\varnothing 12$ como armadura longitudinal en cada esquina de las vigas, colocando refuerzos donde hiciera falta; y se colocaron estribos de $\varnothing 6$ cada 15 centímetros (Imágenes 8 y 9), densificando la armadura en algunos casos.

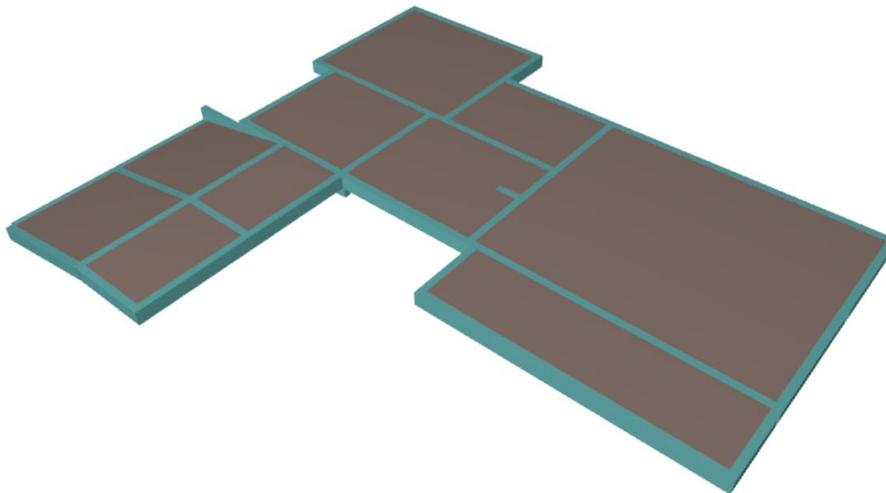


Imagen 7: Fundación resultante

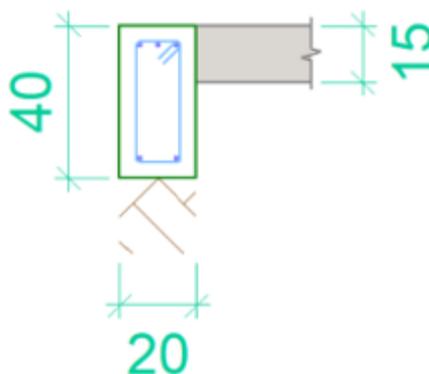


Imagen 8: Corte transversal de las vigas de fundación

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén

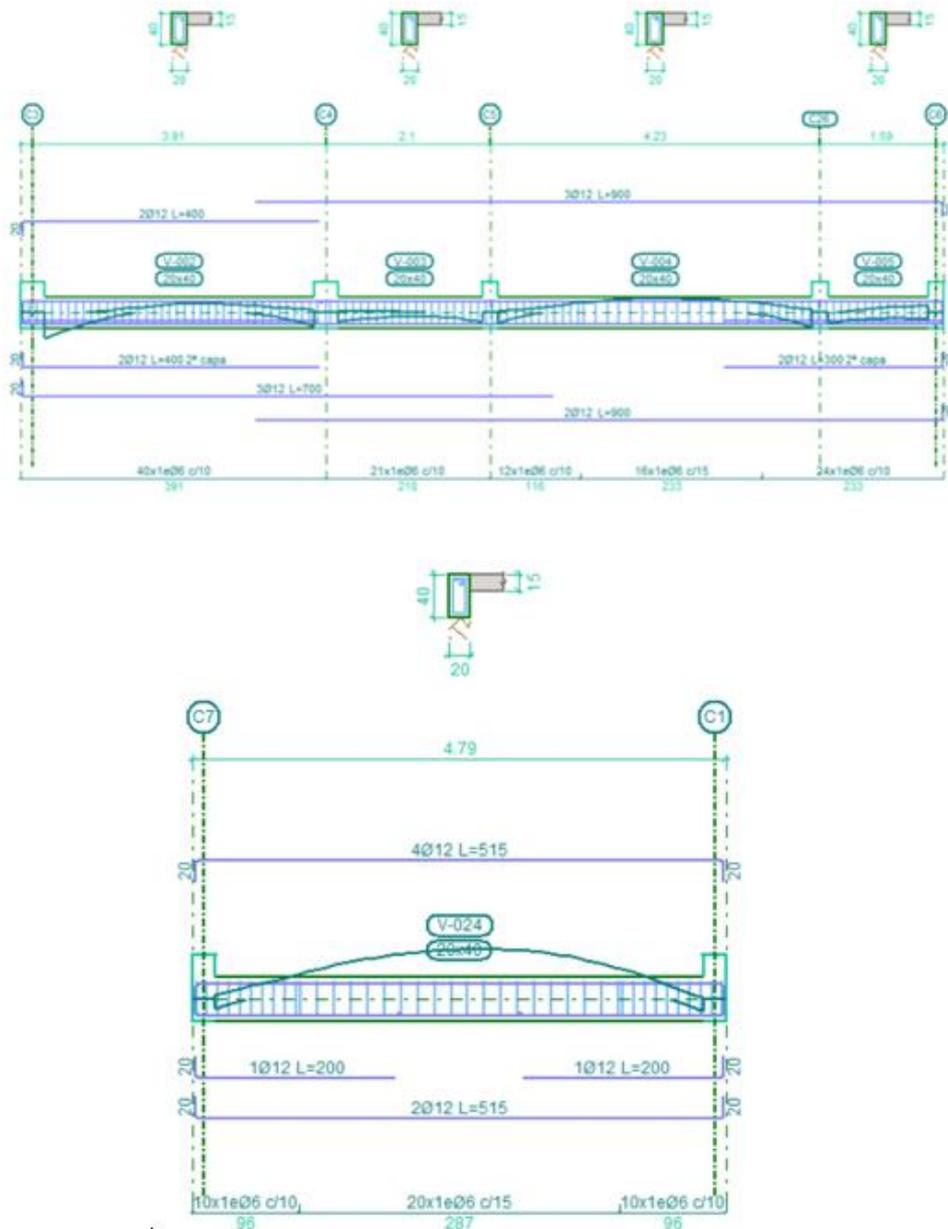


Imagen 9: Corte longitudinal vigas de fundación

Losas de fundación

Las losas de fundación se dimensionaron de 15 centímetros de espesor, apoyadas sobre un suelo con tensión admisible de $0,5 \text{ kg/cm}^2$ y un módulo de balasto de 1000 t/m^3 . Para cumplir con los requisitos de cuantías necesarias (Imágenes 10, 11, 12 y 13), se prevé armadura en las dos caras (superior e inferior) y en ambas direcciones. La cara inferior, que requiere menos armadura, sólo contará con refuerzos en las zonas necesarias

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



(mostrada en la siguiente imagen), con barras de $\varnothing 6$ cada 15 centímetros o cada 7,5 centímetros de separación, y longitudes variables según cada caso. Además, contarán con ganchos en sus extremos de no menos de 10 centímetros de longitud que servirán de anclaje en el hormigón.

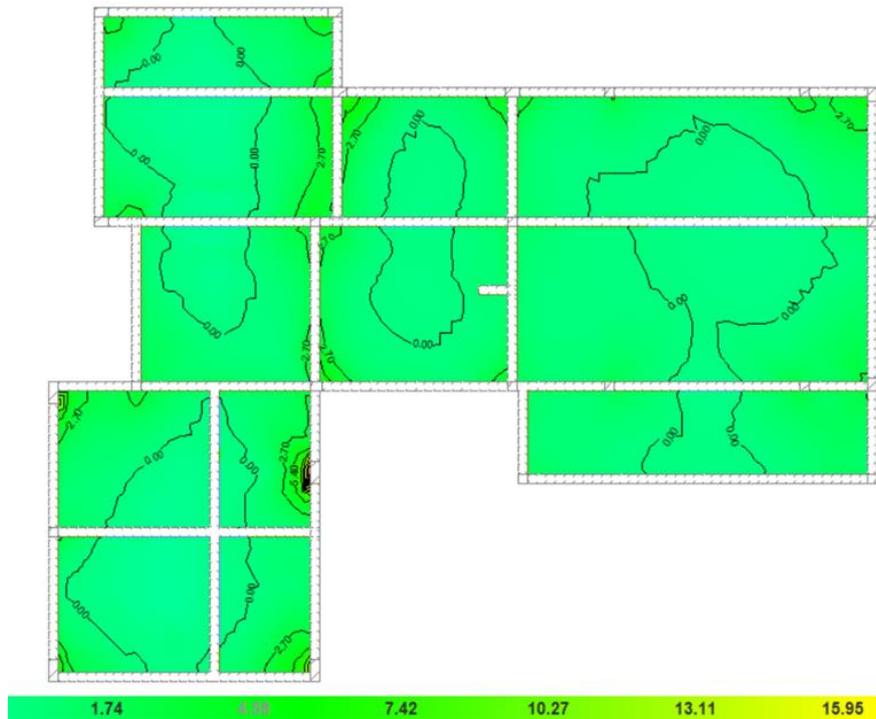


Imagen 10: Isovalores de cuantía inferior necesaria en dirección X (cm^2/m)

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén

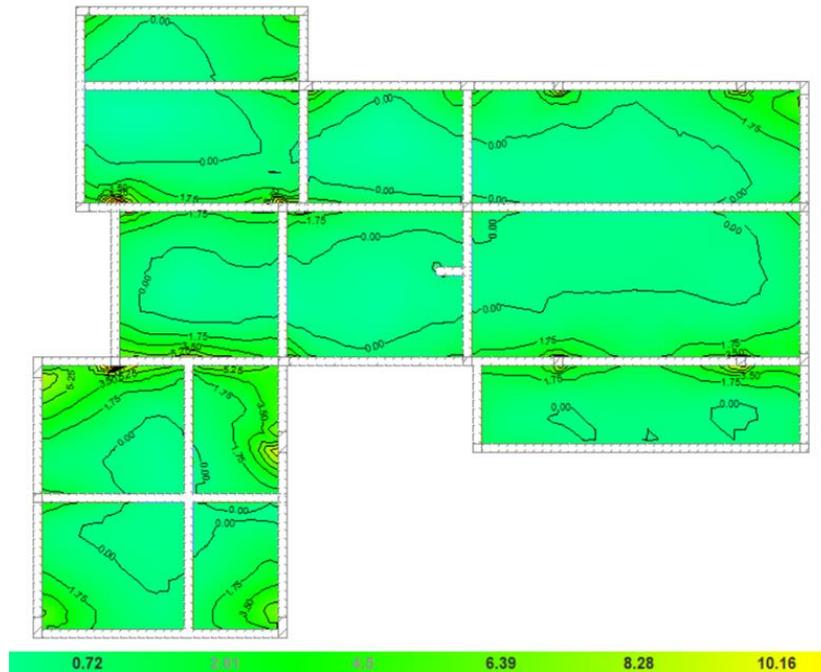


Imagen 11: Isovalores de cuantía inferior necesaria en dirección Y (cm^2/m)

Por otro lado, en la cara superior de la losa de fundación será necesario contar con armadura de barras de $\varnothing 8$ cada 15 y 20 centímetros en ambas direcciones, requiriendo también refuerzos en ciertos sectores. A continuación, se muestran los isovalores de cuantía necesaria.

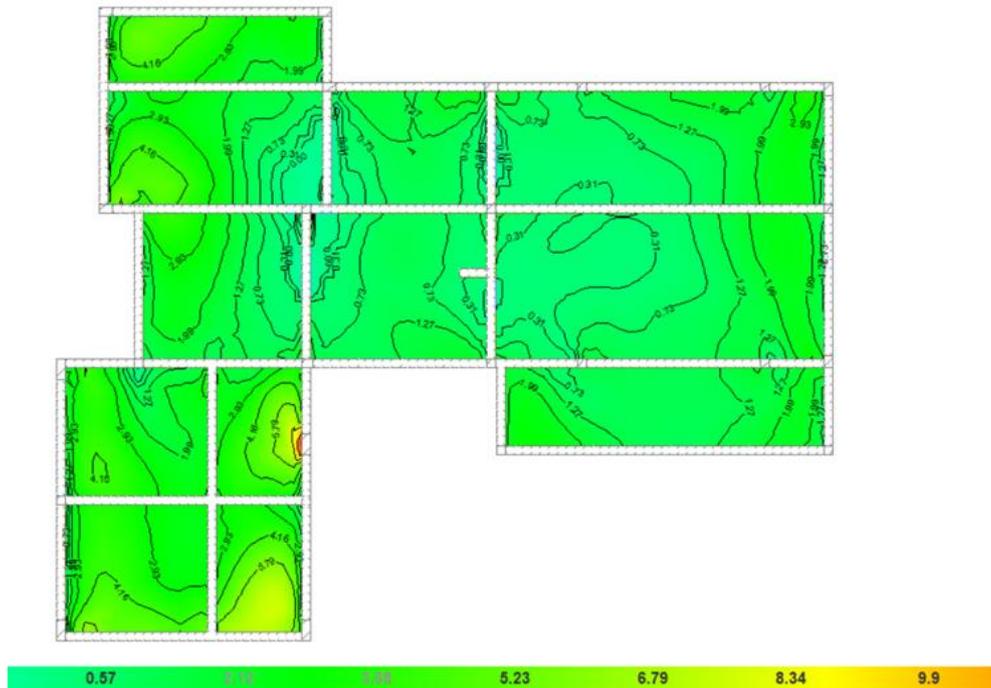


Imagen 12: Isovalores de cuantía superior necesaria en dirección X (cm^2/m)

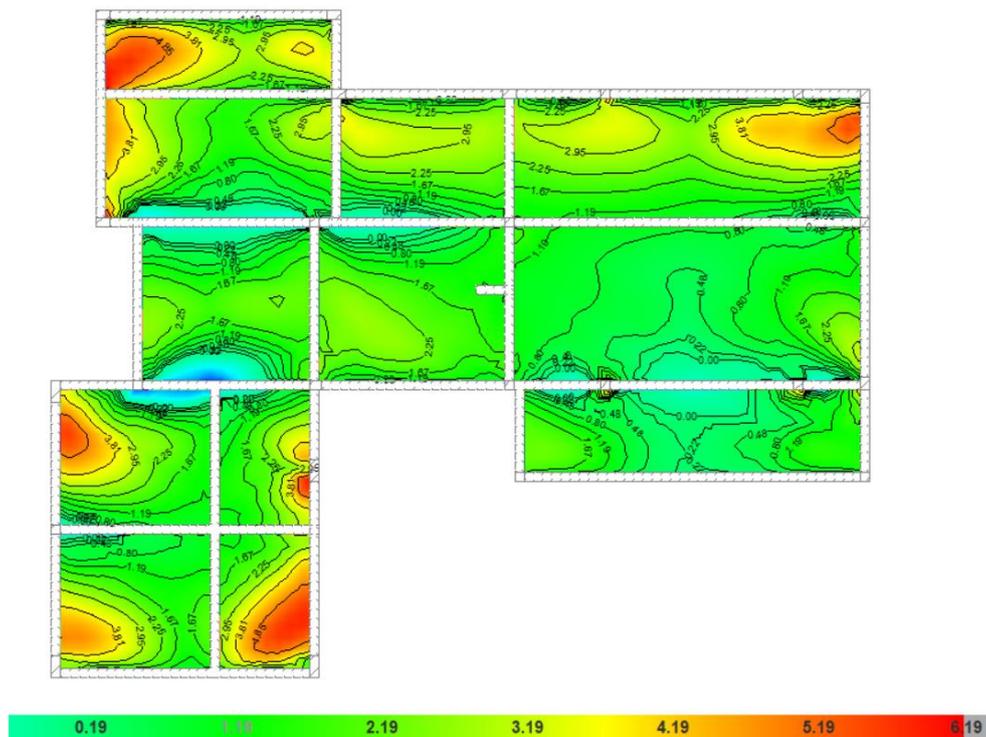


Imagen 13: Isovalores de cuantía superior necesaria en dirección Y (cm^2/m)

Columnas

La mayoría de las columnas tienen una sección transversal de 20x20 centímetros y de 20x30 centímetros, siendo de 3,14 metros desde el nivel de fundación hasta el entrepiso, y hasta de 4,08 metros de altura entre la planta alta y la cubierta. Hay casos especiales de columnas de 20x48 centímetros y de 20x25 centímetros que se determinaron de esta manera por requerimientos arquitectónicos (Imágenes 14 y 15).

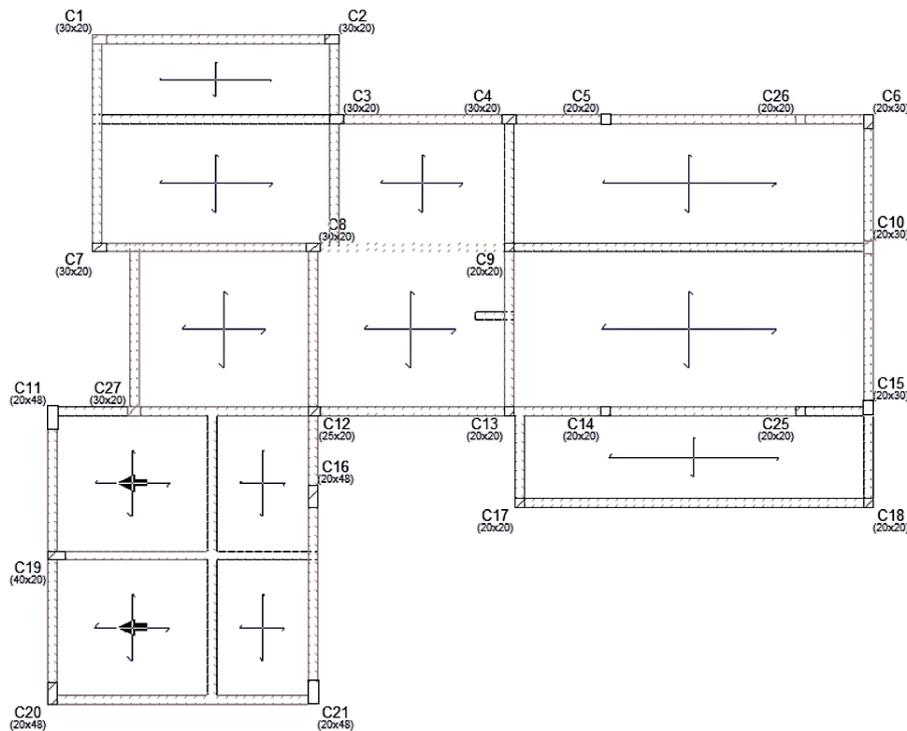


Imagen 14: Distribución columnas en planta baja

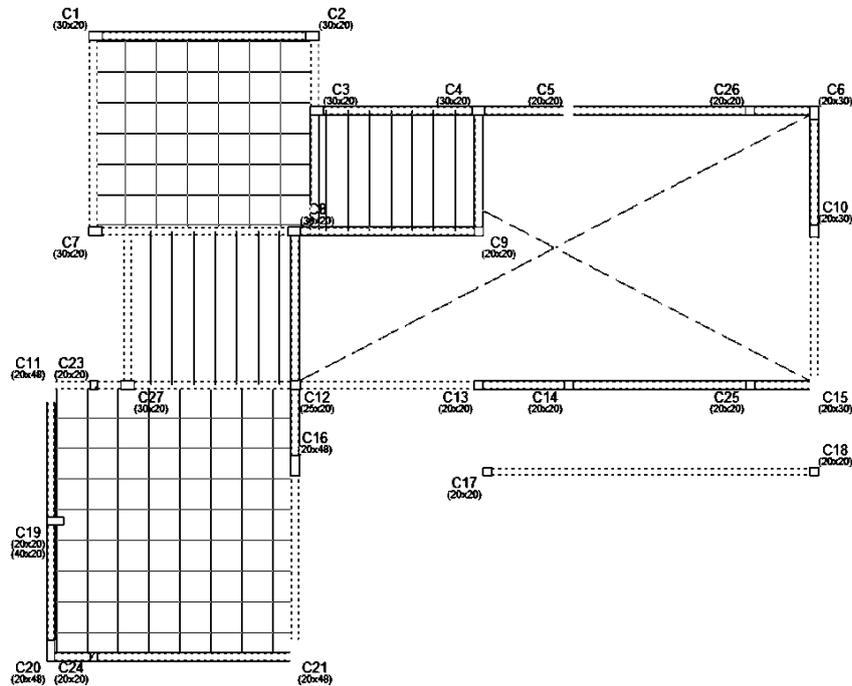


Imagen 15: Distribución columnas en planta alta

Se armaron todas las columnas con 4 barras longitudinales de $\varnothing 12$ en cada esquina como mínimo, pudiendo ser también en algunos casos con barras de $\varnothing 16$ y barras en las caras de la columna en caso de ser necesario. Los estribos se realizan con barras de $\varnothing 6$ cada 14 centímetros en el tramo de la columna, con una densificación de estribos cada 3 centímetros en el arranque de cada una de ellas (Imagen 16).

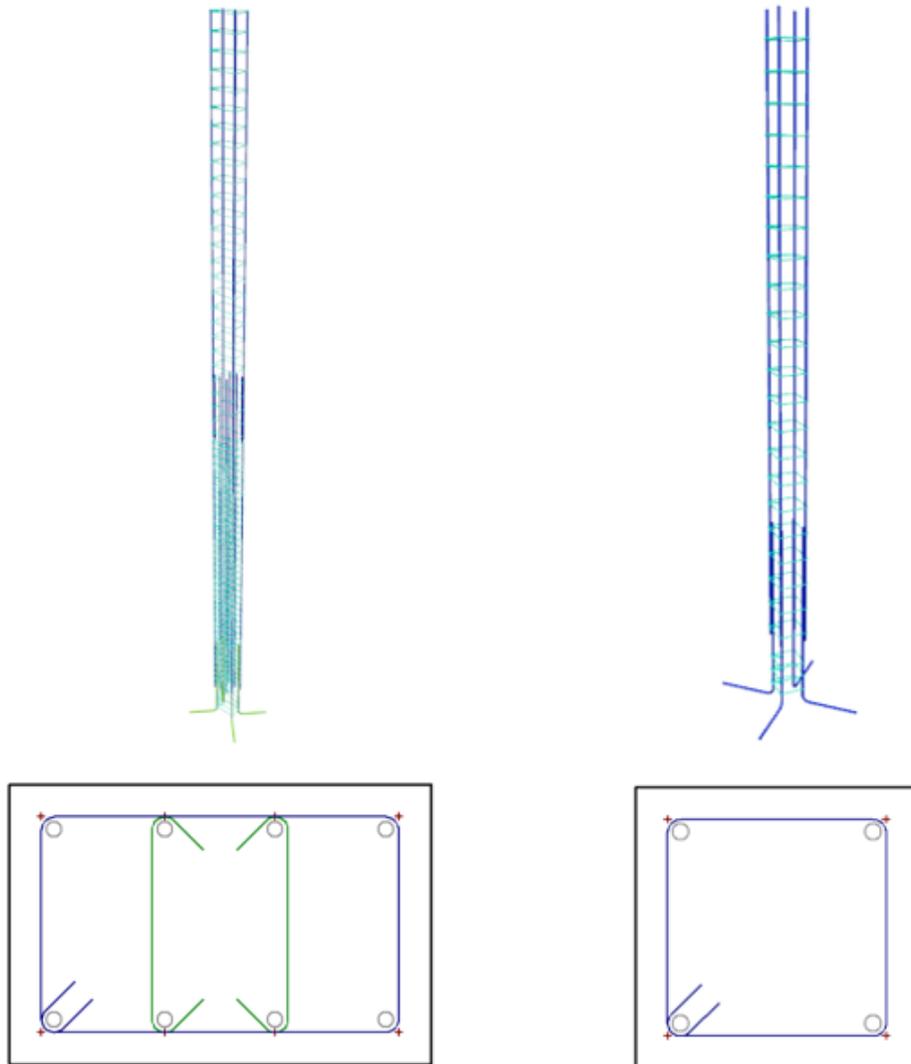


Imagen 16: Armado general de columnas

Vigas aéreas

Todas las vigas aéreas, tanto del entrepiso como del nivel de cubierta, resultaron con una sección transversal de 20x40 centímetros, comprobando cada elemento bajo las combinaciones de carga y logrando no solo su verificación sino también la homogeneidad en sus dimensiones, lo cual facilita después su construcción. Esto se representa en las Imágenes 17, 18 y 19.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén

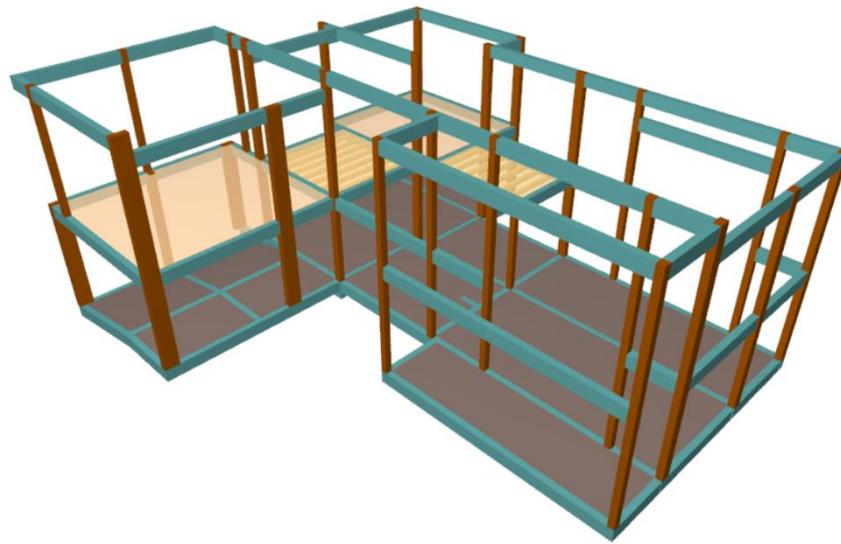


Imagen 17: Estructura resultante

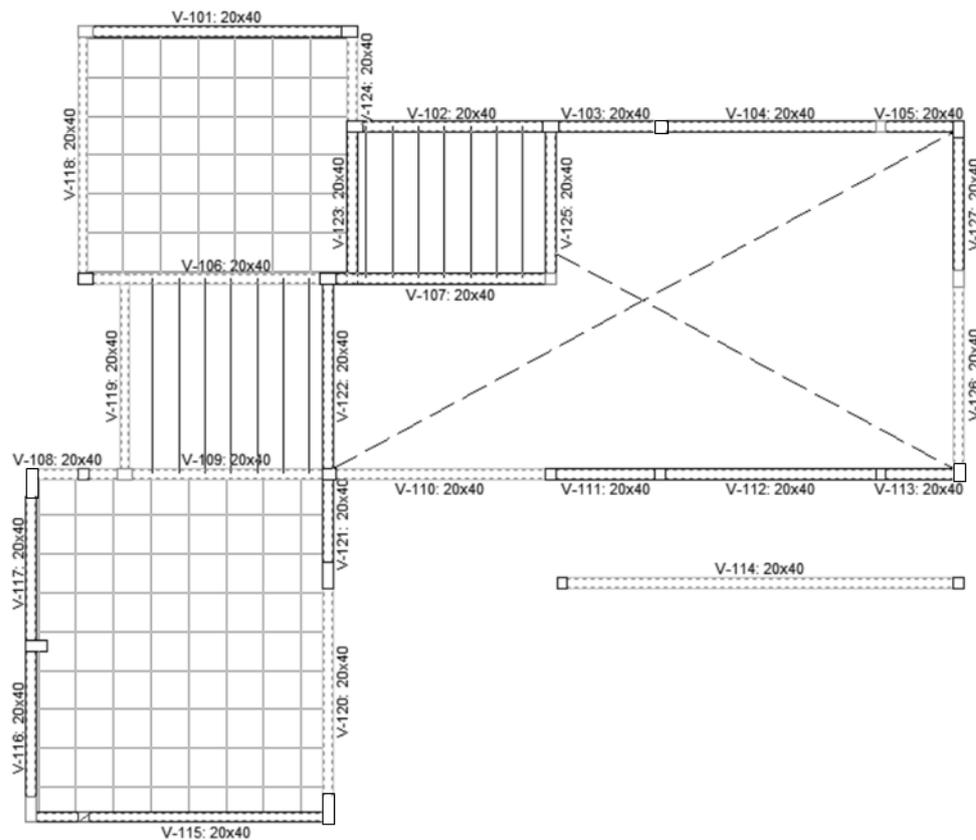


Imagen 18: Vigas sobre planta baja

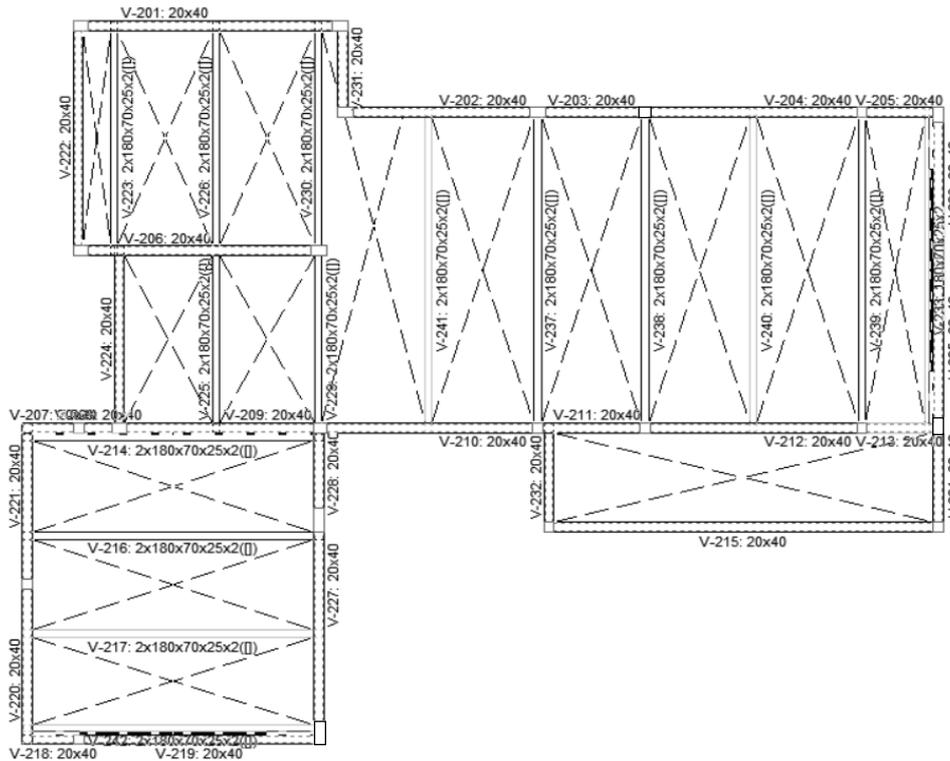


Imagen 19: Vigas de cubierta

Losas

Como se puede observar en la Imagen 20, se optó por losas casetonadas para las losas L1 y L4, cuyas dimensiones son 4,96x4,39 metros y 6,16x5,49 metros respectivamente, con casetones de poliestireno de 50x50x25 centímetros, nervios de 12 centímetros de ancho, y carpeta de compresión de 5 centímetros de espesor; generando así una losa de espesor total de 30 centímetros. También se consideró un macizado en las zonas cercanas a los apoyos, para resistir los esfuerzos debido al punzonado. Se optó por esta alternativa de losa debido a las grandes luces a cubrir, que al resolverlo con losa de viguetas pretensadas resultaba en la utilización de viguetas de series elevadas, lo cual aumentaría el costo de materiales para este sistema constructivo.

Por otro lado, las losas L2 y L3 se propone que estén constituidas por viguetas pretensadas y bloques de poliestireno debido a que tienen dimensiones menores que las otras losas, lo que implica poder usar viguetas de series menores. La losa L2 es de 3,61x2,62 metros y la losa L3 es de 3,69x3,42 metros. Ambas estarán conformadas por viguetas SHAP T50 de serie 1 separadas cada 50 centímetros en la dirección indicada en la imagen. La carpeta

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



de compresión será de 5 centímetros de espesor con armadura de $\varnothing 6$ en ambas direcciones, separadas cada 15 centímetros, generando así un espesor total de losa de 21,5 centímetros.

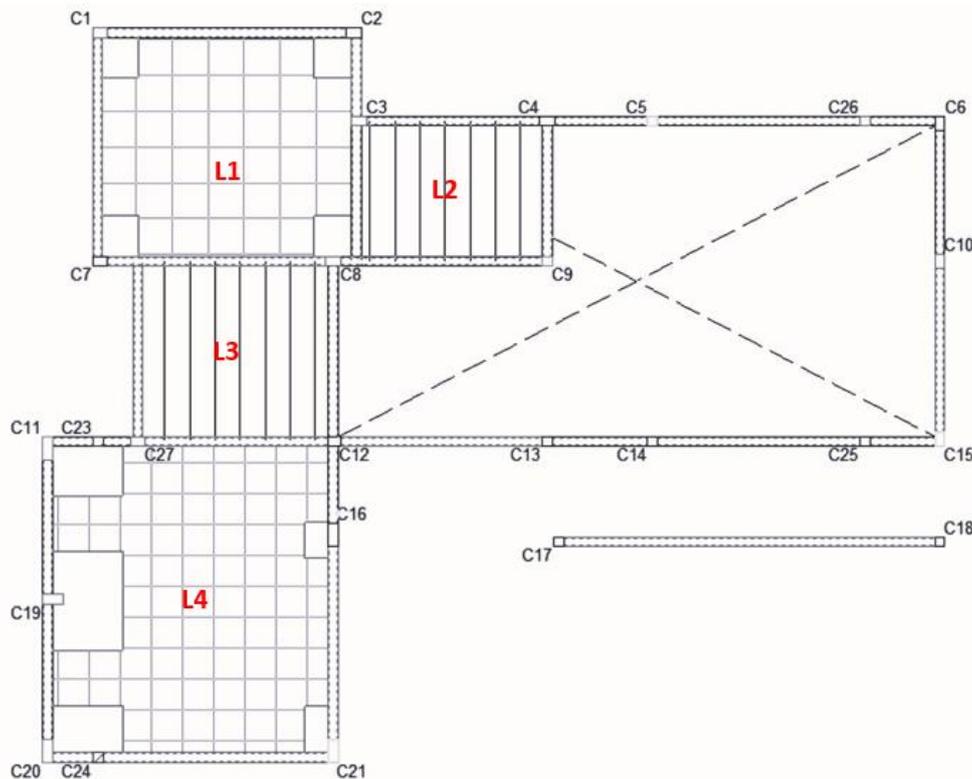
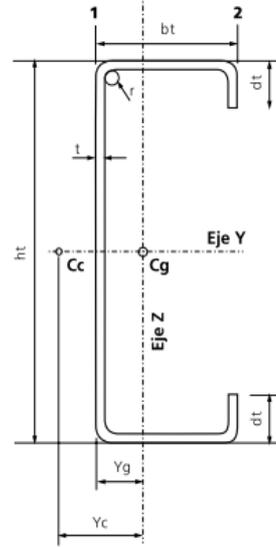


Imagen 20: Losas entrepiso

Vigas metálicas

Las vigas metálicas con doble perfil C 180x70x25x2 (Imagen 21) soldados en cajón son los perfiles con las dimensiones mínimas que verifican todas las comprobaciones con la disposición considerada (Imagen 22).

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



PERFIL C

ht	bt	dt	t=r	a	g	Jy	wy	iy	Jz	wz1	wz2	iz	Yg	Yc	Jt	Jw*
mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	Kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ⁶
180	70	25	2,00	7,14	5,59	358,56	39,84	7,09	50,56	22,36	10,67	2,66	2,26	5,61	0,10	3,66

Imagen 21: Características perfil C 180x70x25x2

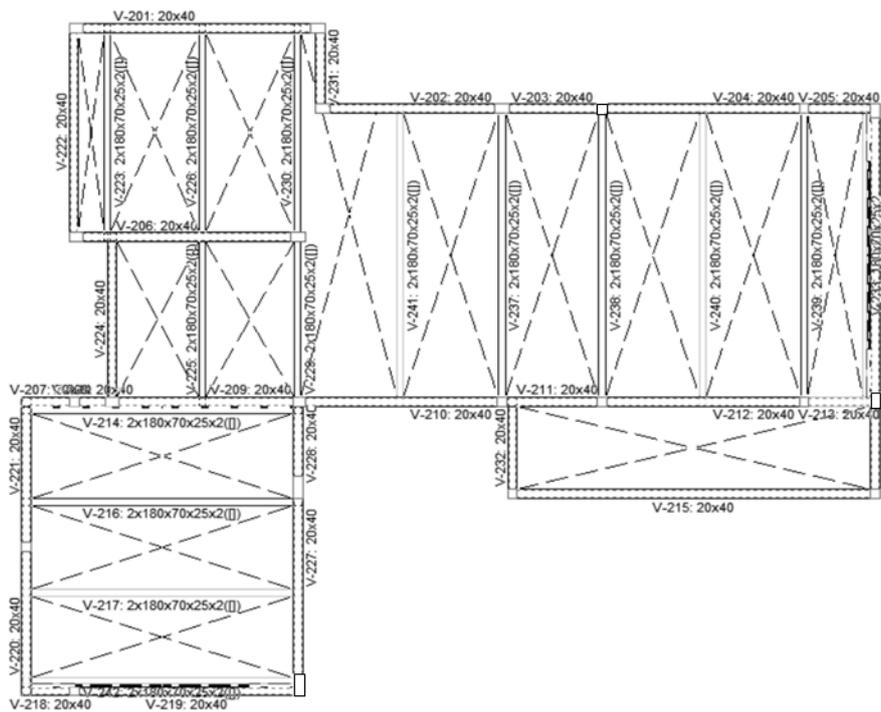


Imagen 22: Disposición vigas metálicas cubierta

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Tienen una longitud total de 6,27 metros y una longitud proyectada de 6,24 metros. Entre sus extremos existe un desnivel de 62 centímetros para los perfiles ubicados en el sector estar-comedor, siendo estos los dimensionantes por ser los más desfavorables al tener una longitud entre apoyos mayor que el resto. Se encontrarán separadas entre sí a una distancia máxima de 2,12 metros.

La estructura resultante se muestra en la Imagen 23.

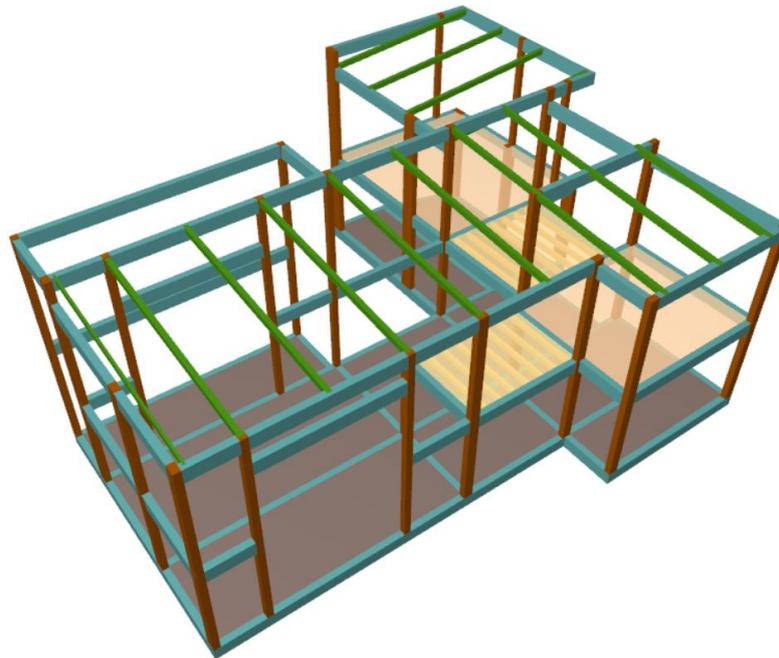


Imagen 23: Estructura resultante

Correas

Se establecieron perfiles C 80x50x15x1,6 (Imagen 24) para la materialización de las correas, separadas entre sí cada 1 metro.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Para el cálculo estructural se consideraron 3 grados de libertad (giros respecto a los 3 ejes) debido al tipo de vinculación (unidas a las vigas metálicas mediante tornillos auto perforantes).

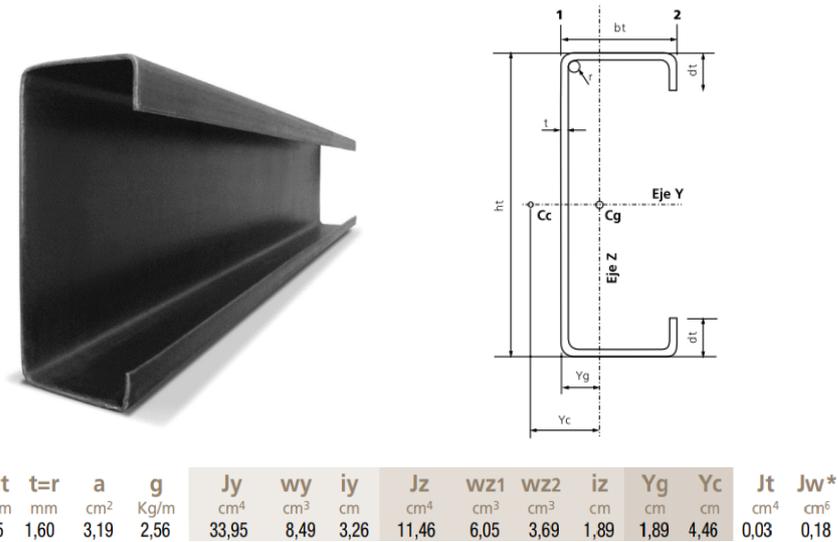


Imagen 24: Características perfil C 80x50x15x1.6

Placas de anclaje

Para la verificación de las placas de anclaje, las varillas roscadas de unión embutidas en el hormigón y las soldaduras involucradas se siguió el Reglamento CIRSOC 301-2005, particularmente el capítulo J: Uniones, juntas y medios de unión.

A partir de su cálculo, se establecieron placas de anclaje de 30x30 centímetros, de ¼” de espesor, vinculadas a la estructura de hormigón mediante varillas roscadas SAE 1010 según se muestra en la Imagen 25.

Las vigas metálicas que llegarán a las placas de anclaje estarán unidas a las placas de anclaje mediante soldadura perimetral de 5 milímetros de lado.

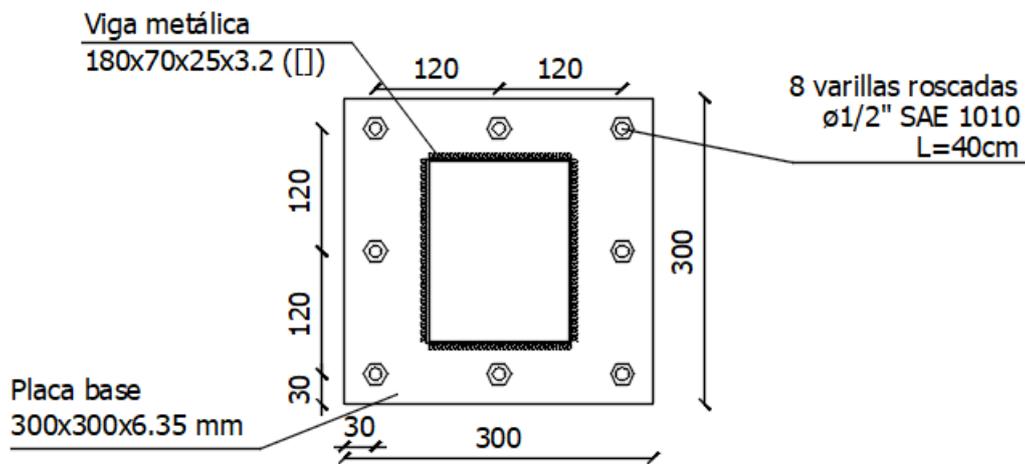


Imagen 25: Placa de anclaje

3.5.B. Estructura de Steel framing

3.5.B.1. Descripción general

El sistema constructivo de steel frame utiliza perfiles de acero galvanizado como base estructural. Consiste en la creación de una estructura de perfiles de acero de muy bajo espesor que se ensamblan entre sí, formando el esqueleto principal de la construcción. El montaje de los mismos se realiza sobre fundaciones de hormigón, con la ventaja de que las cargas por peso propio son mucho menores que las de una obra en construcción húmeda.

El tipo de acero galvanizado para Steel Frame se encuentra especificado en la Norma IRAM-IAS U 500-205, en la cual se establece que el mismo deberá cumplir con los requisitos de la Norma IRAM-IAS U 500-214.

Perfiles

Según la Norma IRAM-IAS U 500-205, el perfil obtenido tiene sus caras planas y zonas dobladas a diferentes ángulos, formando una sección transversal constituida por una composición de figuras geométricas simples que se mantiene en toda su longitud.

Perfiles tipo “C”:

- Se usan en muros portantes y no portantes (montantes), entrepisos (vigas), techos (cabreadas, cumbreras, cabios), estructuras especiales (dinteles, escaleras)

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



- Las dimensiones del alma y el espesor de chapa estarán dadas por el cálculo estructural, los diámetros de las instalaciones, espesores de aislaciones térmicas y espesor final del muro.

Perfiles tipo “U”:

- Se usan únicamente como elementos que mantiene a los perfiles “C” en posición. Los perfiles “C” encastran dentro de los “U”, siendo fijados por tornillos auto perforantes.
- No cumplen función estructural
- Se usan para armar conjuntamente con los perfiles “C” elementos tales como: dinteles, vigas de apoyo, vigas tubo.
- Como regla general se utiliza un perfil “U” del mismo espesor que los perfiles “C” a los que vincula y un ancho de alma que los contenga.

Se los denomina perfiles livianos porque el espesor de chapa de acero varía entre 0,90 y 2,50 milímetros. El espesor de 0,90 mm es el mínimo autorizado por la Norma IRAM IAS U 500-205 para construir con el sistema. Los espesores nominales son (en milímetros): 0,90; 1,25; 1,60; 2,00 y 2,50.

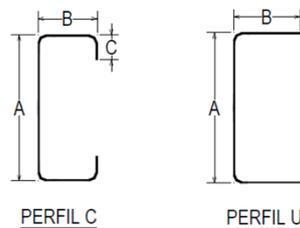


Imagen 26: Perfiles de acero galvanizado PGC-PGU

Fundación

Al igual que en el caso de la estructura de hormigón armado, se elige como sistema de fundación platea debido a no poder contar con estudios de suelos que proporcionen valores reales de las características presentes en el lugar. De esta manera, se reparten más uniformemente las cargas sobre el terreno y se reducen los asentamientos diferenciales.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Se propone losa de 15 centímetros de espesor y se proponen vigas de sección transversal de 20 centímetros por 35 centímetros al contar con una estructura liviana.

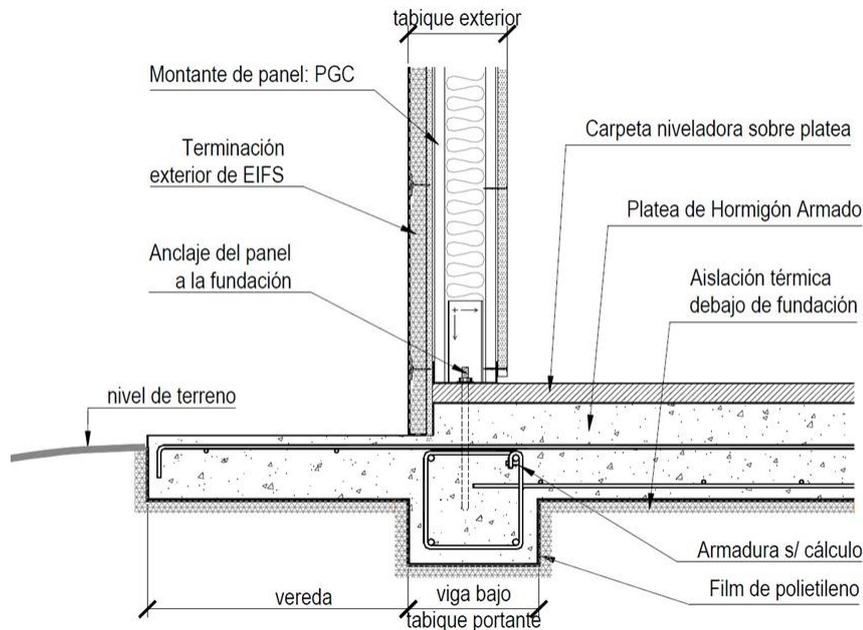


Imagen 27: Esquema representativo fundación estructura de Steel Frame

Se determina como anclaje entre la panelería y el sistema de fundación, varillas roscadas embutidas en el hormigón de la platea mediante el uso de anclaje químico (Imagen 28).

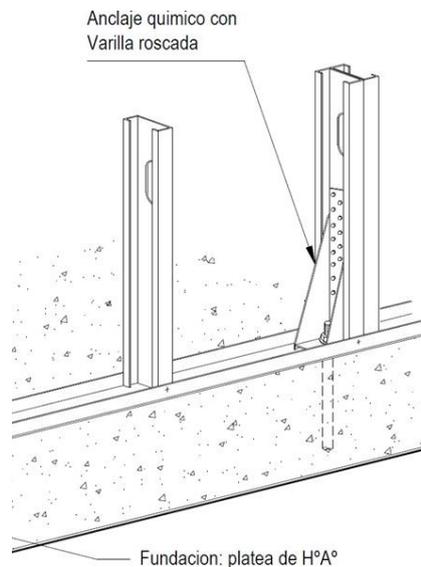


Imagen 28: Vinculación estructura-platea de H° A°

Paneles

El concepto principal de las estructuras resueltas con Steel Frame es dividir las en una gran cantidad de elementos estructurales, de manera que cada uno resista una porción de la carga total. Con este criterio, es posible utilizar elementos más esbeltos, más livianos y fáciles de manipular.

Un panel está compuesto por una cantidad de perfiles “C” denominados montantes que transmiten las cargas verticalmente por contacto directo a través de sus almas, estando sus secciones en coincidencia. Esto describe el concepto de estructura alineada, (o “*in line framing*”). La modulación depende básicamente de las dimensiones de las placas interiores y exteriores a utilizar debido a la necesidad constructiva de sujetar las placas a la estructura.

Cuando el proyecto arquitectónico ya está definido, se procede a superponer la planta de arquitectura a una grilla de referencia modulada (Imagen 26) para adecuar la estructura de Steel Frame al anteproyecto dado, realizando los ajustes necesarios para compatibilizar ambas situaciones. La modulación elegida es de 40 centímetros ya que es múltiplo de la medida de las placas que serán atornilladas a la estructura, siendo de 1.22x2.44 metros. La grilla nos permite visualizar en que lugares irán los montantes, pudiendo ubicar los mismos fuera de la modulación en cualquier caso que lo requiera el proyecto como, por ejemplo, en donde se presenten aberturas. A partir de esto, se dispusieron montantes PGC 100x0.9 acorde a la modulación establecida, ubicados a 2 centímetros del filo interior de los muros propuestos en la arquitectura al considerar como revestimiento interior una placa de yeso de 2 centímetros de espesor. En esquinas y sectores de punto de descarga de vigas de entrepiso y de cubierta se pusieron cajones conformados por dos PGC100x0.9 y dos PGU 100 x 0.9 atornillados entre sí.

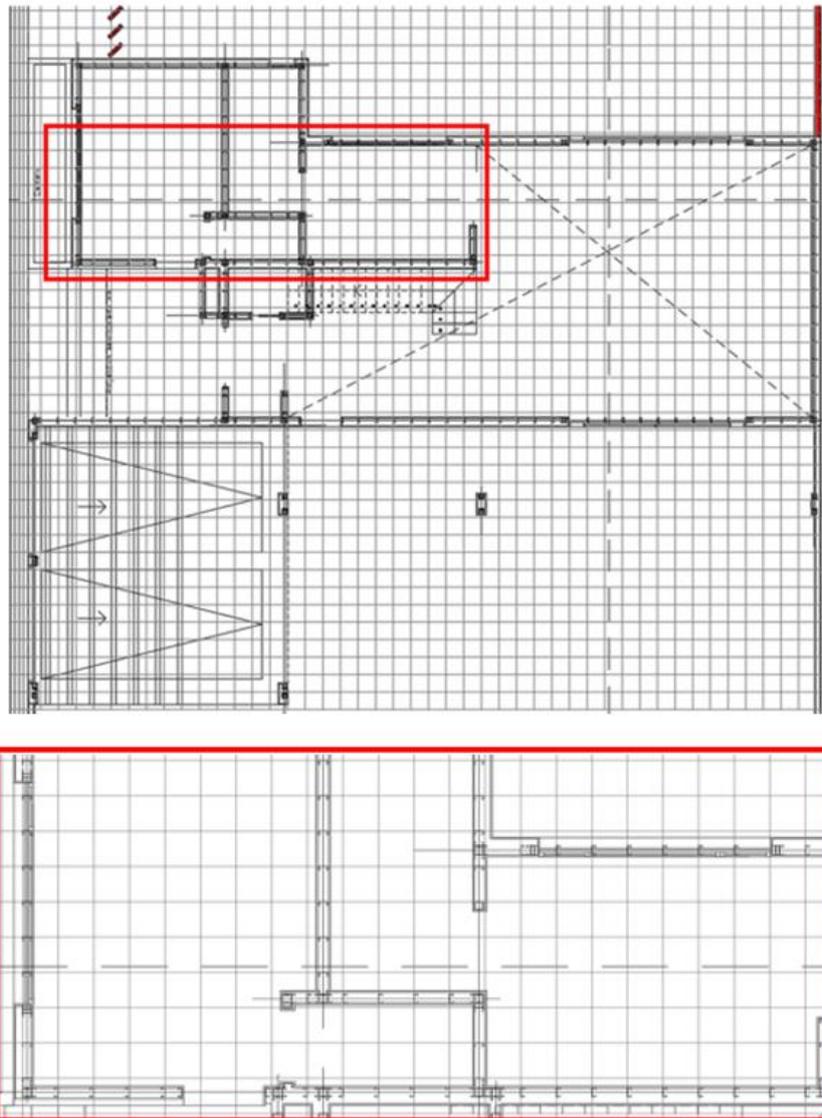


Imagen 26: Ubicación de perfiles en planta modularmente

La elección de los perfiles de los elementos horizontales que conforman los paneles se elige de acuerdo a si el panel es considerado portante o no, lo cual depende de cómo descargue la cubierta, si hay vanos o no dentro del mismo y de si hay cargas excéntricas debido a la disposición de los elementos estructurales al tener interrupciones en su continuidad.

Paneles no portantes:

Para generar el panel se colocan soleras de cierre tanto inferiores como superiores de perfil “U”, donde todas las uniones se materializan utilizando tornillos.

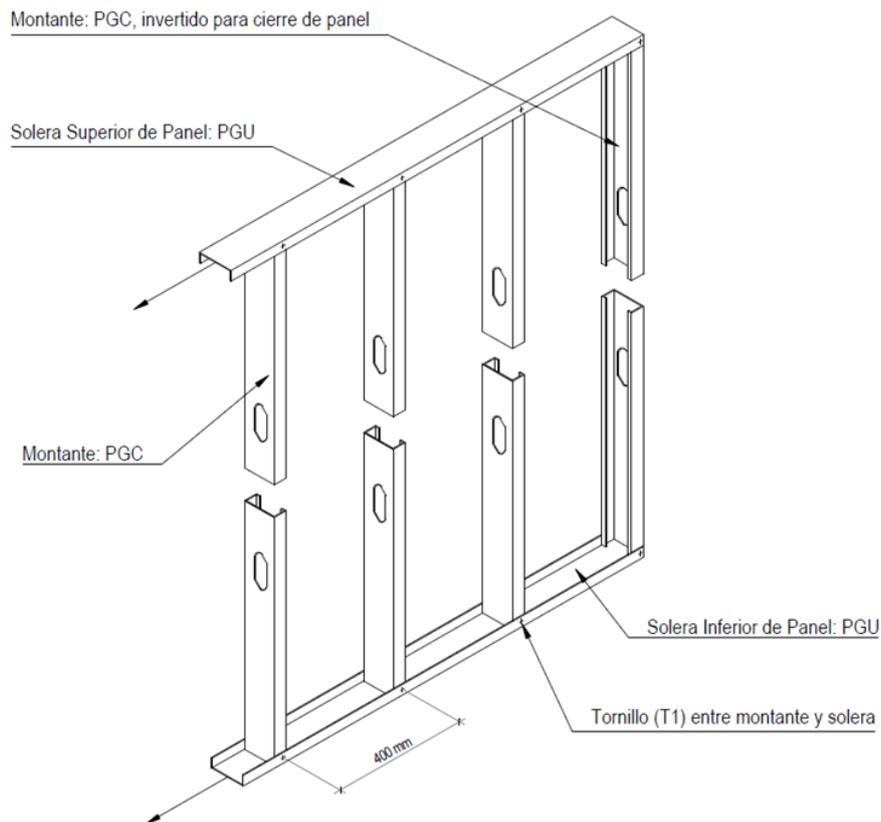


Imagen 27: Esquema representativo panel no portante

Se utilizan como cierre superior perfiles PGU 100x0.9 en paneles que no soportan carga de entrepiso o cubierta.

La resolución de vanos en paneles no portantes queda reducida a la delimitación de la abertura dado que, al no soportar cargas verticales, solo se materializa con una solera de cierre, como se muestra en la Figura N°28.

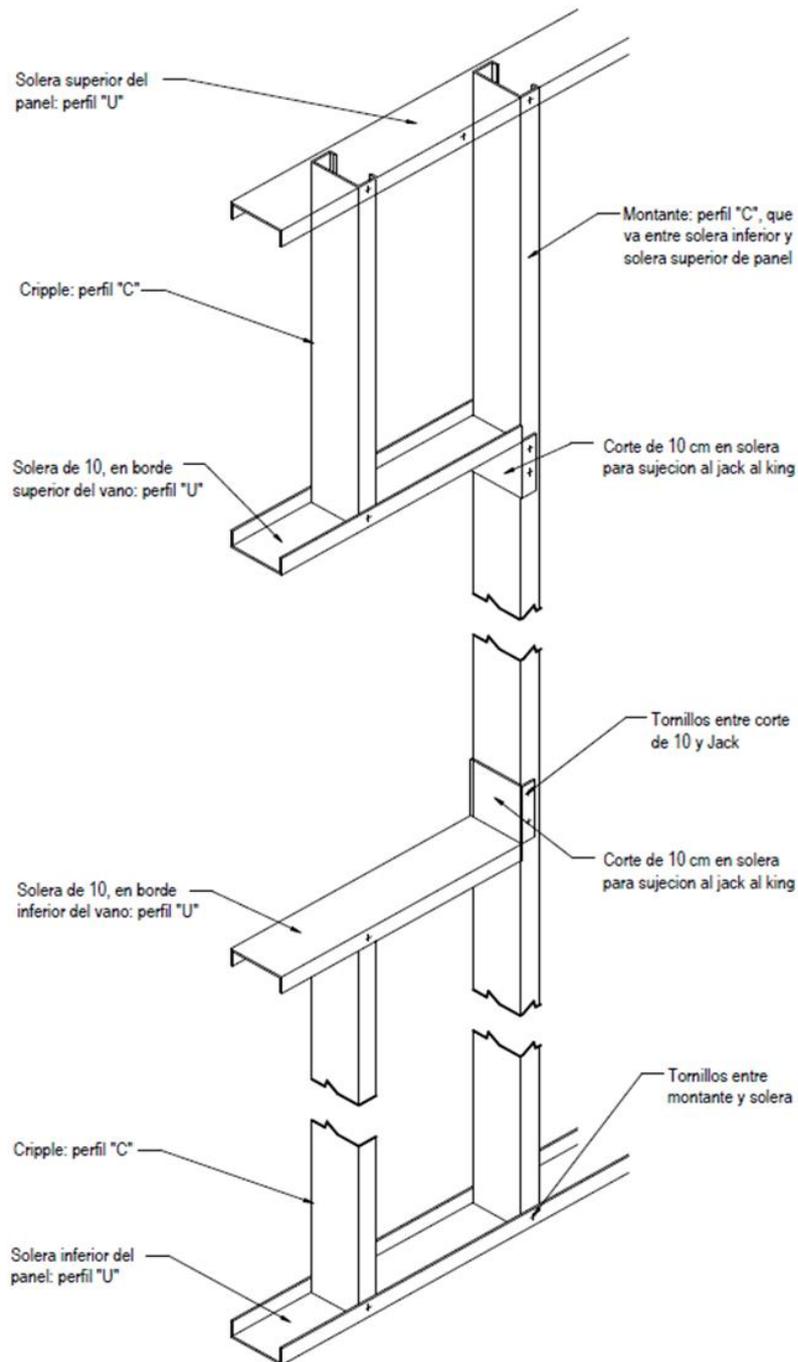


Imagen 28: Vanos en paneles no portantes

Paneles portantes:

Se utilizan como cierre superior vigas cajón conformadas por dos perfiles PGC 100x0.9 y dos perfiles PGU 100x0.9 en paneles en donde descargue el entrepiso o cubierta. Al igual que en los sistemas tradicionales de construcción, el elemento destinado a desviar las cargas que aparecen sobre un vano es el dintel, por lo que en este tipo de paneles portantes se propone la viga cajón propuesta anteriormente, como se muestra en la Imagen 32.

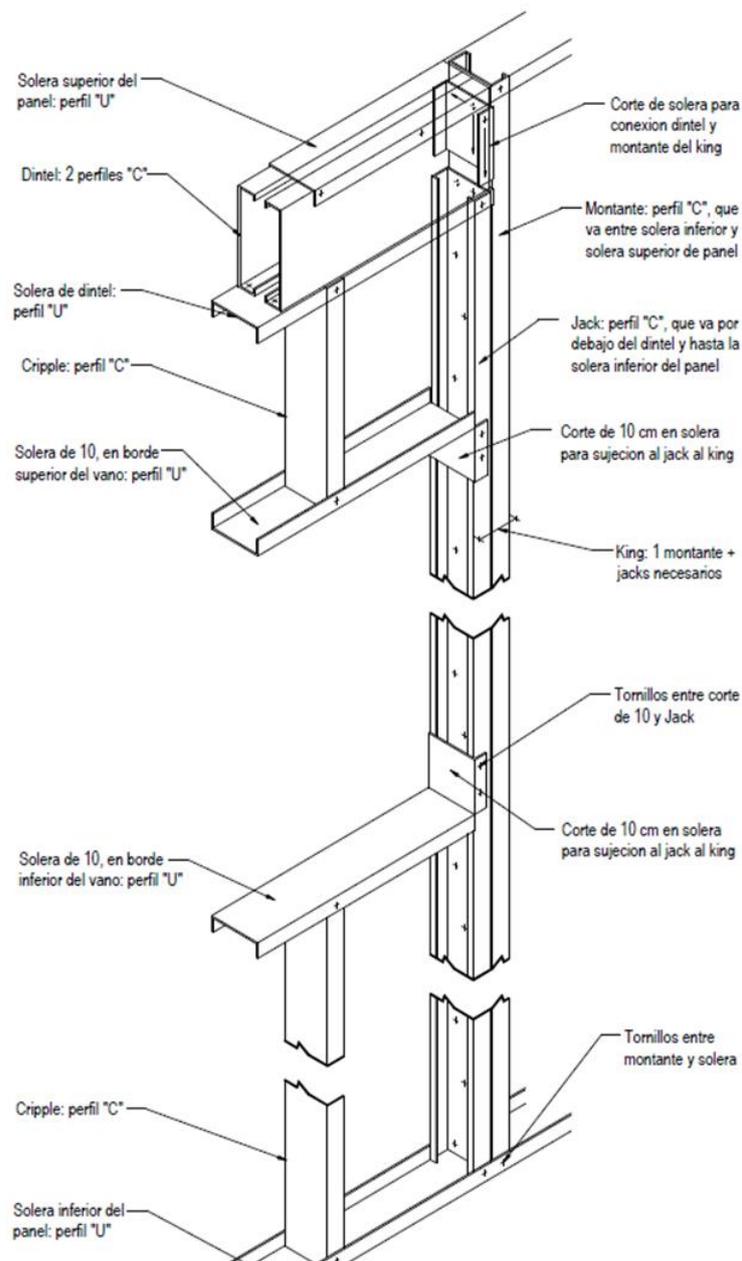


Imagen 29: Esquema representativo paneles portantes

Fijaciones

Para completar el armado del panel es necesario unir entre sí las distintas piezas que lo componen. Entre los distintos tipos de fijaciones aptos para estructuras resueltas con Steel Frame, el de uso más generalizado es el tornillo autopercutor. El tipo específico de tornillo (cabeza, largo, diámetro, mecha) variará según sean las piezas a unir y su ubicación dentro del panel.

Plantas de Encuentros:

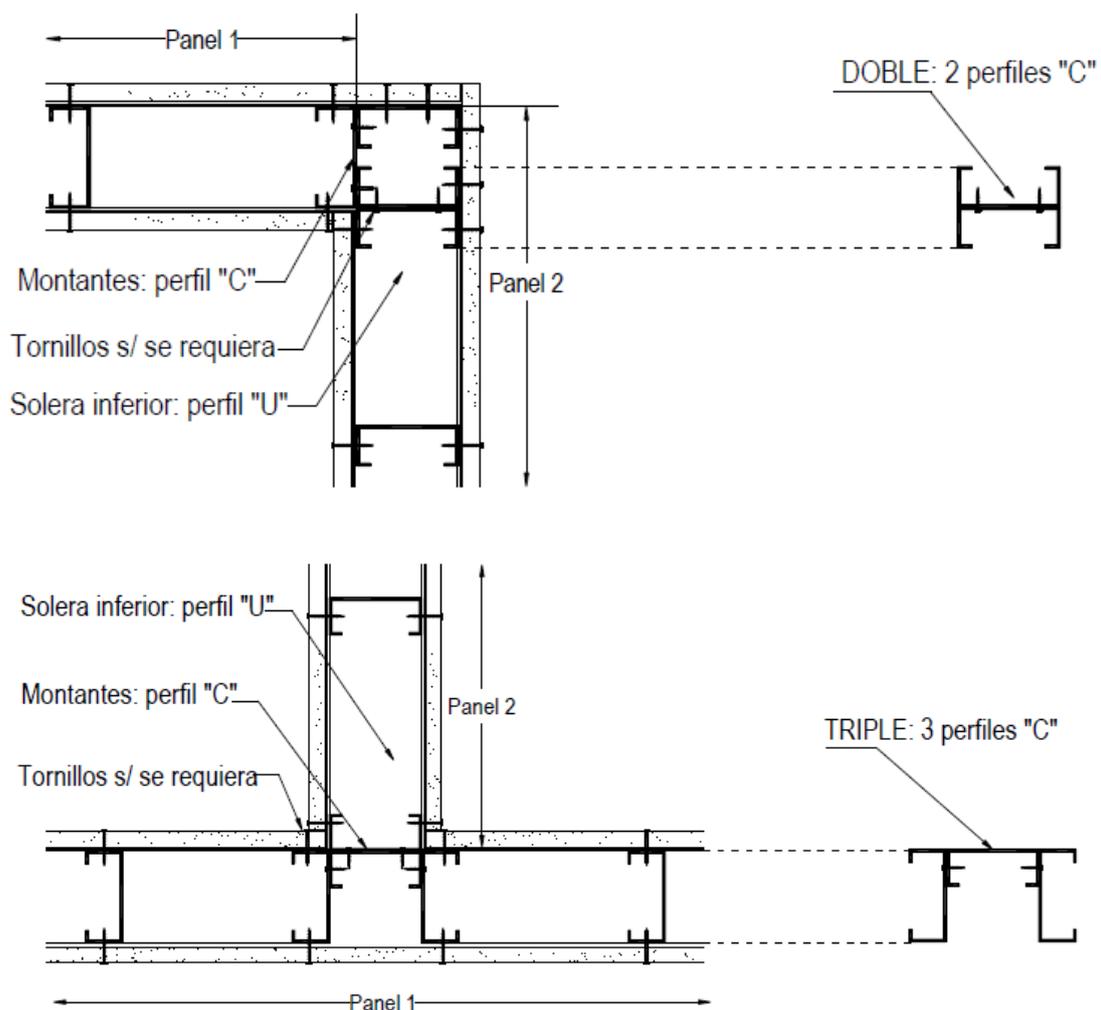


Imagen 30: Fijaciones en encuentro de muros

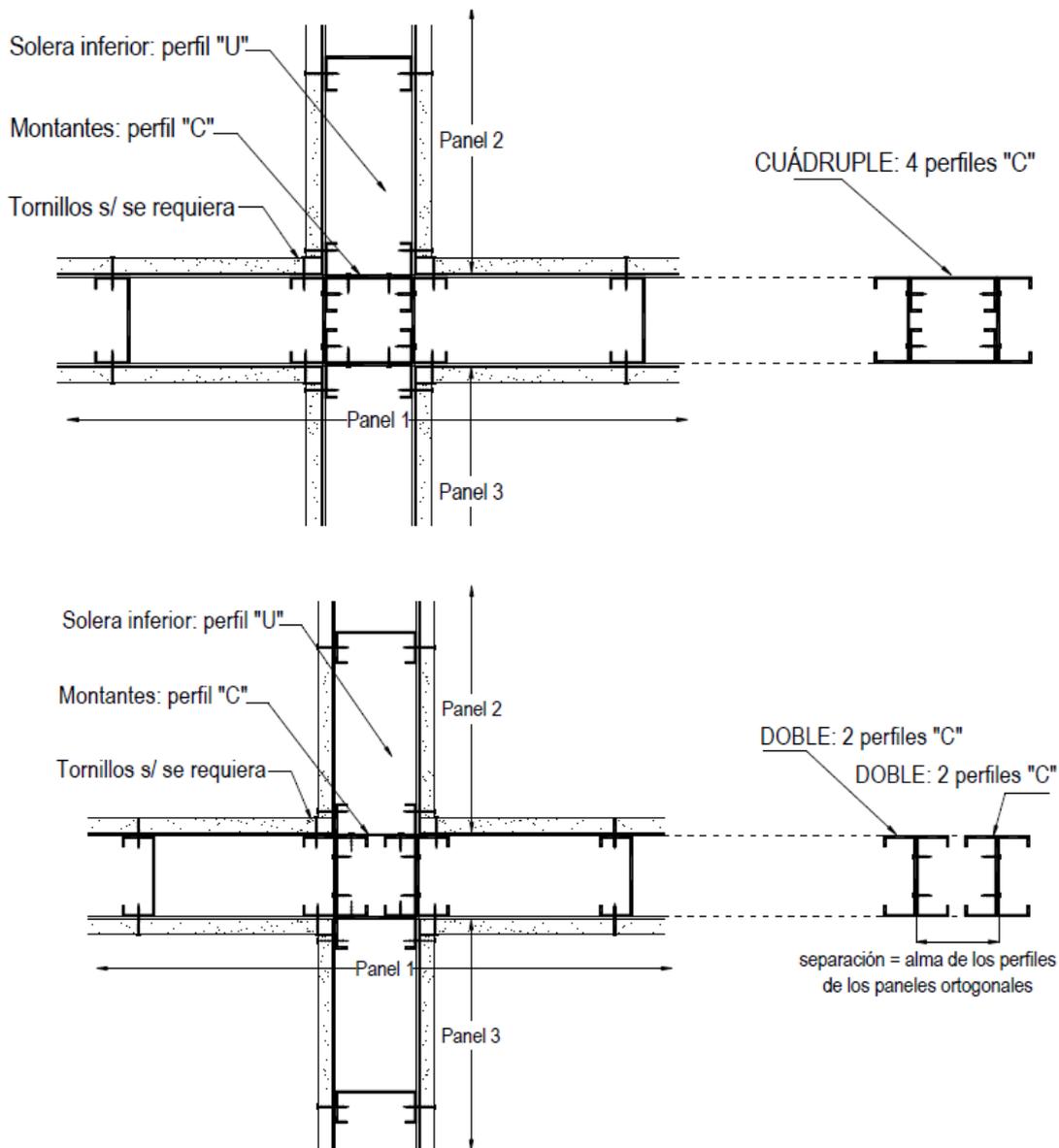


Imagen31: Fijaciones en encuentro de muros

Rigidizadores

Los paneles ejecutados con Steel Frame deberán ser provistos de algún elemento estructural adicional que pueda absorber esfuerzos horizontales en el plano del panel y así, efectivamente, resistir y transmitir tales esfuerzos hacia sus estructuras de apoyo, fundaciones o entresijos.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Partiendo de la base que el panel está anclado y debido a que la unión entre montantes y soleras de panel es articulada, el panel tenderá a deformarse tal como se indica en los esquemas de abajo.

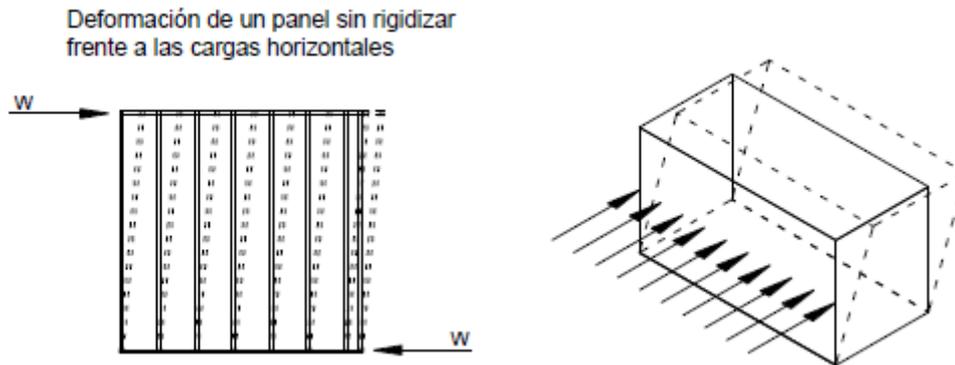


Imagen32: Esquema ilustrativo deformación de panel

Para evitar esta deformación, que podría producir el colapso de la estructura, debe rigidizarse el panel en su plano, ya sea con Cruces de San Andrés (“X Bracing”) o con una placa que sea capaz de actuar como Diafragma de Rigidización.

Cualquiera sea la alternativa a elegir, no debe subestimarse la importancia fundamental de este componente de la estructura, que debe estar presente en todos los casos, al igual que lo están las cargas laterales que actúan sobre la estructura.

Cruz de San Andrés

Al colocar un fleje en forma diagonal y un anclaje coincidente con la llegada del mismo se evitan, tanto los efectos de rotación y desplazamiento, como la deformación de su plano.

Para ello, se ejecuta la unión fleje- estructura por medio de una cartela (Imagen 36) que permite la colocación de los tornillos necesarios para absorber el corte que genera la tensión en el fleje. Esta cartela deberá fijarse a un montante doble, y en coincidencia con éste, se colocará un conector y un anclaje para absorber los esfuerzos de corte y arrancamiento transmitidos por el fleje.

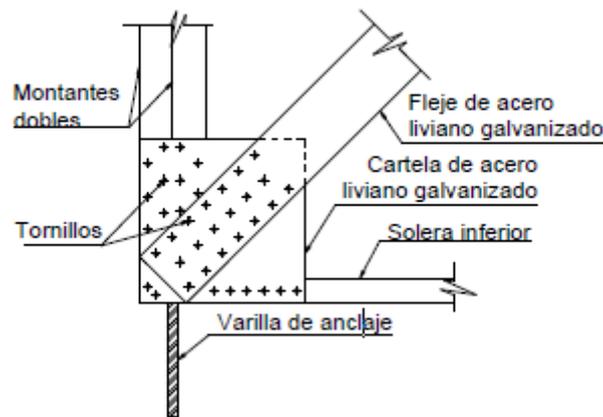


Imagen33: Materialización Cruz de San Andrés

Diafragma de Rigidización

Para que una placa apta para ser colocada en el exterior de un panel pueda ser considerada diafragma de rigidización, debe otorgarle a la estructura de acero galvanizado liviano la resistencia necesaria para absorber las cargas laterales que actúan sobre ella.

Cuando se utilizan placas o diafragmas de rigidización, el valor de resistencia total final que alcanzará el panel, no sólo dependerá de la placa utilizada, sino también de algunos otros elementos y/ o características del mismo:

- Tipo, medida y separación de los tornillos de fijación del diafragma a la estructura
- Relación Altura / Largo de la pared
- Características resistentes de los perfiles que conforman el panel
- Tipo, ubicación y cantidad de conectores y anclajes

Esto nos indica que los valores de resistencia que alcanzarán los paneles rigidizados con diafragmas no son sencillos de calcular.

Por este motivo la mejor forma de obtener tal información, es recurrir a ensayos estáticos y dinámicos sobre diferentes conformaciones de paneles y analizar sus resultados.

Debido a que aún no se conocen ensayos de este tipo ejecutados en nuestro país, consideraremos como placas estructurales o diafragmas de rigidización, a placas que han

sido ensayadas en los EEUU por la American Plywood Association (A.P.A) y que se encuentran disponibles en el mercado local.

OSB (Oriented Strand Board) Exterior Structural Grade: espesor mínimo 11.1 mm

Si bien se decidió utilizar placas OSB de espesor 11.1 mm, considerándose así de uso estructural, tienen que cumplirse todos los emplacados de manera correcta para que la estructura no sufra inconvenientes y está relacionado directamente con lo especializada que este la mano de obra en este tipo de sistemas constructivos. También, podría suceder que ingrese humedad por algún motivo extraordinario, aun habiéndose hecho las aislaciones correspondientes, y disminuya la capacidad portante del material. Por estos motivos, se decidió colocar cruces de San Andrés en todos los paneles exteriores que resultaran críticos.

Strapping y Blocking

Dado que en los montantes el baricentro de la sección no coincide con el centro de corte de la misma, el montante pandeará debido a la flexotorsión que esa excentricidad genera, siendo necesaria la colocación de un elemento capaz de evitar tal deformación. Entonces, se coloca un fleje metálico o strapping a la mitad de longitud de los montantes siempre que la altura del panel sea de 2.60m y sino cada 1m aproximadamente, atornillándose a ambos lados del panel. Además, deberá ejecutarse un rigidizador o blocking uniendo un perfil “C” con un perfil “U”, y sujetándolos a los dos montantes extremos del panel mediante un “corte de 10”, como se indica en la Imagen 37.

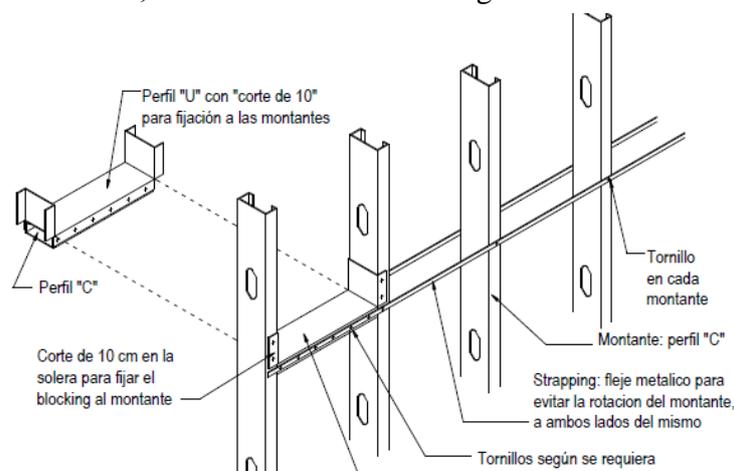


Imagen 34: Esquema ilustrativo colocación strapping y Blocking

Todos estos elementos rigidizadores no se pueden modelar en el programa de cálculo por lo que se tiene en cuenta la acción de los mismos mediante la parametrización de los elementos estructurales, analizando el comportamiento frente al pandeo y modificando los coeficientes y longitudes efectivas del mismo en cada caso.

Entrepiso

A diferencia de un entrepiso de hormigón, cuya descarga se realiza en forma continua sobre su apoyo (por ejemplo, viga principal o tabique), un entrepiso resuelto con Steel Frame transmite la carga recibida por cada viga puntualmente al montante del panel que le sirve de apoyo.

Las vigas del entrepiso se eligieron de PGC 120x1.25 considerando la carga actuante sobre las mismas. Se modularán con la misma separación que los montantes de los paneles (40 centímetros) para una correcta transmisión de los esfuerzos y lograr el mayor aprovechamiento de las placas de rigidización al plantear un entrepiso seco, en donde la rigidización horizontal de la estructura se obtiene mediante estas placas atornilladas a las vigas.

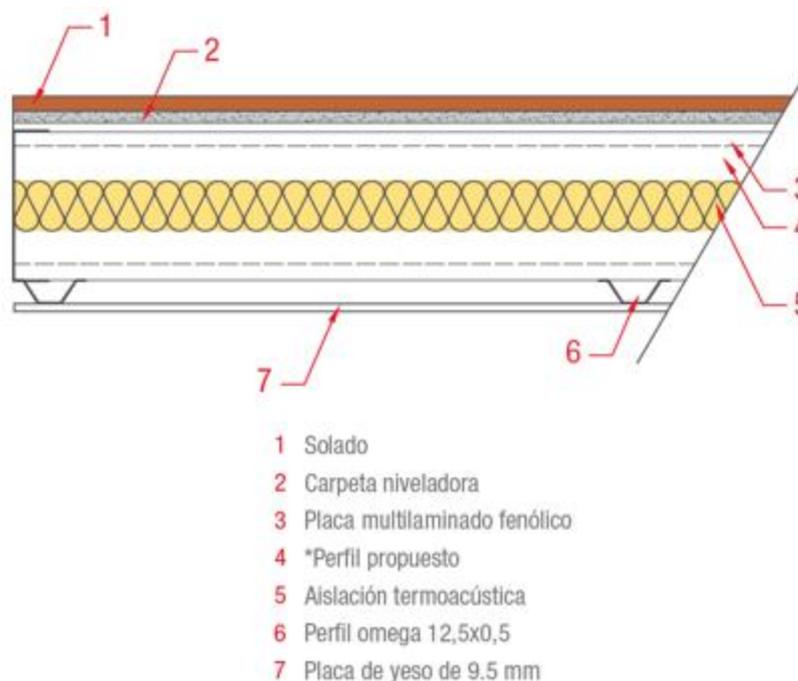


Imagen 35: Esquema ilustrativo-Componentes de entrepiso

En los casos en que la modulación entre paneles y entrepiso difiera y por lo tanto no se respete el “in line Framing”, deberá colocarse una viga dintel (viga tubo), capaz de

transmitir la carga de las vigas que no apoyan directamente sobre los montantes. A partir de esto, se dispusieron vigas PGC 200x2.0 en cajón en todos los paneles en los que consideramos necesarios al ser descarga directa de todas las vigas de entrepiso. También, se decidió poner en todos los paneles exteriores no solo para generar continuidad con los que reciben el entrepiso sino para particionar el panel en dos y así no solo evitar tener montantes significativamente altos que podría llegar a sufrir deformaciones sino también que los perfiles requeridos no sean de gran sección, lo que implicaría mayor costo en perfilería. En general, se materializa el borde del entrepiso para permitir el apoyo del panel de planta alta (Imagen 39).

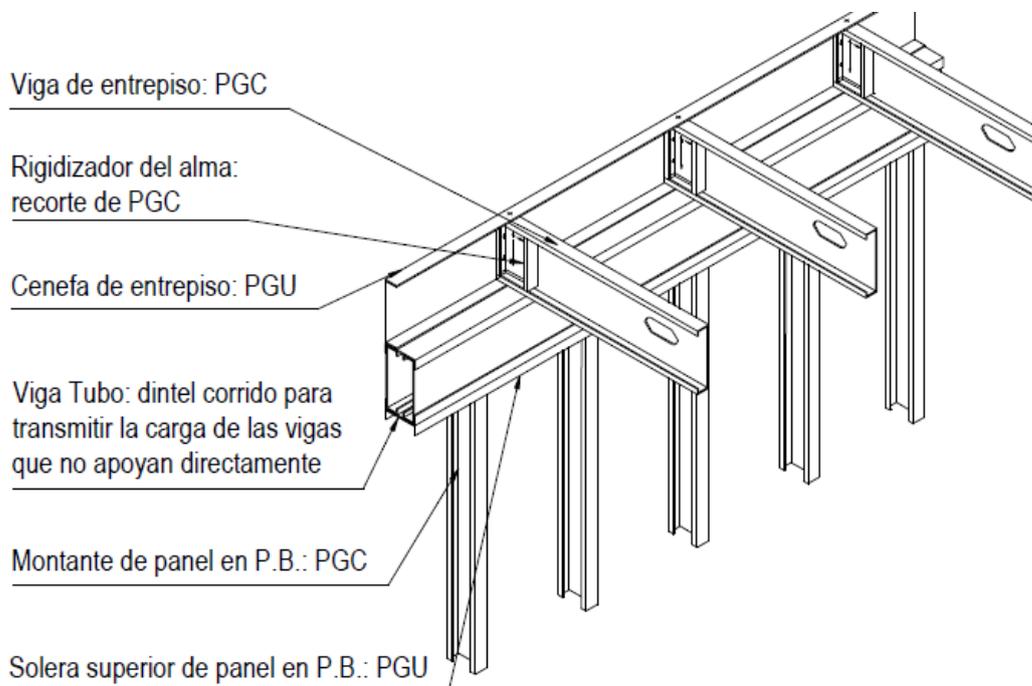


Imagen36: Esquema ilustrativo- Vinculación panel y entrepiso

Al igual que en el caso de los montantes que conforman los paneles es necesario arriostrar los elementos que conforman el entrepiso para evitar su deformación. La rotación será mayor donde mayor sean los esfuerzos de corte, por ejemplo, cerca de los apoyos.

El arrioste superior estará dado por la placa OSB y en su cara inferior se deberá utilizar un fleje metálico o strapping que vincule los perfiles, inmovilizándolos, a su vez, a unos respecto de los otros.

En casos de grandes luces ente apoyos o de cargas elevadas, se deberá agregar un rigidizador sólido o blocking de manera de otorgar mayor rigidez (Imagen 40).

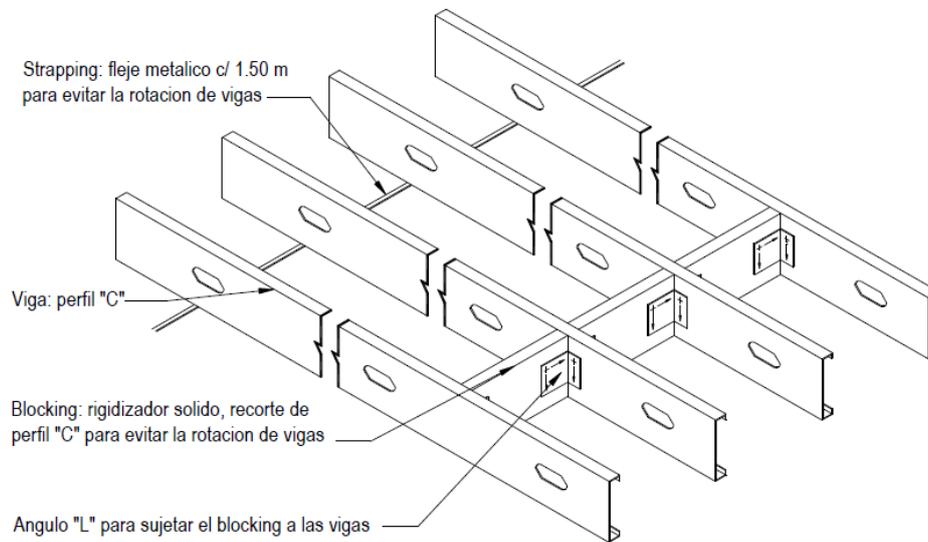


Imagen 37: Esquema ilustrativo- Strapping y blocking en entrepiso

Escaleras

La escalera se puede plantear de diferentes maneras siempre que este en concordancia con la propuesta arquitectónica. Se eligió, en este caso, una de las escaleras más comunes en el sistema que es la de viga tubo inclinada (Imagen 41). La materialización del apoyo de los escalones se realiza con una solera plegada que va unida a la viga tubo, con la correspondiente inclinación para lograr la pendiente requerida.

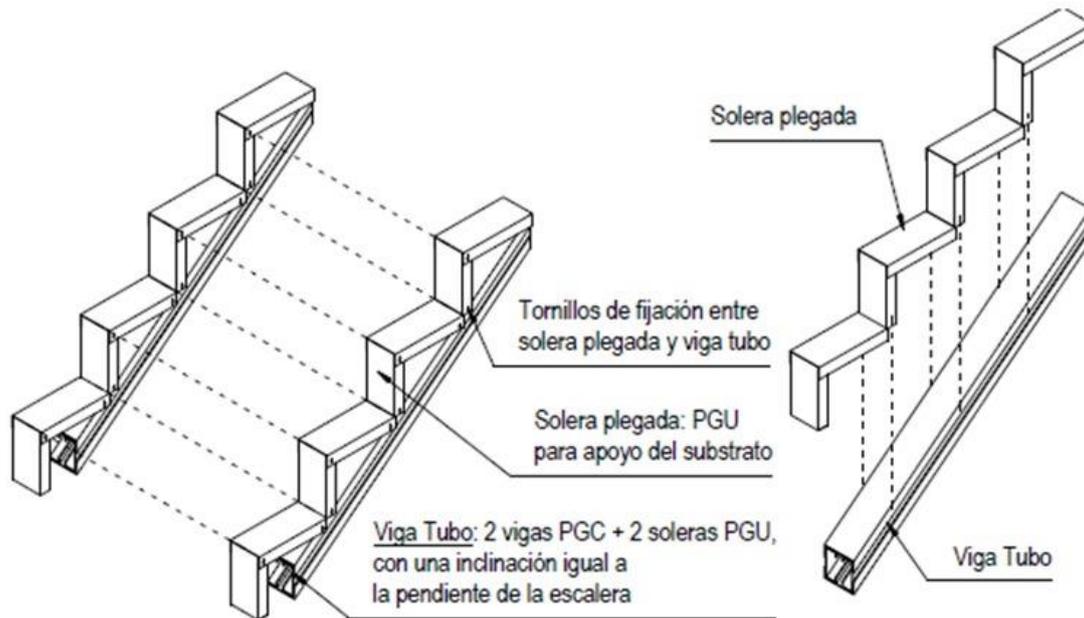


Imagen 38: Esquema ilustrativo- Escalera

Cubiertas

Para resolver la estructura del techo se propusieron cerchas ya que se cuentan con grandes luces a cubrir y permite reducir las dimensiones de los perfiles frente a la alternativa de una viga en cajón. Para posibilitar la estructura alineada que es premisa del sistema, las cerchas coinciden con los montantes en cajón planteadas para resolver los paneles involucrados que sirven como descarga de la cubierta. Las cerchas se plantearon de perfiles PGC 200x2 en cajón como vigas principales y las diagonales de PGC 100x0.9 simple. Las cerchas estarán arriostradas mediante cabios propuestos de perfil PGC120x1.25 dispuestos cada 40 cm en coincidencia con toda la modulación propuesta para la estructura en general y así favorecer la transmisión de carga de los distintos elementos componentes.

En los lugares en donde había panelearía de apoyo para la cubierta, se plantearon vigas en cajón de PGC 150x2.0, también arriostrados por los cabios mencionados anteriormente.

El encuentro entre la cercha y el panel se resuelve de la siguiente manera:

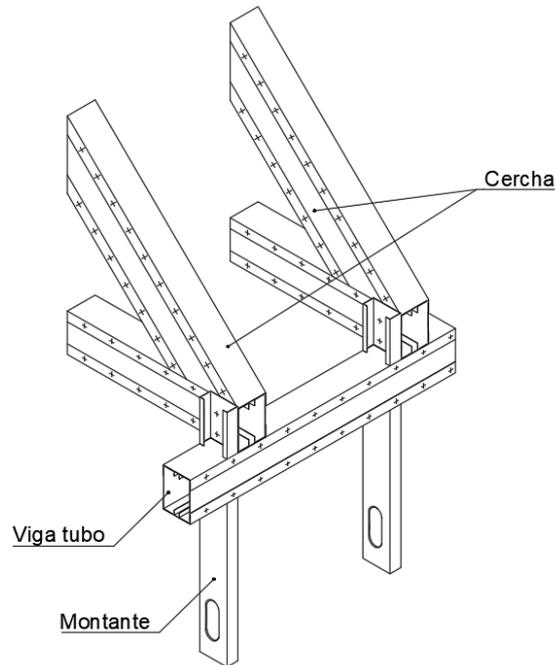
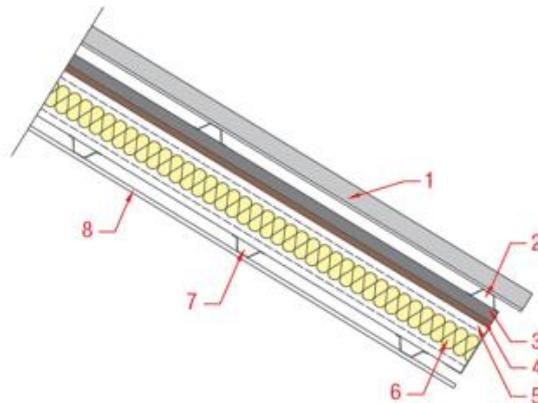


Imagen 39: Esquema ilustrativo- Vinculación cubierta y panel

Por otra parte, se propone el siguiente paquete para el cerramiento de cubierta, en donde la placa OSB servirá también como un elemento rigidizador capaz de resistir y transmitir los esfuerzos debidos a la acción de viento y sismo.



- 1 Chapa acanalada de acero zincado 0,7 mm
- 2 Perfil omega 22x0.90
- 3 Perfil omega 22x0.90
- 4 Placa multilaminado fenólico
- 5 *Perfil propuesto
- 6 Aislación termoacústica
- 7 Perfil omega 12.5x0.5
- 8

Imagen40: Esquema ilustrativo-Componentes cubierta

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



RESULTADOS

Para realizar la verificación estructural de lo planteado anteriormente, se utilizó el software CYPE 3D, el cual no tiene incorporado el Reglamento Argentino para el cálculo de estructuras de acero conformados en frío CIRSOC 303 (2009). Utiliza la Normativa Norteamérica disponible en el software AISI (American Iron Steel Construction), cuya última actualización para estructuras conformadas en frío es AISI S (2007) y se utilizó como base para la normativa vigente en Argentina.

El modelo resultante obtenido a partir del predimensionado propuesto se muestra en las siguientes imágenes:

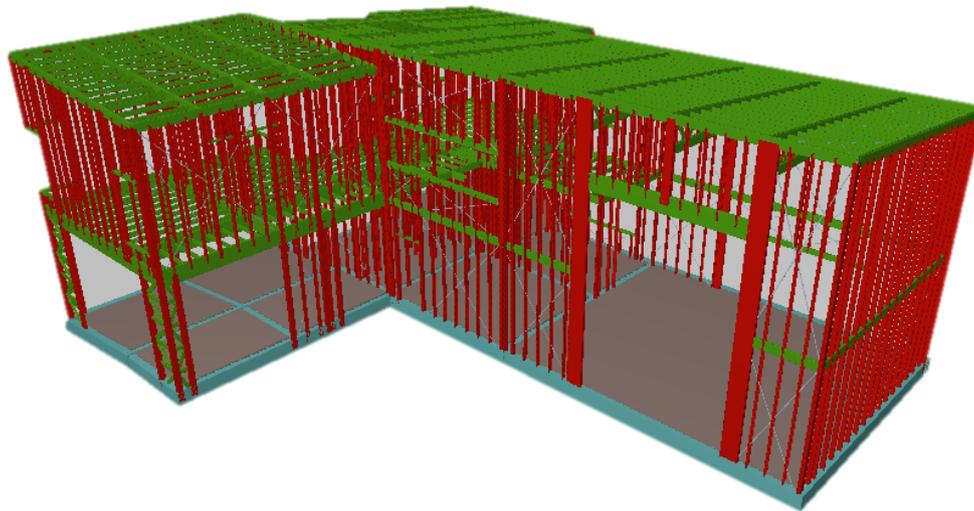


Imagen41: Estructura resultante

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén

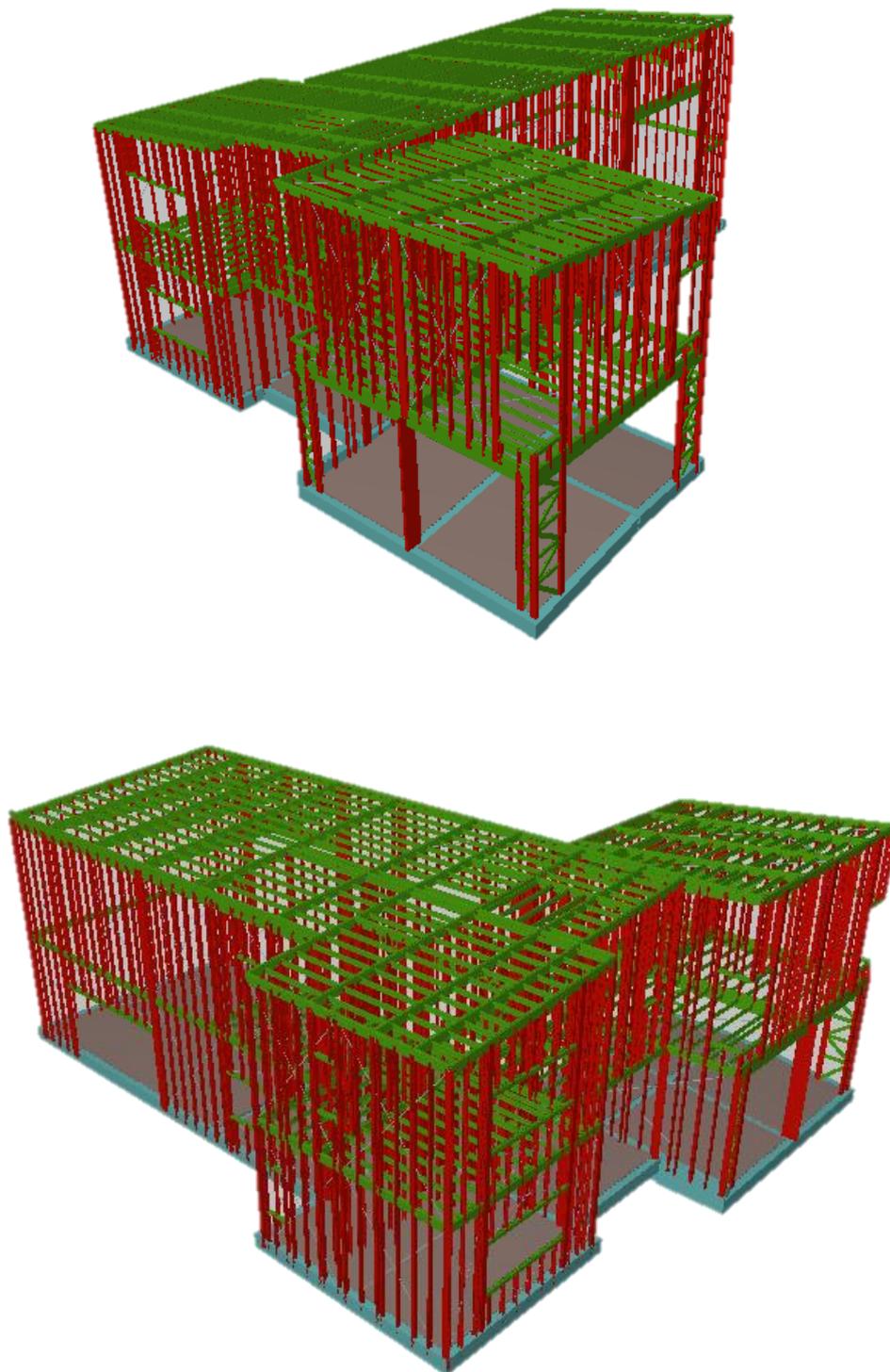


Imagen 42: Estructura resultante

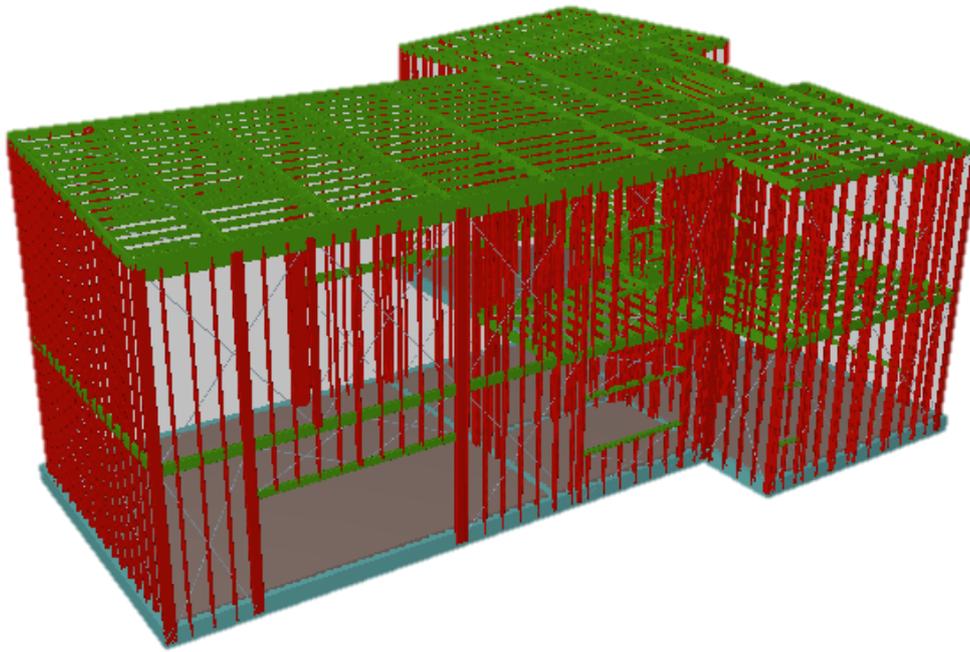


Imagen 43: Estructura resultante

Vigas de fundación

Las vigas de fundación verificaron todas las comprobaciones pertinentes con una sección transversal de 20x35 centímetros, haciendo la misma excepción que en el caso de la estructura de hormigón en donde dos vigas en el sector del garaje se dispusieron de 20x70 centímetros únicamente para cubrir el desnivel.

Al ser una estructura liviana, el armado de los elementos de hormigón verifica con armadura mínima, siendo 4 barras de $\varnothing 12$ como armadura longitudinal y $\varnothing 6$ cada 20 centímetros el estriado en todos los casos de acuerdo con nuestro reglamento.

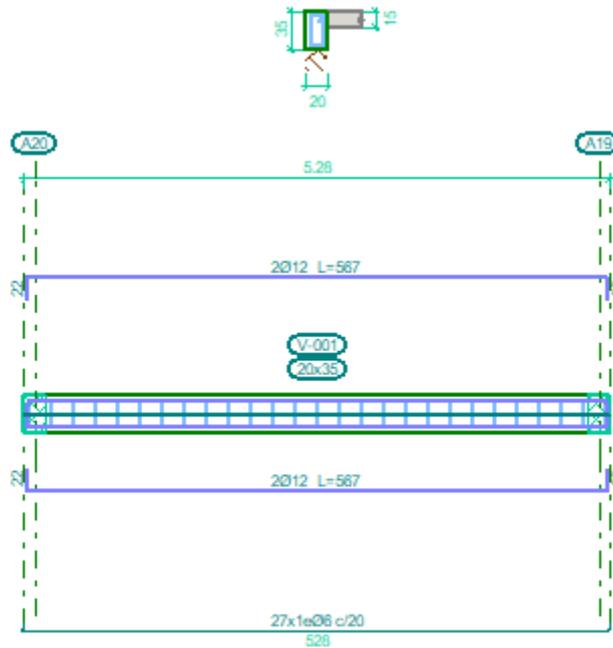


Imagen 44: Armado viga de fundación

Losas de fundación

Las losas de fundación se dimensionaron de 15 centímetros de espesor, apoyadas sobre un suelo con tensión admisible de 0,5 kg/cm² y un módulo de balasto de 1000 t/m³. Para cumplir con los requisitos de cuantías necesarias representadas con isovalores en las siguientes imágenes, se prevé armadura en las dos caras (superior e inferior) y en ambas direcciones. La cara inferior, que requiere menos armadura, sólo contará con refuerzos en las zonas necesarias, con barras de Ø6 cada 15 centímetros de separación. Además, contarán con ganchos en sus extremos, de no menos de 10 centímetros de longitud, que servirán de anclaje en el hormigón.

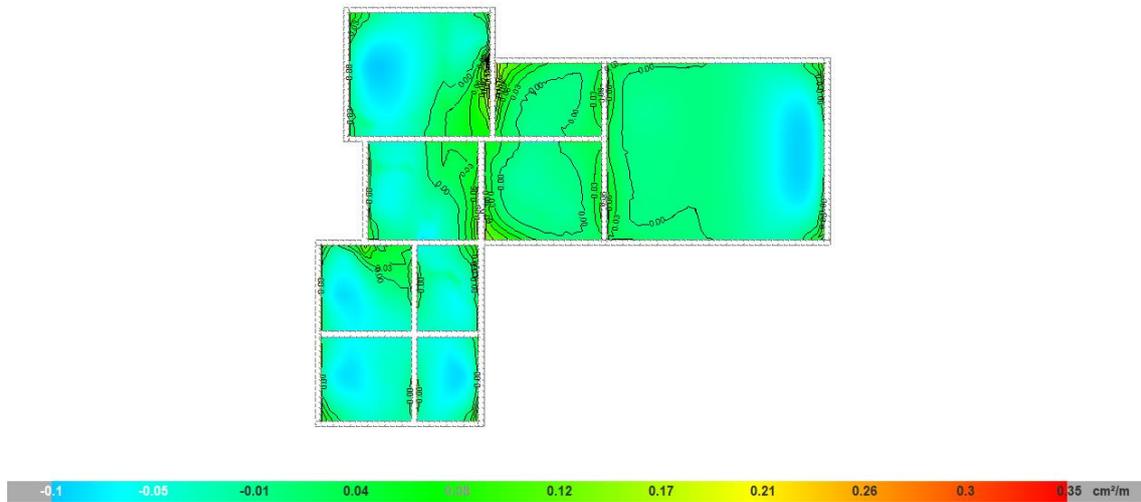


Imagen 45: Isovalores cuantía inferior necesaria en dirección X (cm²/m)

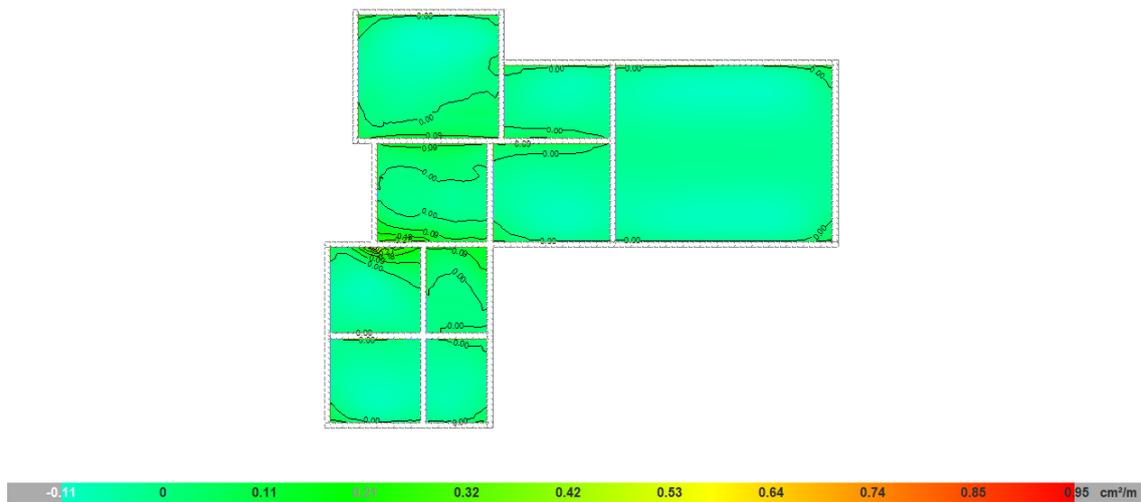


Imagen 46: Isovalores cuantía inferior necesaria en dirección Y (cm²/m)

Por otro lado, en la cara superior de la losa de fundación será necesario contar con armadura de barras de Ø6 cada 15 y 20 centímetros en ambas direcciones.

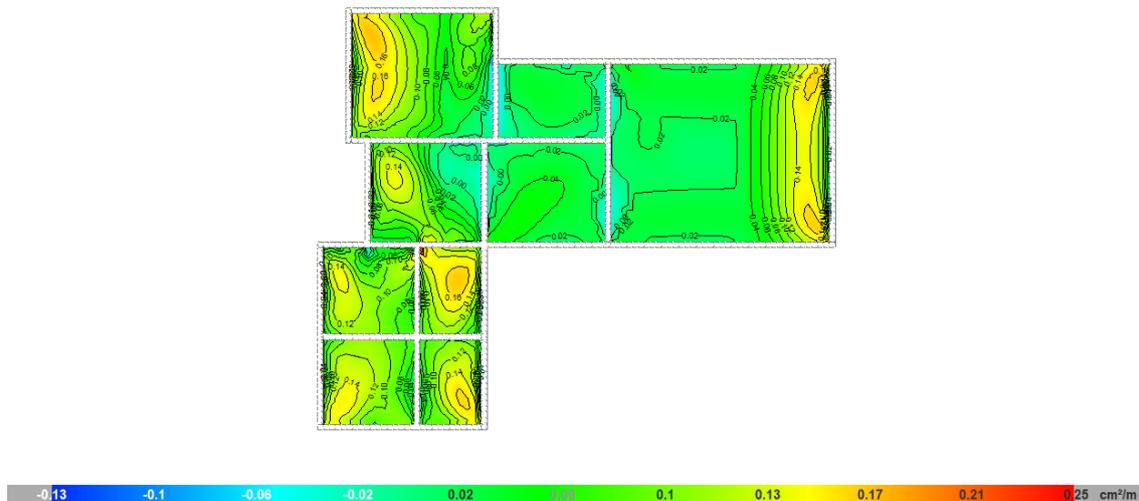


Imagen 47: Isovalores cuantía superior necesaria en direccion X(cm²/m)

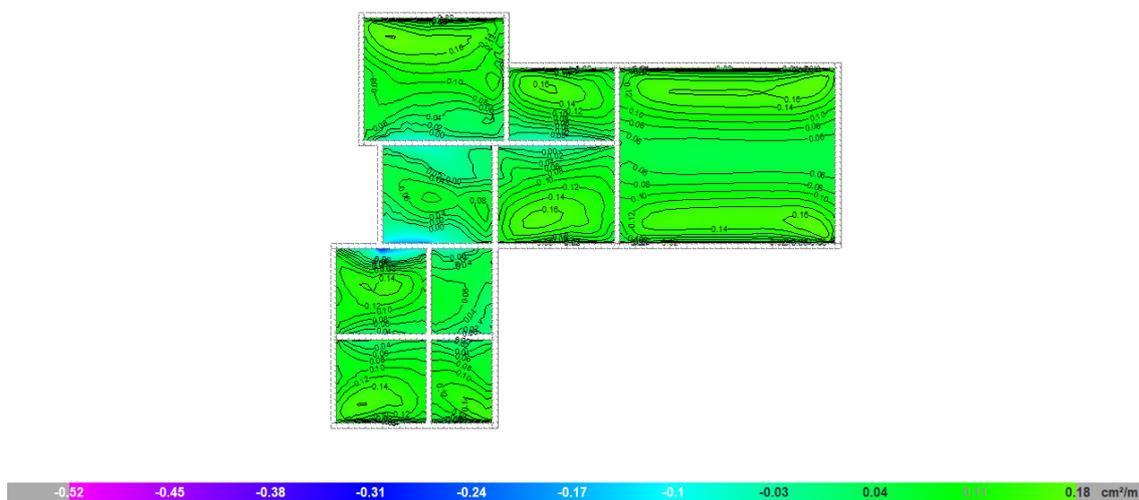


Imagen 48: Isovalores cuantía superior necesaria en direccion Y (cm²/m)

Paneles

La panelería general de la vivienda verificó con montantes PGC 100x0.9 simple, habiendo zonas tales como encuentros en esquinas, encuentros entre algunos paneles y puntos de descarga de entrepiso y cubierta en donde fue necesario poner montantes de este mismo perfil, pero en cajón. En la zona en la que la estructura presenta una doble altura las aberturas tienen grandes dimensiones y pertenecen a paneles portantes al descargar la cubierta, por lo que verificaron montantes en cajón de 200x2 milímetros.

Por otra parte, el sector de garaje al tener grandes luces a cubrir y al ser zona de descarga (tanto de cubierta como de entrepiso) se hicieron columnas armadas tipo K-bracing

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



compuestas por montantes en cajón PGC100x0.9 y diagonales simples de este mismo perfil, verificando frente a las solicitaciones a las que están expuestas.

Como se mencionó anteriormente en el predimensionado, se tuvieron en cuenta los strapping que arriostran los montantes mediante la parametrización de los elementos estructurales, analizando el comportamiento frente al pandeo y modificando los coeficientes y longitudes efectivas del mismo en cada caso.

En cuanto a las vigas que dividen los paneles de planta baja con los de la planta alta, verificaron con perfiles PGC 200x2 en cajón, exceptuando la zona del garaje en donde se tuvieron que poner dos cajones de esta misma perfilería a modo de refuerzo ya que las luces a cubrir son grandes al no contar con apoyos intermedios.

Finalmente, las vigas de cierre de los paneles de planta alta verificaron con perfiles PGC 200x2 en cajón ya que son descarga directa de la cubierta y también sirven de llegada para las cerchas propuestas.

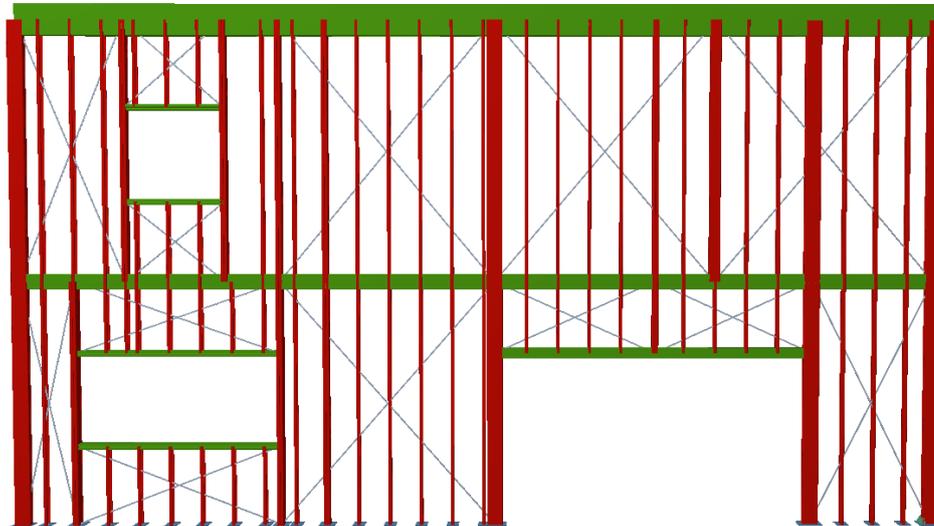


Imagen 49: Panel representativo resultante

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén

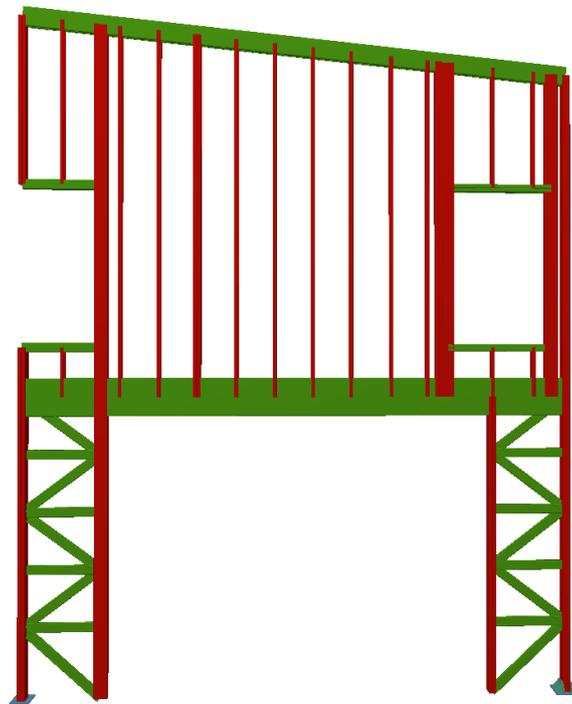
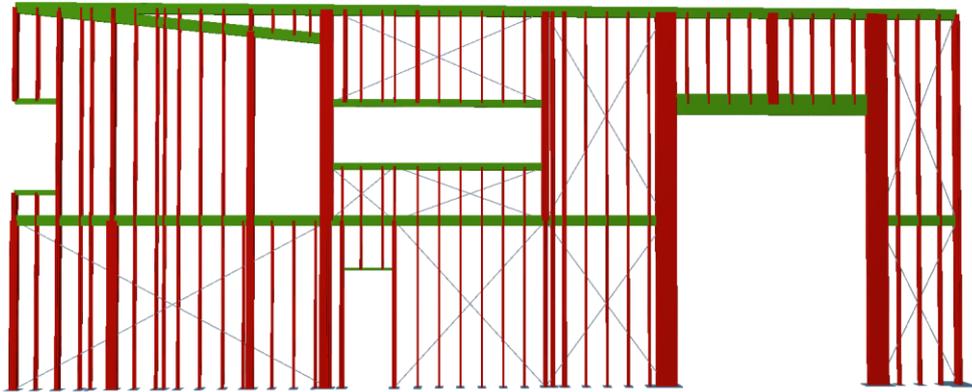


Imagen50: Paneles representativos resultantes

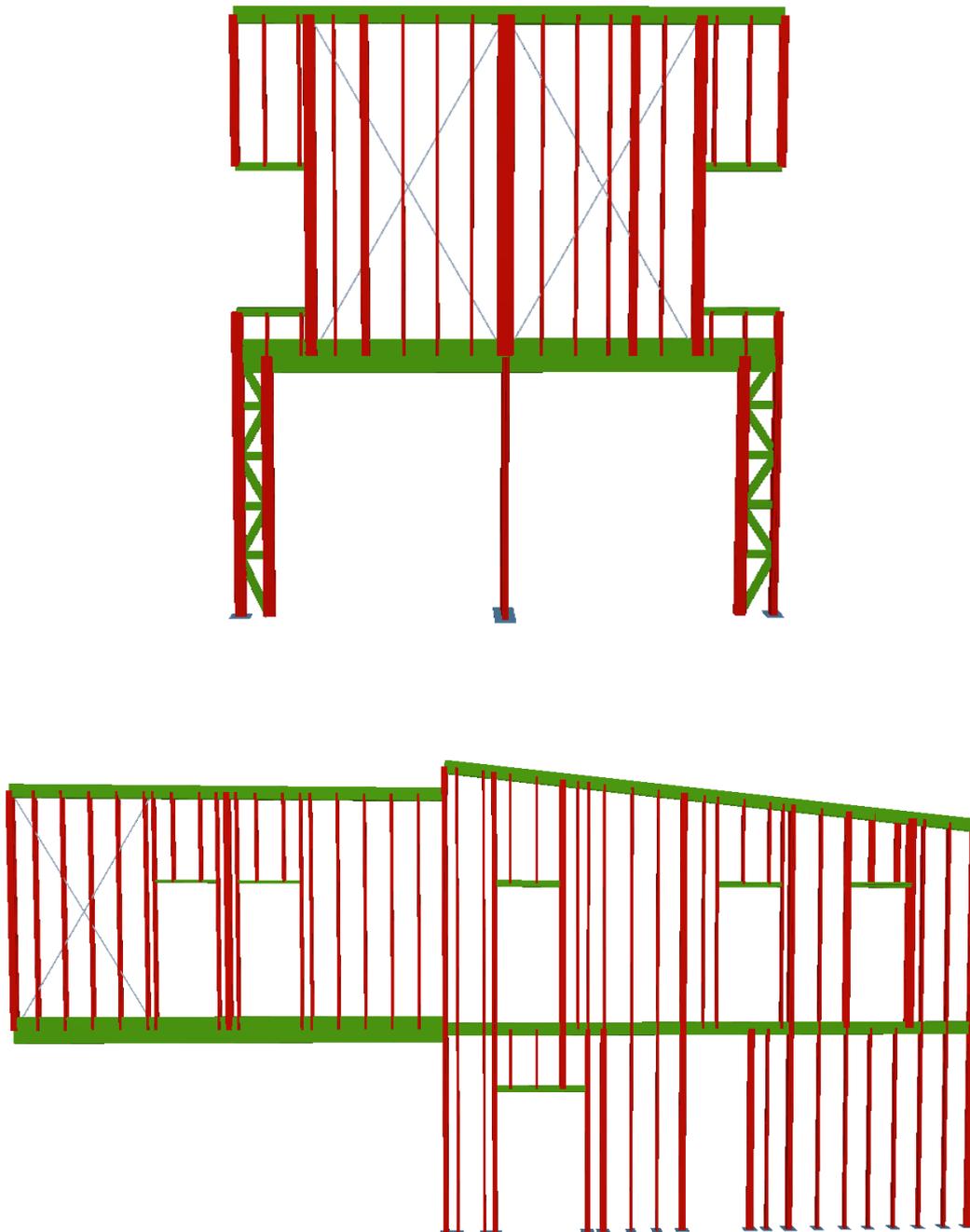


Imagen51: Paneles representativos resultantes



Imagen52: Panel resultante

Entrepiso

Las vigas que conforman el entrepiso verificaron todas las comprobaciones con el perfil que se había propuesto en el predimensionado, siendo PGC 120x1.25, con una modulación de 40cm (Imagen 53). También, como en el caso de los montantes, se tuvo en cuenta la acción del strapping, parametrizando las vigas según el caso correspondiente.

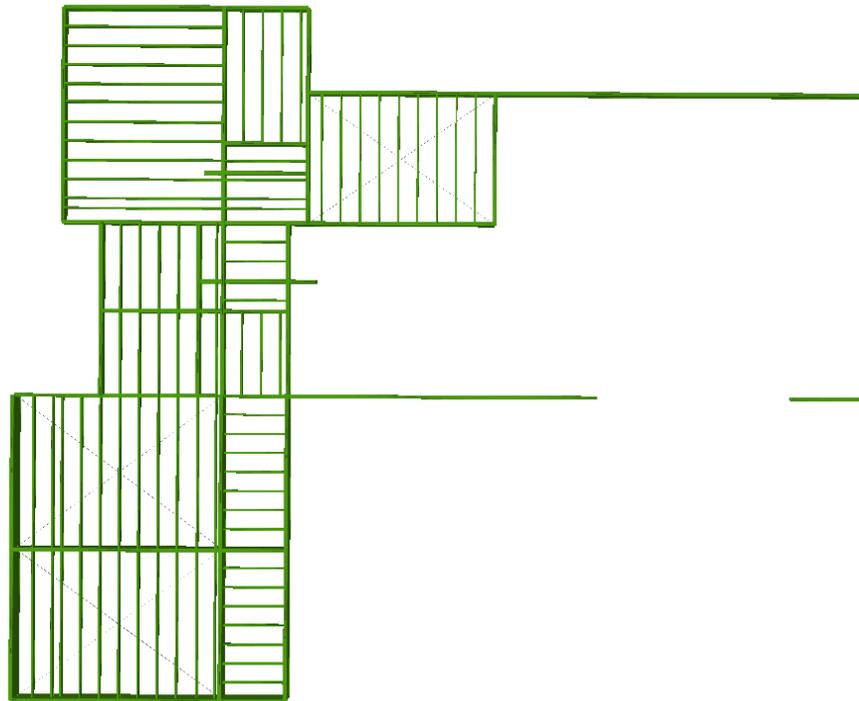


Imagen53: Estructura entrepiso resultante

Cubierta

La perfilería propuesta en el predimensionado para resolver la cubierta no cumplió con todas las comprobaciones requeridas, como se muestra en la siguiente imagen:



Imagen 54: Propuesta cubierta a partir del predimensionado

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Se propusieron perfiles PGC 200x2.0 milímetros en donde estaban los PGC150x2.0 milímetros verificando frente a las solicitaciones expuestas. Al tener grandes desplazamientos debido a cargas dinámicas, se dispusieron cruces de San Andrés para rigidizar en donde se lo requería.

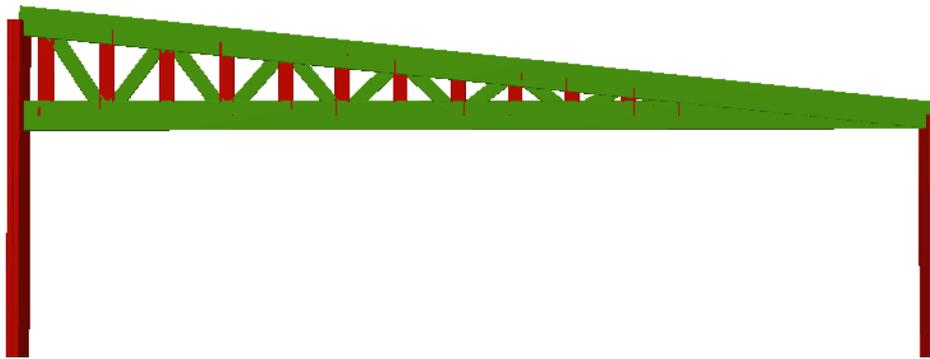


Imagen55: Cercha propuesta

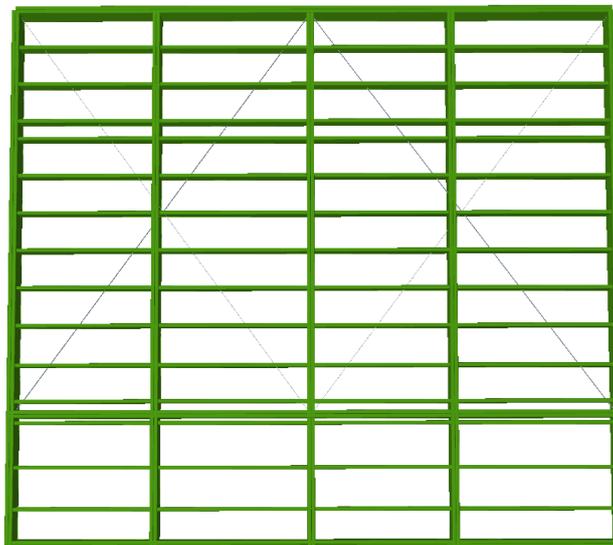


Imagen56: Cubierta zona de garaje

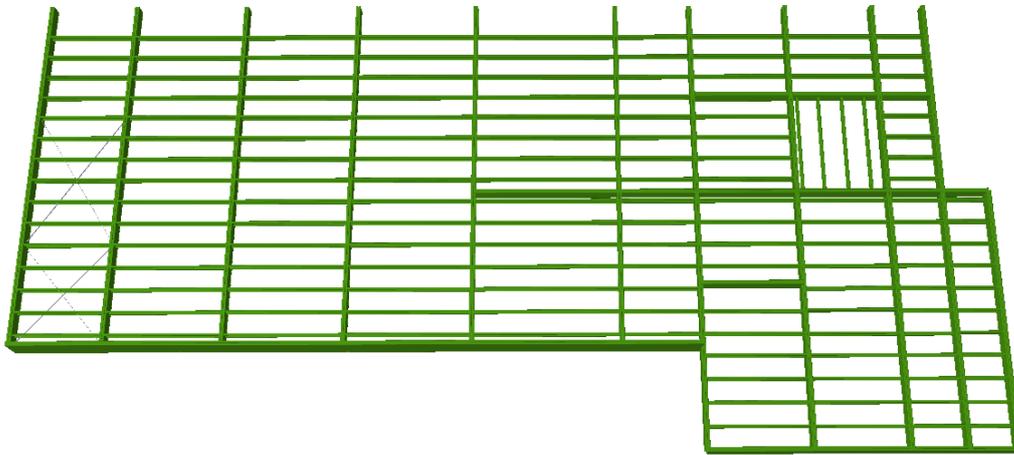


Imagen 57: Cubierta general

A continuación, se muestra la estructura en donde se ve que sus elementos componentes verifican frente a todas las cargas solicitadas y sin desplazamientos significativos.

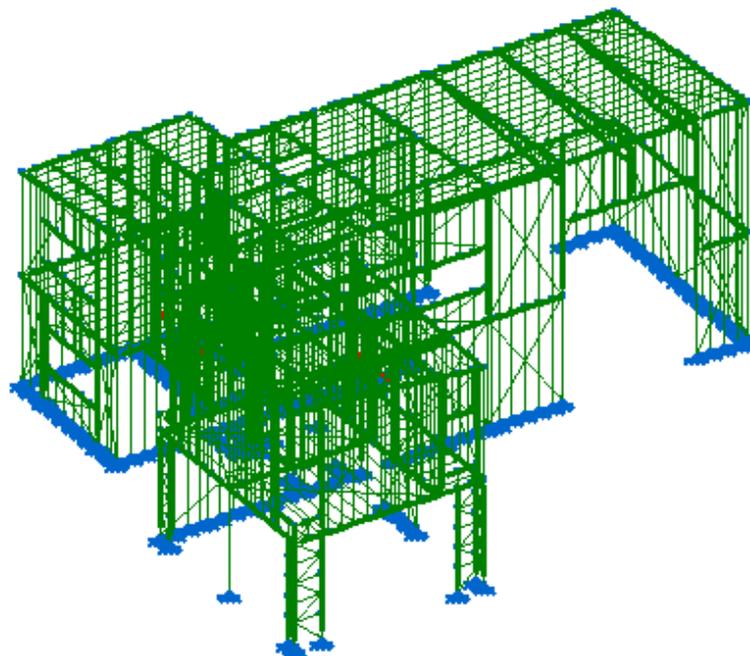


Imagen 58: Comprobaciones de elementos estructurales

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén

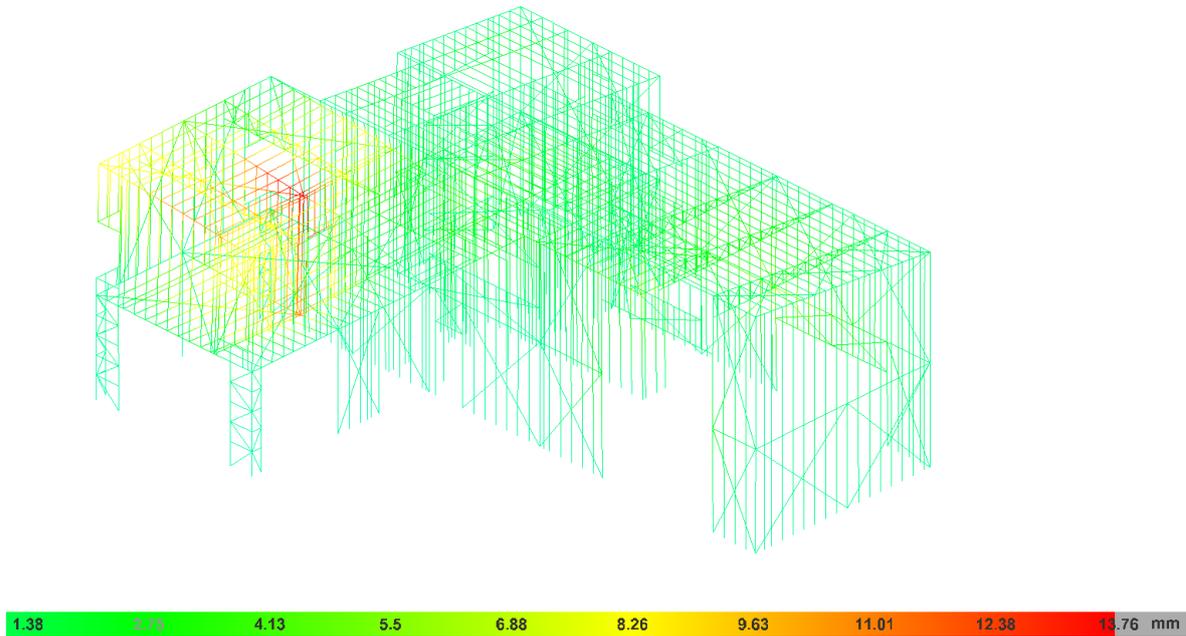


Imagen 59: Desplazamientos de la estructura

4 CERRAMIENTOS

Los cerramientos en viviendas son elementos que desempeñan múltiples funciones, tales como la delimitación y protección de los espacios interiores de una vivienda, la provisión de seguridad y privacidad a sus ocupantes y la contribución al aspecto estético y diseño del inmueble. Estos elementos pueden ser tanto exteriores (como los muros perimetrales o cercos que rodean la propiedad) como interiores (como las divisiones internas entre locales), creando ambientes funcionales y confortables en los espacios habitables.

Al comparar los dos sistemas constructivos, una gran diferencia entre ambos son los cerramientos debido a la utilización de diversos materiales. En el caso de estudio, por un lado, se analizan los materiales de los cerramientos verticales exteriores (muros) y, por otro lado, los componentes de los cerramientos horizontales exteriores (cubiertas).

Cerramientos exteriores verticales (muros)

Los cerramientos verticales desempeñan un papel crucial en la construcción, no solo proporcionando protección y seguridad, sino también mejorando el confort del edificio. Para construcciones húmedas (con estructura de hormigón armado) se suele utilizar mampostería cerámica para la delimitación vertical de espacios, empleándolos tanto en cerramientos interiores como exteriores. Dentro de esta alternativa, se encuentran numerosas opciones como los ladrillos cerámicos macizos, ladrillos cerámicos con huecos, ladrillos cerámicos refractarios, bloques de hormigón, entre otros, teniendo cada opción distintas variantes a considerar. Su elección dependerá de factores como la aislación térmica y acústica que brindan, sus costos, espesores, disposiciones, terminaciones deseadas, etc.

Este tipo de muros, por lo general, cuenta con un azotado hidrófugo aplicado sobre la mampostería en la cara exterior de los cerramientos perimetrales evitando el paso del agua, constituido por cemento, arena y material hidrófugo y tiene un espesor aproximado de 0,5 centímetros. A continuación, se suele aplicar el revoque grueso para nivelar irregularidades de las paredes, materializado con cal, cemento y arena en un espesor aproximado de 1,5 centímetros. Por último, en la cara externa de los muros perimetrales, se puede colocar un revoque fino con el fratacho, dando una terminación muy fina y prolija con acabado parejo. A diferencia del revoque grueso, esta capa es más angosta (0,5 centímetros aproximadamente) y se elabora con los mismos materiales, pero en

distinta proporción. En las caras internas de los muros perimetrales y en los muros internos divisorios, suele emplearse únicamente los dos tipos de revocos.

A pesar de que se determinó este tipo de cerramientos para el proyecto bajo análisis en el caso del sistema tradicional de construcción húmeda, existen numerosas alternativas presentes en el mercado actual empleándose también distintos tipos de muros en un mismo proyecto, siendo necesario analizar previamente sus prestaciones en cada caso particular.

En el caso de sistema de construcción en seco, la composición de los cerramientos verticales es totalmente distinta. El mismo cuenta con distintas capas de control de agua, aire, vapor, temperatura y sonido, dispuestas en un orden definido.

Desde el exterior hacia el interior, es indispensable colocar una capa de control de agua que evite su paso, como puede ser placas cementicias pintadas con revoque plástico o base coat (material cementicio aditivo con polímero), entre otros, que son totalmente hidrófugos.

Para controlar la temperatura se puede instalar una capa tanto en el exterior como en el interior del entramado de perfiles. Preferentemente es mejor colocarla en el exterior, ya que la casa queda completamente cubierta por la aislación térmica, sin puentes térmicos. Además, la estructura de acero no queda expuesta a las contracciones y dilataciones propia de las amplitudes térmicas severas. Para este tipo de capa se pueden utilizar materiales como placas de poliestireno expandido de alta densidad o lana de vidrio. En general, la capa de control de temperatura también actúa como aislante del sonido.

Por otra parte, para acondicionar el aire del interior es necesario controlar su ingreso y egreso a la casa, tanto en términos de eficiencia energética como para la preservación de la estructura de acero. El aire contiene humedad, lo cual resulta nocivo para los perfiles dentro del panel y, además, cuando entra en contacto con una superficie cuya temperatura se encuentra por debajo del punto de rocío tiende a condensarse, lo que puede propiciar el crecimiento de moho y hongos con el tiempo. De esta manera, la presencia de agua dentro del cerramiento no garantiza las condiciones térmicas porque puede conducir a la disminución de las propiedades mecánicas y térmicas de los materiales, así como a la pérdida de rendimiento y vida útil. El mejor lugar para instalar la capa de control de aire es por fuera de la estructura, pero del lado interno respecto de la capa de control de temperatura para que el aire esté a una temperatura estable.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



También, es importante tener una capa de control de vapor ya que es esencial para prevenir la condensación y otros problemas derivados de las diferencias de temperatura y humedad relativa entre el interior y el exterior de la vivienda. Este fenómeno se controla con una barrera de vapor ubicada a continuación de la placa de yeso de terminación interior, como puede ser un film de polietileno.

Cerramientos exteriores horizontales (cubierta)

Los cerramientos horizontales cubren los espacios de una edificación y tienen la función principal de proteger el interior de la misma de las inclemencias del clima, así como de proporcionar aislamiento térmico para garantizar el confort en el interior.

Para ambos sistemas constructivos, el cerramiento de la cubierta se puede resolver de manera similar al ser de estructura metálica.

Para lograr el confort térmico en el interior de la vivienda es fundamental utilizar materiales aislantes como la lana de vidrio o la espuma de poliuretano ya que reducen la transmisión de calor a través de la cubierta.

Por otra parte, hay que garantizar una buena impermeabilización para evitar filtraciones de agua y proteger el interior de la humedad, utilizando para este fin la barrera de agua y viento.

Normativa

Es necesario evaluar la composición de los cerramientos para garantizar que sus prestaciones cumplan con los requerimientos de aislación térmica y de verificación de riesgo de condensación según la zona en donde está emplazada la vivienda, utilizando las siguientes normas:

- (1996) IRAM 11601 Acondicionamiento Térmico de Edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario.
- (1996) IRAM 11605 Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.

- (1991) IRAM 11625 Acondicionamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua, superficial e intersticial en muros, techos y otros elementos exteriores de edificios. Buenos Aires.
- (2011) IRAM 11603 Acondicionamiento Térmico de Edificios – Clasificación Bioambiental de la República Argentina.

4.1. TRANSMITANCIA TÉRMICA EN CERRAMIENTOS EXTERIORES

La transmitancia térmica es la medida del calor que fluye por unidad de tiempo y superficie entre un material que separa dos espacios con una diferencia de temperatura de más de un grado centígrado. Al calcularla, podemos determinar la cantidad de calor que se pierde o se gana a través de los cerramientos y permite plantear un buen aislamiento térmico que pueda reducir significativamente la pérdida de calor en invierno y la ganancia térmica en verano. Esto se traduce en un mayor confort para los ocupantes y un menor consumo de energía para climatizar los espacios. Para obtener su valor, hay que calcular la resistencia térmica total, para la cual se necesitan conocer la conductividad térmica (λ) y el espesor (e) de cada capa.

Para que la transmitancia térmica K calculada cumpla con el confort deseado, establecido por la normativa, su valor debe ser menor que la máxima admisible (K_{max}), dependiendo de la temperatura de diseño de la localidad en la que se encuentra emplazada la vivienda en condición de invierno y de la zona ambiental y nivel de confort deseado para condición de verano.

En nuestro caso de estudio, las condiciones adoptadas para el cálculo son:

Zona Bioclimática: IV templado-frío (Norma IRAM 11603)

Temperatura exterior de diseño (invierno): -7.3 °C (Norma IRAM 11603)

Confort higrotérmico: B Medio (Norma IRAM 11605), elegido a partir de la temperatura interior de diseño establecida por la norma para la verificación de la no existencia de condensación superficial.

A partir de la temperatura exterior de diseño y el nivel de confort higrotérmico, se obtienen los siguientes K_{max} para la condición de invierno:

K_{max} en muros: 0.761 W/m²K (Norma IRAM 11605).

K_{max} en techos: 0.65 W/m²K (Norma IRAM 11605).

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



A partir de la zona bioambiental y el nivel de confort higrotérmico, se obtienen los siguientes K_{max} para la condición de verano:

K_{max} en muros: 1.25 W/m²K (Norma IRAM 11605).

K_{max} en techos: 0.48 W/m²K (Norma IRAM 11605).

4.2. VERIFICACION DE RIESGO DE CONDENSACION EN CERRAMIENTOS EXTERIORES

La condensación superficial de vapor de agua en los cerramientos exteriores se produce cuando la temperatura de dichas superficies sea igual o menor que la temperatura de rocío del aire del recinto que limitan.

Por otra parte, la condensación intersticial es un proceso físico que ocurre cuando el vapor de agua se condensa en el interior de los materiales de construcción. La importancia de la condensación intersticial radica en que puede conducir a la disminución de las propiedades mecánicas y térmicas de los materiales, así como a la pérdida de rendimiento y vida útil. Además, puede tener impactos negativos en la calidad del aire interior, ya que la acumulación de humedad y el crecimiento de moho pueden afectar la salud de los ocupantes.

La verificación del riesgo de la condensación de vapor de agua en cerramientos es importante porque puede tener un impacto significativo en la eficiencia energética y la durabilidad de un edificio. Al verificar y controlar la condensación, se pueden tomar medidas para prevenir daños costosos y mantener un ambiente interior saludable. Por otra parte, el cálculo de la transmitancia térmica es importante en la verificación y control de la condensación de vapor de agua en cerramientos al determinar cuánto calor se transfiere a través de un material o sistema de cerramiento y, si la transmitancia es elevada, existe un mayor riesgo de condensación en el interior de los mismos.

Para llevar a cabo esta verificación, se analiza principalmente en condición de invierno debido a que la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior (por los sistemas de calefacción) pueden crear una diferencia significativa de temperatura y la posibilidad de que se produzca condensación es alta.

En nuestro caso de estudio, las condiciones adoptadas para el cálculo son:

Condiciones higrotérmicas exteriores:

- **Temperatura exterior de diseño:** -7.3 °C (Norma IRAM 11603)

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



- **Humedad relativa exterior:** HR=90% (Norma IRAM 11625)

Condiciones higrotérmicas interiores:

- **Temperatura interior de diseño:** 18°C (Norma IRAM 11625)
- **Humedad relativa interior:** HR= 58% invierno (Norma IRAM 11625)

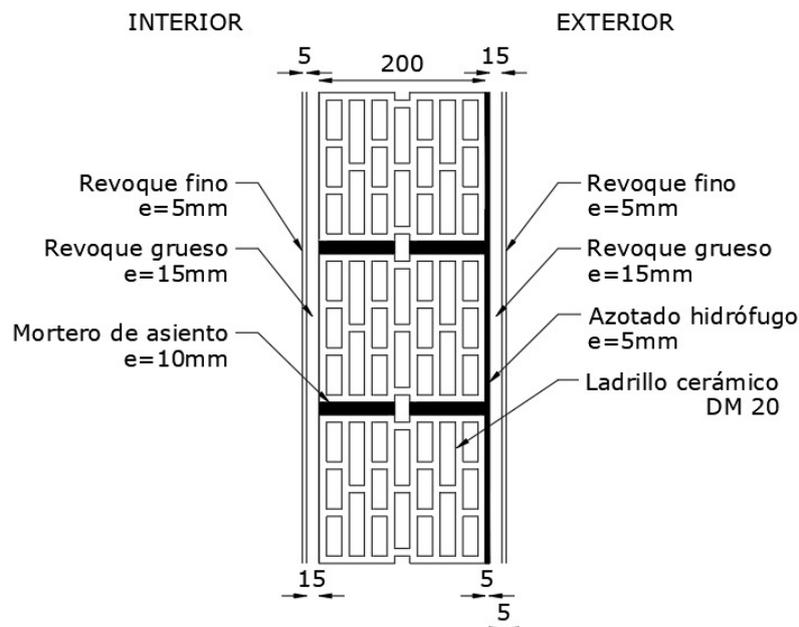
4.3.RESOLUCION DEL CASO EN ESTUDIO

A partir de cerramientos propuestos para el caso en estudio, se aplicaron los procedimientos según normativa para analizar tanto la transmitancia térmica de los mismos como la verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial.

4.3.1. Cerramientos verticales exteriores (muros)

Se propone un cerramiento vertical para cada sistema constructivo:

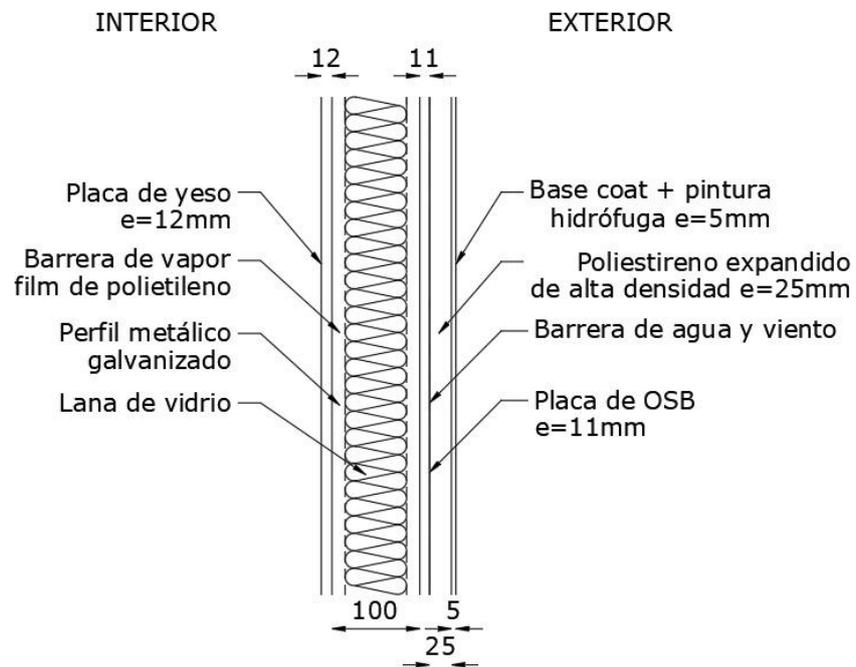
Muro de mampostería en sistema de construcción húmeda



P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Muro en sistema constructivo de Steel Frame



4.3.1.1. Verificación de la transmitancia térmica

Muro de mampostería en sistema de construcción húmeda

Tabla C.1 - Planilla de cálculo (IRAM 11601)			
NORMA IRAM 11601	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA		
PROYECTO	VIVIENDA		
ELEMENTO	MUROS EXTERIORES		
ÉPOCA DEL AÑO	INVIERNO Y VERANO	FLUJO DE CALOR	HORIZONTAL
ZONA BIOAMBIENTAL	IV - TEMPLADO FRÍO		
Nivel de confort según IRAM 11605	B		
Capa del elemento constructivo	e	λ	R
	m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial exterior			0,040
1 Mortero de revoque fino exterior	0,005	1,16	0,004
2 Mortero de revoque grueso exterior	0,015	1,16	0,013
3 Azotado hidrófugo (1:3)	0,005	1,13	0,004
4 Ladrillo cerámico doble muro DM 20	0,180		1,350
5 Barrera de vapor			
5 Mortero de revoque grueso interior	0,015	0,93	0,016
6 Enlucido de yeso ($\delta=1000 \text{ kg/m}^3$)	0,005	0,49	0,010
Resistencia superficial interior			0,130
TOTAL	0,225		1,568
Transmitancia térmica del componente [W/m ² .K]			0,638
Transmitancia térmica de acuerdo con la norma para verano IRAM 11605 [W/m ² .K]		1,25	
Transmitancia térmica de acuerdo con la norma para invierno IRAM 11605 [W/m ² .K]		0,76	
Cumple con la RIAM 11605: SI			
Comentarios y cálculos suplementarios			
Sólo se contemplan los elementos componentes del cerramiento que influyen en el análisis presente			

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Muro en sistema constructivo de Steel Frame

Tabla C.1 - Planilla de cálculo (IRAM 11601)			
NORMA IRAM 11601	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA		
PROYECTO	VIVIENDA		
ELEMENTO	MUROS EXTERIORES		
ÉPOCA DEL AÑO	INVIERNO Y VERANO	FLUJO DE CALOR	HORIZONTAL
ZONA BIOAMBIENTAL	IV - TEMPLADO FRÍO		
Nivel de confort según IRAM 11605	B		
Capa del elemento constructivo	e	λ	R
	m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial exterior			0,040
1 Base coat + pintura hidrófuga	0,005	0,6	0,008
2 Poliestireno expandido de alta densidad	0,025	0,033	0,758
3 Barrera de agua y viento	0,0002		
4 Placa de OSB ($\delta=650$ kg/m ³)	0,011	0,11	0,100
5 Lana de vidrio	0,10	0,034	2,941
6 Barrera de vapor (polietileno 200 micrones)	0,0002		
7 Placa de yeso ($\delta=700$ kg/m ³)	0,012	0,34	0,035
Resistencia superficial interior			0,130
TOTAL	0,153		4,012
Transmitancia térmica del componente [W/m ² .K]			0,249
Transmitancia térmica de acuerdo con la norma para verano IRAM 11605 [W/m ² .K]		1,25	
Transmitancia térmica de acuerdo con la norma para invierno IRAM 11605 [W/m ² .K]		0,76	
Cumple con la RIAM 11605: SI			
Comentarios y cálculos suplementarios			
Sólo se contemplan los elementos componentes del cerramiento que influyen en el análisis presente			

Se puede observar que los componentes constructivos utilizados forman cerramientos que cumplen con los requerimientos normativos de transmitancia térmica tanto para condición de invierno como de verano en ambos casos.

4.3.1.2. Verificación de riesgo de condensación superficial e intersticial

Muro de mampostería en sistema de construcción húmeda

CAPA	e	λ	R	T	δ	Rv	HR	P	tr	ΔT
N°	m	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m.h.kPa	m ² h.kPa/g	%	kPa	°C	°C
AIRE INTERIOR	-	-	-	18	-	-	58	1,20	9,65	8,35
1 Resistencia térmica superficial interior	-	-	0,130	15,90	-	-	-	1,20	9,65	8,35
				15,74				1,20	8,58	7,16
2 Enlucido de yeso	0,005	0,49	0,010	15,48	0,1100	0,045	-	1,17	7,08	8,40
3 Mortero de revoque grueso interior	0,015	0,93	0,016	15,48	0,0440	0,341	-	0,45	-3,51	18,99
4 Barrera de vapor pintura asfáltica	-	-	-	-6,31	-	10,000	-	0,32	-7,07	0,76
5 Ladrillo cerámico doble muro DM 20	0,180	-	1,350	-6,38	0,1000	1,800	-	0,31	-7,02	0,64
6 Azotado hidrófugo (1:3)	0,005	1,13	0,004	-6,59	0,0370	0,135	-	0,29	-8,63	2,05
7 Mortero de revoque grueso exterior	0,015	1,16	0,013	-6,65	0,0440	0,341	-	0,28	-9,17	2,51
8 Mortero de revoque fino exterior	0,005	1,16	0,004	-	0,0440	0,114	-	-	-	-
9 Resistencia térmica superficial exterior	-	-	0,040	-	-	-	-	-	-	-
AIRE EXTERIOR				-7,3	-	-	90	0,28	-	-
TOTAL			1,568	25,3	-	12,776	-	0,92		

Text	-7,3	Temperatura exterior en [°C]
Tint	18	Temperatura interior en [°C]
Rsi	0,130	Resistencia térmica superficial interior en [m ² .K/W]
Δt	25,30	Diferencia de temperatura entre el interior y el exterior en [°C]
Rt	1,568	Resistencia térmica total del cerramiento [m ² .K/W]
τ	2,098	Disminución de la temperatura en la superficie interior del cerramiento en [°C]
Θ_i	15,902	Temperatura superficial interior del cerramiento en [°C]
tr	9,000	Temperatura de rocío en [°C]
$\tau_i > tr?$	SI	Entonces cumple con la norma

La temperatura en la superficie de la pared interna (15,902°C) es mayor que la temperatura de rocío en la superficie del muro (9°C) por lo que no se produce condensación en la cara interna del cerramiento.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Se observa que la temperatura entre capas componentes es mayor que la temperatura de rocío para cada caso, por lo que no hay riesgo de condensación intersticial.

Muro en sistema constructivo de Steel Frame

CAPA	e	λ	R	T	δ	Rv	HR	P	tr	ΔT
N°	m	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m.h.kPa	m ² h.kPa/g	%	kPa	°C	°C
AIRE INTERIOR	-	-	-	18	-	-	58	1,20	9,65	8,35
Resistencia superficial interior	-	-	0,130	17,18	-	-	-	1,20	9,65	8,35
7 Placa de yeso (Durlock) ($\delta=700$ kg/m ³)	0,012	0,34	0,035	16,96	0,1100	0,109	-	1,20	9,34	7,62
6 Barrera de vapor (Nylon 200 micrones)	0,0002	0,35	0,001	16,95		125	-	0,38	-5,39	22,34
5 Lana de vidrio	0,100	0,034	2,941	-1,63	0,5000	0,200	-	0,37	-5,42	3,79
4 Placa de OSB ($\delta=650$ kg/m ³)	0,011	0,11	0,100	-2,26	0,0010	11,000	-	0,30	-7,38	5,12
3 Barrera de agua y viento (Tyvek)	0,0002	0,24	0,001	-2,26			-	0,30	-7,38	5,12
2 Poliestireno expandido de alta densidad	0,025	0,033	0,758	-7,05	0,0075	3,333	-	0,28	-9,17	2,12
1 Base coat + pintura hidrófuga	0,025	0,6	0,000	-7,05			-	0,28	-9,17	2,12
Resistencia superficial exterior		-	0,040	-	-		-	-	-	-
AIRE EXTERIOR				-7,3	-		90	0,28	-	-
TOTAL			4,006	25,3	-	139,642	-	0,92		

Text	-7,3	Temperatura exterior en [°C]
Tint	18	Temperatura interior en [°C]
Rsi	0,13	Resistencia térmica superficial interior en [m ² .K/W]
Δt	25,30	Diferencia de temperatura entre el interior y el exterior en [°C]
Rt	4,01	Resistencia térmica total del cerramiento [m ² .K/W]
τ	0,82	Disminución de la temperatura en la superficie interior del cerramiento en [°C]
Θ_i	17,18	Temperatura superficial interior del cerramiento en [°C]
tr	9,00	Temperatura de rocío en [°C]
$\Theta_i > tr?$	SI	Entonces cumple con la norma

La temperatura en la superficie de la pared interna (17.18°C) es mayor que la temperatura de rocío en la superficie del muro (9°C) por lo que no se produce condensación en la cara interna del cerramiento.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén

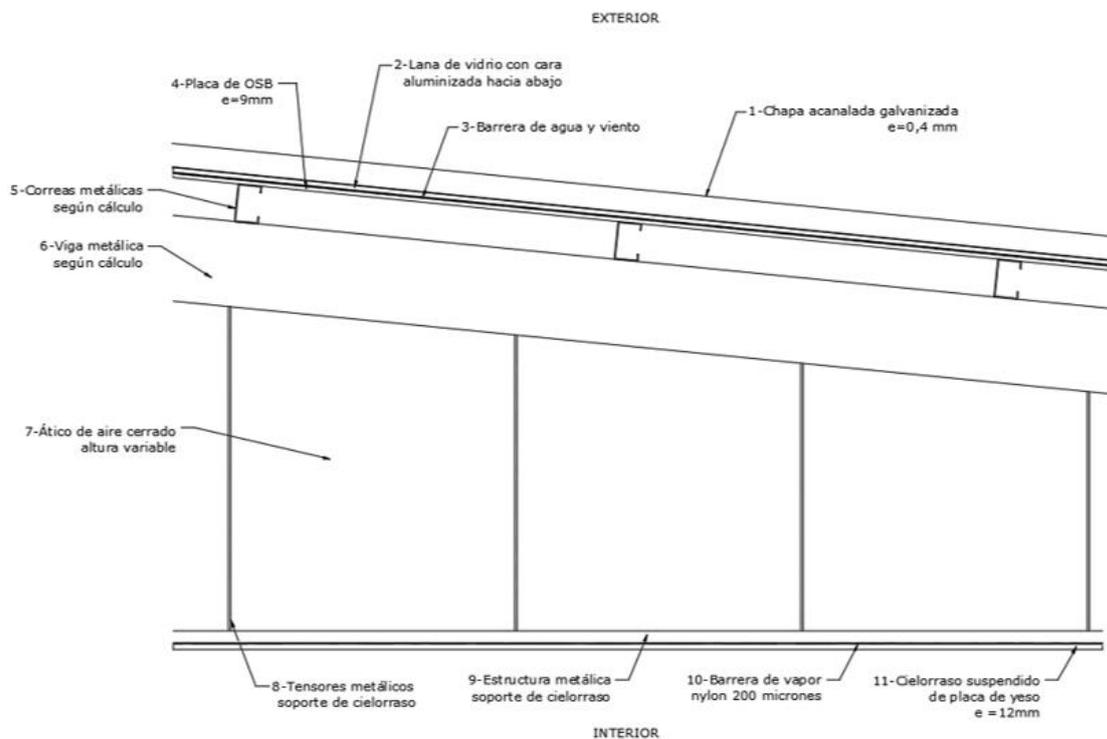


Se observa que la temperatura entre capas componentes es mayor que la temperatura de rocío para cada caso, por lo que no hay riesgo de condensación intersticial.

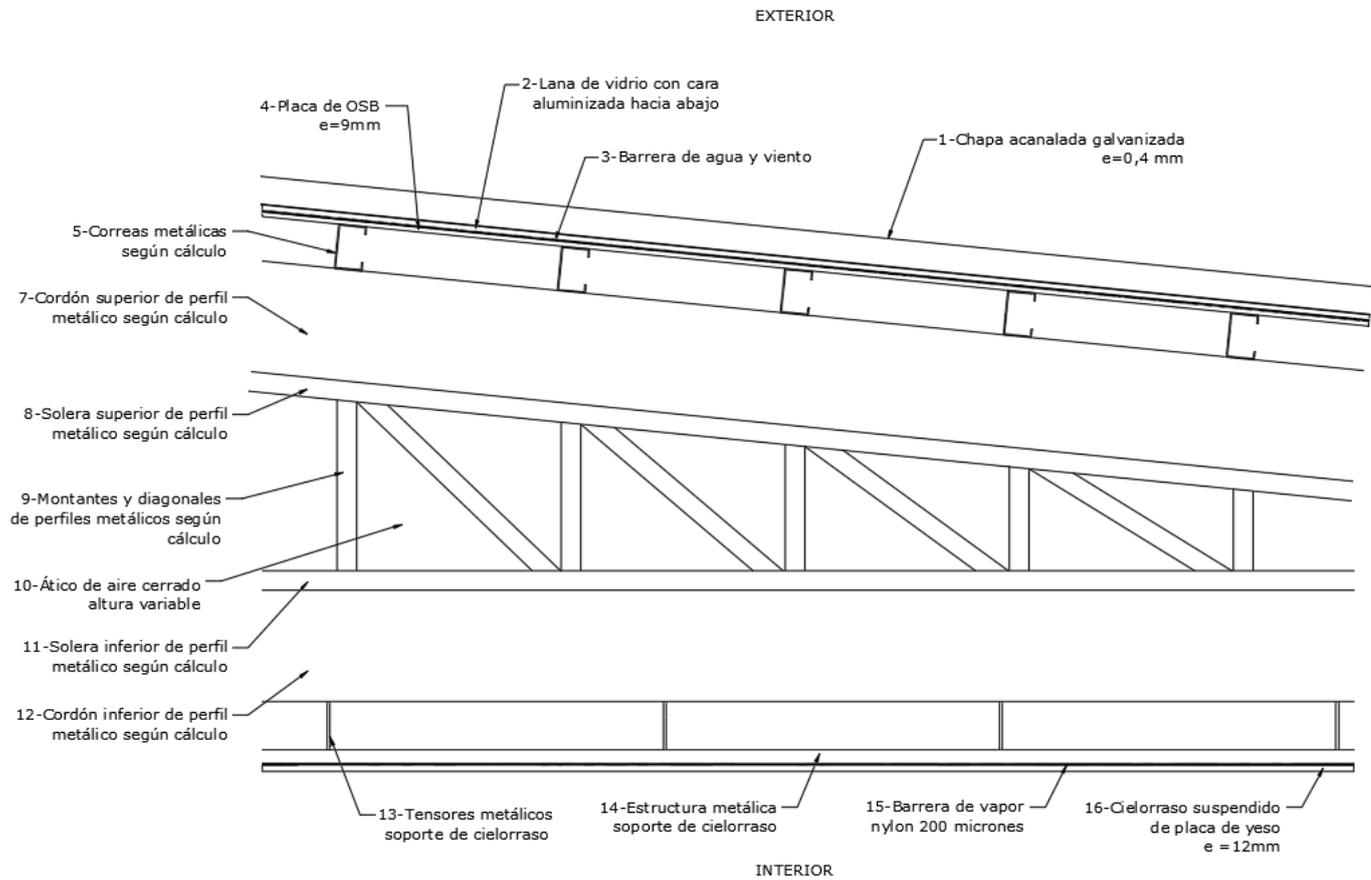
4.3.2. Cerramientos horizontales exteriores (cubiertas)

Se propone la siguiente composición de la cubierta del caso en estudio para los dos sistemas constructivos, siendo la única diferencia entre ambos la elección de los perfiles metálicos para la ejecución de la estructura.

Cubierta de chapa en sistema constructivo de sistema constructivo húmedo



Cubierta de chapa en sistema constructivo de Steel Frame



P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



4.3.2.1. Verificación de la transmitancia térmica

Para el análisis de la cubierta se analizaron los casos de invierno y verano por separado ya que la resistencia superficial interior cambia en función de la dirección del flujo de calor (ascendente en invierno o descendente en verano).

Tabla C.1 - Planilla de cálculo (IRAM 11601)			
NORMA IRAM 11601	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA		
PROYECTO	VIVIENDA		
ELEMENTO	CUBIERTA		
ÉPOCA DEL AÑO	VERANO	FLUJO DE CALOR	DESCENDENTE
ZONA BIOAMBIENTAL	IV - TEMPLADO FRÍO		
Nivel de confort según IRAM 11605	B		
Capa del elemento constructivo	e	λ	R
	m	W/m.K	m ² .K/W
Resistencia superficial exterior			0,040
1 Chapa galvanizada N°27	0,0004	58	0,000
2 Lana de vidrio aluminizada ($\delta=11-14$ kg/m ³)	0,05	0,043	1,163
3 Barrera de agua y viento	0,0002	0,24	0,001
4 Placa de OSB ($\delta=650$ kg/m ³)	0,009	0,11	0,082
5 Ático de aire			0,717
6 Film de polietileno de 200 micrones	0,0002	0,35	0,001
7 Placa de yeso ($\delta=700$ kg/m ³)	0,0125	0,34	0,037
Resistencia superficial interior			0,170
TOTAL	0,0723		2,210
Transmitancia térmica del componente [W/m ² .K]			0,45
Transmitancia térmica de acuerdo con la norma IRAM 11605 [W/m ² .K]	0,48		
Cumple con la RIAM 11605: SI			
Comentarios y cálculos suplementarios			
Sólo se contemplan los elementos componentes del cerramiento que influyen en el análisis presente			

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Tabla C.1 - Planilla de cálculo (IRAM 11601)			
NORMA IRAM 11601	CÁLCULO DE LA TRANSMITANCIA TÉRMICA		
PROYECTO	VIVIENDA		
ELEMENTO	CUBIERTA		
ÉPOCA DEL AÑO	INVIERNO	FLUJO DE CALOR	ASCENDENTE
ZONA BIOAMBIENTAL	IV - TEMPLADO FRÍO		
Nivel de confort según IRAM 11605	B		
Capa del elemento constructivo	e	λ	R
	m	W/mK	m ² .K/W
Resistencia superficial exterior			0,040
1 Chapa galvanizada N°27	0,0004	58	0,000
2 Lana de vidrio aluminizada ($\delta=11-14$ kg/m ³)	0,05	0,043	1,163
3 Barrera de agua y viento	0,0002	0,24	0,001
4 Placa de OSB ($\delta=650$ kg/m ³)	0,009	0,11	0,082
5 Ático de aire			0,717
6 Film de polietileno de 200 micrones	0,0002	0,35	0,001
7 Placa de yeso ($\delta=700$ kg/m ³)	0,0125	0,34	0,037
Resistencia superficial interior			0,100
TOTAL	0,0723		2,140
Transmitancia térmica del componente [W/m ² .K]			0,47
Transmitancia térmica de acuerdo con la norma IRAM 11605 [W/m ² .K]	0,65		
Cumple con la IRAM 11605: SI			
Comentarios y cálculos suplementarios			
Sólo se contemplan los elementos componentes del cerramiento que influyen en el análisis presente			

Se puede observar que los componentes constructivos utilizados forman cerramientos que cumplen con los requerimientos normativos de transmitancia térmica tanto para condición de invierno como de verano en ambos casos.

4.3.2.2. Verificación riesgo de condensación superficial e intersticial

Cubierta de chapa en ambos sistemas constructivos

CAPA	e	Λ	R	T	δ	Rv	HR	P	tr	ΔT
N°	m	W/m.K	m ² .K/W	°C	g/m.h.kPa	m ² h.kPa/g	%	kPa	°C	°C
AIRE INTERIOR	-	-	-	18	-	-	58	1,20	9,65	8,35
1 Resistencia térmica superficial interior	-	-	0,100	16,818	-	-	-	1,20	9,65	8,35
				16,383				1,199	9,44	6,94
2 Placa de yeso ($\delta=700$ kg/m ³)	0,0125	0,34	0,037	16,376	0,1100	0,114	-	0,3509	-5,66	22,04
3 Film de polietileno de 200 micrones	0,0002	0,35	0,001	7,896	-	125	-	0,3418	-6,04	13,94
				0,6260				1,342	-	0,2807
4 Ático de aire	0,840	-	0,717	6,929	0,0010	9,000	-	0,2807	-8,43	15,35
5 Placa de OSB ($\delta=650$ kg/m ³)	0,009	0,11	0,082	6,919	-	-	-	0,2807	-8,43	15,35
				-6,827				0,2800	-9,17	2,34
7 Lana de vidrio aluminizada ($\delta=11-14$ kg/m ³)	0,05	0,043	1,163	-6,827	0,5000	0,100	-	0,2800	-9,17	2,34
				-				-	-	-
8 Chapa galvanizada N°27	0,0004	58	0,000	-	-	-	-	-	-	-
9 Resistencia térmica superficial exterior	-	-	0,040	-	-	-	-	-	-	-
AIRE EXTERIOR	-	-	-	-7,3	-	-	90	0,28	-	-
TOTAL	-	-	2,140	25,3	-	135,555	-	0,92	-	-

Text	-7,3	Temperatura exterior en [°C]
Tint	18	Temperatura interior en [°C]
Rsi	0,100	Resistencia térmica superficial interior en [m ² .K/W]
Δt	25,30	Diferencia de temperatura entre el interior y el exterior en [°C]
Rt	2,140	Resistencia térmica total del cerramiento [m ² .K/W]
τ	1,182	Disminución de la temperatura en la superficie interior del cerramiento en [°C]
Θ_i	16,818	Temperatura superficial interior del cerramiento en [°C]
tr	9,000	Temperatura de rocío en [°C]
$\zeta \Theta_i > tr?$	SI	Entonces cumple con la norma

La temperatura en la superficie de la pared interna (16.82°C) es menor que la temperatura de rocío en la superficie del muro (9°C) por lo que no se produce condensación en la cara interna del cerramiento.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Se observa que la temperatura entre capas componentes es mayor que la temperatura de rocío para cada caso, por lo que no hay riesgo de condensación intersticial.

5 INSTALACIONES BÁSICAS

5.1. INSTALACIÓN SANITARIA

5.1.1. Sistema de provisión de agua fría y caliente

Para este tipo de instalaciones se suelen usar los caños de polipropileno a rosca (PPR), los cuales soportan químicos (por lo que no se corroe en su interior ni exterior) y tienen superficie interna lisa por lo cual no se producen incrustaciones. Además, no se corroen ni se ven afectados por la corrosión galvánica, lo que permite que estén en contacto directos con cualquier tipo de caño metálico.

Antes de la entrada al tanque de reserva, se recomienda la instalación de una llave de paso, lo que posibilita la interrupción del suministro de agua en caso de necesitar llevar a cabo labores de mantenimiento.

La determinación del tamaño del tanque de reserva se basa en el cálculo de la Reserva Total Diaria Domiciliaria, considerando el tipo de proyecto (ya sea una vivienda unifamiliar, multifamiliar, oficinas, locales comerciales, etc.) y la cantidad de artefactos sanitarios proyectados.

Las cañerías de distribución son el último tramo de la instalación sanitaria, llevando el agua de las bajadas a los artefactos y grifos ubicados en los distintos locales de la obra en cuestión. Pueden consistir en un solo ramal o estar formados por varios tramos que se van ramificando.

Teniendo en cuenta que el consumo es la cantidad de agua que se gasta en un cierto lapso de tiempo y se mide en litros por segundo (puede ser también por minuto o por hora), el dimensionamiento de las cañerías se hace en función de la cantidad de agua que se consumirá en los artefactos que se abastecen, por lo tanto, a mayor consumo, mayor deberá ser su sección. Sin embargo, se consideran factores de simultaneidad que contemplan que no todos los artefactos de un sector estarán en uso al mismo tiempo, sugeridos por la Normativa de Obras Sanitarias de la Nación (O.S.N.).

El cálculo de las cañerías comienza por el artefacto sanitario más alejado y se va avanzando hacia la entrada de agua determinando el gasto o sección necesaria de cada ramal. A medida que cada tramo se conecta con una cañería principal, su gasto o sección necesaria se suma al gasto o sección previa de esa cañería. De esta forma, las cañerías principales tendrán una mayor demanda al llegar a la entrada de la instalación.

Proyecto sanitario de la vivienda en estudio

El tanque de reserva estará ubicado a una altura que asegure una presión mínima para los artefactos sanitarios más elevados, sobre la cara sur de la vivienda, aprovechando que desde este punto se facilitará la conexión con la red y la subida de agua.

Desde el tanque de reserva, el agua circulará por el caño colector que la derivará hacia la cañería de bajada, para que luego se separe en las cañerías de distribución que alimentan a los distintos locales de la vivienda y sus artefactos sanitarios.

Primero, se deben ubicar todos los artefactos sanitarios de la obra y trazar el recorrido de las cañerías desde cada sector hacia el tanque de reserva y desde allí hacia la entrada de agua ubicada sobre la Línea Municipal.

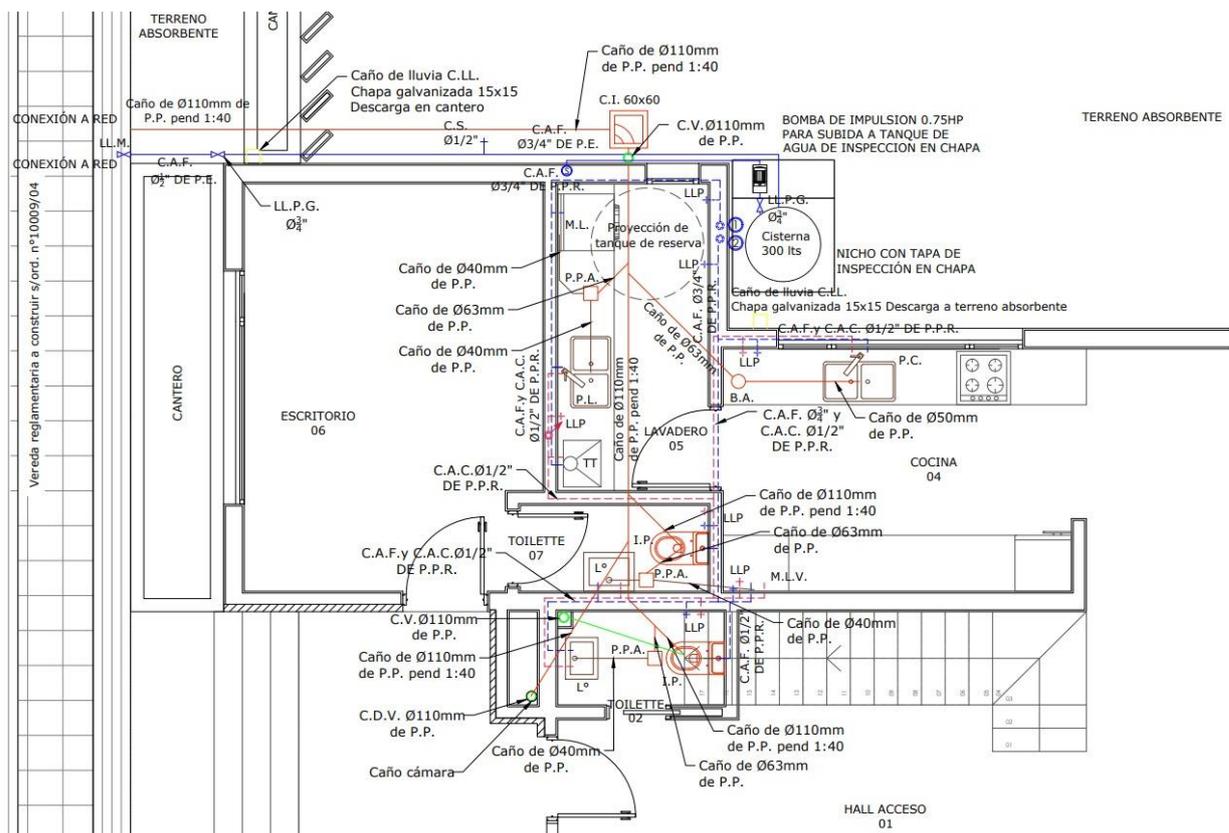


Imagen 60: Cañerías planta baja

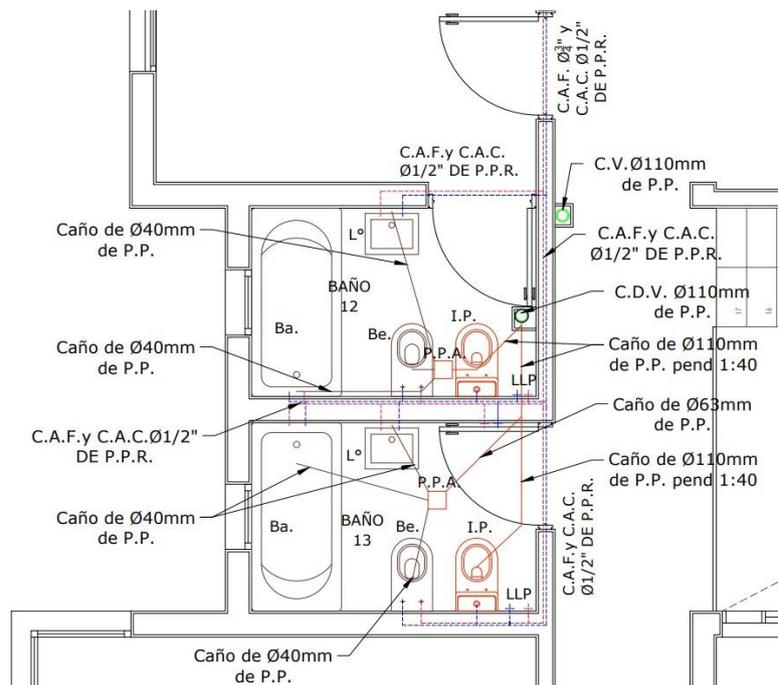


Imagen 61: Cañerías planta alta

La obtención del diámetro necesario para el ducto colector depende de la cantidad de bajadas previstas y sus diámetros predeterminados. En este caso existen 3 bajadas (de ½”, de ¾” y de ¾”), por lo tanto, el diámetro obtenido es de 1 ½”.

Por último, la reserva de agua en los tanques está en función del consumo diario de cada caso bajo estudio. La normativa de la O.S.N. determinó la reserva diaria mínima para viviendas y otros usos según la presencia de tanque de reserva, y en caso de haber, tiene en cuenta si la alimentación es directa o indirecta.

Para este caso, se tendrá que:

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Local	Consumos (lts.)	R.T.D.D. (lts.)
Vivienda completa (Baño principal, Baño de Servicio, Pileta de cocina, Pileta de lavar, Lavarropa)	850	850
Cocina 04 (Lavavajillas)	250	125
Toilette 07 (Lavatorio, Inodoro)	350	175
Baño 13 (Lavatorio, Inodoro, Bidet, Bañera)	350	175
TOTAL		1325

Será necesario entonces contar con una capacidad de reserva de 1325 litros como mínimo, por lo que se dispondrá de un tanque de reserva de 1100 litros ubicado en la cubierta, siendo capaz de almacenar más del mínimo (1/3 del total), y una cisterna enterrada en el patio de la cara sur, como se indica en los planos, con una capacidad mínima de 300 litros (más de 1/5 del total, que es el valor mínimo exigido).

El cálculo del diámetro necesario para la válvula de limpieza depende de la capacidad del tanque de reserva, determinándose que la válvula de limpieza deberá ser de 1 ¼" (32 milímetros).

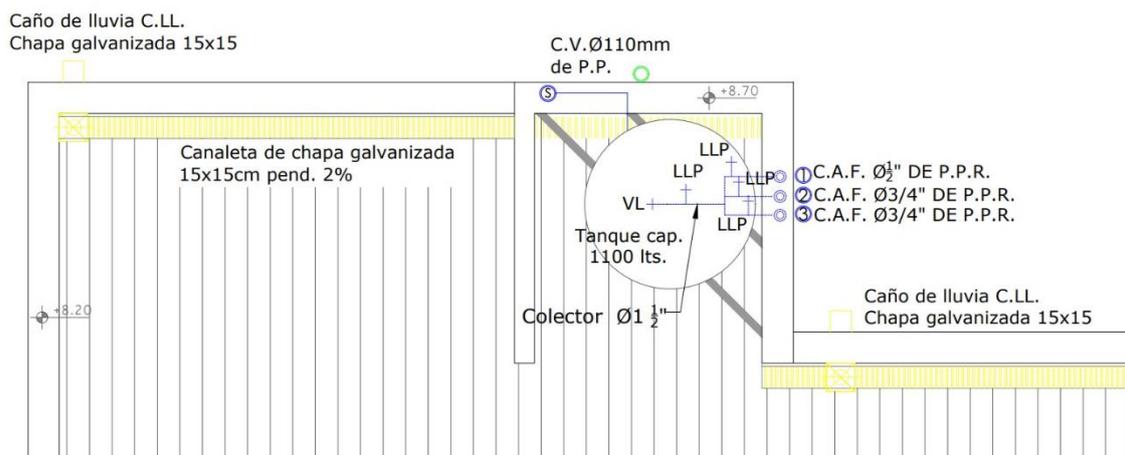


Imagen 62: Tanque de reserva

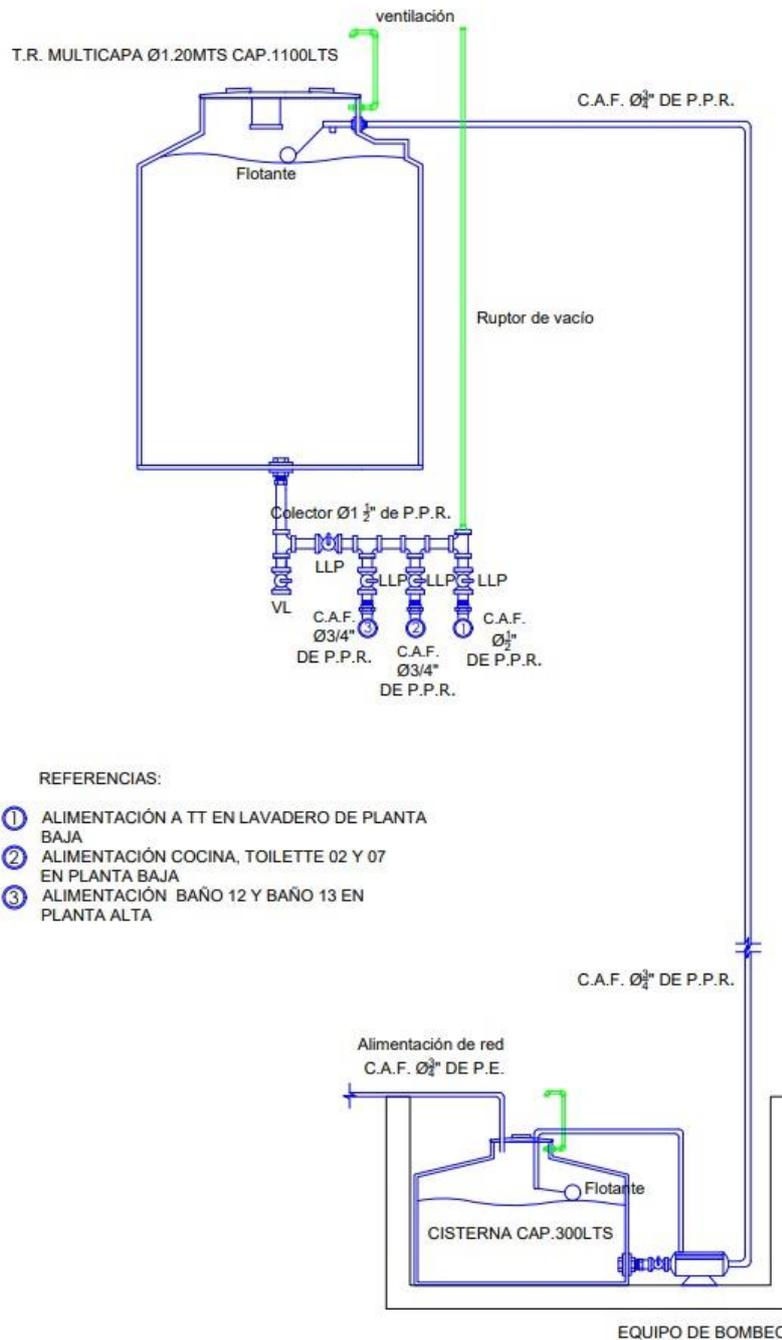


Imagen 63: Tanque de reserva y cisterna

De esta manera quedó definido el sistema de provisión de agua fría y caliente para el caso de estudio, mostrado en el plano adjunto como anexo.

5.1.2. Instalación de desagüe cloacal

Los efluentes cloacales y pluviales son transportados mediante gravedad, lo que permite su evacuación sin requerir energía adicional, aprovechando su propia dinámica. Dado su contenido de líquidos y sólidos, su transporte a través de conductos está influenciado por diversos factores, incluyendo:

-Pendiente del conducto: Una inclinación insuficiente podría resultar en la sedimentación de sólidos, mientras que una pendiente excesiva podría provocar el arrastre insuficiente de sólidos, resultando en su acumulación en el conducto.

-La sección del conducto: La determinación de la sección debe considerar el tipo de efluente y el caudal esperado, además de permitir la evacuación de aire y gases acumulados.

-Diseño del trazado: Se debe minimizar las interrupciones y obstáculos en el flujo, reduciendo cambios de dirección y utilizando elementos que favorezcan curvas amplias para evitar turbulencias y retornos.

-Rugosidad interna del conducto: La textura de las cañerías y sus uniones pueden generar obstrucciones, reteniendo sólidos y retrasando el desagüe. Es por eso que se utilizan materiales con acabado liso para mejorar el flujo.

El polipropileno sanitario es el material más utilizado debido a su resistencia a la corrosión, toxicidad, uniones defectuosas y su facilidad de ensamblaje por termofusión. Presenta mayor durabilidad, flexibilidad, resistencia química y térmica, así como aislamiento acústico y térmico, sin corroerse.

Las instalaciones cloacales internas se clasifican en tres categorías:

-Sistema primario: Transporta aguas blancas y negras desde las cañerías primarias y secundarias hacia la red de alcantarillado, requiriendo conductos de mayor diámetro para el mayor caudal y sólidos más grandes.

-Sistema secundario: Redirige aguas blancas hacia el sistema primario, con conductos de diámetro menor para evitar obstrucciones, dado el menor caudal y tamaño de sólidos.

-Sistema de ventilación: Proporciona ventilación adecuada para evitar la acumulación de gases y garantizar un flujo eficiente.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Proyecto de desagüe cloacal de la vivienda en estudio

Al reconocer la disposición de los artefactos sanitarios dentro del diseño arquitectónico, se observa que los espacios húmedos de cada nivel se sitúan uno encima del otro de manera casi contigua. Esta disposición facilita la minimización de tramos de cañerías excesivamente largos, lo que a su vez promueve una limpieza y mantenimiento más eficientes, así como la reducción de la necesidad de excavación para mantener la pendiente adecuada de las cañerías.

Al trazar en planta los dispositivos del sistema secundario se deben ubicar las piletas de piso que, no solo unificarán los desagües de los artefactos secundarios que llegan a ellos, sino que también separarán hidráulicamente al sistema secundario del primario al poseer sifones en su interior. En el caso de la cocina y el lavadero será tapada (P.P.T.), que recibirán los efluentes de la pileta de cocina (P.C.), de la pileta de lavar (P.L.) y del lavarropas; mientras que se ubicarán piletas de piso abiertas (P.P.A.) en los 4 baños, conectadas a las bañeras (Ba.), lavatorios (L°), bachas para baños, y bidets (Bé.).

En los casos de la cocina y el lavadero, se prevé además una boca de acceso (B.A.). Son pequeñas cámaras con tapa ciega hermética, con una o más entradas de cañerías, que sirven para vincular las cañerías en todos los sentidos, para hacer el pasaje de cañerías de 63 milímetros a cañerías de 110 milímetros, y también sirven de punto de acceso.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Al establecer el sistema cloacal primario, se trazan cañerías de P.P. de 110 milímetros de diámetro desde los inodoros (I.C.) que se vincularán con las cañerías del sistema secundario mediante codos a 45°.

Para conectar la instalación prevista en planta alta con el trazado en planta baja, será necesario un caño de desagüe vertical (CDV) con cámara inspección. Esto servirá de acceso para examinar la instalación, permitiendo introducir elementos de desobstrucción, arreglos y mantenimiento necesarios.

Se ha planificado la instalación de la cámara de inspección en el patio orientado hacia el Sur, la cual tendrá un ingreso y salida de tuberías de Polipropileno (P.P.) con un diámetro de 110 milímetros.

De acuerdo con la normativa vigente, se establecen pendientes mínimas y máximas para las cañerías primarias en función de su diámetro. Estas pendientes están diseñadas para evitar la sedimentación de sólidos en el conducto y para prevenir que el líquido circule a una velocidad excesiva, lo que podría resultar en la deposición de sólidos y obstrucciones en las cañerías.

Toda instalación debe tener su cañería principal ventilada como mínimo por una cañería de ventilación ubicada en uno de sus puntos más distantes de la conexión externa. Esta ventilación deber ser de 110 milímetros de diámetro.

Las ramificaciones horizontales que excedan los 10 metros a partir de una cañería ventilada deben contar con un caño de ventilación de 63 milímetros de diámetro, excepto cuando se trate de desagües de pileta de cocina o de pileta de lavar con desagüe primario, en cuyo caso esa ventilación sólo será obligatoria si supera los 15 metros.

De esta manera quedó definido el sistema de desagüe cloacal para el caso de estudio, mostrado en el plano adjunto como anexo.

5.1.3 Instalación de desagüe pluvial

La instalación de drenaje pluvial es un sistema diseñado para recolectar y dirigir el agua de lluvia lejos de la estructura de la casa para prevenir inundaciones y daños. Este sistema generalmente incluye tuberías de drenaje que recogen el agua de los techos y las superficies pavimentadas, como patios y entradas. El agua se canaliza hacia bajantes verticales que la llevan a tuberías subterráneas, las cuales la conducen hacia un sistema de drenaje municipal o hacia un área de absorción adecuada, como un pozo de absorción

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



o un terreno absorbente. Este proceso ayuda a proteger la propiedad y el entorno circundante de posibles daños por exceso de agua.

Proyecto de desagüe pluvial de la vivienda en estudio

Para la vivienda bajo análisis, se prevé que todos los caños de lluvia se materialicen con chapa galvanizada, de dimensiones suficientes para evitar su obstrucción y facilitar su mantenimiento. Las canaletas, ubicadas según la pendiente de la cubierta, recogerán el agua pluvial dirigiéndola con una pendiente de 2% hacia los caños de lluvia verticales, que desagotarán en canteros y terrenos absorbentes.

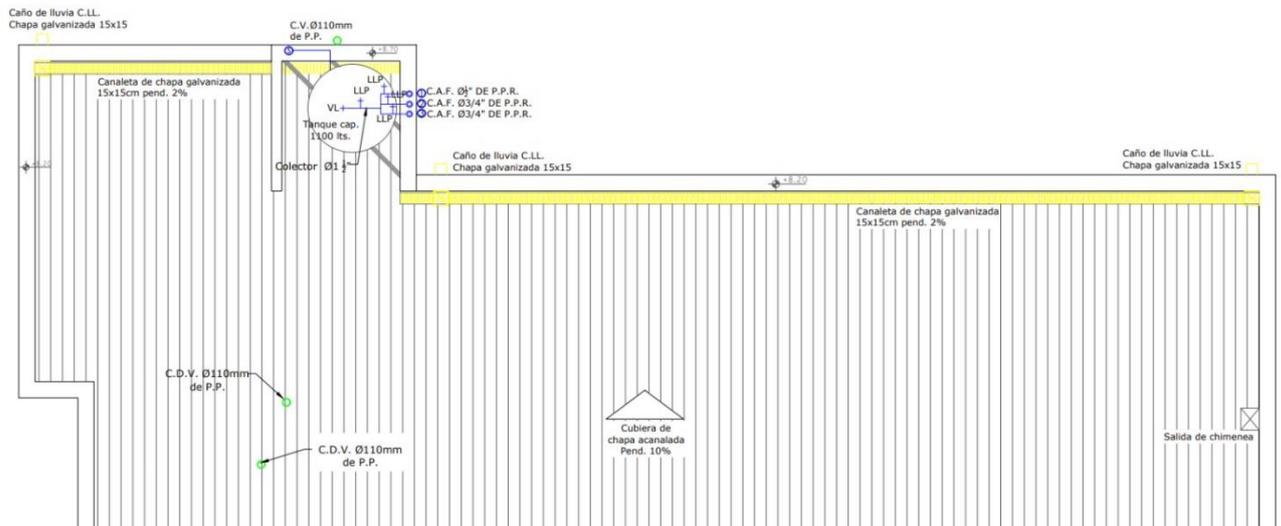


Imagen 66: Instalación pluvial cubierta 1

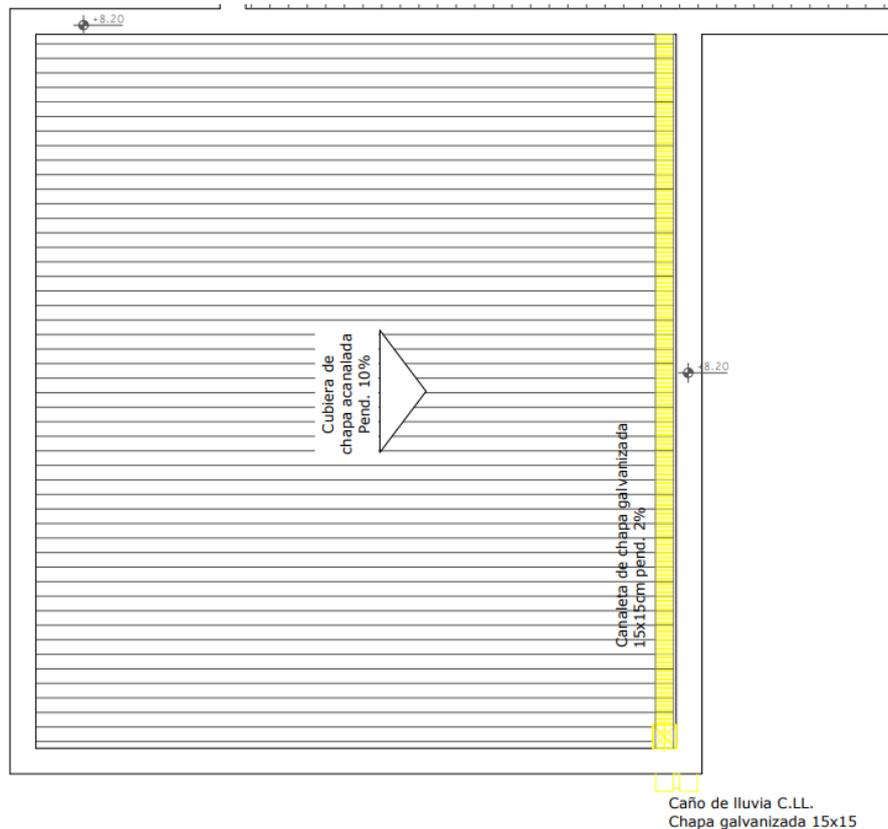


Imagen 67: Instalación pluvial cubierta 2

De esta manera quedó definido el sistema de desagüe pluvial para el caso de estudio, mostrado en el plano adjunto como anexo.

5.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Se diseñó y dimensionó la instalación eléctrica domiciliar siguiendo la reglamentación de la Cooperativa Calf (entidad encargada de la distribución y regularización del servicio eléctrico en la ciudad de Neuquén), considerando también los requerimientos del reglamento de la Asociación Electrotécnica Argentina.

Luego, se procedió a situar las bocas y tomacorrientes en función de las necesidades y usos diarios según cada local previendo, por ejemplo, una cantidad adecuada de bocas de iluminación en sectores amplios como el estar-comedor, así como también en el exterior para cubrir todo el patio; y tomacorrientes para contemplar la conexión de televisores, computadoras, veladores, heladera, lavarropas, entre otros artefactos electrónicos. Se muestra a continuación la disposición final de cada elemento.

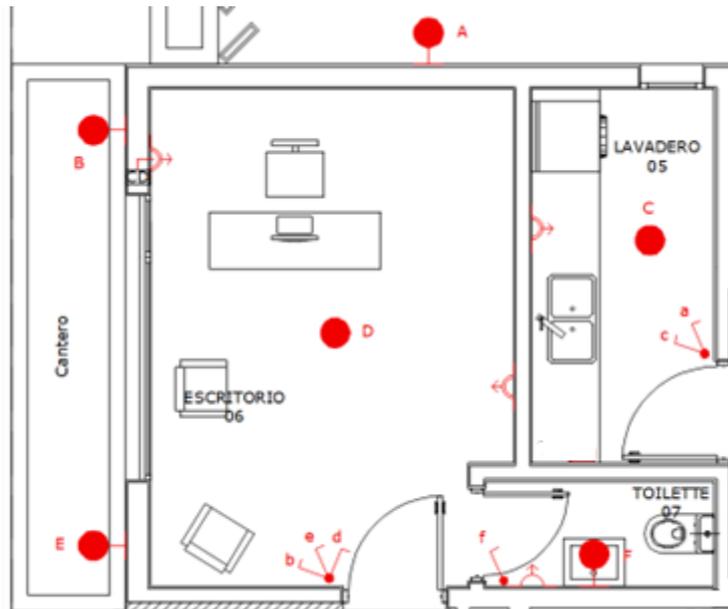


Imagen 68: Ubicación de bocas de iluminación y tomacorrientes en el local "Escritorio"

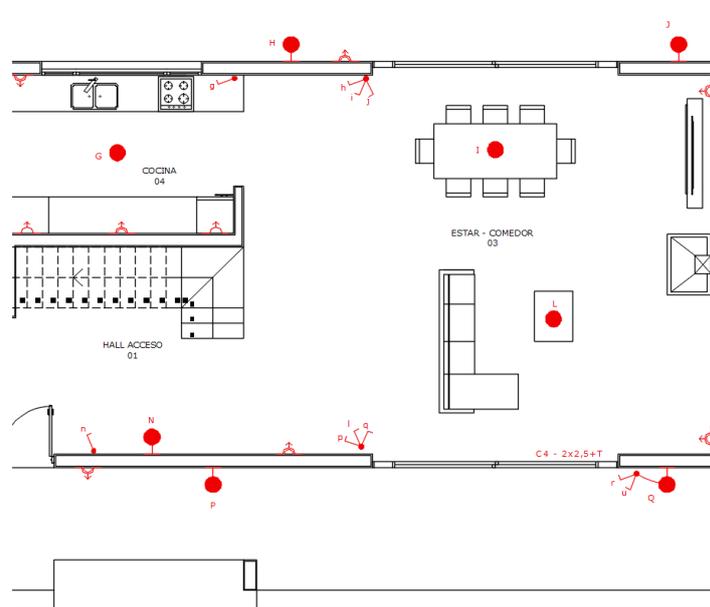


Imagen 69: Ubicación de bocas de iluminación y tomacorrientes en los locales "Cocina", "Estar-Comedor" y "Hall acceso"

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén

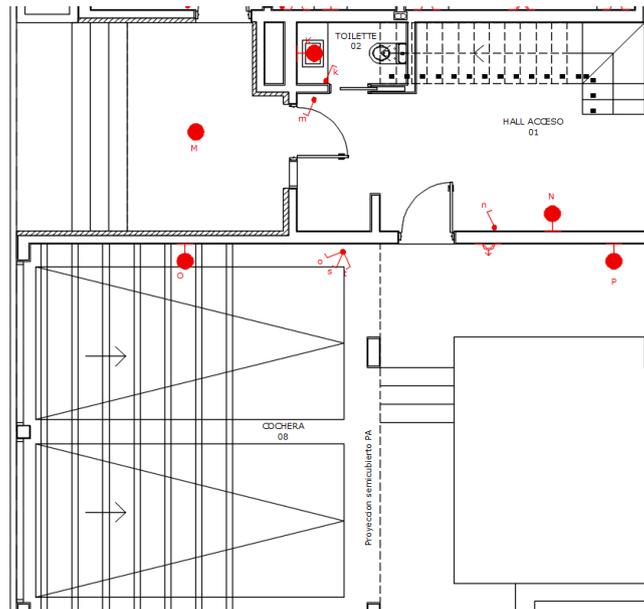


Imagen 70: Ubicación de bocas de iluminación y tomacorrientes en el local "Cochera"

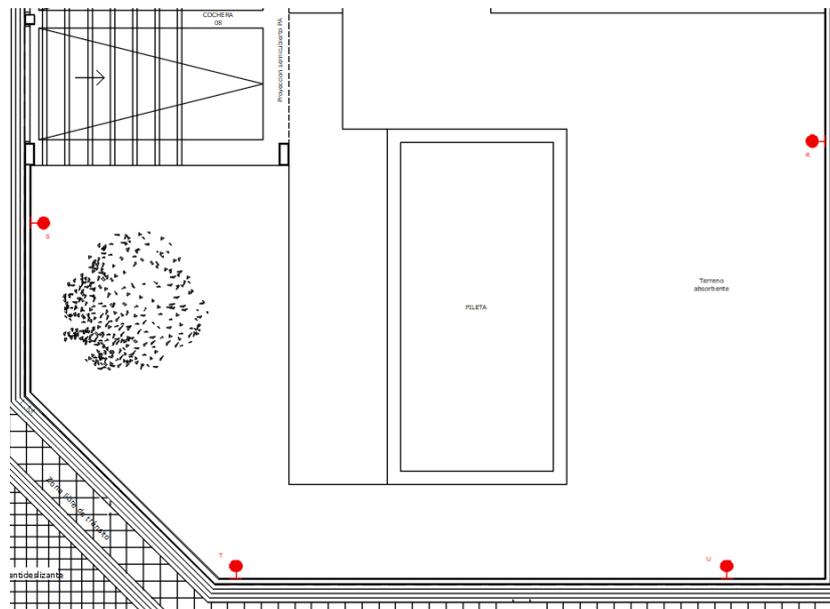


Imagen 71: Ubicación de bocas de iluminación y tomacorrientes en el patio

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén

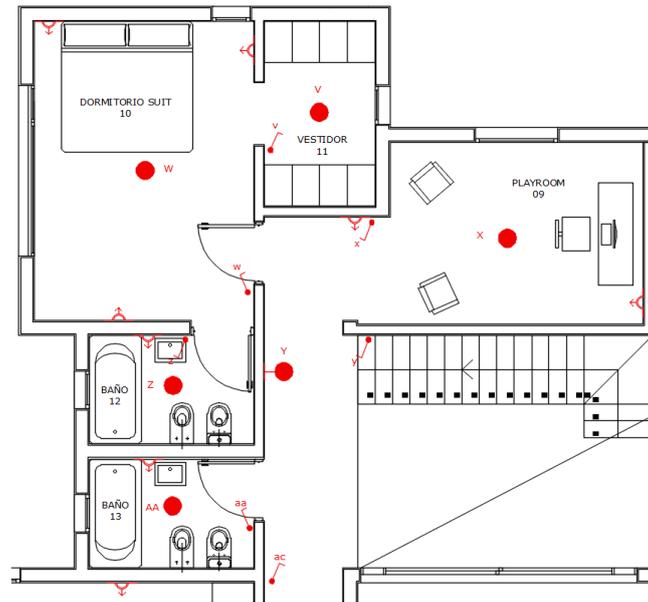


Imagen 72: Ubicación de bocas de iluminación y tomacorrientes en los locales "Dormitorio Suite", "Vestidor", "Playroom", "Baño"

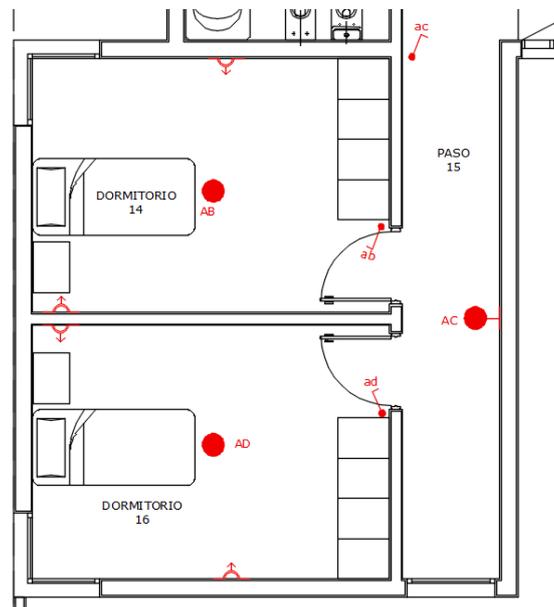


Imagen 73: Ubicación de bocas de iluminación y tomacorrientes en los locales "Dormitorios" y "Paso"

Se determinaron los circuitos, procurando no generar circuitos "caracol" ni disponiendo más de 2 curvas entre cajas.

De esta manera se determinaron 7 circuitos en total:

- Circuito 1: Bocas de iluminación en planta baja – Interior y exterior

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



- Circuito 2: Bocas de iluminación en planta baja – Interior y exterior
- Circuito 3: Bocas de iluminación en planta baja – Interior y exterior
- Circuito 4: Tomacorrientes en planta baja – Interior y exterior
- Circuito 5: Tomacorrientes en planta alta – Interior
- Circuito 6: Bocas de iluminación en planta baja – Interior y exterior
- Circuito 7: Tomacorrientes en planta alta – Interior

Al establecer los circuitos se tuvo en cuenta las limitaciones impuestas por la Cooperativa Calf, quien establece una cantidad máxima de 20 bocas de iluminación por circuito y una cantidad máxima de 12 tomacorrientes por circuito. Además, la potencia por tomacorrientes es de 250 watt y 100 watt por boca de iluminación, a las cuales se les aplica un factor de simultaneidad dependiendo de la cantidad de cada elemento en los circuitos.

REGLAMENTO PARA LAS INSTALACIONES ELECTRICAS EN INMUEBLES
TABLA DE FACTORES DE SIMULTANEIDAD

CENTROS O BRAZOS		TOMACORRIENTE	
CANT.	F.S.	CANT.	F.S.
1	1	1	1
2	1	2	1
3	0,9	3	0,8
4	0,8	4	0,8
5	0,8	5	0,8
6	0,7	6	0,7
7	0,7	7	0,7
8	0,7	8	0,7
9	0,7	9	0,7
10	0,6	10	0,7
11	0,6	11	0,6
12	0,6	12	0,6
13	0,6	13	0,6
14	0,6	14	0,6
15	0,6	15	0,6
16	0,6	16	0,6
17	0,6	17	0,6
18	0,6	18	0,6
19	0,6	19	0,6
20	0,6	20	0,6
21	0,6	21	0,6
22	0,6	22	0,6
23	0,6	23	0,6
24	0,6	24	0,6
25	0,6	25	0,6
26	0,6	26	0,6
27	0,6	27	0,6
28	0,6	28	0,6
29	0,6	29	0,6
30	0,6	30	0,6
31	0,6	31	0,6
32	0,6	32	0,6
33	0,6	33	0,6
34	0,6	34	0,6
35	0,6	35	0,6
36	0,6	36	0,6
37	0,6	37	0,6
38	0,6	38	0,6
39	0,6	39	0,6
40	0,6	40	0,6
41	0,5	41	0,3

Imagen 74: Tabla de factores de simultaneidad

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



A partir de lo planteado anteriormente, se determinó que la instalación eléctrica para esta vivienda debería ser trifásica agrupando los circuitos en cada fase y respetando, dentro de lo posible, una distribución equitativa de potencia simultánea por fase.

Sabiendo que cada centro de iluminación tiene una potencia de 100 watt y cada toma tiene 250 watt, se multiplica la potencia por la cantidad de dispositivos correspondiente en cada circuito y por el factor de simultaneidad para así obtener la potencia simultánea por circuito. Al sumar estas potencias de los circuitos a los que se les asignó la misma fase se obtiene la potencia simultánea por fase.

Por otra parte, se coloca un tablero seccional principal que recibe la electricidad de la red eléctrica y luego distribuye la energía a través de los circuitos planteados y se colocó un tablero subseccional en la segunda planta de la vivienda para una distribución más eficiente y segura de la electricidad.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los valores obtenidos.

MEDIDOR	FASE	ORIGEN	CIRCUITO	DESTINO	CENTROS			TOMAS			POTENCIA SIMULTÁNEA (W)
					CANT	100	FS	CANT	250	FS	
1		TP	LINEA SECCIONAL						0,8	3532	
	R	TS	C1	CENTROS PB	6	600	0,9	2	500	1	1040
			C2	CENTROS PB	5	500	1	0	0	0	500
			C3	CENTROS PB	10	1000	0,8	0	0	0	800
	S	TS	C4	TOMAS PB	0	0	0	6	1500	0,8	1200
			C5	TOMAS PB	0	0	0	5	1250	0,7	875
	LINEA SUBSECCIONAL									2048	
	T	TSS	C6	CENTROS PA	9	900	0,9	0	0	0	810
			C7	TOMAS PA	0	0	0	10	2500	0,7	1750

Luego, se ubicaron los interruptores de cada boca de iluminación colocando las referencias correspondientes y se trazó la conexión en cada caso.

Posteriormente, se establecieron los diámetros de las cañerías necesarias teniendo en cuenta la sección del conductor de cobre según Norma IRAM 2183, que se determina según la corriente máxima admisible.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Sección del conductor de cobre según IRAM 2183	Corriente máxima admisible
S (mm ²)	I (A)
1	9,6
1,5	13
2,5	18
4	24
6	31
10	43
16	59
25	77
35	96
50	116
70	148
95	180

Imagen 75: Secciones de conductor de cobre según Norma IRAM

Esa sección calculada se verificó con las secciones mínimas admisibles para conductores

Secciones mínimas admisibles para conductores	
Líneas principales (<i>de Medidor a Tablero Principal</i>)	4,00 mm ²
Circuitos seccionales (<i>de Tablero Principal a Tablero Seccional</i>)	2,50 mm ²
Circuitos terminales para iluminación de usos generales <i>con conexión fija o a través de tomacorrientes (de TP o TS a puntos de consumo)</i>	1,50 mm ²
Circuitos terminales para tomacorrientes de usos generales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para usos especiales	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (<i>excepto MBTF</i>) (*)	2,50 mm ²
Líneas de circuito para uso específico (<i>alimentación a MBTF</i>) (*)	1,50 mm ²
Alimentaciones a interruptores de efecto	1,50 mm ²
Retornos de los interruptores de efecto	1,50 mm ²
Conductor de protección	2,50 mm ²

Imagen 76: Tabla de secciones mínimas admisibles

Conociendo los diámetros de los conductores de cada circuito, es necesario determinar la cantidad que irá por los caños en cada caso para concluir con la elección del caño a transportar los cables conductores, según designación IRAM. Para ello, se debe tener en cuenta que a todas las bocas de iluminación debe llegar la fase y el neutro, mientras que al interruptor debe ir la fase y conectar con la boca de iluminación mediante el retorno (además de la protección eléctrica que debe estar siempre). De esta manera se determina, por ejemplo, que para el caso de una lámpara comandada por un interruptor simple la conexión entre la boca y el interruptor deberá tener un caño con el diámetro suficiente para transportar 2 conductores (fase y retorno).

Se muestra a continuación un esquema de dicha situación.

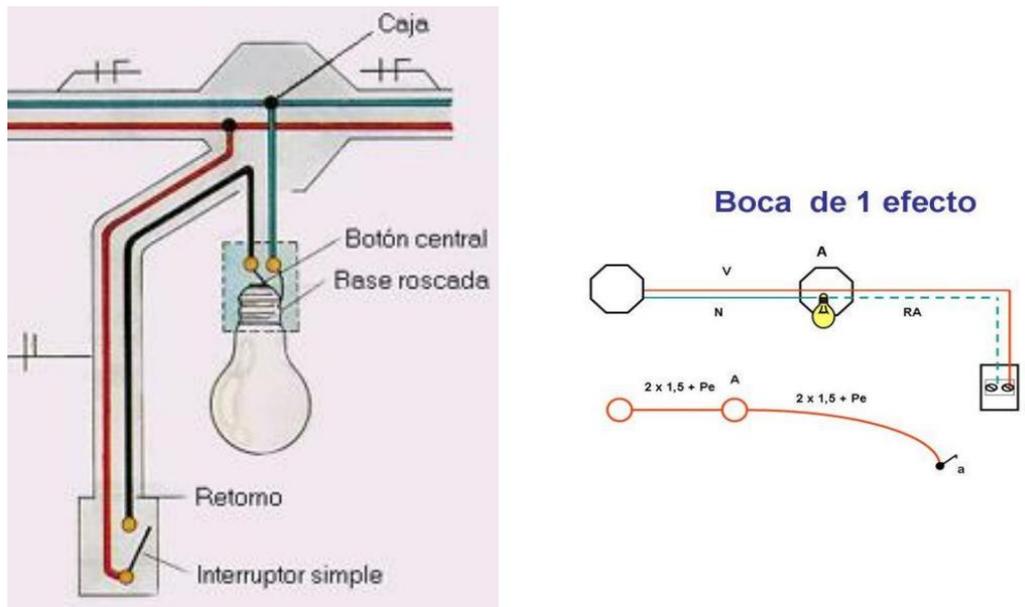


Imagen 77: Esquema de instalación de una boca de iluminación comandada por un interruptor simple

Cant. de cond.	Tipo de Caño	Conductores Unipolares										Sección cobre (mm ²)		
		1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	Diámetro exterior c/ais (mm)		
		1.65	3	3.45	4.2	5.20	6.5	7.85	9.6	11.10	13.5	Sección total (mm ²)		
3	RL	16/14	16/14	16/14	19/17	19/17	25/23	32/29	32/29	38/35	51/48	Caño designación IRAM		
	RS	16/13	16/13	16/13	19/15	19/15	25/21	32/28	32/28	38/34	51/46			
4	RL	16/14	16/14	16/14	19/17	22/20	32/29	32/29	38/35	51/48				
	RS	16/13	16/13	16/13	19/15	22/18	32/28	32/28	38/34	51/46				
5	RL	16/14	16/14	19/17	22/20	25/23	32/29	38/35	51/48	51/48				
	RS	16/13	16/13	19/15	22/18	25/21	32/28	38/34	51/46	51/46				
6	RL	16/14	16/14	19/17	22/20	25/23	32/29	38/35	51/48	51/48				
	RS	16/13	16/13	19/15	22/18	25/21	32/28	38/34	51/46	51/46				
7	RL	16/14	19/17	22/20	25/23	32/29	38/35	51/48	51/48					
	RS	16/13	19/15	22/18	25/21	32/28	38/34	51/46	51/46					
8	RL	19/17	19/17	22/20	25/23	32/29	38/35	51/48	51/48					
	RS	19/15	19/15	22/18	25/21	32/28	38/34	51/46	51/46					

Imagen 78: Designación de caños según Norma IRAM

Por último, se seleccionaron los dispositivos de maniobra y protección: por un lado, los interruptores termomagnéticos según Norma IRAM 2169 (diseñados para proteger la instalación) y por otro lado los interruptores diferenciales siguiendo la Norma IRAM 2301, que se utilizan para proteger a los usuarios funcionando automáticamente cuando la corriente de fuga excede los 30mA, en 30 milésimas de segundo.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Es importante calcular la caída de tensión en los circuitos de una instalación eléctrica para asegurar que los dispositivos conectados funcionen correctamente y de manera segura. Cuando hay una corriente eléctrica fluyendo a través de un cable, hay una resistencia inherente en el cable mismo, lo que causa una pérdida de energía en forma de caída de tensión. Si la caída de tensión es demasiado alta, los dispositivos pueden no funcionar correctamente o pueden estar expuestos a un mayor riesgo de daño. Las caídas de tensión admisibles son de un 3% para circuitos de iluminación

A partir de todas las consideraciones nombradas anteriormente, se obtuvo la siguiente tabla, encontrándonos dentro de los parámetros aceptados por normativa:

MEDIDOR	FASE	ORIGEN	CIRCUITO	INTENSIDAD SIMULTÁNEA CIRC (A)	TENSIÓN (V)	CAÑERÍA ACOMETIDA	PROTECCIÓN CIRCUITO	SECCIÓN CONDUCTOR mm ²		CORRIENTE MÁX. ADMISIBLE EN CAÑERÍAS (A)	CAÍDA DE TENSIÓN(V)	Lmax (m) $\rho = 0.01784$
								CALCULADA	ADOPTADA			
1		TP	LINEA SECCIONAL	16,05	220	RS 19/15	2X20A	2,5	4	24	1,12	7,85
	R	TS	C1	4,73	220	RS 16/13	2X10A	1	2,5	18	0,48	7,15
			C2	2,27	220	RS 16/13	2X10A	1	1,5	13	0,67	12,35
			C3	3,64	220	RS 16/13	2X10A	1	1,5	13	2,82	32,63
			C4	5,45	220	RS 16/13	2X10A	1	2,5	18	2,07	26,64
	S	TS	C5	3,98	220	RS 16/13	2X10A	1	2,5	18	0,74	12,96
			LINEA SUBSECCIONAL	9,31	220	RS 16/13	2X15A	1	2,5	18	0,54	4,1
	T	TSS	C6	3,68	220	RS 16/13	2X10A	1	1,5	13	1,91	21,86
C7			7,95	220	RS 16/13	2X10A	1	2,5	18	2,58	22,76	

De esta manera quedó definida la instalación eléctrica domiciliar para el caso de estudio, mostrado en el plano adjunto como anexo.

5.3. INSTALACIÓN DE GAS

Las instalaciones domiciliarias de gas se componen de las siguientes partes:

- La conexión o prolongación domiciliaria: es el tramo de cañería que vincula la red de distribución externa con la instalación de la vivienda dentro del terreno, comprendida entre 20 centímetros por fuera de la Línea Municipal y el regulador y/o los medidores.

- Regulador y batería de medidores: los medidores son instrumentos que registran el volumen de gas que se consume, dentro de los nichos, que se deben ubicar como mínimo a 50 centímetros de toda instalación eléctrica.

El regulador de presión debe ubicarse necesariamente sobre la Línea Municipal y se recomienda colocar 1 regulador cuando hay hasta 5 medidores.

- Cañería interna: Las cañerías son de hierro negro con revestimiento de epoxi y deben responder a la Norma IRAM 2502, con uniones roscadas, empleando piezas de empalme y derivación del mismo material.

Antes de la conexión de la cañería con cada artefacto debe instalarse una llave de paso en un lugar a la vista y de fácil acceso y manipulación. Además, la instalación deberá contar con una llave de paso individual, encargada de cortar el suministro de gas a la vivienda, por lo que deberá colocarse antes de la entrada a la misma.

- Artefactos: los artefactos que utilizan gas para su funcionamiento pueden ser calefactores, termotanques, calefones, cocinas, calderas, entre otros. Pueden ser sin tiraje, con tiro natural y de tiro balanceado. Su ubicación debe respetar las disposiciones reglamentarias como, por ejemplo, no estar expuestas a corrientes de aire, el local donde se encuentra debe ser lo suficientemente amplio para obtener el oxígeno necesario para la combustión y deberán contar con salida al exterior aquellos artefactos que produzcan residuos de combustión para permitir su evacuación.

Los artefactos deberán contar con la aprobación de ENARGAS, en cualquier caso.

Condiciones generales

- Cuando la cañería deba ir enterrada, deberán ubicarse a una profundidad mínima de 30 centímetros, apoyada sobre suelo firme.
- Para la traza de la cañería se recomienda evitar pasar por ambientes habitables y en caso de ser necesario se sugiere colocarlas embutidas en muros. Además, deberán estar alejadas de cañerías de agua y cualquier tipo de caño o artefacto de la instalación eléctrica.
- Solo se permite el cruce de cañerías por losas, vigas u otros elementos estructurales, pero bajo ninguna circunstancia deberán ir por dentro.
- Los locales que poseen artefactos de tiro natural (como los calefones y termotanques) deberán contar con entrada de aire al mismo por medio de rejas de ventilación.
- Si las tuberías de gas en dormitorios o baños están expuestas a riesgos de daños físicos, como golpes o impactos accidentales debido a la disposición del mobiliario o el tránsito frecuente, es recomendable utilizar un caño camisa para proteger las tuberías y prevenir posibles fugas de gas.

Proyecto de instalación de gas de la vivienda en estudio

El suministro se realiza mediante conexión a la red de distribución externa de gas natural. El abastecimiento es a media presión, por lo que deberá colocarse regulador de presión para disminuirla a $0,02 \text{ kg/cm}^2$.

El poder calorífico del gas es de 9.300 kcal/m^3 y los artefactos previstos a instalar son un termotanque, cocina de 4 hornallas, y 10 calefactores, todos de tiro balanceado.

En primer lugar, se determina el volumen de cada local dentro de la vivienda para luego calcular las calorías por hora necesarias en cada caso. Se utilizará el método simplificado para calcular los requerimientos de la instalación, cumpliendo con todas las normativas y estándares de seguridad, considerando como balance térmico un valor de 50 kcal/hora por metro cúbico. De esta manera, se obtienen los siguientes valores:

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Planta	Local	Volumen (m3)	Calorías necesarias (kcal/h)
Baja	Hall de acceso-Escalera	95,77	4788,4
	Estar-Comedor	266,6	13330,1
	Lavadero-Cocina	32,45	1622,5
	Escritorio	33,65	1682,5

Alta	Playroom	26,25	1312,5
	Dormitorio suit-Vestidor	41,10	2055,0
	Dormitorio 14	31,18	1558,8
	Dormitorio 16	31,18	1558,8

Conociendo las calorías necesarias de cada local, se procede a determinar la cantidad de calefactores necesarios para cubrir esa demanda, conociendo el consumo unitario establecido según los proveedores de los artefactos.

Planta	Local	Volumen (m3)	Calorías necesarias (kcal/h)	Artefactos	Cantidad	Consumo unitario (kcal/h)	Consumo total (kcal/h)	Caudal (m3/h)	Caudal total (m3/h)
Baja	Hall de acceso-Escalera	95,77	4788,4	Calefactor	1	5000	5000	0,538	0,538
	Estar-Comedor	266,6	13330,1	Calefactor	2	5500	11000	0,591	1,183
				Calefactor	1	2500	2500	0,269	0,269
	Lavadero-Cocina	32,45	1622,5	Calefactor	1	2000	2000	0,215	0,215
				Termotanque 110lts.	1	6500	6500	0,699	0,699
				Cocina	1	10000	10000	1,075	1,075
Escritorio	33,65	1682,5	Calefactor	1	2000	2000	0,215	0,215	
Total Planta Baja						33500	39000	3,602	4,194
Alta	Playroom	26,25	1312,5	Calefactor	1	2000	2000	0,215	0,215
	Dormitorio suit-Vestidor	41,10	2055,0	Calefactor	1	2000	2000	0,215	0,215
	Dormitorio 14	31,18	1558,8	Calefactor	1	2000	2000	0,215	0,215
	Dormitorio 16	31,18	1558,8	Calefactor	1	2000	2000	0,215	0,215
Total Planta Alta						8000	8000	0,860	0,860
						Consumo unitario (kcal/h)	Consumo total (kcal/h)	Caudal (m3/h)	Caudal total (m3/h)
Total Vivienda						41500	47000	4,46	5,05

El caudal se obtiene dividiendo el consumo unitario por el poder calorífico.

Luego se ubican los artefactos en el plano de plantas con sus correspondientes ventilaciones y se traza el recorrido de las cañerías desde el medidor hasta cada artefacto

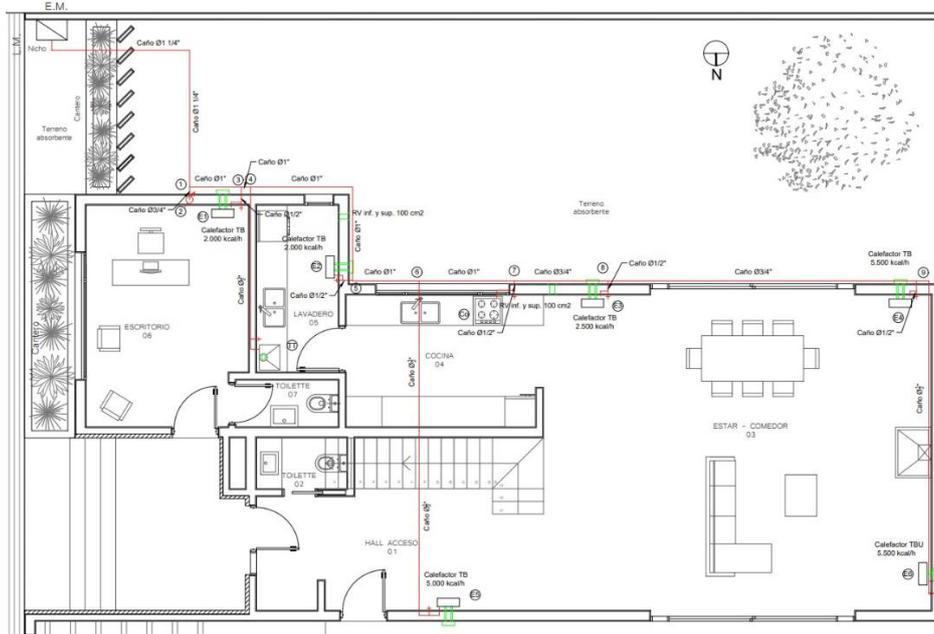


Imagen 79: Trazo de cañerías de gas y ubicación de artefactos en planta baja

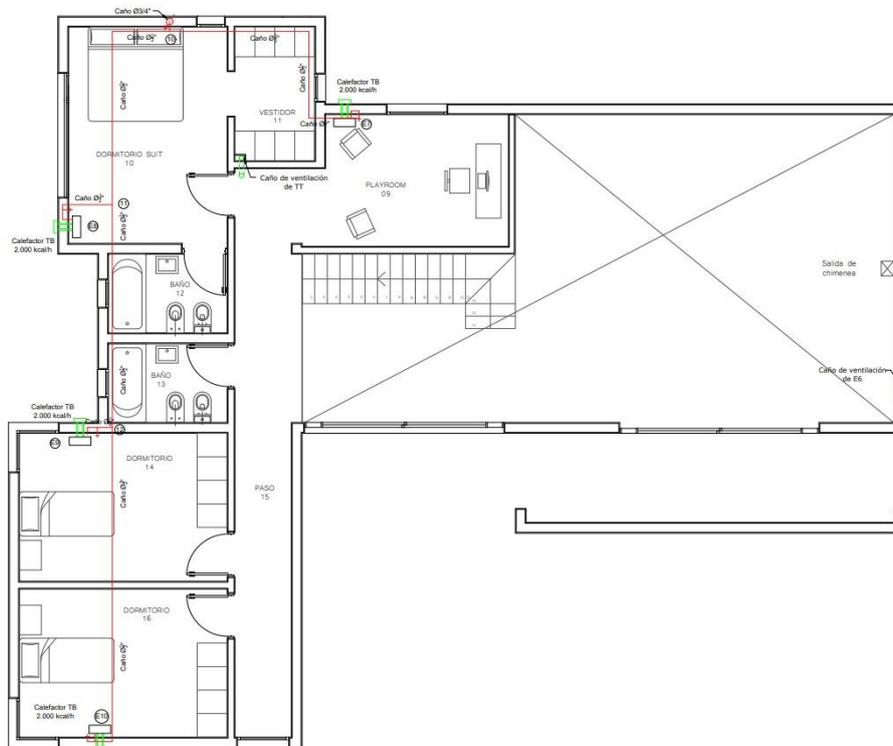


Imagen 80: Trazo de cañerías de gas y ubicación de artefactos en planta alta

Para conocer las distancias reales, teniendo en cuenta el recorrido que realizan las cañerías, será necesario dibujar una vista axonométrica para poder obtener a continuación las longitudes de cálculo

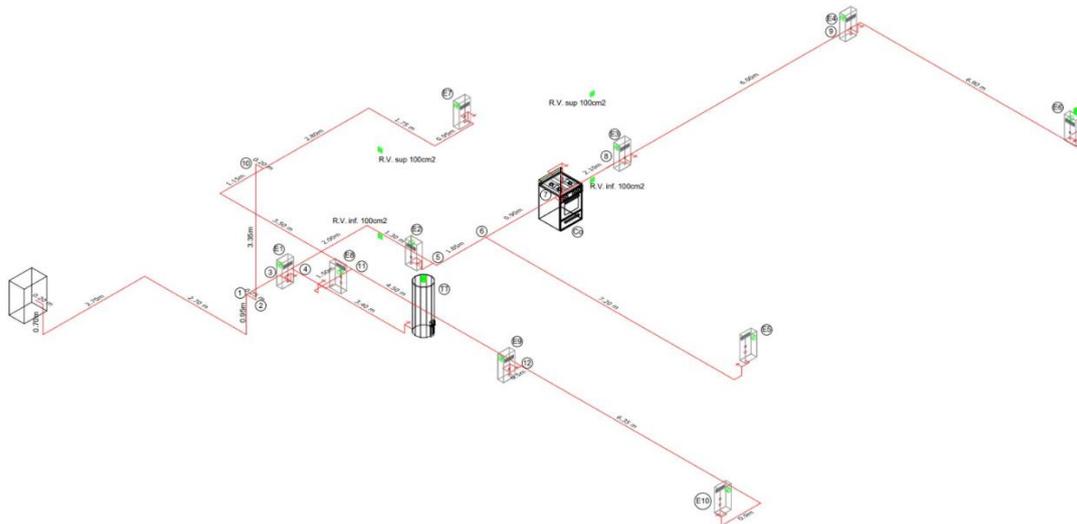


Imagen 81: Axonométrica de toda la instalación de gas

Se elabora entonces la siguiente planilla, donde se muestran los tramos entre nudos y artefactos, determinando el consumo de cada uno de ellos según el artefacto al cual abastecen, y midiendo su longitud.

Además, se muestra la longitud de cálculo, que es la distancia que hay desde cada artefacto al medidor y desde el medidor hasta el artefacto más alejado que alimenta ese tramo, en metros, según cada caso.

Tramo	Consumo		Longitud		Diámetro estimado (m)
	Kcal/h	m ³ /h	Tramo (m)	Cálculo (m)	
E10 - 12	2000	0,215	7,25	27,25	0,013
E9 - 12	2000	0,215	0,70	20,70	0,013
12 - 11	4000	0,430	4,50	27,25	0,013
E8 - 11	2000	0,215	1,50	17,00	0,013
11 - 10	6000	0,645	4,65	27,25	0,013
E7 - 10	2000	0,215	5,50	16,35	0,013
10 - 2	8000	0,860	3,35	27,25	0,019
2 - 1	8000	0,860	0,25	27,25	0,019
E6 - 9	5500	0,591	6,90	29,50	0,013
E4 - 9	5500	0,591	0,60	23,20	0,013
9 - 8	11000	1,183	6,00	29,50	0,013
E3 - 8	2500	0,269	0,60	17,20	0,013
8 - 7	13500	1,452	2,10	29,50	0,013

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Co - 7	10000	1,075	1,30	15,80	0,013
7 - 6	23500	2,527	0,90	29,50	0,013
E5 - 6	5000	0,538	7,20	20,80	0,013
6 - 5	28500	3,065	1,85	29,50	0,019
E2 - 5	2000	0,215	0,80	12,55	0,013
5 - 4	30500	3,280	3,30	29,50	0,019
TT - 4	6500	0,699	3,40	11,85	0,013
4 - 3	37000	3,978	0,90	29,50	0,019
E1 - 3	2000	0,215	0,70	8,25	0,013
3 - 1	39000	4,194	0,30	29,50	0,019
1 - M	47000	5,054	7,25	29,50	0,025

Sin embargo, se deben considerar las pérdidas de presión debido a los codos, tes y otros medios de unión de la cañería, para lo cual se suma a la longitud de cálculo un 30% adicional (longitud equivalente), obteniendo la longitud total con la que se obtiene el diámetro necesario utilizando el caudal que circula por cada tramo, teniendo en cuenta que el diámetro mínimo a utilizar es de 13 milímetros (1/2 pulgada).

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



TABLA Nº 3
CAUDAL EN LITROS DE GAS POR HORA, PARA CAÑERÍAS
DE DIFERENTES DIÁMETROS Y LONGITUDES
(Gas natural)

Densidad 0,65

Para caída de presión h = 10 mm

Longitud de cañería en metros	DIÁMETROS DE LA CAÑERÍA EN MILÍMETROS						
	9,5 (3/8")	13 (1/2")	19 (3/4")	25 (1")	32 (1 1/4")	38 (1 1/2")	51 (2")
2	1.745	3.580	9.895	20.260	35.695	55.835	114.615
3	1.425	2.925	8.065	16.540	28.900	45.585	93.580
4	1.235	2.535	6.985	14.325	25.080	39.480	81.050
5	1.105	2.265	6.250	12.810	22.685	35.310	72.490
6	1.005	2.070	5.705	11.895	20.435	32.230	66.165
7	930	1.915	5.280	10.835	18.920	29.845	61.265
8	870	1.790	4.940	10.130	17.695	27.910	57.295
9	820	1.690	4.655	9.550	16.685	26.320	54.025
10	780	1.600	4.420	9.060	15.825	24.965	51.245
12	710	1.460	4.035	8.270	14.450	22.790	46.790
14	660	1.355	3.735	7.685	13.375	21.100	43.315
16	615	1.265	3.495	7.160	12.510	19.595	40.515
18	580	1.195	3.290	6.750	11.795	18.505	38.190
20	550	1.130	3.125	6.405	11.190	17.655	36.240
22	525	1.080	2.980	6.105	10.670	16.830	34.550
24	500	1.035	2.850	5.845	10.215	16.110	33.060
26	480	990	2.740	5.620	9.815	15.485	31.785
28	465	960	2.640	5.415	9.460	14.920	30.630
30	450	925	2.550	5.230	9.135	14.100	29.580
32	435	895	2.470	5.065	8.850	13.955	29.075
34	420	870	2.395	4.910	8.580	13.535	27.785
36	410	845	2.330	4.775	8.340	13.155	27.005
38	400	820	2.265	4.650	8.120	12.805	26.295
40	390	800	2.210	4.525	7.910	12.480	25.615
42	380	780	2.155	4.420	7.720	12.180	25.005
44	370	765	2.105	4.320	7.545	11.900	24.430
46	360	745	2.060	4.220	7.375	11.635	23.885
48	355	730	2.015	4.135	7.225	11.395	23.395
50	350	715	1.975	4.035	7.075	11.165	22.920
55	330	685	1.885	3.860	6.750	10.845	21.850
60	315	655	1.805	3.695	6.460	10.190	20.920
65	305	630	1.730	3.550	6.210	9.695	20.105
70	295	605	1.670	3.420	5.980	9.430	19.360
75	285	585	1.615	3.310	5.780	9.115	18.715
80	275	565	1.565	3.200	5.595	8.830	18.120
85	265	550	1.515	3.105	5.425	8.555	17.565
90	260	535	1.470	3.015	5.270	8.315	17.070
95	250	520	1.435	2.940	5.135	8.100	16.630
100	245	505	1.400	2.865	5.005	7.895	16.205
110	235	485	1.330	2.730	4.770	7.530	15.460
120	225	460	1.275	2.615	4.570	7.210	14.800
130	215	445	1.225	2.515	4.390	6.930	14.225
140	205	430	1.180	2.420	4.230	6.670	13.695
150	200	415	1.140	2.340	4.090	6.450	13.240
160	195	400	1.105	2.265	3.955	6.240	12.815
170	190	390	1.070	2.195	3.835	6.050	12.425
180	185	380	1.045	2.135	3.730	5.890	12.085
190	175	370	1.015	2.070	3.625	5.730	11.765
200	170	360	990	2.025	3.540	5.580	11.460

Imagen 82: Planilla de caudal para cañerías de diferentes diámetros y longitudes

Tramo	Consumo		Longitud		Diámetro estimado (m)	Longitud		Diámetro adop (pulg)
	Kcal/h	m3/h	Tramo (m)	Cálculo (m)		Equiv. (m)	Total (m)	
E10 - 12	2000	0,215	7,25	27,25	0,013	8,18	35,43	1/2
E9 - 12	2000	0,215	0,70	20,70	0,013	6,21	26,91	1/2
12 - 11	4000	0,430	4,50	27,25	0,013	8,18	35,43	1/2
E8 - 11	2000	0,215	1,50	17,00	0,013	5,10	22,10	1/2
11 - 10	6000	0,645	4,65	27,25	0,013	8,18	35,43	1/2
E7 - 10	2000	0,215	5,50	16,35	0,013	4,91	21,26	1/2
10 - 2	8000	0,860	3,35	27,25	0,019	8,18	35,43	3/4
2 - 1	8000	0,860	0,25	27,25	0,019	8,18	35,43	3/4
E6 - 9	5500	0,591	6,90	29,50	0,013	8,85	38,35	1/2
E4 - 9	5500	0,591	0,60	23,20	0,013	6,96	30,16	1/2
9 - 8	11000	1,183	6,00	29,50	0,013	8,85	38,35	3/4

E3 - 8	2500	0,269	0,60	17,20	0,013	5,16	22,36	1/2
8 - 7	13500	1,452	2,10	29,50	0,013	8,85	38,35	3/4
Co - 7	10000	1,075	1,30	15,80	0,013	4,74	20,54	1/2
7 - 6	23500	2,527	0,90	29,50	0,013	8,85	38,35	1
E5 - 6	5000	0,538	7,20	20,80	0,013	6,24	27,04	1/2
6 - 5	28500	3,065	1,85	29,50	0,019	8,85	38,35	1
E2 - 5	2000	0,215	0,80	12,55	0,013	3,77	16,32	1/2
5 - 4	30500	3,280	3,30	29,50	0,019	8,85	38,35	1
TT - 4	6500	0,699	3,40	11,85	0,013	3,56	15,41	1/2
4 - 3	37000	3,978	0,90	29,50	0,019	8,85	38,35	1
E1 - 3	2000	0,215	0,70	8,25	0,013	2,48	10,73	1/2
3 - 1	39000	4,194	0,30	29,50	0,019	8,85	38,35	1
1 - M	47000	5,054	7,25	29,50	0,025	8,85	38,35	1 1/4

De esta manera quedó definida la instalación de gas domiciliaria para el caso de estudio, mostrado en el plano adjunto como anexo.

5.4. MATERIALIZACION DE INSTALACIONES DE AMBOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

En el sistema Steel Frame, las instalaciones básicas de una vivienda se materializan de manera diferente en comparación con el sistema de hormigón armado debido a las características y métodos de construcción de cada sistema.

En el sistema Steel Frame, las instalaciones básicas, como las cañerías y los cables eléctricos, se integran en el interior de la estructura de acero galvanizado ya que los cuales cuentan con perforaciones para el paso de las mismas respetando el formato y las medidas establecidas en la norma IRAM IAS U 500 – 205. Para las cañerías de instalaciones sanitarias, se emplean sistemas de fijación diseñados específicamente para el Steel Frame, como soportes de multilaminado fenólico hidrófugo, que se colocan en el interior de las paredes en seco. Estos soportes proporcionan una base sólida para la fijación de las cañerías y se instalan según las necesidades de cada artefacto y las indicaciones del fabricante. Además, se utilizan abrazaderas y accesorios adecuados para asegurar la correcta sujeción de las cañerías y evitar posibles filtraciones. Los cables eléctricos también se colocan dentro de la estructura de acero, aprovechando los espacios entre los perfiles. Se utilizan dispositivos de sujeción para asegurar los cables en su lugar y se

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



siguen las normativas de seguridad eléctrica para su instalación. En el caso de cañerías de desagüe cloacal o pluvial, se debe considerar su ubicación durante la etapa de diseño para evitar la perforación de los perfiles, ya que el diámetro de estas cañerías puede dar lugar a perforaciones que debilitan el alma del perfil, requiriendo refuerzos adicionales.

Por otro lado, en el sistema de construcción húmeda las instalaciones eléctricas, sanitarias y pluviales se materializan mediante la colocación de cañerías que, en general, implica la realización de aberturas en las paredes o losas (lo que requiere un proceso de recorte y perforación) y se utilizan sistemas de fijación adecuados para asegurar su posición y garantizar su estabilidad y seguridad. Estos pueden ser abrazaderas metálicas que se sujetan al hormigón utilizando anclajes o tornillos especiales, conductos embutidos que se encastran directamente en el hormigón durante el proceso de vertido, entre otros.

6 CÓMPUTO DE MATERIALES

Hacer un buen cálculo de cantidad de materiales en construcción es fundamental para asegurar el éxito financiero, la eficiencia operativa y la gestión de recursos en un proyecto de construcción:

- Garantiza que se adquieran las cantidades adecuadas de materiales evitando tanto la escasez como el exceso de los mismos. Esto permite optimizar los costos y evitar gastos innecesarios reduciendo desperdicios.
- Permite estimar el costo total del proyecto de construcción, permitiendo a los contratistas y propietarios planificar y asignar adecuadamente los recursos económicos necesarios para llevar a cabo la obra.
- Permite planificar y programar el trabajo, realizando pedidos de materiales de manera oportuna evitando retrasos y optimizando la secuencia de actividades en el proyecto.

Para la vivienda en estudio se realizó el computo de materiales, tanto estructurales como constructivos, para los dos sistemas propuestos.

Como se considera que el planteo de todas las instalaciones (gas, agua, electricidad) son iguales para los dos sistemas, no se realiza el cómputo de las mismas debido a que afectarían de igual manera al costo de materiales en cada caso. Por otro lado, tampoco se tendrán en cuenta en este apartado aquellos materiales que influyan de la misma manera a las dos metodologías constructivas debido a que no serían un parámetro comparativo. Ejemplos de estos casos son materiales tales como la pintura, cerámicos para pisos, aberturas, entre otros.

La cantidad de los distintos elementos componentes de cada sistema constructivo se obtuvo a partir de su resolución estructural y del análisis de cerramientos realizado anteriormente, teniendo en cuenta el formato en el que se adquieren comercialmente los materiales.

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



6.1. CÓMPUTO ESTRUCTURA DE STEEL FRAME

FUNDACIÓN		
Descripción	Cantidad	Ubicación
Hormigón	27,78 m ³	Vigas y losas
Encofrado	52 m ²	Vigas
Barras $\phi 6$	491,7m	Vigas
Barras $\phi 12$	463,2m	
Barras $\phi 6$	850m	Losas
Malla MSQ188	12 u (150m ²)	

CARPETA DE NIVELACIÓN		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie	167,20	m ²
Espesor promedio	0,05	m
Volumen en	8,36	m ³
Cemento por m ³	10,80	kg
Arena por m ³	0,024	m ³
Cantidad total de cemento	91	kg
Cantidad total de arena	1	m³

PERFILES		
Descripción	Mts lineales	Kg.
PGC 100x0,90	2399	3622,5
PGC 120x1,25	556	1167,6
PGC 200x2,00	704	3752
PGU 100x0,9	615	725,7
PGU 100X1,6	577	1211,7
Fleje cruz de San Andrés 50mm	372	233,2

PLACAS			
Descripción	Detalle	Cantidad	Ubicación
Placa OSB	1,22mx2,44m. E=11,1mm	171	Paneles exteriores/entrepiso
Placa OSB	1,22x2,44m. E=9mm	105	Cubierta/borde
Placa yeso estándar	1,20mx2,4m. E=9mm	226	Paneles Interiores/cielorrasos

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



AISLACIONES			
Descripción	Detalle	Cantidad	Ubicación
Lana de vidrio	Rollo 1,2mx18mx38mm	28	Paneles
EPS	Plancha 1mx1mx25mmx20kg	421	Cielorraso y paneles ext.
Membrana Viento-Agua	Rollo 1,50mx20m	15	Paneles exteriores/cubierta
Film polietileno transparente 200 mic.	Rollo 50mx2m	4	Barrera vapor
Base Coat	Bolsas 25kg	4	Paneles exteriores
Lana de vidrio aluminizada	Rollo 1,2mx18mx38mm	10	Cubierta

TORNILLOS			
Descripción	Detalle	Cantidad	Ubicación
T1 mecha zincado brillante	8 x 3/4	12200	Estructura de paneles
T2 mecha zincado brillante	6 x 1" 1/4	14000	Estructura de paneles
Hex tipo 1	10 x 3/4	7200	Vínculos entre paneles
Hex tipo 1 con arandela	10 x 3/4	825	Chapas de techo
Tel- Alas cabeza estriada	10 x 2"	1380	Cubierta
Anclajes expansibles	HSA-100mm de long. x 8mm de diámetro	60	Estructura y platea

OTROS			
Descripción	Detalle	Cantidad	Ubicación
Chapa sinusoidal	C25- 1,1m x 3m	28	Cubierta

6.2.CÓMPUTO ESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO

HORMIGÓN (H-20 MPa)					
ETAPAS DE OBRA	Elementos estructurales				TOTAL POR ETAPAS m ³
	Losas macizas y/o casetones	Losa viguetas	Vigas	Columnas	
Fundación	22,58		10,89		33,5
Entrepiso	11,40	2,27	7,81	4,15	25,6
Cubierta			6,97	3,37	10,3
			TOTAL m ³		69

BARRAS DE ACERO (ADN 420, Longitud 12 m)					
ETAPAS DE OBRA	Cantidad de barras por diámetro (+10% desperdicio)				
	Ø6	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16
Vigas Fundación	87	2		74	
Losas de fundación	9	8			
Vigas Entrepiso	65	1		57	
Losas casetonadas	23		30		
Vigas Cubierta	62			35	

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Columnas Entrepiso	52			16	46
Columnas Cubierta	40			23	10
Escalera		6		4	
TOTAL BARRAS	338	17	30	210	56

VIGUETAS SHAP T50					
Longitud	Cantidad de viguetas por serie				
	1	2	3	4	5
2,80 m	8				
3,60 m	8				
TOTAL VIGUETAS	16	0	0	0	0

MALLAS ELECTROSOLDADAS (2.40x6.00 m)			
Tipo de malla	Cantidad		
	MSQ 131(Ø5c/15 cm)	MSQ 188 (Ø6c/15 cm)	MSQ 335 (Ø8c/15 cm)
Losa de fundación		11	11
Entrepiso de viguetas	2		
Entrepiso de casetones			6
TOTAL MALLAS	2	11	17

PERFILES METÁLICOS F-24 (Longitud 12 m)		
Etapas de obra	Dimensión	Cantidad
Vigas Cubierta	Perfil cajón 180x70x25x2	14
Correas Cubierta	Perfil C 80x50x15x1,6	14

OTROS ELEMENTOS (unidad)		
Etapas de obra	Dimensión	Cantidad
Placas de anclaje (acero F24)	300x300x6,35mm	26
Varillas roscadas (L=40cm, acero SAE 1010)	Ø1/2"	208
kg. De Electrodo 6010	Diámetro 2.5mm	10

LADRILLOS CERÁMICOS HUECOS DOBLE MURO-20X18X30		
Descripción	Cantidad	Unidad
Metros lineales en PB	49,34	m
Metros lineales en PA	71,98	m
Altura de muros en PB	2,92	m
Altura de muros en PA	4,49	m
Superficie bruta en PB	144,07	m ²
Superficie bruta en PA	323,19	m ²

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Superficie neta en PB	117,69	m2
Superficie neta en PA	294,17	m2
Cantidad de ladrillos por m2	15	u.
Cantidad de ladrillos en PB	1766	u.
Cantidad de ladrillos en PA	4413	u.
Cantidad total de ladrillos	6179	u.

LADRILLOS CERAMICOS HUECOS 12X18X30		
Descripción	Cantidad	Unidad
Metros lineales en PB	20,68	m
Metros lineales en PA	18,19	m
Altura de muros en PB	2,92	m
Altura de muros en PA	2,90	m
Superficie bruta en PB	60,39	m2
Superficie bruta en PA	52,75	m2
Superficie neta en PB	56,45	m2
Superficie neta en PA	42,90	m2
Cantidad de ladrillos por m2	15	u.
Cantidad de ladrillos en PB	847	u.
Cantidad de ladrillos en PA	644	u.
Cantidad total de ladrillos	1491	u.

CAL, CEMENTO Y ARENA PARA MUROS		
Descripción	Cantidad	Unidad
Cantidad de cal por m2 muros de 18	3,90	kg
Cantidad de cemento por m2 muros de 18	4,00	kg
Cantidad de arena por m2 muros de 18	0,0185	m3
Cantidad de cal por m2 muros de 12	2,50	kg
Cantidad de cemento por m2 muros de 12	2,60	kg
Cantidad de arena por m2 muros de 12	0,012	m3
Sup. Total muros de 18	411,86	m2
Sup. Total muros de 12	99,35	m2
Cantidad total de cal	1855	kg
Cantidad total de cemento	1906	kg
Cantidad total de arena	9	m3

CARPETA DE NIVELACIÓN		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie en PB	167,20	m2
Superficie en PA	77,98	m2
Espesor promedio	0,05	m
Volumen en PB	8,36	m3

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Volumen en PA	3,899	m3
Volumen total	12,26	m3
Cemento por m2	27	kg
Arena por m2	0,06	m3
Cantidad total de cemento	6620	kg
Cantidad total de arena	15	m3
REVOQUE GRUESO		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie bruta en PB	408,92	m2
Superficie bruta en PA	751,88	m2
Superficie neta en PB	365,69	m2
Superficie neta en PA	707,85	m2
Superficie total	1073,54	m2
Espesor promedio	0,02	m
Volumen total	16,10	m3
Cantidad de cal por m2	3,60	kg
Cantidad de cemento por m2	1,85	kg
Cantidad de arena por m2	0,017	m3
Cantidad total de cal	3865	kg
Cantidad total de cemento	1986	kg
Cantidad total de arena	18.3	m3

REVOQUE FINO		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie bruta en PB	408,92	m2
Superficie bruta en PA	751,88	m2
Superficie neta en PB	365,69	m2
Superficie neta en PA	707,85	m2
Superficie total	1073,54	m2
Espesor promedio	0,005	m
Volumen total	5,37	m3
Cantidad de cal por m2	1,6	kg
Cantidad de cemento por m2	0,45	kg
Cantidad de arena por m2	0,006	m3
Cantidad total de cal	1718	kg
Cantidad total de cemento	483	kg
Cantidad total de arena	6.44	m3

POLIETILENO DE 200 MICRONES PARA FUNDACIÓN		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie de fundación a cubrir	148,25	m2
Poliuretano necesario	185	m2

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



YESO EN CIELORRASOS (E=2CM)		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie a cubrir	222,42	m2
Cantidad de yeso por m2	20	kg
Cantidad de yeso total	4449	kg

LISTONES PARA CIELORRASO (1"X2"X2,44M)		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie a cubrir	222,42	m2
Listones por m2	6	m
Cantidad total de listones	1335	m

TEJIDO HEXAGONAL GALLINERO 1"X1MX25M PARA CIELORRASO		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie a cubrir	222,42	m2
Superficie unitaria de malla	25	m2
Cantidad total de mallas	9	u.

FENÓLICO DE 10MM 1.22X2.44M PARA ENCOFRADO		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie a cubrir	313,09	m2
Superficie unitaria de placa	2,98	m2
Cantidad total de placas	106	u.

BARRERA DE AGUA Y VIENTO TYVEK (ROLLO DE 1,50M X 20M)		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie a cubrir	143,14	m2
Superficie unitaria de rollo	30	m2
Cantidad total de rollos	5	u.

IMPERMEABILIZANTE PARA AZOTADO HIDRÓFUGO (CERESITA)		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie a cubrir	411,86	m2
Rendimiento para 2cm de revoque	380	g/m2
Cantidad total de impermeabilizante	157	kg

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



CASETONES DE EPS 50X50X25 PARA LOSA CASETONADA		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie a cubrir	55,5	m2
Superficie de casetones	0,25	m2
Cantidad total de casetones	222	u.

BOVEDILLAS DE EPS 40X16X100 PARA LOSA DE VIGUETAS		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie a cubrir	22,64	m2
Cantidad de bovedillas por m2	2	u.
Cantidad total de casetones	46	u.

PLACA OSB 1,22X2,44M E=9MM PARA CUBIERTA		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie a cubrir	143,14	m2
Superficie de placa	2,98	m2
Cantidad de placas	49	u.

LANA DE VIDRIO ALUMINIZADA E=50MM PARA CUBIERTA		
Descripción	Cantidad	Unidad
Superficie a cubrir	143,14	m2
Superficie rollo de 1,2mx18m	21,6	m2
Cantidad de planchas de poliestireno	10	u.

Los valores obtenidos fueron resultado de un análisis exhaustivo de cada tarea, procurando contemplar cada material involucrado. Sin embargo, son cantidades estimativas, pudiendo verse afectadas según variantes en los métodos constructivos, calidad de mano de obra, control y organización del proyecto.

7. PLAN DE TRABAJO DE OBRA

Para llevar a cabo la ejecución de la obra de manera organizada, eficiente y segura, es necesario determinar un plan de trabajo en donde se plasmen todas las etapas necesarias desde el inicio hasta la finalización de la construcción prevista. En el mismo, se busca mantener el control y coordinación de todos los aspectos del proyecto, estableciendo una secuencia de las actividades con el uso eficiente de los recursos como materiales y equipamiento.

Para poder establecer la duración de cada actividad propuesta, se buscaron valores de rendimientos midiendo las horas hombre (hH) que conlleva la realización de cada tarea en función de sus respectivas unidades de referencia. De esta manera, se puede plantear un cronograma de trabajo para cada sistema constructivo.

En las siguientes tablas se muestran los rendimientos obtenidos:

Hormigón Armado

Etapas	Cantidad	Unidad	Rendimiento hH/u.	Rendimiento hH	Jornadas (8hs) por obrero
Remoción de capa vegetal	155	m ²	0,16	25	3
Delimitación de relleno	155	m ²	0,06	9	1
Relleno de suelo compactado	93	m ³	0,26	25	3
Zanjeo de vigas de fundación	10	m ³	3,15	31	4
Doblado y colocación de armaduras fundación	1091	kg	0,21	229	29
Colocación de nylon	148	m ²	0,05	7	1
Encofrado fundación	66	m ²	1,86	123	15
Hormigonado fundación	32	m ³	1,50	49	6
Doblado y colocación de armaduras PB (columnas, vigas, escalera, losas)	2926	kg	0,21	614	77
Encofrado PB	125	m ²	1,86	233	29
Preparación de losas de viguetas y casetones	90	m ²	0,71	64	8
Hormigonado PB	21	m ³	1,50	32	4
Carpeta de nivelación PB	167	m ²	0,63	105	13
Doblado y colocación de armaduras PA (columnas, vigas)	1082	kg	0,21	227	28
Encofrado PA	122	m ²	1,86	226	28
Preparación y colocación de placas de anclaje	26	u.	1,85	48	6
Hormigonado PA	10	m ³	1,50	16	2
Carpeta de nivelación PA	78	m ²	0,63	49	6
Recorte y soldado de perfiles metálicos (vigas y correas)	28	u.	2,00	56	7
Montaje de perfiles metálicos (vigas y correas)	28	u.	2,60	73	9
Aislación de cubierta	95	m ²	0,25	24	3

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Colocación de chapa de cubierta	95	m2	0,51	48	6
Mampostería PB	174	m2	0,76	132	17
Mampostería PA	337	m2	0,76	256	32
Revoque interior y exterior PB	366	m2	0,67	245	31
Revoque interior y exterior PA	708	m2	0,67	474	59
Cielorrasos de yeso aplicado	222	m2	1,07	238	30

Steel Frame

Etapas	Cantidad	Unidad	Rendimiento hH/u.	Rendimiento hH	Jornadas (8hs) por obrero
Remoción de capa vegetal	155	m2	0,16	25	3
Delimitación de relleno	155	m2	0,06	9	1
Relleno de suelo compactado	93	m3	0,26	25	3
Zanjeo de vigas de fundación	7	m3	3,15	23	3
Doblado y colocación de armaduras fundación	702	kg	0,21	147	18
Colocación de nylon	148	m2	0,05	7	1
Encofrado fundación	52	m2	1,86	97	12
Hormigonado fundación	28	m3	1,50	42	5
Recorte de perfiles planta baja	1750	m	0,15	257	32
Armado de paneles (vinculación entre perfiles, rigidizadores, etc.) planta baja	174	m2	1,12	194	24
Colocación de paneles (vinculación con platea) y vinculación entre sí, en planta baja	174	m2	0,76	132	17
Armado de entepiso	90	m2	0,50	45	6
Recorte de perfiles de planta alta	2500	m	0,15	368	46
Armado de paneles (vinculación entre perfiles, rigidizadores, etc.) planta alta	337	m2	1,12	376	47
Colocación de paneles (vinculación con entepiso) y vinculación entre sí, en planta alta	337	m2	0,76	256	32
Recorte de perfiles de cubierta	750	m	0,15	110	14
Montaje de perfiles de cubierta (en conjunto con sus rigidizadores)	95	m2	0,76	72	9
Aislaciones de cubierta (placas OSB,, barrera hidrofuga, etc.)	95	m2	0,25	24	3
Colocación de chapa de cubierta	95	m2	0,51	48	6
Placa OSB de revestimiento exterior	440	m2	0,47	206	26
Barrera hidrofuga (membrana polipropileno)					
Placa EPS (poliestireno expandido)					
Base coat (mortero cementicio)					
Colocación de lana de vidrio dentro de muros					
Colocación Barrera de vapor (film polietileno)					

P.I.P.- Análisis comparativo técnico-económico entre sistema de construcción en seco y sistema tradicional de construcción húmeda para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Neuquén



Colocación placa de yeso de revestimiento interior	743	m2	0,12	87	11
Cielorrasos de placa de yeso	222	m2	0,75	167	21

Para el proyecto bajo análisis se considera, en particular, una cuadrilla de trabajo compuesta por un oficial y tres ayudantes.

Teniendo en cuenta la cantidad de personal de trabajo y los rendimientos detallados anteriormente, se obtuvieron los siguientes esquemas de trabajo para ambos sistemas constructivos, contemplando únicamente días hábiles de trabajo (de lunes a viernes) en jornadas de 8 horas.

Como se puede observar, se especifica la cantidad de personal involucrado en cada tarea por día, procurando evitar tiempos no productivos. Además, en las filas inferiores se muestra el porcentaje de avance de cada semana y el porcentaje de avance semanal acumulado.

8. ANALISIS DE COSTOS

Realizar un análisis de costos es esencial para controlar los gastos, evaluar alternativas, tomar decisiones informadas sobre donde recortar o ajustar el presupuesto de ser necesario, negociar de manera efectiva con proveedores y contratistas, establecer un presupuesto realista para evitar el endeudamiento que comprometan la estabilidad económica a largo plazo, entre otros. Este análisis proporciona una base sólida para planificar y ejecutar el proyecto de construcción de manera eficiente y exitosa, teniendo en cuenta los precios de materiales, mano de obra y maquinaria obtenidos de un análisis de mercado.

Al enfocarse el presente trabajo en una comparación entre dos sistemas constructivos aplicados a una misma vivienda, permite evaluar la alternativa más conveniente para el comitente dependiendo de sus necesidades. En este apartado, el análisis de precios del mercado de los distintos ítems se analiza como un análisis de costos por parte del comitente.

8.1 MATERIALES

Para obtener el costo de materiales se buscaron referencias de distintos proveedores de la zona, con referencia a la fecha de 30 de junio de 2023.

A partir de los materiales computados anteriormente, se obtuvieron los siguientes costos:

Estructura de Steel Frame:

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo final	Porcentaje de incidencia
PGC 100x0,90 (x6m)	400	\$ 10.730,00	\$ 4.292.000,00	21,49%
PGC 120x1,25 (x6m)	93	\$ 15.300,00	\$ 1.422.900,00	7,12%
PGC 200x2,00 (x6m)	117	\$ 34.623,00	\$ 4.050.891,00	20,28%
PGU 100x0,9 (x6m)	103	\$ 9.136,00	\$ 941.008,00	4,71%
PGU 100x1,6 (x6m)	96	\$ 12.525,00	\$ 1.202.400,00	6,02%
Fleje Curz de San Andrés 50mm (x6m)	62	\$ 14.630,00	\$ 907.060,00	4,54%
Hormigón (m3)	28	\$ 25.343,00	\$ 709.604,00	3,55%
Enconfrado: fenólico 10mm (1,22x2,44m)	17	\$ 5.510,00	\$ 93.670,00	0,47%
Barras ϕ 6 (12m)	112	\$ 1.887,61	\$ 211.412,32	1,06%
Barras ϕ 12 (12m)	39	\$ 3.251,51	\$ 126.808,89	0,63%
Malla MSQ188 (2,4x6m)	12	\$ 38.855,47	\$ 466.265,64	2,33%
Cemento (kg)	91	\$ 59,63	\$ 5.426,33	0,03%
Arena (m3)	1	\$ 8.245,00	\$ 8.245,00	0,04%
Placa OSB(1,22mx1,44m. E=11,1mm)	171	\$ 6.500,00	\$ 1.111.500,00	5,57%

Placa OSB (1,22x1,44m. E=9mm)	105	\$ 5.435,00	\$ 570.675,00	2,86%
Placa yeso estandar (1,20mx2,4m. E=9mm)	226	\$ 3.500,00	\$ 791.000,00	3,96%
Chapa acanalada sinusoidal galvanizada (C27-1,1m x 3m)	28	\$ 12.582,74	\$ 352.316,72	1,76%
Lana de vidrio (Rollo 1,2mx18mx38mm)	32	\$ 22.954,00	\$ 734.528,00	3,68%
Lana de vidrio (Rollo 1,2mx18mx50mm)	10	\$ 24.705,00	\$ 247.050,00	1,24%
EPS (Plancha 1mx1mx25mmx20kg)	421	\$ 1.741,00	\$ 732.961,00	3,67%
Membrana Viento-Agua (Rollo 1,50mx20m)	14	\$ 13.300,00	\$ 186.200,00	0,93%
Film polietileno 200 mic.(Rollo 50mx3,6m)	4	\$ 25.353,00	\$ 101.412,00	0,51%
Malla Fibra de vidrio (Rollo 1mx15mx5mm)	22	\$ 4.900,00	\$ 107.800,00	0,54%
Base Coat (Bolsas 25kg)	4	\$ 5.841,00	\$ 23.364,00	0,12%
Membrana espuma polietileno aluminizada (Rollo 1mx10mx10mm)	10	\$ 5.841,00	\$ 58.410,00	0,29%
T1 mecha zincado brillante (8 x 3/4")	12200	\$ 19,60	\$ 239.120,00	1,20%
T2 mecha zincado brillante (6 x 1"1/4)	14000	\$ 5,30	\$ 74.200,00	0,37%
Hex tipo 1 (10 x 3/4")	7200	\$ 15,87	\$ 114.264,00	0,57%
Hex tipo 1 con arandela (10 x 3/4")	825	\$ 18,52	\$ 15.279,00	0,08%
Tel- Alas cabeza estriada (10 x 2")	1380	\$ 39,55	\$ 54.579,00	0,27%
Anclajes expansibles HSA-100mm de long. x 8mm	60	\$ 318,00	\$ 19.080,00	0,10%
				\$ 19.971.429,90

Estructura de hormigón armado:

Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo final	Porcentaje de incidencia
Hormigón (m3)	69	\$ 25.343,00	\$ 1.759.817,92	10,58%
Barras de acero ADN 420 Ø6 (12 m.)	338	\$ 1.887,61	\$ 638.484,08	3,84%
Barras de acero ADN 420 Ø8 (12 m.)	17	\$ 3.251,51	\$ 54.381,50	0,33%
Barras de acero ADN 420 Ø10 (12 m.)	30	\$ 5.076,78	\$ 152.303,40	0,92%
Barras de acero ADN 420 Ø12 (12 m.)	210	\$ 7.240,36	\$ 1.522.768,38	9,15%
Barras de acero ADN 420 Ø16 (12 m.)	56	\$ 12.753,29	\$ 714.821,90	4,30%
Fenólico de 10 mm de espesor para encofrado (1,22mx2,44m)	106	\$ 5.510,00	\$ 584.060,00	3,51%
Viguetas SHAP T50 Serie 1	16	\$ 6.000,00	\$ 96.000,00	0,58%
Bovedillas de EPS 40x16x100	46	\$ 3.000,00	\$ 138.000,00	0,83%
Casetones de EPS 50x50x25	222	\$ 4.000,00	\$ 888.000,00	5,34%
Mallas electrosoldadas MSQ 131 (2,40mx6,0m)	2	\$ 26.989,86	\$ 53.979,72	0,32%
Mallas electrosoldadas MSQ 188 (2,40mx6,0m)	11	\$ 38.855,47	\$ 427.410,17	2,57%
Mallas electrosoldadas MSQ 335 (2,40mx6,0m)	17	\$ 69.253,31	\$ 1.166.918,27	7,01%
Perfil C 180x70x25x2 (12m)	14	\$ 61.216,71	\$ 857.033,94	5,15%
Perfil C 80x50x15x1,6 (12m)	14	\$ 32.514,68	\$ 455.205,52	2,74%
Placas de anclaje 300x300x6,35mm (m2)	3	\$ 42.232,61	\$ 126.697,83	0,76%
Varillas roscadas SAE 1010 Ø1/2" (1m.)	84	\$ 6.500,00	\$ 546.000,00	3,28%
Electrodos E6010 Ø2,5mm (1 kg.)	10	\$ 2.092,49	\$ 20.924,90	0,13%
Ladrillos cerámicos huecos doble muro 20x18x30 (u.)	6179	\$ 273,00	\$ 1.686.867,00	10,14%

Ladrillos cerámicos huecos 12x18x30 (u.)	1491	\$ 189,00	\$ 281.799,00	1,69%
Cal (kg)	7437	\$ 78,29	\$ 582.260,82	3,50%
Cemento (kg)	10995	\$ 59,63	\$ 655.586,04	3,94%
Arena (m3)	49	\$ 8.245,00	\$ 399.907,63	2,40%
Polietileno de 200 micrones (m2)	364	\$ 124,78	\$ 45.451,31	0,27%
Chapa acanalada sinusoidal galvanizada 27 1,10x3,00m (u.)	49	\$ 12.582,74	\$ 616.554,26	3,71%
Lana de vidrio aluminizada e=50mm rollo de 1,2mx18m (u.)	10	\$ 24.705,00	\$ 247.050,00	1,49%
Placa de OSB e=9mm 1,22x2,44m (u.)	49	\$ 5.435,00	\$ 266.315,00	1,60%
Yeso (kg)	4449	\$ 87,68	\$ 390.088,32	2,34%
Listones de pino 1"x2"x2,44m (u.)	547	\$ 1.428,00	\$ 781.303,28	4,70%
Tejido Hexagonal gallinero 1"x1mx25m (u.)	9	\$ 37.526,00	\$ 337.734,00	2,03%
Barrera de agua y viento Tyvek (rollo de 1,50m x 20m) (u.)	5	\$ 13.300,00	\$ 66.500,00	0,40%
Impermeabilizante para azotado hidrófugo (Ceresita, balde de 4 kg) (u.)	39	\$ 1.945,00	\$ 76.101,99	0,46%
				\$ 16.636.326,19

8.2 MANO DE OBRA

Para llevar a cabo la ejecución de la obra, se estimó requerir de un oficial y tres ayudantes, tanto para la construcción en sistema húmedo como en seco. Se establece la hipótesis para ambos casos que las cuadrillas son capaces de realizar todas las tareas y que el precio estipulado no varía según los rubros involucrados, es decir, que se trata de un precio cerrado por construcción. Por otro lado, se dejan de lado los costos asociados a gastos administrativos, seguros de trabajo, elementos de protección personal, entre otros, asumiendo que se tratan de valores iguales o similares para ambos sistemas constructivos.

Estructura de Steel Frame:

El costo de mano de obra se determinó a partir de la búsqueda en foros, obras similares de la zona y teniendo en cuenta información de empresas dedicadas a la construcción en seco que brindan datos en sus páginas web. El costo obtenido es por metro cuadrado de obra.

Precio de mano de obra para sistema constructivo de steel frame		
Precio por m2	Superficie (m2)	Precio total
\$ 60.000,00	250,2	\$ 15.012.000,00

Estructura de hormigón armado:

El costo de mano de obra se obtuvo de a partir de los datos brindados por la Unión Obrera de la Construcción de la República Argentina (UOCRA) detallado en el Anexo 2 y se

obtuvieron los resultados finales a partir de las jornadas establecidas en el plan de trabajo propuesto anteriormente y teniendo en cuenta los valores de IVA, beneficio empresarial y gastos generales.

Costo de mano de obra para sistema constructivo de hormigón armado					
Puesto	Por hora	Por jornada	Cantidad de personal	Cantidad de jornadas	Costos totales
Oficial	\$ 1.961,40	\$ 15.691,20	1	119	\$ 1.867.252,80
Ayudante	\$ 1.421,00	\$ 11.368,00	3	112	\$ 3.819.648,00
					\$ 5.686.900,80

8.3 MAQUINARIA/EQUIPAMIENTO

La maquinaria/equipamiento necesario para la construcción de la obra, en general, se alquila por día. En este contexto, y considerando que las cuadrillas de trabajo para ambos casos no incluyen la provisión de las herramientas requeridas, primero se determinaron los elementos que se necesitaban para poder realizar las distintas etapas que conlleva la obra y, luego, se consultó el costo de alquiler de los mismos en distintos lugares que prestan este servicio en la ciudad de Neuquén, tomando como referencia la media entre los valores obtenidos.

Los días necesarios en los que se requiere utilizar el equipamiento se obtuvo a partir del plan de trabajo mostrado anteriormente.

Estructura de Steel Frame:

Equipamiento necesario para sistema constructivo de steel frame			
Elemento	Precio (\$/día)	Cantidad de días necesarios	Costo total
Vibrador de hormigón	\$ 4.000,00	1	\$ 4.000,00
Amoladora angular	\$ 3.100,00	49	\$ 151.900,00
Cortadora sensitiva	\$ 3.900,00	31	\$ 120.900,00
Atornilladora	\$ 2.500,00	52	\$ 130.000,00
Hormigonera	\$ 3.100,00	6	\$ 18.600,00
			\$ 425.400,00

Estructura de hormigón armado:

Equipamiento necesario para sistema constructivo de hormigón armado			
Elemento	Costo (\$/día)	Cantidad de días necesarios	Costo total
Vibrador de hormigón	\$ 4.000,00	3	\$ 12.000,00
Hormigonera	\$ 3.100,00	54	\$ 167.400,00
Soldadora	\$ 3.900,00	9	\$ 35.100,00
Puntales planta baja x170	\$ 25.500,00	25	\$ 637.500,00
Puntales planta alta x80	\$ 12.000,00	25	\$ 300.000,00
Atornilladora	\$ 2.500,00	12	\$ 30.000,00
			\$ 1.182.000,00

8.4 COSTOS TOTALES

Finalmente, se obtuvieron los siguientes costos totales, encontrando una relación entre ambos sistemas de 0.66. Esto indica que el sistema de construcción húmedo representa un 66% del costo que conlleva el sistema de construcción en seco elegido.

Costos totales					
	Materiales	Equipamiento	Mano de obra	Costos totales	H°A°/Steel
Hormigón Armado	\$ 16.636.326,19	\$ 1.182.000,00	\$ 5.686.900,80	\$ 23.505.226,99	0,66
Steel Frame	\$ 19.971.429,90	\$ 425.400,00	\$ 15.012.000,00	\$ 35.408.829,90	

Teniendo en cuenta los esquemas de trabajo para ambos sistemas constructivos detallados en la unidad anterior, se analizaron las incidencias de cada actividad respecto al costo total en cada caso, como se muestra a continuación.

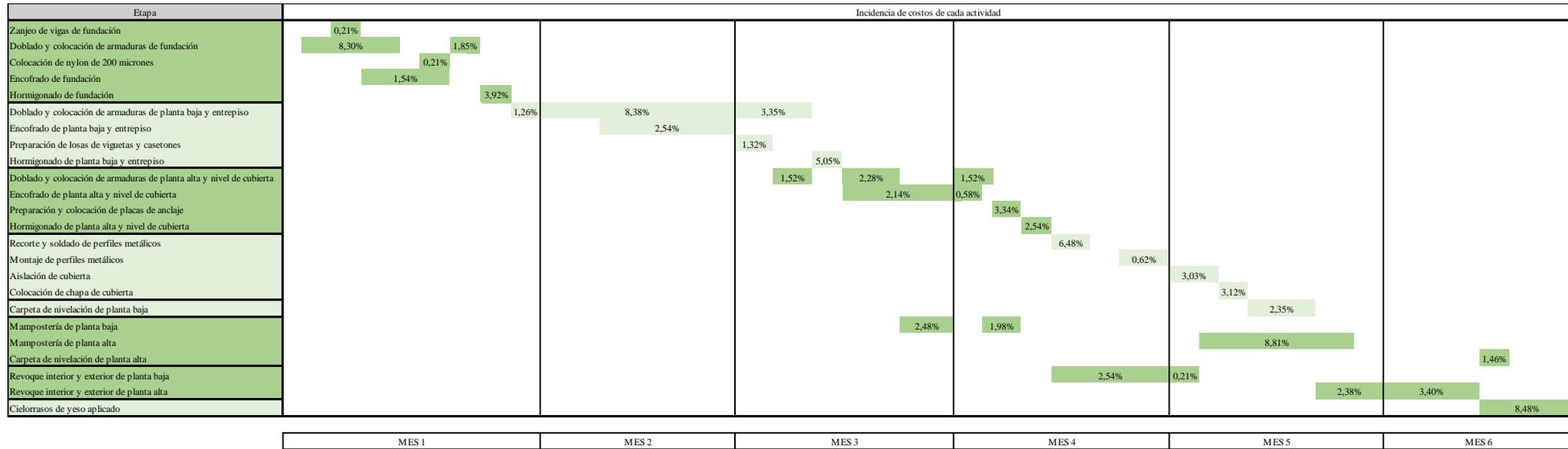
Hormigón Armado

	Incidencia de actividades
Zanqueo de vigas de fundación	0,20%
Doblado y colocación de armaduras de fundación	10,75%
Colocación de nylon de 200 micrones	0,20%
Encofrado de fundación	1,46%
Hormigonado de fundación	3,83%
Doblado y colocación de armaduras de planta baja y entrepiso	11,09%
Encofrado de planta baja y entrepiso	2,41%
Preparación de losas de viguetas y casetones	6,59%
Hormigonado de planta baja y entrepiso	5,26%
Doblado y colocación de armaduras de planta alta y nivel de cubierta	4,46%
Encofrado de planta alta y nivel de cubierta	2,59%
Preparación y colocación de placas de anclaje	3,17%
Hormigonado de planta alta y nivel de cubierta	2,41%
Recorte y soldado de perfiles metálicos	6,14%
Montaje de perfiles metálicos	0,59%
Aislación de cubierta	2,87%
Colocación de chapa de cubierta	2,96%
Carpeta de nivelación de planta baja	2,23%
Mampostería de planta baja	4,23%
Mampostería de planta alta	8,35%
Carpeta de nivelación de planta alta	1,38%
Revoque interior y exterior de planta baja	2,61%
Revoque interior y exterior de planta alta	5,48%
Cielorrasos de yeso aplicado	8,04%

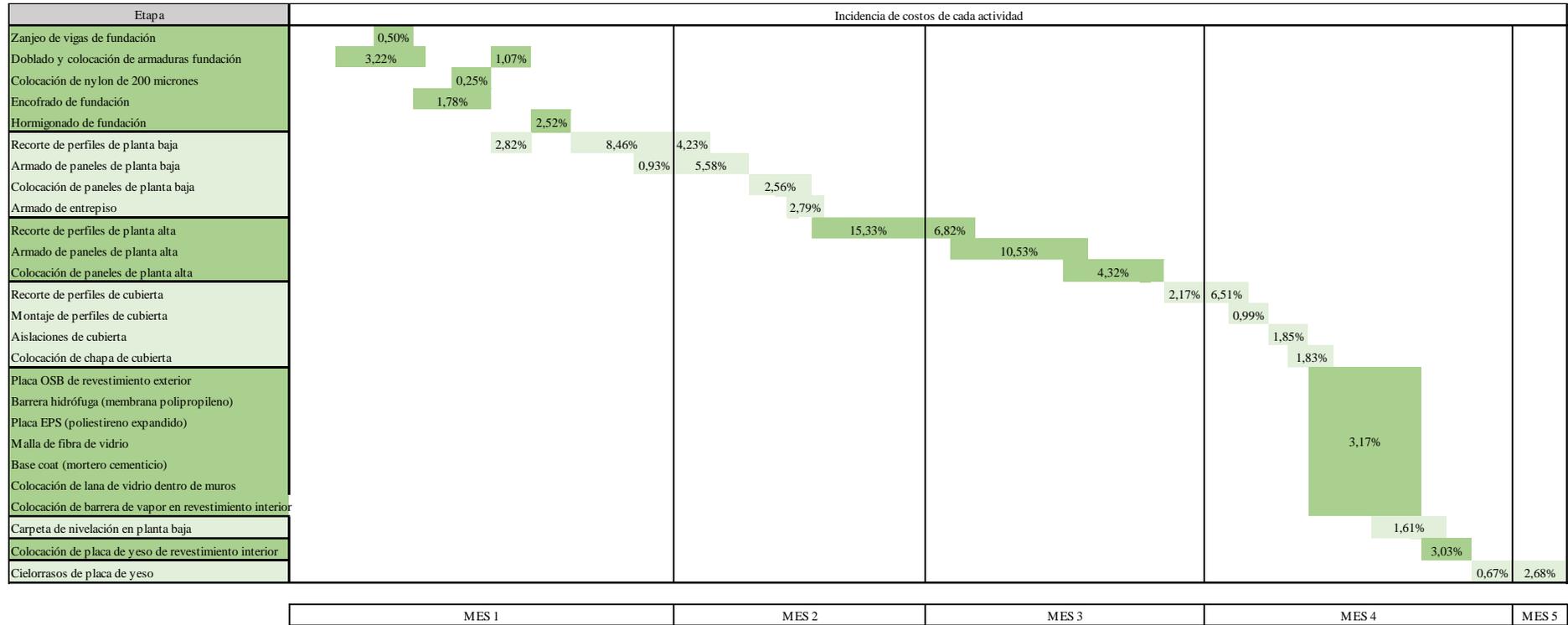
Steel Frame

	Incidencia de actividades
Zanqueo de vigas de fundación	0,50%
Doblado y colocación de armaduras fundación	4,29%
Colocación de nylon de 200 micrones	0,25%
Encofrado de fundación	1,78%
Hormigonado de fundación	2,52%
Recorte de perfiles de planta baja	15,52%
Armado de paneles de planta baja	6,51%
Colocación de paneles de planta baja	2,56%
Armado de entrepiso	2,79%
Recorte de perfiles de planta alta	22,15%
Armado de paneles de planta alta	10,53%
Colocación de paneles de planta alta	4,32%
Recorte de perfiles de cubierta	8,68%
Montaje de perfiles de cubierta	0,99%
Aislaciones de cubierta	1,85%
Colocación de chapa de cubierta	1,83%
Placa OSB de revestimiento exterior	3,17%
Barrera hidrófuga (membrana polipropileno)	
Placa EPS (poliestireno expandido)	
Malla de fibra de vidrio	
Base coat (mortero cementicio)	
Colocación de lana de vidrio dentro de muros	
Colocación de barrera de vapor en revestimiento interior	
Carpeta de nivelación en planta baja	1,61%
Colocación de placa de yeso de revestimiento interior	3,03%
Cielorrasos de placa de yeso	3,35%

Hormigon armado



Steel Frame



Como se puede observar, en el caso de construcción húmeda la actividad que representa el mayor costo es la de doblado y colocación de armadura de planta baja y entrepiso. Esto es debido a los días necesarios de mano de obra sumado a los altos valores de los materiales implicados. Por otro lado, en el caso de construcción en seco, la actividad con mayor incidencia en el costo es la de recorte de perfiles en planta alta. Esto es consecuencia de los costos elevados de los materiales utilizados, lo cual también se evidencia en el recorte de perfiles de planta baja.

8.5 CURVA DE INVERSIÓN

La curva de inversión es la representación gráfica de los flujos de inversión a lo largo del tiempo necesarios para llevar a cabo un proyecto. Dicha curva muestra cómo se distribuyen los costos de inversión desde el inicio hasta la finalización de la obra, permitiendo llevar un seguimiento y control de los mismos.

La curva de inversión es una herramienta de planificación y gestión financiera que puede ayudar a tomar decisiones informadas sobre el financiamiento, la programación y la asignación de recursos en un determinado proyecto. La misma tiene las siguientes características:

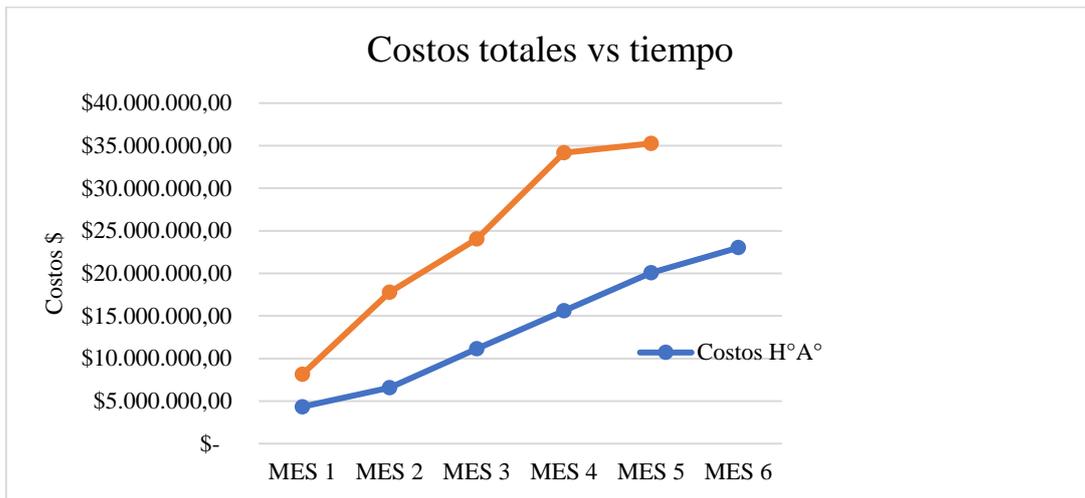
- Eje horizontal (X): Representa el tiempo, generalmente en meses o años, desde el inicio hasta la finalización del proyecto de construcción.
- Eje vertical (Y): Representa el costo total del proyecto de construcción en la escala monetaria adecuada (dólares, pesos, etc.).
- Forma de la curva: La curva de inversión típicamente comienza en un nivel bajo al principio del proyecto, ya que los costos iniciales suelen ser menores (por ejemplo, gastos de diseño, permisos, preparación del terreno, tareas preliminares). Luego, la curva aumenta gradualmente a medida que se realizan más trabajos y se requieren más materiales y mano de obra. Al alcanzar el punto máximo, que puede ser en algún punto intermedio del proyecto, la pendiente de la curva comienza a descender a medida que se completan las tareas y se reducen los costos asociados. Finalmente, la pendiente de la curva tiende a cero una vez que se completa el proyecto.
- Puntos críticos: Los puntos críticos en la curva de inversión suelen coincidir con hitos importantes en el proyecto, como la finalización de la estructura, la instalación de servicios básicos, el acabado interior y exterior, entre otros. Estos

puntos pueden requerir desembolsos significativos de dinero y son cruciales para el progreso general del proyecto.

Para el caso de estudio se proyectan curvas representando los siguientes datos:

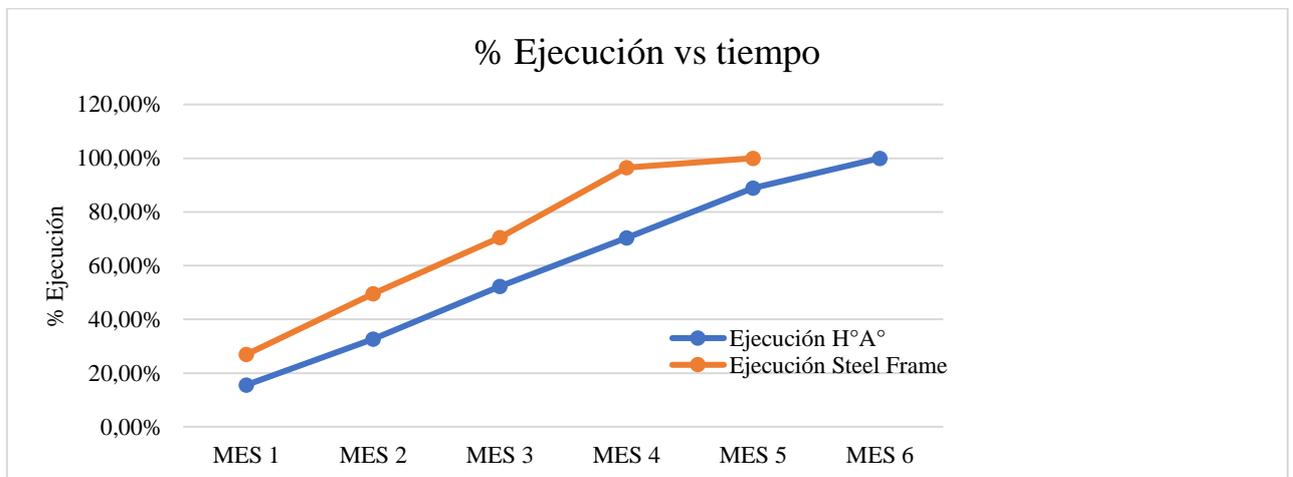
-Eje X: Periodo de tiempo (mensual)

-Eje Y: Costos totales acumulados (\$)



Las curvas representadas anteriormente tienden a tener un comportamiento que se asemeja al que caracteriza a la curva de inversión, pero no es la esperada ya que se observa que hay desviación de datos en algunos puntos de las mismas. Esto se podría corregir optimizando el análisis y ajustando parámetros en el plan de trabajo propuesto anteriormente.

Por otro lado, también se representó en un gráfico la relación entre el tiempo y el porcentaje de ejecución de la obra para cada método constructivo respectivamente:



9. CONCLUSIONES

Conclusiones particulares:

Cálculo estructural:

- La diferencia principal entre ambos sistemas de construcción respecto al cálculo estructural radica en los materiales utilizados y en la forma en que se distribuyen las cargas a lo largo de la estructura. En la vivienda de estructura de hormigón armado, las cargas se transmiten principalmente a través de vigas y columnas, que están diseñadas para soportar el peso de la estructura y las cargas a las que se encuentran sometidas, teniendo en cuenta factores como la resistencia del hormigón y la armadura de refuerzo. Por otro lado, el cálculo estructural de paneles en una vivienda de steel frame se basa en la resistencia y rigidez de los paneles de acero galvanizado que conforman la estructura del edificio, teniéndose en cuenta factores como la resistencia del acero, la unión entre los paneles, la distribución de las cargas y la estabilidad del conjunto.
- Por ser una estructura más liviana (con menor peso propio) las cargas transmitidas a la fundación en el caso del sistema de construcción en seco son menores. Como resultado del cálculo, se observa que para el sistema Steel Frame se requieren vigas de fundación de menor dimensión y menor cuantía que para el caso de estructura de hormigón armado. Estas diferencias significan para el sistema de Steel Frame un 14% menos de hormigón y un 50% menos de armadura en fundación, resultando en una reducción de costos de materiales para esta etapa de la obra.
- Si bien se planteó una cubierta metálica para ambas alternativas, la del sistema de Steel Frame se resolvió con la utilización de cerchas de perfiles PGC mientras que en la del sistema de hormigón armado se utilizaron perfiles conformados C en cajón. Que un sistema requiera el planteo de cerchas y el otro no radica en la diferencia de capacidad estructural entre tipo de perfiles, al ser más resistente individualmente a la carga el perfil conformado.

Cerramientos:

- Se observa que los cerramientos propuestos para ambos sistemas constructivos cumplen todas las condiciones para garantizar habitabilidad y confort térmico de la vivienda, resultando que en el caso del muro de Steel Frame se reduce en un

79% la transmitancia térmica respecto del caso del muro de mampostería. Esto implica que la vivienda de Steel Frame tiene una mayor capacidad de evitar la pérdida de calor en invierno y la ganancia de calor en verano y, por lo tanto, la vivienda es más eficiente energéticamente ya que se requiere menos energía para climatizarla y mantener una temperatura confortable en su interior. Esto puede traducirse en un menor consumo de energía y, por lo tanto, en una reducción en los costos de calefacción y refrigeración. Además, una menor transmitancia térmica ayuda a mantener una temperatura más estable en el interior de la vivienda, lo que contribuye al confort de sus ocupantes.

- Al ser los muros del sistema de construcción en seco de un espesor menor al que tienen los muros de mampostería (16 centímetros y 22,5 centímetros respectivamente), se gana aproximadamente un 7% más de metros cuadrados interiores útiles de la vivienda.

Instalaciones:

- El diseño de las instalaciones (gas, agua y electricidad) pueden ser las mismas para ambos sistemas constructivos pero la principal diferencia radica en el modo de resolución de las estructuras y las formas de montaje de los elementos constructivos. Por ejemplo, el pase de las cañerías a través de los muros de Steel Frame (en los cuales los perfiles cuentan con perforaciones) facilitan su realización, en lugar de su tendido por carpetas y/o muros de mampostería en el caso de construcción húmeda tradicional. Esto puede afectar a la duración final de la obra, así también como la dificultad de su instalación y, por lo tanto, la garantía de un buen acabado, funcionamiento y durabilidad de las mismas. Sin embargo, este análisis excede las competencias de este informe, quedando como tema pendiente para un posible caso de estudio.
- Al ser el Steel Frame un sistema modular panelizado que utiliza materiales livianos, es más sencillo tener que hacer algún tipo de mantenimiento o incluso una reforma a la vivienda. Por ejemplo, en caso de ser necesario acceder a alguna instalación alcanza con remover un panel determinado en lugar de demoler el revoque y mampostería, facilitando así su posterior reparación

Plan de trabajo:

- Si bien la obra llevada a cabo con Steel Frame (dentro del marco analizado) finalizaría antes según los planes de trabajo, se puede observar que no hay tanta posibilidad de superposición de tareas a diferencia del sistema con estructura de hormigón armado, evidenciando una metodología que sigue un orden consecutivo y dependiente de las tareas correlativas.
- Si la obra está bien pensada y planificada, con una ingeniería de detalles clara, se puede concluir que el sistema de Steel Frame conlleva aproximadamente un 70% del tiempo que implica el sistema tradicional húmedo y es un 42% más eficiente en velocidad y productividad. En gran parte, esto es consecuencia de la practicidad del entramado de perfiles cuyo montaje es más rápido en comparación con la materialización de muros de mampostería. Esta metodología permite que se estandaricen más las etapas de trabajo, además de tratar con materiales más livianos y fácil de manejar, logrando un mayor rendimiento.

Análisis de costos:

- En cuanto a los costos de materiales, era de esperar que los valores más incidentes sean de aquellos materiales característicos de cada sistema, siendo hormigón y barras de acero por un lado y perfiles PGC por el otro. En este contexto, se puede observar una notable diferencia en costos totales, donde el caso de estructura de hormigón armado es aproximadamente un 34% más económico que el de Steel Frame. Estos valores no incluyen los costos asociados al relleno de suelo mejorado para la fundación, análisis que se excluye de este estudio. Sin embargo, se puede adelantar que, debido a las tensiones transmitidas desde la estructura al suelo, el relleno compactado para el caso de estructura de hormigón armado posiblemente sea de mayor espesor frente a la otra alternativa constructiva, impactando en mayor proporción en los costos y tiempos de elaboración.
- Refiriéndose a la maquinaria necesaria para la ejecución del proyecto analizado, resulta ser aproximadamente tres veces más costosa para el sistema de construcción tradicional húmeda. Este resultado fue obtenido a partir de la suposición de que todo el equipamiento requerido se debe alquilar la cantidad de días previstos en el plan de trabajo, situación que queda sujeta al rendimiento de la mano de obra.

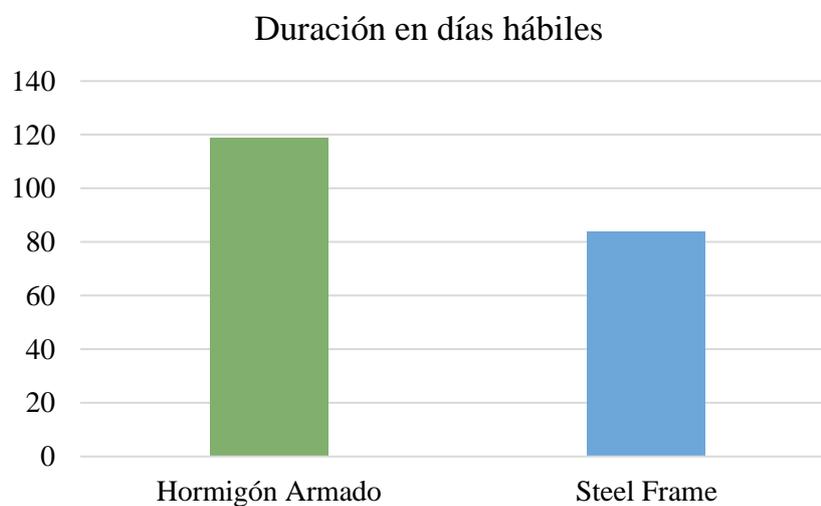
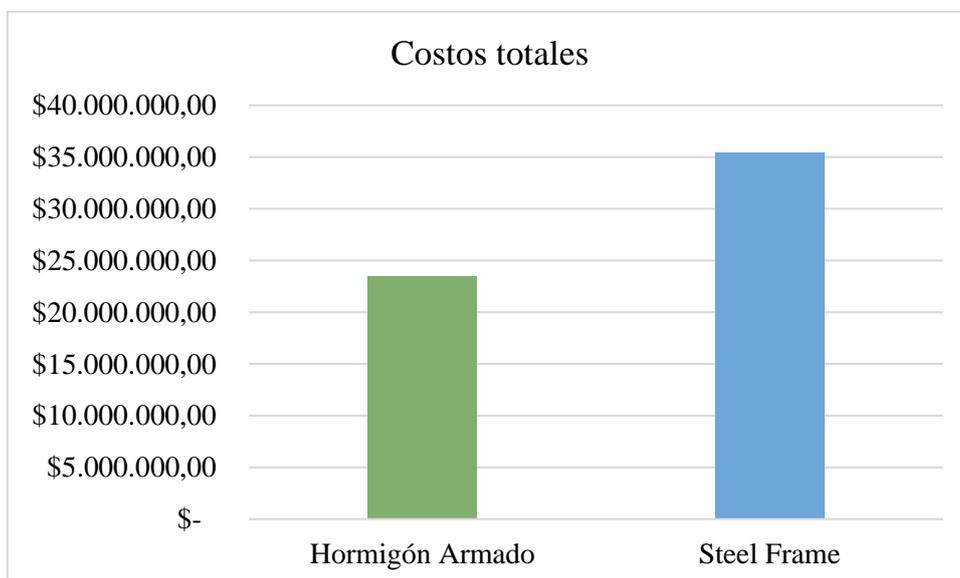
- Los costos de mano de obra del sistema constructivo tradicional húmedo (\$5.686.900) representan aproximadamente un 38% del valor del mismo ítem del sistema constructivo con Steel Frame (\$15.012.000), considerando la misma cantidad de personal empleado. Esta gran diferencia es consecuencia de la escasez de mano de obra especializada para esta última metodología de construcción.
- Dentro del esquema de inversión, se puede observar que inicialmente avanza más rápido en porcentaje de ejecución de obra el caso de Steel Frame. Aproximadamente a partir del primer mes ambas curvas se mantienen casi paralelas, mostrando un comportamiento similar a lo largo de la duración del proyecto. Sin embargo, las etapas analizadas finalizan 35 días antes en el caso de construcción en seco.
- La curva de inversión muestra una tendencia más abrupta de erogación de dinero para el sistema de construcción en seco analizado, reflejado en la pendiente de la gráfica. Esto representa un desembolso de inversiones más elevado y rápido, teniendo su mayor tasa de crecimiento entre las semanas 6 y 9, etapas donde se colocan los paneles de planta baja y se arman los paneles de planta alta. Por otra parte, el sistema construido con estructura de hormigón armado presenta una curva de inversión con menor pendiente, produciéndose así un aumento gradual en los costos acumulados a lo largo de la duración de la obra.

Impacto ambiental: Si bien no se analizó este ítem en particular en el presente trabajo, es importante destacar que el sistema de Steel frame es amigable con el medio ambiente.

- Una clara diferencia entre ambos sistemas es la utilización de agua potable, ya que en el sistema de construcción tradicional húmedo existe un notorio desperdicio de este recurso en obra. En estos términos, el sistema de construcción en seco se encuentra alineado con las prácticas del cuidado del medio ambiente, en donde se promueve el uso racional del agua.
- Los materiales utilizados en el sistema de Steel Frame, como perfiles o placas de madera, se pueden reciclar y reutilizar en un futuro de ser necesario. Esto implicaría un bajo impacto ambiental frente a la otra alternativa constructiva.

Conclusiones generales:

Después de analizar los costos y las curvas de inversión asociados a la construcción de una vivienda con Steel Frame y a una vivienda con estructura de hormigón armado, podemos concluir que la primera alternativa presenta no solo una inversión total mayor, sino que también se debe desembolsar en plazos más cortos de tiempo. Sin embargo, la construcción con este sistema es más rápida y eficiente, lo que resulta en ahorro de duración de obra y conlleva a tener finalizada la construcción de la vivienda en menor tiempo. Por otra parte, en términos de impacto ambiental y eficiencia energética es más sostenible que el sistema de hormigón armado ya que tiene menor transmitancia térmica y conlleva a un menor consumo de energía, genera menos residuos y desperdicia menos agua potable en la construcción de la obra.



Finalmente, se puede concluir que ambas opciones son viables y eficientes para llevar a cabo la construcción de la vivienda, eligiendo el sistema de construcción de Steel Frame si se requiere llevarla a cabo en un plazo menor de tiempo y el sistema de construcción de estructura de hormigón armado si se requieren menores costos.

10. BIBLIOGRAFIA

Arq. Jáuregui, E. y Arq. Negri, C. (2012). *Casas con estructura de acero – documentando viviendas con el sistema steel framing*. Nobuko.

Arq. Nisnovich, J. (2017). *Manual Práctico de Instalaciones Sanitarias - Tomo 1 Agua fría y caliente*. Nisno.

Arq. Nisnovich, J. (2015). *Manual Práctico de Instalaciones Sanitarias - Tomo 2 Cloacales y pluviales*. Nisno.

Barbieri. (2016). *Steel framing manual de apoyo*.
<https://www.adbarbieri.com/centro-capacitacion-descargas>

Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. (2005). *Reglamento argentino de estructuras de hormigón (CIRSCOC 201)*

Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. (2009). *Reglamento argentino de estructuras de acero para edificios (CIRSCOC 301)*

Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. (2005). *Reglamento argentino de elementos estructurales de acero de sección abierta conformado en frío (CIRSCOC 303)*

Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. (2005). *Reglamento argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras (CIRSCOC 101)*

Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. (2005). *Reglamento argentino de acción del viento sobre las construcciones (CIRSCOC 102)*

Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. (2005). *Reglamento argentino para construcciones sismorresistentes (CIRSCOC 103)*

Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. (2005). *Reglamento argentino de acción de la nieve y del hielo sobre las construcciones (CIRSCOC 104)*

Centro de Investigación de los Reglamentos Nacionales de Seguridad para las Obras Civiles. (1991). *Interruptores Termomagnéticos* (CIRSCOC 2169)

Chandías, M.E y Fernández, E.N (2004). *Cóputos y presupuestos: Manual para la construcción de Edificios - computación aplicada*. Alsina.

ConsulSteel. *Manual de procedimiento construcción con acero liviano*. <https://consulsteel.com/documentacion-tecnica/>

Cooperativa de Agua, Luz y Fuerza. *Reglamento de instalaciones eléctricas en inmuebles*.

Cooperativa de Agua, Luz y Fuerza. (2021). *Especificación técnica N°1 Conexión Domiciliaria de Energía Eléctrica Monofásica y Trifásica hasta 10 kW*.

Dirección Municipal de Control y Fiscalización de Obras y Urbanizaciones. (2011). *Código de Edificación de la ciudad de Neuquén*.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2021). *Perfiles abiertos de chapa de acero cincada, conformados en frío, para uso en estructuras portantes de edificios. Parte 1: Requisitos generales* (IRAM-IAS 205-1 U 500)

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2021). *Perfiles abiertos de chapa de acero cincada, conformados en frío, para uso en estructuras portantes de edificios. Parte 2: Perfil U- Dimensiones y características geométricas* (IRAM-IAS 205-2 U 500)

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2021). *Perfiles abiertos de chapa de acero cincada, conformados en frío, para uso en estructuras portantes de edificios. Parte 3: Perfil C- Dimensiones y características geométricas* (IRAM-IAS 205-3 U 500)

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2021). *Chapas de acero al carbono y de baja aleación para uso estructural, cincadas por el proceso continuo de inmersión en caliente* (IRAM-IAS U 500 214)

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1993). *Acondicionamiento Térmico de Edificios. Vocabulario* (IRAM 11549)

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2002). *Aislamiento Térmico de Edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario* (IRAM 11601)

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (1996). *Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos* (IRAM 11605)

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2000). *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua, superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general* (IRAM 11625)

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2011). *Acondicionamiento Térmico de Edificios – Clasificación Bioambiental de la República Argentina* (IRAM 11603)

Nilson, A. H., & Darwin, D. (1999). *Diseño de estructuras de concreto*. Distrito Federal, México: McGraw-Hill.

11. ANEXOS

Anexo 1: Planos de Anteproyecto arquitectónico.

Anexo 2: Planos de instalaciones básicas.

Anexo 3: Memoria de cálculo Steel Frame

Anexo 4: Memoria de cálculo Hormigón Armado

Anexo 5: Acuerdo Salarial Julio - septiembre 2023 UOCRA.