



## **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

### **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la tierra**

Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing ubicada en Curia, provincia de Santa Elena.

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

### **Ingeniero Civil**

Presentado por:

Bryan Alexander Romero Guamán

Bryan Steeven Sánchez Campoverde

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

# DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico en primer lugar a nuestro amoroso padre celestial, por las bendiciones otorgadas para poder finalizar mis estudios.

A mis padres por sus consejos, su amor, valores y principios inculcados a diario.

A mi familia en general por ser el soporte durante todo este proceso.

De igual forma a mi esposa Juliana y mi hija Adhara, por ser el principal motor y motivación de ser alguien mejor y luchar por alcanzar cada uno de mis sueños.

A mis compañeros y amigos por cada uno de los momentos vividos.

**Bryan Romero**

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis en primer lugar a Dios por guiarme y bendecirme durante toda mi vida.

A mis padres por todo el amor y esfuerzo que me permiten hoy cumplir una meta.

A mis hermanos por ser mi soporte ante las adversidades e impulsarme a ser mejor día a día.

A mis sobrinos que me llenan de alegría verlos crecer y formarse día a día.

A mis amigos por formar parte de los momentos importantes de mi vida.

**Bryan Sánchez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero dar gracias a Dios, por haberme permitido culminar esta etapa de mi vida de la mejor manera.

A mi querida Universidad ESPOC y a todos los docentes que forman parte de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra, gracias por las enseñanzas y conocimientos impartidos.

De forma especial al Ing. José Reyes por habernos guiado durante este proceso, a la Ing. Carola Gordillo por el correcto desarrollo de nuestra tesis y finalmente, al Ing. Rafael Cabrera por su profesionalismo y ayuda constante a la largo de la materia.

Por último, quiero agradecer al Ing. Luis de Grau por brindarnos toda la facilidad para desarrollar nuestra tesis.

**Bryan Romero**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por permitirme culminar una importante etapa en mi vida y por guiarme.

A mis padres por ser el pilar fundamental en mi vida, a mis hermanos Marcos y Daniel por haberme orientado en este ámbito de estudio.

De forma especial a la, Ing. Carola Gordillo por la guía y las palabras de aliento durante todo este proceso, al Ing. Rafael Cabrera por toda la ayuda brindada y al Ing. José Reyes por la sabiduría, conocimiento y apoyo en la elaboración este proyecto.

A mi compañero de tesis por el esfuerzo empleado en la elaboración de este proyecto.

A mis amigos y compañeros de Universidad por cada una de las enseñanzas y momentos que hemos vivido.

**Bryan Sánchez**

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Bryan Alexander Romero Guamán* y *Bryan Steeven Sánchez Campoverde* damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



---

Bryan Alexander  
Romero Guamán



---

Bryan Steeven Sánchez  
Campoverde

# EVALUADORES

**M.Sc. José Reyes**

PROFESOR DE LA  
MATERIA

**M.Sc. Carola Gordillo**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En la comuna Curia se requiere del diseño estructural de una vivienda de dos plantas que cuente con el diseño sismorresistente debido a la zona sísmica donde se encuentra, tiempo de ejecución mínimo por reducción del costo de mano de obra, bajo costo de construcción y operación conforme al presupuesto destinado y modelo sostenible en razón del cuidado del medio ambiente.

El diseño estructural comprendió la estructura de la vivienda y cimentación y, se realizó conforme a las normativas internacionales AISI-S240, AISI-S230 e ILAFA, normativas nacionales NEC-SE-VIVIENDA, NEC-SE-CG, NEC-SE-DS, NEC-SE-GC y, normativas locales como el reglamento interno del proyecto urbanístico y normas de construcción de Santa Elena.

La capacidad de cada uno de los miembros estructurales superó la demanda en cuanto a resistencia y deflexiones producidas por las cargas sísmicas y no sísmicas. De igual manera, la estructura cumplió las solicitudes del diseño sismorresistente mediante la rigidización proporcionada.

La estructura requiere de un tiempo estimado de 95 días para su ejecución total con un costo de \$546,65 por m<sup>2</sup>, donde se garantiza una vida útil mínima de 150 años, seguridad estructural sismorresistente, reducción de costos e impacto ambiental bajo en sus distintas fases constructivas.

**Palabras Clave:** Steel Framing, rigidización, sostenibilidad, acero conformado en frío, sismorresistente.



## **ABSTRACT**

*In the Curia commune, the structural design of a two-story house is required that has a seismic-resistant design due to the seismic zone where it is located, minimum execution time to reduce the cost of labor, low construction and operation cost according to the budget and sustainable model due to the care of the environment.*

*The structural design included the structure of the house and foundations and was carried out in accordance with international standards AISI-S240, AISI-S230 and ILAFA, national standards NEC-SE-VIVIENDA, NEC-SE-CG, NEC-SE-DS, NEC-SE-GC and local regulations such as the internal regulations of the urban development project and construction standards of Santa Elena.*

*The capacity of each of the structural members exceeded the demand in terms of resistance and deflections produced by seismic and non-seismic loads. Likewise, the structure met the seismic-resistant design demands by means of the rigidization provided.*

*The structure requires an estimated time of 95 days for its total execution at a cost of \$546.65 per m<sup>2</sup>, which guarantees a minimum useful life of 150 years, seismic-resistant structural safety, cost reduction and low environmental impact in its different construction phases.*

**Keywords:** *Steel Framing, rigidization, sustainability, cold-formed steel, seismic-resistant.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	VI
<i>ABSTRACT</i> .....	VII
ÍNDICE GENERAL.....	VIII
ABREVIATURAS .....	XIII
SIMBOLOGÍA .....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVIII
ÍNDICE DE PLANOS .....	XXII
CAPÍTULO 1 .....	23
1.    Introducción .....	23
1.1    Antecedentes.....	23
1.2    Localización .....	26
1.3    Información básica.....	28
1.4    Objetivos.....	29
1.4.1    Objetivo General .....	29
1.4.2    Objetivos Específicos .....	29
1.5    Alcance .....	29
1.6    Justificación .....	29
CAPÍTULO 2.....	31
2.    DESARROLLO DEL PROYECTO.....	31
2.1    Marco teórico .....	31
2.1.1    Descripción del sistema constructivo Steel Framing .....	31
2.1.2    Características principales del Steel Framing .....	31
2.1.3    Fundamentos del sistema constructivo .....	32
2.1.4    Componentes del sistema constructivo.....	37

2.1.5	Componentes de la estructura .....	40
2.1.6	Tipos de paneles.....	43
2.1.7	Propiedades mecánicas .....	43
2.1.8	Propiedades sísmicas .....	44
2.1.9	Perfiles empleados.....	45
2.1.10	Conexiones .....	46
2.2	Metodología.....	48
2.2.1	Desarrollo de componentes de metodología.....	48
2.2.2	Investigación de campo.....	49
2.2.3	Diseño estructural .....	49
2.2.4	Diseño sismorresistente .....	50
2.2.5	Modelación estructural del diseño en 3D .....	50
2.2.6	Diseño de cimentación .....	50
2.3	Trabajo de campo, laboratorio y gabinete.....	50
2.3.1	Inspección a sitio.....	50
2.3.2	Estudio de suelos.....	51
2.3.3	Presentación del diseño estructural .....	51
2.4	Análisis de alternativas .....	51
2.4.1	Parámetros de influencia.....	51
2.4.2	Descripción de alternativas .....	52
2.4.3	Restricciones.....	53
CAPÍTULO 3.....		55
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES.....	55
3.1	Cargas .....	55
3.1.1	Carga muerta detallada.....	55
3.1.2	Carga muerta total por nivel .....	61

3.1.3	Carga muerta de la estructura.....	61
3.1.4	Carga viva total por nivel.....	61
3.2	Diseños.....	62
3.2.1	Diseño arquitectónico.....	62
3.2.2	Diseño previo al estructural.....	62
3.2.3	Diseño de miembros estructurales.....	67
3.2.4	Columnas incorporadas para el balcón.....	137
3.2.5	Rigidez de paneles.....	143
3.2.6	Diseño de escalera.....	148
3.2.7	Elementos no estructurales.....	148
3.2.8	Diseño de cimentación.....	149
3.3	Especificaciones técnicas.....	162
3.3.1	Normas, códigos o reglamentos.....	162
3.3.2	Materiales.....	162
3.3.3	Equipos livianos y herramientas.....	171
3.3.4	Maquinarias.....	173
3.3.5	Juntas.....	173
CAPÍTULO 4.....		174
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	174
4.1	Objetivos.....	174
4.1.1	Objetivo general.....	174
4.1.2	Objetivos específicos.....	174
4.2	Descripción del proyecto.....	174
4.2.1	Clasificación ambiental del proyecto.....	175
4.2.2	Marco legal.....	175
4.3	Línea base ambiental.....	175

4.3.1	Medio natural .....	176
4.3.2	Medio humano .....	179
4.3.3	Medios afectados .....	180
4.4	Actividades del proyecto .....	181
4.4.1	Fase constructiva .....	181
4.4.2	Fase de operación.....	181
4.4.3	Fase de abandono (cierre de la etapa de construcción) .....	181
4.5	Identificación de impactos ambientales .....	182
4.6	Valoración de impactos ambientales .....	183
4.7	Medidas de prevención/mitigación.....	185
4.7.1	Obras previas.....	185
4.7.2	Etapas de construcción.....	187
4.7.3	Fase operación .....	188
4.8	Conclusiones .....	189
CAPÍTULO 5.....		190
5.	PRESUPUESTO .....	190
5.1	EDT.....	190
5.2	Descripción de rubros .....	194
5.3	Análisis de costos unitarios.....	196
5.4	Descripción de cantidades de obra.....	196
5.5	Presupuesto.....	197
5.6	Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental.....	198
5.7	Cronograma de obra.....	198
5.8	Cronograma valorado .....	204
CAPÍTULO 6.....		205
6.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	205

6.1	Conclusiones .....	205
6.2	Recomendaciones .....	206
	BIBLIOGRAFÍA.....	207
	PLANOS Y ANEXOS .....	210

## ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
LST	Ligth Steel Framing
ST	Steel Framing
AISI	American Iron and Steel Institute
ILAFA	Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero
ACI	American Concrete Institute

## SIMBOLOGÍA

kg	Kilogramo
ml	Metro lineal
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
km <sup>2</sup>	Kilómetro cuadrado
mm	Milímetro
ton	Tonelada
cm	Centímetro
$W_f$	Carga factorizada
$W$	Carga
$W_{vf}$	Carga factorizada sobre viga
$W_v$	Carga sobre viga
M	Momento
$S_x$	Módulo de la sección en dirección X
$Z_x$	Módulo de sección plástico
$F_y$	Límite elástico
E	Módulo de elasticidad
I	Inercia
L	Longitud
$\Delta$	Deformación
MPa	Megapascal
$F_{cr}$	Esfuerzo crítico
$\lambda$	Esbeltez
$\frac{kg}{cm^2}$	Kilogramo por centímetro cuadrado
$\frac{kg}{m^2}$	Kilogramo por metro cuadrado
$M_n$	Momento nominal
$M_r$	Momento resistente
$M_a$	Momento actuante
$V_r$	Cortante resistente
$V_n$	Cortante nominal
$V_a$	Cortante actuante
$P_n$	Carga axial nominal
$P_r$	Carga axial resistente
$P_a$	Carga axial actuante
h	Peralte
J	Momento polar
cw	Módulo de alabeo
$R_n$	Resistencia nominal



D	Carga muerta
L	Carga viga
$e_x$	Excentricidad en dirección X
$q_u$	Carga última de diseño
$q_a$	Carga actuante
$M_u$	Momento último
$V_u$	Cortante último
$P_u$	Carga axial última
$F_u$	Resistencia a tracción
$\rho_B$	Cuantía balanceada
$A_s$	Área de acero
$F'_c$	Resistencia a la compresión

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Implantación del Proyecto Integrador [Informe de Inspección y Avalúo, 2021]	27
Figura 1.2 Ubicación de la comuna Curia [Google Maps, 2022]	27
Figura 1.3 Área de ocupación del proyecto respecto al terreno [Elaboración propia, 2022]	27
Figura 2.1 Proyecto diseñado con sistema Steel Framing [ChileCubica, 2014]	31
Figura 2.2 Principio de estructura alineada [ConsulSteel, 2018]	33
Figura 2.3 Principio blocking y strapping [ConsulSteel, 2018]	34
Figura 2.4 Arriostramiento diagonal en K [GreenTech, 2022]	35
Figura 2.5 Cruz de San Andrés y arriostramiento lateral con fleje metálico [Metalcon,2021]	35
Figura 2.6 Anclaje tipo fleje de acero [Udelar, 2014]	37
Figura 2.7 Anclaje químico [Acedur, 2018]	37
Figura 2.8 Componentes principales del sistema constructivo [ConsulSteel, 2018]	39
Figura 2.9 Componentes del sistema constructivo [ConsulSteel, 2018]	40
Figura 2.10 Capas de un muro Steel Framing químico [Acedur, 2018]	42
Figura 2.11 Efecto de endurecimiento y envejecimiento por deformación en el comportamiento esfuerzo deformación del Acero [Chocce, 2015]	44
Figura 2.12 Ridigización del panel mediante cruz de San Andrés [FrameAp, 2020]	45
Figura 2.13 Perfiles de acero formado en frío [CMetalicas, 2017]	46
Figura 2.14 Placas de acero formado en frío [CMetalicas, 2017]	46
Figura 2.15 Tornillo de punta mecha [Ontil, 2019]	47
Figura 2.16 Tornilla de punta aguja [Ontil, 2019]	47
Figura 2.17 Clinchado clásico [Tox, 2022]	48
Figura 3.1 Tipo de uso, destino e importancia de la estructura [NEC, 2015]	63
Figura 3.2 Mapa de zonas sísmicas de Ecuador [NEC, 2015]	64
Figura 3.3 Clasificación del perfil de suelo [NEC, 2015]	64
Figura 3.4 Coeficientes de reducción de resistente sísmica para sistema estructurales de ductilidad limitada [NEC, 2015]	66

Figura 3.5 Coeficientes para determinar el período de vibración de una estructura [NEC, 2015] .....	66
Figura 3.6 Espectro de respuesta elástico e inelástico [Elaboración propia, 2022] ...	67
Figura 3.7 Momento actuante en la viga del perfil PGC 254X1.50 [Etabs, 2022] .....	80
Figura 3.8 Detalle de carga axial en perfil PGC 254X1.50 [Etabs, 2022].....	87
Figura 3.9 Momento actuante en la viga del perfil PGC 305x2.60 [Etabs, 2022] .....	97
Figura 3.10 Detalle de carga axial en perfil PGC 305X2.60 [Etabs, 2022].....	103
Figura 3.11 Momento actuante en el dintel PGC 203X1.50 [Etabs, 2022].....	132
Figura 3.12 Deformación del dintel PGC 203X1.50 [Etabs, 2022] .....	133
Figura 3.13 Detalle de fuerzas en columna en dirección Y [Etabs, 2022].....	142
Figura 3.14 Detalle de fuerzas en columna en dirección X [Etabs, 2022].....	142
Figura 3.15 Secciones para rigidización [Elaboración propia, 2022].....	146
Figura 3.16 Franja de análisis con montante PGC 140X1.50 [Elaboración propia, 2022] .....	153
Figura 4.1 Mapa hidrográfico de Santa Elena [Gifex, 2011] .....	177
Figura 4.2 Paisaje del proyecto integrador [Elaboración propia, 2022].....	178

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Detalle de carga muerta asociada a cubierta de la sección cocina [Elaboración propia, 2022] .....	55
Tabla 3.2 Detalle de carga muerta asociada a cubierta de la sección cuartos [Elaboración propia, 2022] .....	56
Tabla 3.3 Detalle de carga muerta asociada a muro de la sección cocina [Elaboración propia, 2022] .....	57
Tabla 3.4 Detalle de carga muerta asociada a muro de la sección cuartos – planta baja [Elaboración propia, 2022] .....	58
Tabla 3.5 Detalle de carga muerta asociada a muro de la sección cuartos – planta alta [Elaboración propia, 2022] .....	59
Tabla 3.6 Detalle de carga muerta asociada al entepiso [Elaboración propia, 2022]	60
Tabla 3.7 Detalle de carga muerta asociada a las escaleras [Elaboración propia, 2022] .....	60
Tabla 3.8 Detalle de carga muerta asociada a las barandas [Elaboración propia, 2022] .....	61
Tabla 3.9 Carga muerta que recibe cada nivel [Elaboración propia, 2022].....	61
Tabla 3.10 Detalle de carga viva por nivel [NEC, 2015].....	62
Tabla 3.11 Coeficientes de perfil de suelo [Elaboración propia, 2022] .....	65
Tabla 3.12 Propiedades del perfil PGC 204X1.50 [CONSTRUSEC, 2022] .....	70
Tabla 3.13 Datos para obtener el pandeo elástico [CONSTRUSEC, 2022].....	81
Tabla 3.14 Factores de seguridad, resistencia y coeficientes de secciones C [AISI-S240, 2007] .....	85
Tabla 3.15 Conexiones establecidas para viga de entepiso [Elaboración propia, 2022] .....	88
Tabla 3.16 Resumen del diseño final para vigas de entepiso [Elaboración propia, 2022] .....	88
Tabla 3.17 Propiedades del perfil PGC 305X2.60 [CONSTRUSEC, 2022] .....	90
Tabla 3.18 Datos para obtener el pandeo elástico [CONSTRUSEC, 2022].....	98
Tabla 3.19 Factores de seguridad, resistencia y coeficientes de secciones C [AISI-S240, 2007] .....	101

Tabla 3.20 Conexiones establecidas para viga de entrepiso [Elaboración propia, 2022]	104
Tabla 3.21 Resumen del diseño final para vigas de entrepiso [Elaboración propia, 2022]	104
Tabla 3.22 Propiedades del perfil PGC 89x1.20 [CONSTRUSEC, 2022]	104
Tabla 3.23 Conexiones establecidas para montantes [Elaboración propia, 2022]	110
Tabla 3.24 Resumen del diseño final para montantes [Elaboración propia, 2022]	110
Tabla 3.25 Propiedades del perfil PGC 89x0.93 [CONSTRUSEC, 2022]	111
Tabla 3.26 Conexiones establecidas para montantes [Elaboración propia, 2022]	116
Tabla 3.27 Resumen del diseño final para montantes [Elaboración propia, 2022]	116
Tabla 3.28 Propiedades del perfil PGC 140x1.50 [CONSTRUSEC, 2022]	116
Tabla 3.29 Conexiones establecidas para montantes [Elaboración propia, 2022]	119
Tabla 3.30 Resumen del diseño final para montantes [Elaboración propia, 2022]	119
Tabla 3.31 Dimensiones y propiedades geométricas del montante de planta baja [Elaboración propia, 2022]	129
Tabla 3.32 Dimensiones y propiedades geométricas del montante de planta alta [Elaboración propia, 2022]	129
Tabla 3.33 Dimensiones y propiedades geométricas del montante de planta alta [Elaboración propia, 2022]	130
Tabla 3.34 Momentos nominales y resistentes de los dinteles [Elaboración propia, 2022]	132
Tabla 3.35 Deformaciones de los dinteles [Elaboración propia, 2022]	133
Tabla 3.36 Momento resistente de los dinteles [Elaboración propia, 2022]	134
Tabla 3.37 Resistente cortante de los dinteles [Elaboración propia, 2022]	136
Tabla 3.38 Requerimiento de rigidez para la pared del frente de la sección de la cocina [Elaboración propia, 2022]	146
Tabla 3.39 Requerimiento de rigidez para la pared del costado de la sección de la cocina [Elaboración propia, 2022]	146
Tabla 3.40 Requerimiento de rigidez para la pared del frente de la sección de los cuartos [Elaboración propia, 2022]	146
Tabla 3.41 Requerimiento de rigidez para la pared del costado de la sección de los cuartos [Elaboración propia, 2022]	147

Tabla 3.42 Requerimiento de rigidez para la pared posterior sección de los cuartos [Elaboración propia, 2022] .....	147
Tabla 3.43 Requerimiento de rigidez para la pared costado de escalera [Elaboración propia, 2022] .....	147
Tabla 3.44 Requerimiento de rigidez para la pared frontal de la sala de televisión [Elaboración propia, 2022] .....	147
Tabla 3.45 Requerimiento de rigidez para la pared del costado de la sala de televisión [Elaboración propia, 2022] .....	148
Tabla 3.46 Conexiones establecidas para elementos no estructurales [Elaboración propia, 2022] .....	149
Tabla 3.47 Dimensiones y centroides de las secciones de losa de cimentación [Elaboración propia, 2022] .....	149
Tabla 3.48 Centroides e inercias de la losa de cimentación [Elaboración propia, 2022] .....	150
Tabla 3.49 Detalle de montantes [Elaboración propia, 2022] .....	164
Tabla 3.50 Detalle de vigas [Elaboración propia, 2022] .....	164
Tabla 3.51 Detalle de soleras [Elaboración propia, 2022] .....	165
Tabla 3.52 Detalle de metros adicionales de soleras [Elaboración propia, 2022] ....	165
Tabla 3.53 Detalle de dinteles [Elaboración propia, 2022] .....	166
Tabla 3.54 Detalle de perfiles empleados en la escalera [Elaboración propia, 2022] .....	166
Tabla 3.55 Detalle de metros lineales de rigidizadores [Elaboración propia, 2022].	167
Tabla 3.56 Metros lineales de blocking [Elaboración propia, 2022] .....	167
Tabla 3.57 Detalle de acero negro requerido [Elaboración propia, 2022] .....	167
Tabla 3.58 Detalle de metros lineales de flejes de acero [Elaboración propia, 2022] .....	168
Tabla 3.59 Detalle de chapa de acero [Elaboración propia, 2022] .....	168
Tabla 3.60 Detalle de anclajes y complementos de flejes [Elaboración propia, 2022] .....	168
Tabla 3.61 Detalle de conexiones [Elaboración propia, 2022] .....	169
Tabla 3.62 Detalle de materiales empleados para cimentación [Elaboración propia, 2022] .....	169

Tabla 3.63 Detalle de materiales empleados en aislamiento [Elaboración propia, 2022] .....	169
Tabla 3.64 Detalle de material empleado en revestimiento [Elaboración propia, 2022] .....	170
Tabla 3.65 Detalle de recubrimientos [Elaboración propia, 2022].....	170
Tabla 3.66 Detalle de equipos a usarse en el proyecto [Elaboración propia, 2022].	171
Tabla 3.67 Detalle de juntas [Elaboración propia, 2022].....	173
Tabla 4.1 Impactos ambientales generados [Elaboración propia, 2022].....	182
Tabla 4.2 Matriz de valoración de impactos ambientales [Elaboración propia, 2022] .....	183
Tabla 5.1 EDT del proyecto [Elaboración propia, 2022].....	190
Tabla 5.2 Descripción de rubros [Elaboración propia, 2022] .....	195
Tabla 5.3 Descripción de cantidades de obra [Elaboración propia, 2022] .....	196
Tabla 5.4 Cronograma de obra [Elaboración propia, 2022] .....	198

## ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1	PLANTA 1 Y 2
PLANO 2	ENTREPISO Y TECHO
PLANO 3	COCINA
PLANO 4	CIMENTACIONES
PLANO 5	VISTA OESTE
PLANO 6	LADO NORTE Y SUR CUARTOS
PLANO 7	PANELES INTERIORES N1
PLANO 8	PANELES INTERIORES N2
PLANO 9	ESCALERA Y UNIÓN DE PANELES



# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

En Ecuador las construcciones residenciales de hasta dos niveles que predominan son de hormigón armado, las construcciones como estructuras metálicas, madera u otro sistema constructivo se encuentra en un porcentaje bajo. Un sistema poco implementado es Steel Framing, donde se emplean únicamente perfiles de acero galvanizado de poco espesor en cuanto a su esqueleto estructural y, para los muros se emplea materiales como fibrocemento, gypsum, entre otros. Al implementar este sistema constructivo suprimimos totalmente el uso de agua en toda la construcción, por eso se la conoce como construcción en seco.

Según López (2017) las estructuras realizadas con perfiles de acero galvanizado aparecen a inicios del siglo XX, el sistema constructivo mundialmente conocido como Light Steel Framing tiene su inspiración en la construcción con madera tipo “ballon frame”, siguiendo sus dimensionamiento y métodos de aplicación. Este sistema, se creó como una solución a los grandes incendios que se produjeron en estructuras con madera acontecidos en grandes ciudades como Boston y Chicago en 1871, lo que ocasionó que ciertas empresas comiencen a promocionar sus materiales como resistentes al fuego, impulsando la construcción con perfiles metálicos. En Ecuador, son muy pocas las construcciones residenciales de LSF, como ejemplo, en el año 2019 en la ciudad de Quito se construyeron 2 urbanizaciones totalmente con este sistema, evidenciando un gran paso en la construcción nacional mediante la optimización de la contratación de personal y la ejecución en cuanto a instalaciones hidrosanitarias y eléctricas. (El Oficial, 2019)

Cuando se construye con perfiles de acero galvanizados livianos se tiene ventajas considerables respecto a otros sistemas constructivo. Entre esas ventajas podemos encontrar las siguientes: se produce un ahorro en el tiempo de construcción entre el 30% al 50%, se disminuye el uso del personal debido que se trabajan con elementos prefabricados y listo para instalar en obra, reducción del desperdicio del material, reducción de la huella de carbono, no se emplea agua en ningún proceso constructivo,

el mantenimiento período o correctivo es más sencillo, se tiene una vida útil de la estructura de al menos 150 años, se produce un ahorro en cuanto a costos de construcción de hasta un 20% y finalmente, un menor impacto de las cargas hacia la cimentación. (Sarmanho & Renata, 2007)

Una de las grandes interrogantes del sistema constructivo LSF es su resistencia ante los sismos debido a la implementación de perfiles conformados en frío y su ubicación en Ecuador dentro del cinturón de fuego del pacifico, el mismo que lo hace altamente propenso a padecer sismos o temblores. La normativa vigente a la cual se rige este tipo de estructuras es la NEC 2015 la que a su vez se fundamenta en la norma AISI S200-07, AISI S230, AISI S240 y AISI S400. De igual forma, se puede usar como norma complementaria la ILAFA de Chile en cuanto al diseño y la elaboración de estos perfiles bajo la norma NET INEN 2526 (NEC, 2015). Ahora bien, a partir del siguiente párrafo se hará referencia a la descripción del proyecto y su información complementaria.

La parroquia Manglaralto se encuentra ubicado a 71,3 km. de la cabecera cantonal de la Provincia de Santa Elena. Se halla a 2 m.s.n.m, con una temperatura media anual de 24 °C y una precipitación anual aproximada dentro del rango entre 150 mm. a 500 mm. El relieve de esta parroquia es variado, conformado desde terrenos planos hasta terrenos ondulados que no exceden un ángulo superior al 5%. La extensión actual del territorio comprende el valor de 426 km<sup>2</sup> y una población total de 38.677 habitantes, donde la mayor concentración habitacional se encuentra en las comunas de Montañita, Olón y Manglaralto respectivamente (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Manglaralto, 2018).

El Proyecto Integrador con código catastral #2355-930-003-0109-0005 se localiza en la comuna Curia a 66,40 km. del cantón Santa Elena y a 12 km. de la comuna de Manglaralto. La misma posee una extensión territorial de 566,36 Ha. comprendida por una superficie mayoritaria de bosque húmedo tropical. En adición, sus habitantes destinan sus actividades comerciales a la pesca artesanal y la elaboración de artesanías (Lara, 2015).

En todas construcciones se debe considerar los factores del sitio, como lo son su ubicación, para determinar los factores que afectan a la obtención de los materiales y la disponibilidad de transporte a la obra, los ataques ambientales que enfrenta la estructura, para ser específico, construcciones desarrolladas en ambientes salinos que son propensas a corroerse, pues se trata de uno los principales problemas en las estructuras metálicas. Debido a esto, es indispensable conocer con exactitud el sitio en donde se construye y tomar las debidas precauciones (Rodríguez, 2005).

La comuna Curia es reconocida a nivel local por sus atractivos naturales y el desarrollo turístico dentro del sector. Debido a esto, se han desarrollado múltiples proyectos urbanísticos con motivos de alquiler o venta de inmuebles para estadía permanente o temporal. Es así, como en el recinto San José nació el Proyecto Urbanístico “Villa Curia – Villa Reset”, con el fin de disponer diferentes terrenos con vista al mar para la venta de los mismos. Los terrenos están dispuestos en terraceo y con relieve plano en la parte superior de la montaña.

Debido a la vista que posee el Proyecto Urbanístico y las características previamente mencionadas, nuestro cliente adquirió el solar #02 en el año 2021 con la finalidad de desarrollar una vivienda de dos pisos destinada para fines vacacionales. Es decir, la estructura tendrá una ocupación habitacional cada fin de semana. La misma debe estar diseñada para tener acceso a personas discapacitadas, distribución de espacios para un mínimo de 6 personas, lugares de encuentro como sala, cocina, comedor, sala de televisión, jacuzzi y área de parrillada o bar. Adicionalmente, la vivienda debe contar con el diseño de 6 cuartos con baño independiente, donde uno de ellos debe tener un balcón con vista al mar. Es importante mencionar que, el proyecto podría tener una ampliación lateral orientada hacia el sur conforme a las necesidades de nuestro cliente. La misma que entraría en el área permitida para ocupación y utilización de suelo.

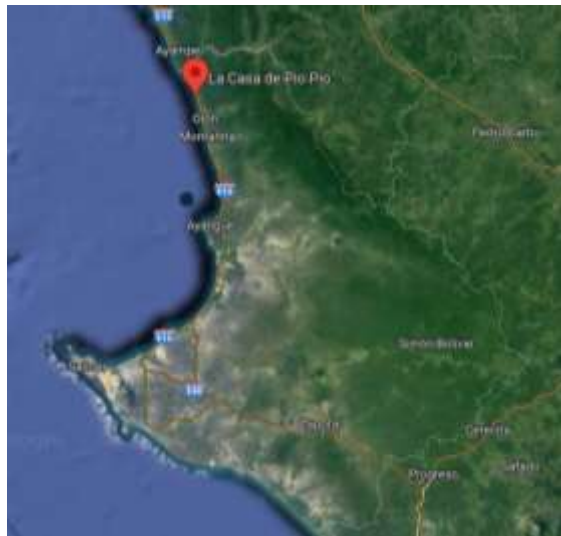
De igual manera, nuestro cliente requiere de un diseño estructural sostenible o eco amigable con el medio ambiente y a la vez, de carácter sismorresistente. Es decir, que se debe considerar el impacto ambiental que puede producir cada una de las alternativas de diseño y garantizar que el desempeño de los materiales en conjunto brinde seguridad y confort.

## **1.2 Localización**

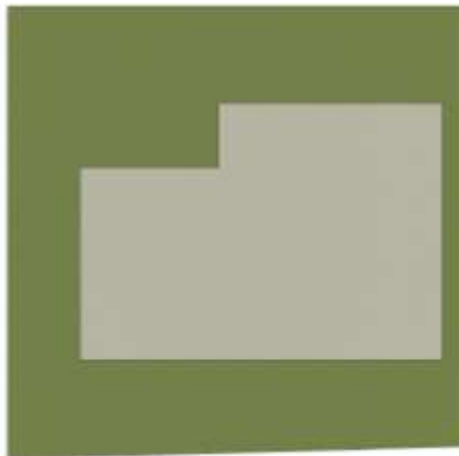
El Proyecto Integrador, se encuentra ubicado dentro del Proyecto Urbanístico “Villa Curia – Villa Reset”, en el solar #02, en el Recinto San José, en la vía E15 – Ruta del Spondylus, en la Parroquia Manglaralto, en el Cantón y Provincia Santa Elena como se refleja en la figura 1.1. Las coordenadas georreferenciales correspondientes al terreno del proyecto integrador son LA -1,768739 y LO -80,764753.



**Figura 1.1 Implantación del Proyecto Integrador [Informe de Inspección y Avalúo, 2021]**



**Figura 1.2 Ubicación de la comuna Curia [Google Maps, 2022]**



**Figura 1.3 Área de ocupación del proyecto respecto al terreno [Elaboración propia, 2022]**

### **1.3 Información básica**

El área del proyecto destinada a la construcción tiene un valor de 346,18 m<sup>2</sup> y una elevación de 34.40 m.s.n.m. Con respecto a los linderos, el terreno limita al Norte con el muro de contención del solar #01 con 18,10 m., al Sur con el muro de contención del solar #03 con 18,69 m., al Este con el muro de contención de la vía #06 y calle interna de la vía #06 con 16,59 m. y al Oeste con el muro de contención del solar #04 con 18,96 m. Adicionalmente, el proyecto urbanístico cuenta con vía de acceso principal y todos los servicios de infraestructura urbana.

A su vez, el muro de contención del solar #04 tiene una altura de 6.00 m., el muro de contención del solar #03 tiene una altura de 2.40 m., el muro de contención del solar #01 tiene una altura de 2.30 m. y el muro de contención inferior junto a la vía #06 posee una variación de altura que decae progresivamente a partir de los 2.30 metros. Estos muros confinan en su totalidad al terreno del proyecto, el mismo que no posee un estudio de suelos realizado.

Por otro lado, la norma de construcción de Santa Elena establece un coeficiente ocupacional de suelo (COS) del 64% y un coeficiente de utilización de suelo (CUS) que varía en función de los niveles de la estructura, que para este caso por reglamento interno del proyecto urbanístico no puede ser mayor a dos niveles. De igual forma, se establece que el número de parqueos por vivienda es de 1 como mínimo, retiros laterales de un metro mínimo que se debe analizar debido a la presencia de los muros de contención, retiro frontal de 3 m. mínimo y retiro posterior de 2 m. mínimo.

Por último, el reglamento interno del proyecto urbanístico sugiere volados con vista al mar no mayores a 1.5 metros, establecer documentos notarizados en caso de estructuras adosadas a linderos colindantes fuera de la vivienda, color blanco, beige y variantes para la fachada y cimentación de hormigón armado para garantizar la durabilidad del inmueble.

Dicho lo anterior, es importante mencionar que nuestro proyecto se desarrollará en un ambiente salino debido a la cercanía con respecto al mar. Por ende, se debe prever de los cuidados necesarios y mantenimiento de la estructura, sobre todo cuando se trata de

una estructura de acero. No obstante, la salinidad se concentra en las zonas inferiores del sector donde la vegetación mitiga los efectos adversos hacia las diversas estructuras construidas en la zona.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Elaborar el diseño estructural de una vivienda de dos pisos con el sistema constructivo Steel Framing.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Realizar la memoria de cálculo del diseño estructural en función a la normativa AISI.
- Evaluar el desempeño sísmico del sistema constructivo Steel Framing frente a las solicitudes de carga sísmicas establecidas en la NEC 2015.
- Plantear el cronograma de actividades de obra desde el inicio de la construcción hasta el fin de la misma.
- Elaborar los planos estructurales.
- Elaborar el presupuesto requerido para la estructura.
- Obtener el modelo arquitectónico tridimensional de la estructura a través del software de diseño REVIT.

## **1.5 Alcance**

Diseño estructural de una vivienda de dos pisos situada en Curia con método Steel Framing empleando la normativa internacional AISI para el diseño estructural y NEC 2015 para la evaluación sismorresistente.

## **1.6 Justificación**

El propósito de nuestro proyecto es proponer una vivienda de dos pisos que cuente con diseño sismorresistente debido a la zona sísmica donde se encuentra, tiempo de ejecución mínimo por reducción del costo de mano de obra, bajo costo de construcción

y operación conforme al presupuesto destinado y modelo sostenible en razón del cuidado del medio ambiente.

En adición, la estructura contará con espacios amplios distribuidos de forma uniforme debido a que uno de los miembros de la familia de nuestro cliente posee discapacidad total. Es decir, el proyecto fuera de brindar seguridad estructural debe garantizar una mejora en la calidad de vida de los usuarios mediante la habitabilidad de la misma. Esto implica el manejo previo del diseño arquitectónico y principios básicos de accesibilidad a entornos.

En consecuencia, se analizarán diversas alternativas de sistemas constructivos, destacando aspectos de diseño ingenieril y económicos que permitan escoger la alternativa óptima para la construcción del proyecto. A fin de, proveer una estructura segura, confortable y sostenible para nuestro cliente.



# CAPÍTULO 2

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1 Marco teórico

#### 2.1.1 Descripción del sistema constructivo Steel Framing

Light Steel Framing o conocido brevemente como Steel Framing es un sistema constructivo autoportante, es decir, es capaz de soportar toda carga apilada sobre uno de sus elementos estructurales. Cada uno de estos elementos es industrializado y componen un esqueleto estructural que permiten una construcción de rápida ejecución y precisión. Este sistema se conforma por paneles compuestos de perfiles ligeros de acero galvanizado formados en frío, siendo los más comunes aquellos perfiles tipo C o U y G. Los mismos que pueden ser empleados en muros, vigas y cubiertas en función de los requerimientos de una estructura. En otras palabras, puede cumplir el papel de sostener toda la estructura o combinar sus elementos con otro sistema constructivo (Kokke, Neves, & Sequeira, 2010).



**Figura 2.1 Proyecto diseñado con sistema Steel Framing [ChileCubica, 2014]**

#### 2.1.2 Características principales del Steel Framing

Para comenzar, los paneles que conforman este sistema constructivo no emplean las típicas columnas o vigas que se conocen en otros sistemas. Por el contrario, se hace uso de montantes separadas entre 40 cm. o 60 cm. conforme a los requerimientos estructurales que dan soporte a las cargas apiladas sobre las mismas. Adicionalmente,

estos montantes se encuentran sujetas a soleras, perfiles de tipo C o U, que se ubican en la parte superior e inferior de los montantes para conformar un panel. Es importante mencionar que, cada uno de los elementos estructurales se une a otro mediante una conexión atornillada o soldada en casos poco recurridos.

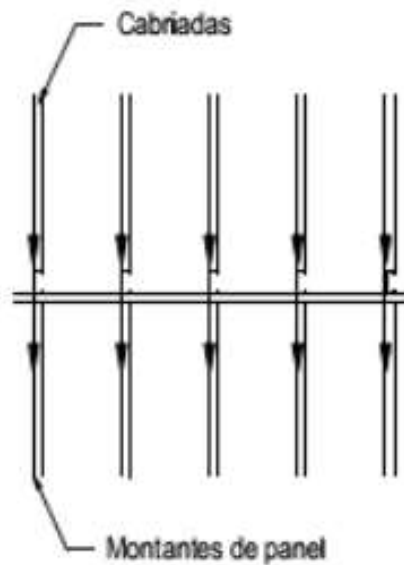
De igual manera, conforme a lo que menciona Renata Moraes (2005), se enuncian las siguientes características:

- Este sistema constructivo forma parte de conocido trabajo en seco, lo que permite mejoras en las condiciones de trabajo para los obreros.
- Durabilidad y vida útil de la estructura conforma por este sistema.
- Facilidad de implementación de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.
- Ampliaciones o remodelaciones más rápidas.
- Las conexiones atornilladas no obstruyen la realización de otros trabajos complementarios.
- Disminución en el tiempo de ejecución del proyecto.
- La carga muerta por el peso propio del material se reduce de forma significativa respecto a otros materiales.
- Los paneles se pueden ensamblar en obra o pueden ser prefabricados.
- Los materiales empleados pueden ser reutilizados para otras actividades o en su defecto, ser reciclados.
- El costo total de la obra se ve afectada de forma positiva, reduciendo costos por mano de obra, entre otros factores.
- Resistencia a la corrosión y fuego.

### **2.1.3 Fundamentos del sistema constructivo**

#### **2.1.3.1 Estructura alineada**

Este principio se fundamenta en que las vigas o viguetas que conforman el entrepiso van apoyadas de forma lineal sobre los montantes. Es decir, con esto se busca que las almas de los perfiles conectados coincidan entre sí, con la finalidad de que los montantes concentren la distribución de cargas sobre ellos.

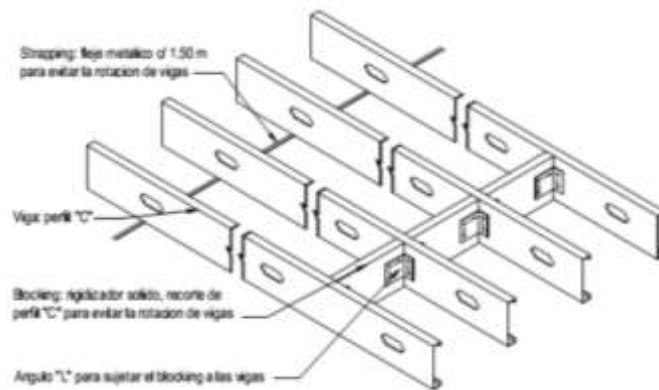


**Figura 2.2 Principio de estructura alineada [ConsulSteel, 2018]**

Por su supuesto que, para que el principio de estructura alineada se cumpla se debe cumplir en primer paso con una modulación. La misma que establece una distancia o separación entre perfiles típica, la cual es de 40 cm. o 60 cm. Por ende, es de vital importancia establecer la distribución de espacios dentro de un proyecto a partir de esta modulación sin tener que violar el principio mencionado (Lamus, 2015).

### **2.1.3.2 Blocking y Strapping**

Se denomina el procedimiento de blocking como la ubicación perpendicular de un arriostamiento superior o intermedio a dos perfiles para evitar o reducir la torsión que pueda existir en un perfil en particular. La torsión se puede dar debido a que el baricentro del perfil no coincide con el centro de corte del perfil. Por ende, la aplicación del blocking, cuyo arriostamiento no es más que un recorte de perfil tipo C o U conectado con un ángulo, evita la deformación del perfil cargado. Por otro lado, el procedimiento de strapping a pesar tener la misma finalidad de reducir la torsión producida, se diferencia al hacer uso de un fleje metálico en la sección inferior del perfil. El mismo que evita su rotación (Balh & DaBreo, 2014).



**Figura 2.3 Principio blocking y strapping [ConsulSteel, 2018]**

### **2.1.3.3 Estabilidad lateral**

#### **2.1.3.3.1 Arriostramientos**

Para el sistema constructivo Steel Framing se hace uso de arriostramientos diagonales, horizontales o entrelazados conectados a los perfiles mediante los propios perfiles o flejes metálicos. Los arriostramientos diagonales se realizan mediante la cruz de San Andrés o el arriostramiento con perfiles denominado arriostramiento K. Por el contrario, los otros tipos de arriostramientos no tienen denominaciones especiales sino emplean flejes o perfiles típicos. En primera instancia, la cruz de San Andrés usa flejes metálicos de forma diagonal en ángulos entre 30 y 60 grados conectados a cuatros extremos de un panel o marco, el mismo que tiene la función de crear tensión con el fin de evitar la rotación del panel y crear desplazamientos fuera del plano. Es importante subrayar que, cuando una de las diagonales es dispuesta en un ángulo menor a 30 grados se pierde la función de evitar desplazamientos del marco debido a que el elemento deja de trabajar en tensión. Por otro lado, los arriostramientos en K se usan cuando los vanos o luces de puertas y ventanas son demasiado amplios y se requiere de arriostramientos con grandes inclinaciones. Es decir, se cruza de forma diagonal perfiles de la misma sección destinada a los montantes en ángulos especificados por el calculista con el fin de crear un mejor soporte hacia las cargas aplicadas y reducir las deformaciones laterales que puedan existir en el panel (Boccarato, 2019).



**Figura 2.4 Arriostramiento diagonal en K [GreenTech, 2022]**



**Figura 2.5 Cruz de San Andrés y arriostramiento lateral con fleje metálico [Metalcon,2021]**

#### **2.1.3.3.2 Diafragma de rigidización**

Aquellas placas que se sitúan en el exterior del panel y que van conectadas a los perfiles con el fin de rigidizar la estructural conforman un diafragma de rigidización. Su función específica es contrarrestar las cargas horizontales aplicadas a la estructura. Sin embargo, la resistencia de las placas dependerá de su espesor, dimensiones, conexiones y distanciamiento entre las mismas. Según Jorajuria (2015), las placas más empleadas son: multilaminado fenólico y paneles OSB. El multilaminado fenólico se compone por láminas de madera que van orientados en función de la dirección de su veta, de tal forma que, se adquiera la mayor resistencia posible. Así mismo, los paneles OSB son láminas de madera unidas por adhesivo fenólico, pero con la diferencia en

cuanto a su dirección, debido a que las virutas de la madera se juntan formando ángulos de 90 grados.

Aquellas placas que se sitúan en el exterior del panel y que van conectadas a los perfiles con el fin de rigidizar la estructural conforman un diafragma de rigidización. Su función específica es contrarrestar las cargas horizontales aplicadas a la estructura. Sin embargo, la resistencia de las placas dependerá de su espesor, dimensiones, conexiones y distanciamiento entre las mismas. Según Jorajuria (2015), las placas más empleadas son: multilaminado fenólico y paneles OSB. El multilaminado fenólico se compone por láminas de madera que van orientados en función de la dirección de su veta, de tal forma que, se adquiera la mayor resistencia posible. Así mismo, los paneles OSB son láminas de madera unidas por adhesivo fenólico, pero con la diferencia en cuanto a su dirección, debido a que las virutas de la madera se juntan formando ángulos de 90 grados.

#### **2.1.3.4 Anclajes**

Los anclajes de una estructura son de vital importancia para contrarrestar los movimientos generados por fuerzas horizontales. Dentro del sistema constructivo mencionado se hacen uso de dos tipos de anclajes conforme al tipo de cimentación que se maneje en un proyecto: tipo fleje de acero y anclaje químico. En primer lugar, el anclaje tipo fleje de acero coloca de forma empotrada en el contrapiso, específicamente a 20 cm. de profundidad y con una menor penetración cuando el fleje sostiene a perfiles intermedios. En cambio, el anclaje químico se conforma por un conector y una barra roscada, la misma que se instala una vez hecha la perforación en el contrapiso e inyectado el material epoxi correspondiente. Es válido indicar que, este segundo tipo de anclaje posee una mayor resistencia a la tracción (Quintana, 2022).

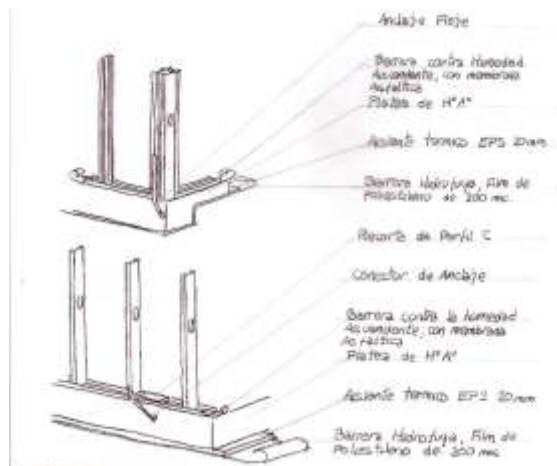


Figura 2.6 Anclaje tipo fleje de acero [Udelar, 2014]

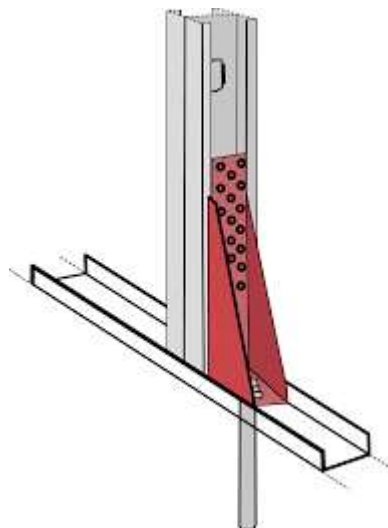


Figura 2.7 Anclaje químico [Acedur, 2018]

## 2.1.4 Componentes del sistema constructivo

### 2.1.4.1 Montante

Elemento estructural conformado con un perfil PGC mediante el cual se transmiten las cargas gravitacionales. Según lo que menciona Barbieri (2022), el tamaño del peralte mínimo del alma del perfil será de 90 mm y se dispondrá de forma perpendicular al plano del panel.

### 2.1.4.2 Solera

Este componente no es un elemento estructural, por lo tanto, no cumple la función de soporte de cargas. Por el contrario, sirve de guía para la ubicación de los montantes e

impiden su desplazamiento lateral. Los perfiles PGU conforman este elemento y su dimensionamiento dependen netamente de la dimensión de los montantes (Barbieri, 2022).

#### **2.1.4.3 Cenefa**

Elemento no estructural conformada por un perfil PGU que sirve de guía para las vigas o viguetas de entrepiso. La dimensión de este elemento depende únicamente de la sección de viga o vigueta.

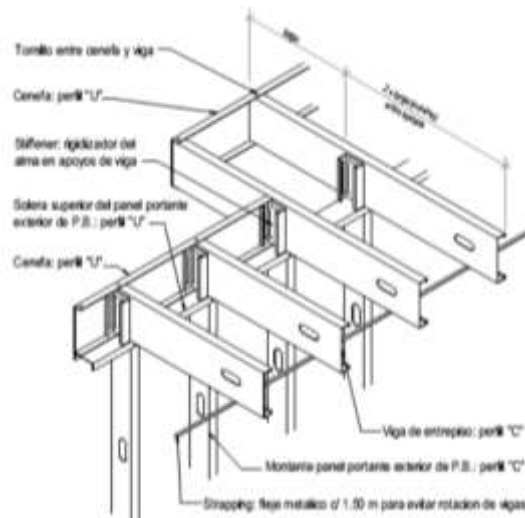
#### **2.1.4.4 Viga o vigueta**

Elemento estructural conformada por un perfil PGC que se encuentra ubicado de forma horizontal en el entrepiso o cubierta. Este elemento tiene la finalidad de soportar un porcentaje de las cargas proporcionadas por el entrepiso. Su resistencia varía en función de la longitud aplicada, espesor y peralte del perfil. Adicionalmente, estas vigas pueden ser aplicadas como vigas simples o compuestas, es decir, bajo la unión de dos o más o perfiles cuando las cargas a soportar sean elevadas o se disponga de una amplia luz en la sección a colocar. De igual forma, cuando existen estas luces se debe realizar el empatillado de perfiles, el cual consiste en conectar una sección del mismo perfil como unión entre los extremos de una viga discontinua. (Moraes, 2005).

#### **2.1.4.5 Rigidizadores**

Son recortes de perfiles tipo PGU o PGC que se ubican de forma estratégica en las almas de los elementos estructuras para evitar desplazamientos excesivos por rotación o en su caso, abolladuras en el alma. En adición, estos rigidizadores cumplen la función de reducir las tensiones presentes en el alma y a su vez, ser puente de unión entre otros elementos (Mas, 2019).



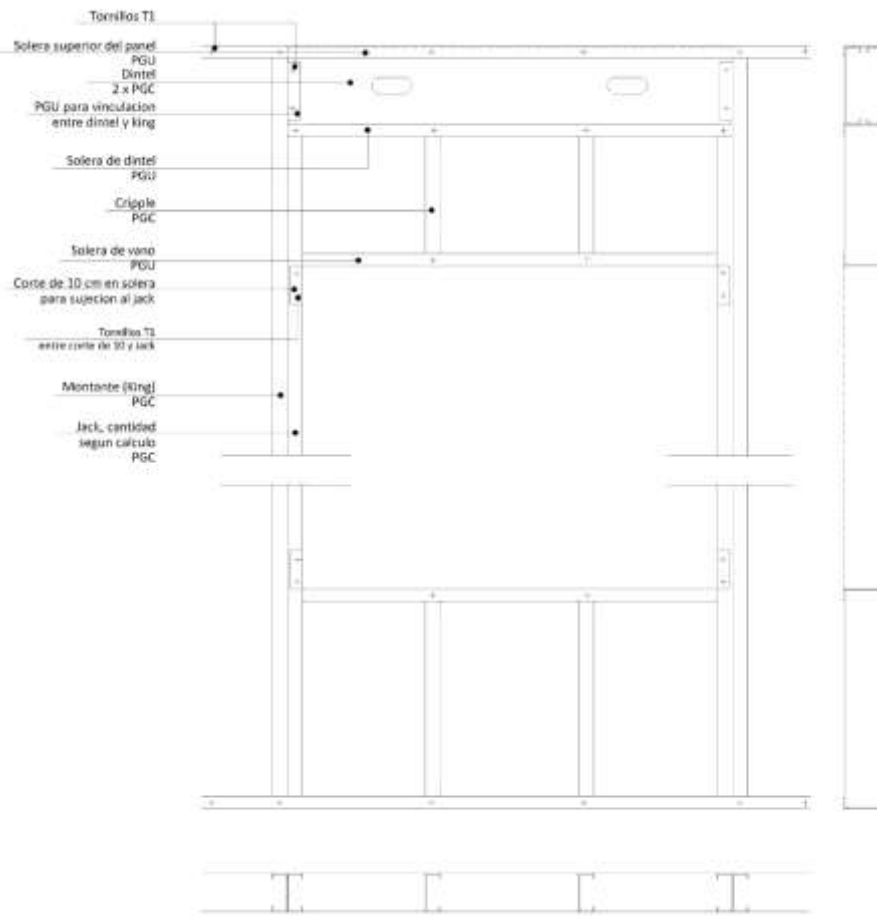


**Figura 2.8 Componentes principales del sistema constructivo [ConsulSteel, 2018]**

#### 2.1.4.6 Otros elementos complementarios

Nuevamente, Barbieri (2022) indica la descripción de cada uno de los elementos complementarios como se dispone en los siguientes puntos:

- Dintel: Elemento estructural que se ubica por encima de los vanos y redistribuye las cargas aplicadas hacia otros puntos de la estructura.
- Viga dintel: se implementa bajo el entrespiso y su función es corregir la excentricidad producida entre las vigas de entrespiso y los montantes correspondiente de soporte.
- Jack: porción de montante que sirve de soporte para la viga dintel.
- King: combinación entre montantes y jacks necesarios cercanos al vano. Para este elemento se dispone de 3 clasificaciones en función del número de jacks que se unen a los montantes: King simple (un Jack con montante), King doble (dos Jack con montantes), King triple (tres Jack con montante).
- Solera de vano: porción de perfil PGU que da soporte al dintel.
- Cripple: porción de montante que se ubica de forma vertical entre la solera de vano hasta la solera de dintel o solera inferior del panel.



**Figura 2.9 Componentes del sistema constructivo [ConsulSteel, 2018]**

## 2.1.5 Componentes de la estructura

### 2.1.5.1 Muros

Los paneles conformados por perfiles de acero liviano conjunto a las soleras se denominan muros. Sin embargo, se debe considerar los componentes que se ubican en la parte interna o externa de la sección como lo son los siguientes:

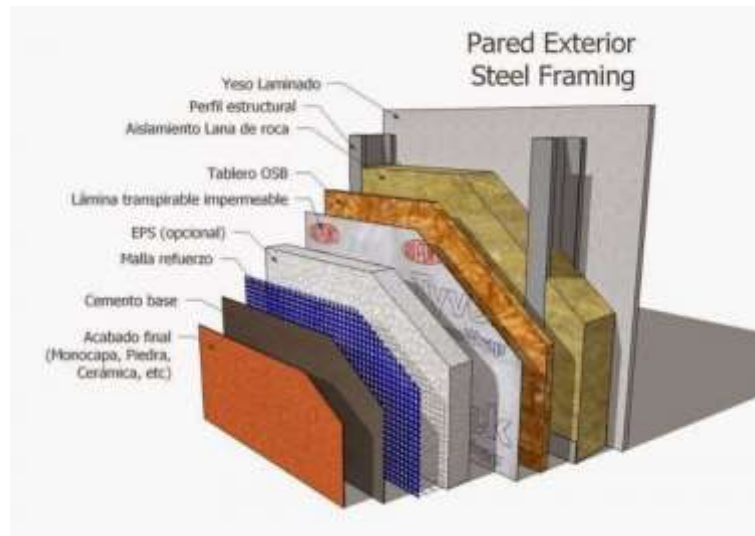
- Diafragma de rigidización, cuya descripción se mencione en un punto previo y no puede ser menor a los 12 mm.
- Aislamiento, conforma por una barrera de agua y viento, barrera de vapor de agua, barrera termoacústica.
- Poliestireno expandido, el mismo que puede ser opcional.
- Placa de fibrocemento o yeso.
- Placa cementicia.

- Malla de refuerzo, en caso de no emplear placas de fibrocemento o yeso.
- Cemento base, su uso se realiza cuando no se aplican placas.

Respecto al aislamiento, se procede a describir los siguientes materiales de uso común para este tipo de muros:

- Barrera de vapor de agua: debido al confinamiento del muro y los otros aislantes existe una concentración de agua en el aire que se manifiesta como vapor o humedad. Esta barrera es la lámina delgada que evita que los otros componentes adheridos a la misma tengan contacto con la humedad y se ubica en el lado interior del panel o muro.
- Barrera de agua y viento: se trata de una lámina delgada adherida en la capa superior del diafragma de rigidización, con la finalidad de evitar el paso del agua y aire hacia el interior de la estructura. De esta forma, se evita posibles daños por corrosión a la estructura. Adicionalmente, esta barrera puede ser reemplazada por espumaflex según las condiciones del entorno.
- Barrera termoacústica: ubicado en la parte interior del muro en capas mínimas de 100 mm. de espesor, su función es evitar la entrada de calor hacia el interior de la casa en temporadas soleadas. De igual forma, en temporadas de invierno esta barrera asegura la concentración de calor interna dentro de la estructura. Adicionalmente, las fibras que constituyen este tipo de barreras disminuyen el paso del sonido o contiene el mismo dentro del interior del muro. Los materiales más empleados para este caso son las lanas de vidrio o lanas de roca.

Cada uno de estos elementos debe mantenerse bien sellado y conformado en el sitio de implementación, de lo contrario, existirá el paso de agentes nocivos para la estructura o los mismos no ejercen su función de forma correcta (Carpio, 2014).



**Figura 2.10 Capas de un muro Steel Framing químico [Acedur, 2018]**

## **2.1.5.2 Entrepiso**

### **2.1.5.2.1 Entrepiso húmedo**

Se caracteriza por implementar una capa de hormigón entre 4 y 6 cm. conjunto a una malla electrosoldada de refuerzo sobre una chapa acanalada que a su vez se encuentra conectada a las vigas de entrepiso. Para este tipo de cada se puede hacer uso de dos tipos de aislamiento tales como: lana de vidrio o poliestireno expandido (Jorajuria & Servente, 2015).

### **2.1.5.2.2 Entrepiso seco**

Este tipo de entrepiso hace uso de elementos prefabricados. Es decir, se conectan placas de fibrocemento o de material fenólico a las vigas de entrepiso. Este tipo de entrepiso permite reducir el peso proporcionado hacia las vigas y montantes, además de agilizar el proceso constructivo (Cruz, 2016).

### **2.1.5.3 Cubierta**

Aunque el estilo de la cubierta depende netamente del diseño arquitectónico se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones como lo menciona Tonguino y Tipanta (2019):

- Los espesores de los perfiles a usarse deben estar dentro del rango de 0.85 mm. y 1.6 mm.

- La alineación de los perfiles estructurales debe seguir el esquema de la estructura alineada como se menciona previamente.
- En caso de existir excentricidades se debe colocar vigas dintel para distribuir las cargas asociadas a las mismas.

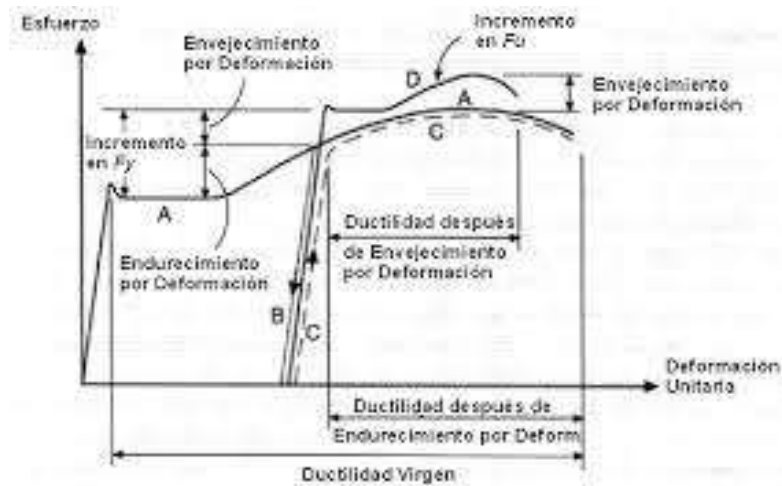
### **2.1.6 Tipos de paneles**

Los paneles se clasifican en: portantes y no portantes. Para comenzar, la principal diferencia radica en que los paneles portantes resisten su propio peso y las cargas impuestas mientras que, los no portantes tan solo su peso propio. Por otro lado, ambos paneles poseen una subclasificación que varía en función de la existencia de vanos en el panel. Si el mismo no posee vanos se lo denomina como panel ciego y el mismo se caracteriza debido a que los montantes reciben las cargas sin interrupción o redistribución (Haro, 2015).

### **2.1.7 Propiedades mecánicas**

Para obtener las geometrías particulares de los perfiles de aceros empleados en la construcción LSF, estos deben pasar por un proceso de formado en frío como el trefilado, producto de este proceso se alteran sus propiedades mecánicas en comparación al acero laminado en caliente, provocando un aumento en la resistencia a tracción denominada  $F_u$  y el límite elástico denominado como  $F_y$ . Es válido mencionar que, el aumento de estas propiedades dependerá de la forma del perfil, mientras que la propiedad que se ve afectada es la ductilidad por la reducción del espesor.

El aumento en las propiedades mecánicas está relacionado con el proceso en el que fue conformado, produciendo un endurecimiento y envejecimiento, al observar la Figura 2.11 se puede observar un aumento en la tensión de fluencia. (Labbé Köhler, 2019)

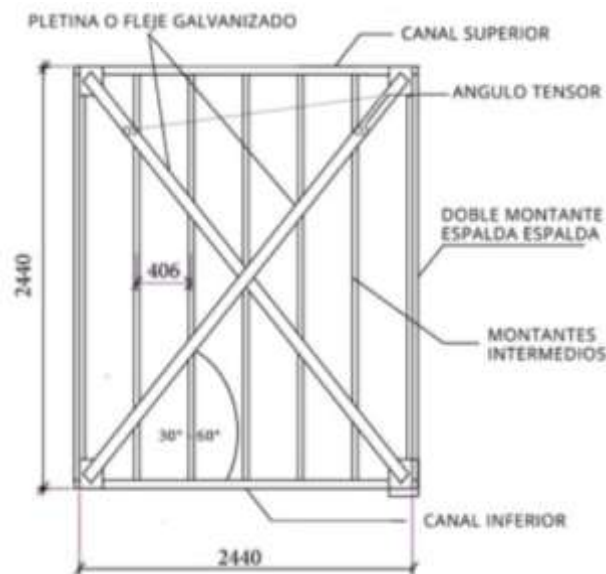


**Figura 2.11 Efecto de endurecimiento y envejecimiento por deformación en el comportamiento esfuerzo deformación del Acero [Chocce, 2015]**

Los aceros empleados para la construcción en seco, generalmente se la encuentran en dos tipos de denominaciones Grado 33 con un límite de fluencia ( $F_y$ ) de 240 MPa y de grado 50 con un  $F_y$  de 340 MPa.

### 2.1.8 Propiedades sísmicas

La carga sísmica al golpear a la estructura tenderá a desplazarla de manera horizontal, para contrarrestar esta acción se emplea rigidizadores evitando que el revestimiento de la pared sufra desplazamiento fuera del plano. Para rigidizar las paredes se emplean flejes ubicados en la estructura interna de la pared cubriéndola de forma horizontal o diagonal. El método con mayor aplicación es la cruz de San Andrés, que cuenta en su estructura con un ángulo tensor, accesorio usado para tensar correctamente el fleje facilitando la rigidez ante cargas laterales (FrameAf, 2020).



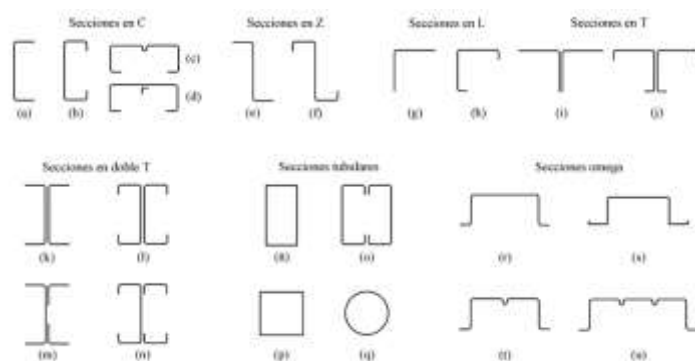
**Figura 2.12** Ridigización del panel mediante cruz de San Andrés [FrameAp, 2020]

Otros factores que entran en el análisis sísmico es el peso de la estructura que es menor en relación con las construcciones tradicionales, el comportamiento de los perfiles metálicos ante la vibración es muy bueno, estos tienen una vibración alta y no se producen grandes desplazamientos, tan solo vibran a una intensidad mayor sin que la estructura se desplace.

### 2.1.9 Perfiles empleados

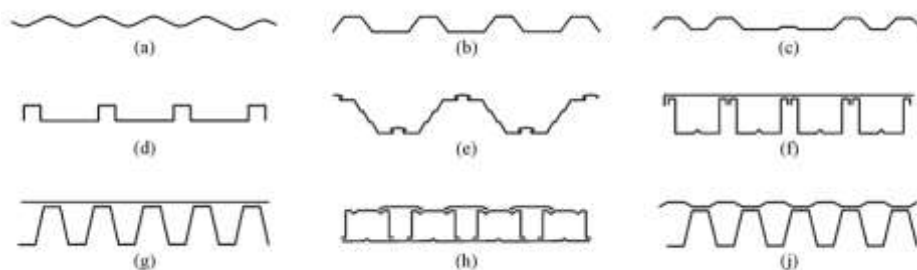
Los perfiles conformados en frío empleados para la construcción con LSF se dividen en dos grupos como elementos lineales empleados para conformar los montantes, correas, soleras, vigas y elementos planos empleados principalmente para los muros. En estos elementos predomina el espesor y trabajan principalmente con cargas que son distribuidas a largo del perfil.

Los perfiles lineales tienen una característica similar a los perfiles conformados en caliente, estos perfiles se los diseña para que por su interior puedan pasar las instalaciones eléctricas o sanitarias. Por lo general, se cuenta con alas rigidizadas para evitar el pandeo del perfil. (Gómez, 2019)



**Figura 2.13 Perfiles de acero formado en frío [CMetalicas, 2017]**

Los perfiles planos o también llamados paneles o placas, tienen más funciones que los lineales cuya única función es la resistente, la función de estos perfiles es la transmisión de las cargas verticales, enlace entre piezas o actuar como rigidizadores.



**Figura 2.14 Placas de acero formado en frío [CMetalicas, 2017]**

## 2.1.10 Conexiones

### 2.1.10.1 Conexiones atornilladas

Todas las conexiones de la estructura usan tornillos, se emplean tornillos de acero de carbono, tornillos autoperforantes que al atornillar un perfil no dañan la estructura del mismo. Los tornillos se someten a un proceso de templado, cementación y galvanizado previo a su instalación, los tornillos se encuentran normados por Norma ASTM B1513.

#### 2.1.10.1.1 Tipos de tornillos

Los tornillos empleados en la construcción van de un rango desde el #6 al #14, se encuentran largos desde ½ a 3 pulgadas, los tornillos de uso común son del #6 a #10. Se debe considerar que, para fijar los stud y track el tornillo empleado debe pasar todos los perfiles de acero y tener un pasante de al menos 10 mm.



El largo y diámetro del tornillo nos indican que espesor de acero puede perforar, a mayor diámetro de tornillo mayor es la capacidad que tiene al corte. Por otro lado, las puntas de los tornillos autoperforantes pueden ser de punta mecha (perforación mínima de 0.84 mm) o punta de aguja (perforación máxima de 0.84 mm) (Sarmanho & Renata, 2007).



**Figura 2.15 Tornillo de punta mecha [Ontil, 2019]**



**Figura 2.16 Tornilla de punta aguja [Ontil, 2019]**

La cabeza de los tornillos nos indica el material a ser fijado. Por ejemplo, los tornillos con cabeza de lenteja, hexagonal y tanque se emplean para fijar perfiles de acero entre sí, mientras que los tornillos tipo cabeza de trompeta se usan para fija chapa y metal (que son los cerramientos) (Sarmanho & Renata, 2007).

#### **2.1.10.2 Conexiones soldadas**

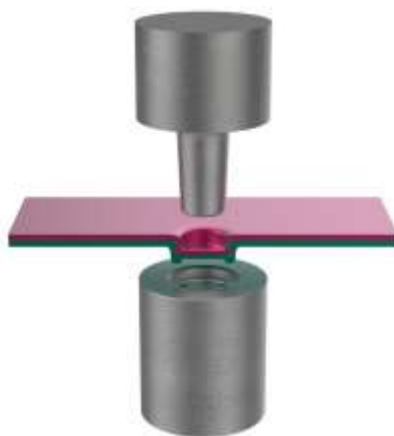
Las conexiones soldadas son muy poco usadas, a pesar de que el soldado es un método económico y conocido no se lo emplea en estos diseños. Esto se debe a que el soldado quema el recubrimiento de zinc del perfil, produciendo que al terminar de soldar se le deba aplicar un nuevo recubrimiento de zinc (pinturas ricas en zinc) elevando el costo de construcción.

#### **2.1.10.3 Clinchado**

También conocido como auto-remachado, este método se emplea para unir dos o más perfiles metálicos entre sí. Se unen al ejercer presión mediante un punzonador, produciendo que uno de los materiales fluya formando una traba en el perfil inferior sin

afectar su capacidad estructural. En el caso de perfiles de un espesor menor a 0.89 mm., la fluencia del acero es menos resistente que su conexión y para espesores mayores se debe calibrar el tamaño del punzonador para alcanzar valores similares a las conexiones atornilladas. (ConsulSteel, 2020)

De igual manera, para realizar el clinchado el equipo debe tocar los dos perfiles a unirse, a mayor tamaño del clinch mayor será la capacidad estructural de la unión. Bajo este proceso se pueden unir perfiles de 0.1 mm hasta 10mm. de espesor sin afectar el recubrimiento de zinc ni generar alguna reacción térmica. (ConsulSteel, 2020)



**Figura 2.17 Clinchado clásico [Tox, 2022]**

## **2.2 Metodología**

### **2.2.1 Desarrollo de componentes de metodología**

La metodología sigue una estructura en función de dependencias para el origen de resultados. Para este caso se propone lo siguiente:

1. Investigación de campo.
2. Diseño estructural de la estructura y sistemas complementarios.
3. Gestión y planificación de obras.
4. Presupuesto.

### **2.2.2 Investigación de campo**

Se realizará una visita de campo para corroborar la información descrita en las escrituras del terreno de nuestro cliente. De igual, se llevará a cabo la medición de los muros de contención que confinan el predio y se recabará información básica respecto a la adecuación del área de construcción. No obstante, es válido mencionar que, aunque el estudio de suelos depende de un contratista externo, participaremos en las tomas de muestra y en los análisis respectivos.

### **2.2.3 Diseño estructural**

Para el dimensionamiento de los perfiles requeridos se hará uso de la normativa internacional North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members (AISI). De igual forma, se usará como referencia el Manual de Ingeniería de Steel Framing del ILAFA (Instituto Latinoamericano del Fierro y Acero) de Chile como lo indica la Norma Ecuatoriana de Construcción – Viviendas de hasta 2 pisos con luces de 5 metros (NEC, 2015). Mientras que, para el caso de las cargas se determinarán los valores conforme a la Norma Ecuatoriana de Construcción – Cargas (No Sísmicas) (NEC-SE-CG).

En cuanto al modelado estructural, se hará uso del software ETABS. El mismo que sigue el siguiente esquema de desarrollo y aplicación:

- Cálculo de cargas aplicadas.
- Pre-dimensionamiento de perfiles.
- Selección de materiales, para este caso el tipo de acero ASTM A653-SS67.
- Definición de las secciones a usarse.
- Asignación de perfiles.
- Creación de los casos de carga.
- Creación de espectro para carga sísmica.
- Creación de las combinaciones de carga.
- Asignación de cargas a elementos estructurales.
- Ridigización de la estructura.
- Corrida del software.
- Análisis de resultados.

#### **2.2.4 Diseño sismorresistente**

Se evaluará el desempeño sísmico de la estructura mediante la Norma Ecuatoriana de Construcción – Cargas Sísmicas – Diseño Sismorresistente. Para esta sección, se hace énfasis en la rigidización de los paneles y perfiles establecidos previamente para contrarrestar las cargas laterales como se menciona en la normativa AISI-S230. Es decir, no se requiere de un nuevo diseño de perfiles, por el contrario, se debe establecer métodos de rigidización a la estructura.

#### **2.2.5 Modelación estructural del diseño en 3D**

Se elaborará el diseño del modelo estructural en el software REVIT a partir de los perfiles seleccionados y obtenidos en la memoria de cálculo. Para el caso de los perfiles que no se encuentren en el software, se diseñará los mismos para agregarlos a una familia de elementos y así, realizar su asignación.

#### **2.2.6 Diseño de cimentación**

Debido a que no se posee un estudio de suelos previo, se tomará como referencia los valores indicados en Norma Ecuatoriana de Construcción – Geotecnia y Cimentaciones. (NEC-SE-CM). Por otro lado, para el diseño estructural de la cimentación se hará referencia de la normativa internacional ACI 318-14. Para la realización de los cálculos se obtiene las cargas aplicadas a partir de las reacciones de base otorgados por el software ETABS.

### **2.3 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete**

#### **2.3.1 Inspección a sitio**

Se realizará una visita a campo para conocer el terreno donde se desarrollará el proyecto. Destacando los siguientes puntos: el entorno ambiental, la confinación del proyecto respecto a los muros de contención, las vías de acceso, las vistas que posee el proyecto y finalmente, la condición en cuanto a los servicios básicos.

### **2.3.2 Estudio de suelos**

El estudio de suelos estará a cargo de un tercero que depende de las consideraciones de nuestro cliente, si el tiempo en el cual se realiza el trabajo de campo se encuentra en los tiempos que se ejecuta este proyecto, estaremos presentes en la toma de muestras del terreno. Caso contrario, dependerá netamente de nuestro cliente o encargado del proyecto dar seguimiento a este estudio. Adicionalmente, analizaremos los datos proporcionados por la empresa a cargo si se desarrolla el estudio en el tiempo indicado.

### **2.3.3 Presentación del diseño estructural**

El modelo estructural contará de tres fases: estructuración en donde se buscará la estructura más adecuada en base al diseño arquitectónico, la fase de diseño en donde se considerará todo lo que incide en la estructura tales como cargas y factores externos y, por último, el análisis estructural que se realizará en el software de ETABS. El modelado en 3D se realizará el programa Revit 2021, del cual se obtendrán como entregables los planos previamente mencionados. Por otro lado, el análisis del diseño de la cimentación se realizará en función a las normativas mencionadas en la metodología.

## **2.4 Análisis de alternativas**

### **2.4.1 Parámetros de influencia**

#### **2.4.1.1 Criterios del cliente**

Se ha mencionado previamente que nuestro cliente requiere de una vivienda distribuida de forma uniforme dentro del área de construcción permitido. Adicionalmente, debe contar con el espacio suficiente para el traslado de una persona con discapacidad a lo largo y ancho de la casa, al menos, en la planta baja de la misma. Este aspecto y todos los previamente mencionados afectan de forma directa al diseño del proyecto y requieren de la aprobación total de nuestro cliente previo al inicio de la operación y ejecución.

#### **2.4.1.2 Criterios Ingenieriles**

Para comenzar, se debe considerar el estudio de suelos como uno de los parámetros de mayor influencia debido a la capacidad portante que posee el suelo y es donde se

asentará la vivienda. Luego, se debe respetar las restricciones indicadas en la Norma de Construcción y Reglamento Interno de la urbanización. Adicionalmente, se debe considerar la adecuación de los servicios básicos y la disponibilidad de los materiales que conforman el sistema constructivo a elegir.

#### **2.4.1.3 Arquitectura**

En primer lugar, se cuenta con un coeficiente ocupacional de suelo (COS) del 64% y un coeficiente de utilización de suelo (CUS) que varía en función de los niveles de la estructura. Es de vital importancia respetar los coeficientes mencionados, de lo contrario, el proyecto no contará con la aprobación de fiscalización. En cuanto al diseño exterior e interior, se nos ha entregado un diseño predominado por el aspecto rústico interior y moderno en la parte exterior del proyecto. De igual manera, el diseño cuenta con grandes ventanales y luces que permitan la entrada de luz natural hacia el interior de la vivienda. Por otro lado, la distribución de espacios cumple con los requerimientos mínimos de habitabilidad solicitados por nuestro cliente.

#### **2.4.1.4 Estructura**

El proyecto cuenta con 3 niveles en cuanto a su altura, conformado por 2 niveles de cubierta y uno de entrepiso. Se debe considerar la altura que posee cada uno de los niveles, las luces, el o los métodos de rigidez a aplicar, las condiciones de los apoyos y las cargas que aportan cada uno de los materiales fuera de los establecidos por las normativas correspondientes. Es así que, se debe realizar un análisis mediante el software ETABS para evaluar el diseño estructural del proyecto.

### **2.4.2 Descripción de alternativas**

#### **2.4.2.1 Estructura de hormigón armado**

Se considera una estructura de hormigón armado con una  $F_y$  de 4200 kg/cm<sup>2</sup> para la varilla corrugada y en hormigón un  $F_y$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La edificación se comporta como un sistema de pórticos resistentes a momentos conformado por vigas, columnas y losa de entrepiso, ubicados de la mejor forma simétrica para evitar la formación de grandes derivas. Para la cubierta se consideró un sistema con estructura metálica conformado por perfiles laminados en caliente.

#### **2.4.2.2 Estructura metálica con perfiles de acero laminados en caliente**

Se considera el uso de perfiles conformados en caliente, estos perfiles se rigen bajo la norma NTE INEN 2215-2012. Se emplearán perfiles I y HSS de acero A36 para vigas y columnas, para las paredes se usan un sistema de mampostería tradicional, los perfiles tendrán claros no mayores a 5m y seguirán la distribución empleada en la estructura de hormigón armado.

#### **2.4.2.3 Estructura metálica con perfiles de acero formados en frío**

Se considera elementos estructurales de acero liviano galvanizado ASTM A653-SS67 para los diferentes componentes de la estructura, tales como: perfil crucero G para montantes (PGC) y vigas de cubierta, perfil cappa C para soleras (PGU) y secciones de cubierta y uniones o recortes de estos perfiles donde se requiera (refuerzos en puertas y ventanas). La disposición de los paneles es diseñada para funcionar como pórticos resistentes a momentos. Adicionalmente, el sistema es rigidizado a través de placas OSB (diafragma estructural) y los flejes laterales o diagonales o chapas de acero. Es importante subrayar que, este sistema contempla placas de fibrocemento para ejercer la función de losa de entrepiso. Es decir, no se requiere de la elaboración de una losa de hormigón.

#### **2.4.3 Restricciones**

- Debido a que no se posee un estudio de suelos previo, se debe considerar el peso propio de cada uno de los materiales a utilizarse en la estructura.
- El tiempo de ejecución de la obra debe ser el menor posible.
- Se debe priorizar la reducción del costo de mano de obra.
- El impacto ambiental debe ser el menor posible.
- El presupuesto destinado para la construcción del proyecto tiene un valor máximo de \$200.000.
- Limitaciones establecidas en la Norma de Construcción de Santa Elena y Reglamento Interno en cuanto a la construcción y su operación.

Debido a lo previamente mencionado se ha seleccionado la alternativa no. 3, una estructura metálica que hace uso de perfiles de acero formados en frío. Esta opción

cumple con las restricciones indicadas y sus ventajas respecto a las otras alternativas serán enunciadas en los siguientes párrafos.

#### **2.4.3.1 Ventajas constructivas**

- Los tiempos de ejecución son 50% más rápidos respecto a otros.
- Mayor facilidad de ampliaciones del proyecto por sus conexiones.
- Menor mantenimiento.
- La mano de obra requerida se reduce en un 50%.
- No se requiere del uso de maquinaria pesada o herramientas pesadas.
- Ofrece ergonomía para el trabajo realizado por el operador debido al peso aligerado de los materiales.

#### **2.4.3.2 Ventajas estructurales**

- Existen diversos perfiles comerciales adecuados para la elaboración del proyecto.
- Se garantiza un buen desempeño sismorresistente.
- Los paneles de acero galvanizado permitan adicionar conexiones con el fin de rigidizar la estructura.
- Las cargas por peso propio son menores que las construcciones realizadas con obra húmeda.

#### **2.4.3.3 Ventajas ambientales**

- Se trata de un material limpio. Es decir, no genera residuos en cuanto al uso de los perfiles de acero ni sus conexiones.
- Los componentes que se requieren para la elaboración de los muros son reciclables en su mayoría.
- No se requiere del uso agua y se puede evitar el manejo de encofrados.

#### **2.4.3.4 Otras ventajas**

- Mejor aislación térmica y acústica.
- Resistencia alta a incendios.
- Ahorro energético de hasta un 30%.



# CAPÍTULO 3

## 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

### 3.1 Cargas

#### 3.1.1 Carga muerta detallada

En esta sección se describe a detalle el peso de cada uno de los materiales que componen una parte de la estructura. Es decir, se detalla la carga contemplada en muros, cubiertas, entrepiso, escaleras y balcón.

##### 3.1.1.1 Cubierta de la sección cocina

**Tabla 3.1 Detalle de carga muerta asociada a cubierta de la sección cocina [Elaboración propia, 2022]**

Área de aplicación				
Área de cubierta / sección cocina	78,42	m2		
Costados de cubierta / sección cocina	40,21	m2		
Componentes	Carga	Unidades	Peso total	Unidades
<b>Zona exterior</b>				
Perfiles de viga de cubierta PGC 305x2,60	19,92	kg/m2	1562,13	kg
Blocking cada 2,44 m. PGU 254x1,50	1,52	kg/m2	0,00	kg
Blocking cada 2,44 m. PGU 305x2,60	3,16	kg/m2	247,81	kg
Plancha de fibrocemento exterior de 14 mm. Marca Eterboard	20,86	kg/m2	1635,84	kg
Plancha de fibrocemento exterior de 14 mm. Marca Eterboard / Costados	20,86	kg/m2	838,78	kg
Placa OSB, 18.3 mm. Proveedor Edimca	11,9	kg/m2	1411,70	kg
Barrera de vapor de agua y viento.	0,0098	kg/m2	1,16	kg
Recubrimiento del techo (sellador y pintura reflectiva)	1,00	Kg/m2	118,63	Kg
Canales de aguas lluvias Plastigama DE 3 m.	1,10	kg/m2	19,23	kg
<b>Zona interior</b>				
Lana de vidrio, aislante termoacústico, 50 mm (2)	0,88	kg/m2	69,01	kg
Polietileno, barrera para vapor y agua - Wichi Roofing	0,09	kg/m2	7,06	kg
Cielo raso Gyplac, 15.9 mm RH	11,25	kg/m2	882,23	Kg
Instalaciones eléctricas	0,50	kg/m2	39,21	kg
<b>Carga muerta total</b>	<b>6832,77</b>			<b>Kg</b>
<b>Carga muerta por m2</b>	<b>87,13</b>			<b>kg/m2</b>

Conforme a lo que se menciona en la Tabla 3.1 es válido indicar que los perfiles seleccionados son asumidos hasta la realización de la memoria de cálculo, la misma que permitirá verificar y comprobar sus propiedades mecánicas.

### 3.1.1.2 Cubierta de la sección cuartos

**Tabla 3.2 Detalle de carga muerta asociada a cubierta de la sección cuartos [Elaboración propia, 2022]**

<b>Área de aplicación</b>				
Área de cubierta / sección cuartos	101,33	m <sup>2</sup>		
Costados de cubierta / sección cuartos	45,87	m <sup>2</sup>		
<b>Componentes</b>	<b>Carga</b>	<b>Unidades</b>	<b>Peso total</b>	<b>Unidades</b>
<b>Zona exterior</b>				
Perfiles de viga de cubierta PGC 254x1,50	9,09	kg/m <sup>2</sup>	1003,17	kg
Blocking cada 2,44 m. PGU 254x1,50	1,52	kg/m <sup>2</sup>	154,49	kg
Blocking cada 2,44 m. PGU 305x2,60	3,16	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Plancha de fibrocemento exterior de 14 mm. Marca Eterboard	20,86	kg/m <sup>2</sup>	2113,74	kg
Plancha de fibrocemento exterior de 14 mm. Marca Eterboard / Costados	20,86	kg/m <sup>2</sup>	956,85	kg
Placa OSB, 18.3 mm. Proveedor Edimca	11,90	kg/m <sup>2</sup>	1751,68	kg
Barrera de vapor de agua y viento.	0,0098	kg/m <sup>2</sup>	1,44	kg
Recubrimiento del techo (sellador y pintura reflectiva)	1,00	Kg/m <sup>2</sup>	147,20	Kg
Canales de aguas lluvias Plastigama DE 3 m.	1,10	kg/m <sup>2</sup>	21,13	kg
<b>Zona interior</b>				
Lana de vidrio, aislante termoacústico, 50 mm (2)	0,88	kg/m <sup>2</sup>	89,17	kg
Polietileno, barrera para vapor y agua - Wichi Roofing	0,09	kg/m <sup>2</sup>	9,12	kg
Cielo raso Gyplac, 15.9 mm RH	11,25	kg/m <sup>2</sup>	1139,96	Kg
Instalaciones eléctricas	0,50	kg/m <sup>2</sup>	50,67	kg
<b>Carga muerta total</b>	<b>7438,61</b>			<b>Kg</b>
<b>Carga muerta por m<sup>2</sup></b>	<b>73,41</b>			<b>kg/m<sup>2</sup></b>

Conforme a lo que se menciona en la Tabla 3.2 es válido indicar que los perfiles seleccionados son asumidos hasta la realización de la memoria de cálculo, la misma que permitirá verificar y comprobar sus propiedades mecánicas.

### 3.1.1.3 Muro de la sección cocina

**Tabla 3.3 Detalle de carga muerta asociada a muro de la sección cocina [Elaboración propia, 2022]**

Área de aplicación				
Muro de la sección cocina	200,00	m <sup>2</sup>		
Componentes	Carga	Unidades	Peso total	Unidades
Perfiles PGC 89x1,20	4,25	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Perfiles PGC 89x0,93	3,275	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Perfiles PGC 140x1,90	8,325	kg/m <sup>2</sup>	1665,00	kg
Blocking cada metro. Perfil PGU 89x1,2	1,49	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Blocking cada metro. Perfil PGU 89x0,93	1,13	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Blocking cada metro setenta. Perfil PGU 140x190	1,81	kg/m <sup>2</sup>	361,18	kg
Instalaciones hidrosanitarias	0,30	kg/m <sup>2</sup>	60,00	kg
Instalaciones eléctricas	0,30	kg/m <sup>2</sup>	60,00	kg
Vidrios para ventanas de 10 mm.	25,00	kg/m <sup>2</sup>	1035,75	kg
Puertas	20,00	kg/m <sup>2</sup>	178,00	kg
Plykedor (madera) de fachada (con base de fibrocemento primero) de 25 mm.	3,76	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Fibrocemento de exteriores de 14 mm. Marca Eterboard	20,86	kg/m <sup>2</sup>	1805,02	kg
Fibrocemento de interiores de 8 mm. Marca Eterboard	11,92	kg/m <sup>2</sup>	1376,86	kg
Lana de vidrio, aislante termoacústico, 50 mm (2)	0,88	kg/m <sup>2</sup>	176,00	kg
Polietileno, barrera para vapor y agua - Wichi Roofing	0,09	kg/m <sup>2</sup>	18,00	kg
Espacato de roca caliza	35,00	Kg/m <sup>2</sup>	974,75	kg
Acabados (pintura, otros)	0,10	kg/m <sup>2</sup>	20,00	kg
Placa OSB, 18.3 mm	11,90	kg/m <sup>2</sup>	2380,00	kg
<b>Carga muerta total</b>	<b>10110,55</b>			<b>Kg</b>
<b>Carga muerta por m<sup>2</sup></b>	<b>50,55</b>			<b>kg/m<sup>2</sup></b>

Conforme a lo que se menciona en la Tabla 3.3 es válido indicar que los perfiles seleccionados son asumidos hasta la realización de la memoria de cálculo, la misma que permitirá verificar y comprobar sus propiedades mecánicas. Adicionalmente, ciertos materiales no requieren ser aplicados en toda la superficie de la pared. Por ende, se ha destinado un área correspondiente menor a la indicada en la Tabla 3.3.

### 3.1.1.4 Muro de la sección cuartos – planta baja

**Tabla 3.4 Detalle de carga muerta asociada a muro de la sección cuartos – planta baja  
[Elaboración propia, 2022]**

Área de aplicación				
Muro de la sección cuartos - planta baja	310,00	m <sup>2</sup>		
Componentes	Carga	Unidades	Peso total	Unidades
Perfiles PGC 89x1,20	4,25	kg/m <sup>2</sup>	1317,50	kg
Perfiles PGC 89x0,93	3,28	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Perfiles PGC 140x1,90	8,32	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Blocking cada metro. Perfil PGU 89x1,2	1,49	kg/m <sup>2</sup>	461,90	kg
Blocking cada metro. Perfil PGU 89x0,93	1,13	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Blocking cada metro setenta. Perfil PGU 140x190	1,81	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Instalaciones hidrosanitarias	0,30	kg/m <sup>2</sup>	93,00	kg
Instalaciones eléctricas	0,30	kg/m <sup>2</sup>	93,00	kg
Vidrios para ventanas de 10 mm.	25,00	kg/m <sup>2</sup>	849,75	kg
Puertas	20,00	kg/m <sup>2</sup>	240,00	kg
Plykedor (madera) de fachada (con base de fibrocemento primero) de 25mm.	3,76	kg/m <sup>2</sup>	68,70	kg
Fibrocemento de exteriores de 14 mm. Marca Eterboard	20,86	kg/m <sup>2</sup>	1053,22	kg
Fibrocemento de interiores de 8 mm. Marca Eterboard	11,92	kg/m <sup>2</sup>	3141,16	kg
Lana de vidrio, aislante termoacústico, 50 mm (2)	0,88	kg/m <sup>2</sup>	272,80	kg
Polietileno, barrera para vapor y agua - Wichi Roofing	0,09	kg/m <sup>2</sup>	27,90	kg
Espacato de roca caliza	35,00	Kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Acabados (pintura, otros)	0,10	kg/m <sup>2</sup>	31,00	kg
Placa OSB, 18.3 mm	11,90	kg/m <sup>2</sup>	3689,00	kg
<b>Carga muerta total</b>			<b>11338,93</b>	<b>Kg</b>
<b>Carga muerta por m<sup>2</sup></b>			<b>36,58</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>

Conforme a lo que se menciona en la Tabla 3.4 es válido indicar que los perfiles seleccionados son asumidos hasta la realización de la memoria de cálculo, la misma que permitirá verificar y comprobar sus propiedades mecánicas. Adicionalmente, ciertos materiales no requieren ser aplicados en toda la superficie de la pared. Por ende, se ha destinado un área correspondiente menor a la indicada en la Tabla 3.4.

### 3.1.1.5 Muro se la sección cuartos – planta alta

**Tabla 3.5 Detalle de carga muerta asociada a muro de la sección cuartos – planta alta  
[Elaboración propia, 2022]**

Área de aplicación				
Muro de la sección cuartos - planta alta	320,00	m <sup>2</sup>		
Componentes	Carga	Unidades	Peso total	Unidades
Perfiles PGC 89x1,20	4,25	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Perfiles PGC 89x0,93	3,275	kg/m <sup>2</sup>	1048,00	kg
Perfiles PGC 140x1,90	8,325	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Blocking cada metro. Perfil PGU 89x1,2	1,49	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Blocking cada metro. Perfil PGU 89x0,93	1,13	kg/m <sup>2</sup>	361,60	kg
Blocking cada metro setenta. Perfil PGU 140x190	1,81	kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Instalaciones hidrosanitarias	0,30	kg/m <sup>2</sup>	96,00	kg
Instalaciones eléctricas	0,30	kg/m <sup>2</sup>	96,00	kg
Vidrios para ventanas de 10 mm.	25,00	kg/m <sup>2</sup>	1066,75	kg
Puertas	20,00	kg/m <sup>2</sup>	240,00	kg
Plykedor (madera) de fachada (con base de fibrocemento primero) de 25mm.	3,76	kg/m <sup>2</sup>	77,79	kg
Fibrocemento de exteriores de 14 mm. Marca Eterboard	20,86	kg/m <sup>2</sup>	1197,16	kg
Fibrocemento de interiores de 8 mm. Marca Eterboard	11,92	kg/m <sup>2</sup>	3196,94	kg
Lana de vidrio, aislante termoacústico, 50 mm (2)	0,88	kg/m <sup>2</sup>	281,60	kg
Polietileno, barrera para vapor y agua - Wichi Roofing	0,09	kg/m <sup>2</sup>	28,80	kg
Espacato de roca caliza	35,00	Kg/m <sup>2</sup>	0,00	kg
Acabados (pintura, otros)	0,10	kg/m <sup>2</sup>	32,00	kg
Placa OSB, 18.3 mm	11,9	kg/m <sup>2</sup>	3808,00	kg
<b>Carga muerta total</b>			<b>11530,64</b>	<b>Kg</b>
<b>Carga muerta por m<sup>2</sup></b>			<b>36,03</b>	<b>kg/m<sup>2</sup></b>

Conforme a lo que se menciona en la Tabla 3.5 es válido indicar que los perfiles seleccionados son asumidos hasta la realización de la memoria de cálculo, la misma que permitirá verificar y comprobar sus propiedades mecánicas. Adicionalmente, ciertos materiales no requieren ser aplicados en toda la superficie de la pared. Por ende, se ha destinado un área correspondiente menor a la indicada en la Tabla 3.5.

### 3.1.1.6 Entrepiso

**Tabla 3.6 Detalle de carga muerta asociada al entrepiso [Elaboración propia, 2022]**

Área de aplicación				
Entrepiso	107,06	m <sup>2</sup>		
Componentes	Carga	Unidades	Peso total	Unidades
Perfil PGC 305X1,50	11,35	kg/m <sup>2</sup>	1215,13	kg
Blocking cada 2,44 m. Perfil track PGU 305x1,50	1,76	kg/m <sup>2</sup>	188,43	kg
Plancha de fibrocemento para losas de 20 mm. Marca Eterboard.	29,80	kg/m <sup>2</sup>	3190,39	kg
Placa OSB, 18.3 mm	11,90	kg/m <sup>2</sup>	1274,01	kg
Instalaciones hidrosanitarias (incluye equipos sanitarios)	4,00	kg/m <sup>2</sup>	428,24	kg
Lana de vidrio, aislante termoacústico, 50 mm (2)	0,88	kg/m <sup>2</sup>	94,21	kg
Polietileno, barrera para vapor y agua - Wichi Roofing	0,09	kg/m <sup>2</sup>	9,64	kg
Cielo raso Gyplac, 15.9 mm RH	11,25	kg/m <sup>2</sup>	1204,43	kg
Instalaciones eléctricas	0,50	kg/m <sup>2</sup>	53,53	kg
<b>Carga muerta total</b>	<b>7658,00</b>			<b>Kg</b>
<b>Carga muerta por m<sup>2</sup></b>	<b>71,53</b>			<b>kg/m<sup>2</sup></b>

Conforme a lo que se menciona en la Tabla 3.6 es válido indicar que los perfiles seleccionados son asumidos hasta la realización de la memoria de cálculo, la misma que permitirá verificar y comprobar sus propiedades mecánicas.

### 3.1.1.7 Escaleras

**Tabla 3.7 Detalle de carga muerta asociada a las escaleras [Elaboración propia, 2022]**

Área de aplicación				
Escaleras	7,51	m <sup>2</sup>		
Componentes	Carga	Unidades	Peso total	Unidades
Perfiles PGC 89x1,20	4,25	kg/m <sup>2</sup>	31,91	kg
Plancha de fibrocemento entrepiso. Marca Eterboard de 17 mm.	25,33	kg/m <sup>2</sup>	190,16	kg
Acabados (pintura, otros)	0,10	kg/m <sup>2</sup>	0,75	kg
<b>Carga muerta total</b>	<b>222,81</b>			<b>Kg</b>
<b>Carga muerta por m<sup>2</sup></b>	<b>29,68</b>			<b>kg/m<sup>2</sup></b>

Conforme a lo que se menciona en la Tabla 3.7 es válido indicar que los perfiles seleccionados son asumidos hasta la realización de la memoria de cálculo, la misma que permitirá verificar y comprobar sus propiedades mecánicas.

### 3.1.1.8 Barandas

**Tabla 3.8 Detalle de carga muerta asociada a las barandas [Elaboración propia, 2022]**

Área de aplicación				
Barandas	14,99	m2		
Componentes	Carga	Unidades	Peso total	Unidades
Barandillas metálicas	8,5	kg/m2	107,79	kg
<b>Carga muerta total</b>	<b>107,79</b>			<b>Kg</b>
<b>Carga muerta por m2</b>	<b>14,99</b>			<b>kg/m2</b>

Conforme a lo que se menciona en la Tabla 3.8 es válido indicar las barandillas metálicas se encuentran ubicadas en la zona del balcón y escaleras.

### 3.1.2 Carga muerta total por nivel

Una vez detallado cada uno de los materiales que componen las diferentes partes de la estructura, se procede a presentar las cargas que reciben o se asientan en los niveles previamente mencionados.

**Tabla 3.9 Carga muerta que recibe cada nivel [Elaboración propia, 2022]**

Carga muerta que recibe la sección cocina	6832,77	kg	87,13	kg/m <sup>2</sup>
Carga muerta que recibe la planta baja - sección cuartos	26957,86	kg	251,80	kg/m <sup>2</sup>
Carga muerta que recibe la planta alta - sección cuartos	7438,61	kg	73,41	kg/m <sup>2</sup>

### 3.1.3 Carga muerta de la estructura

El área de implantación de la vivienda comprenderá 153.37 m<sup>2</sup>. Sobre esta superficie se encuentran distribuidas 360.18 kg/m<sup>2</sup> que se traduce en un peso total de la estructura de 55.24 toneladas.

### 3.1.4 Carga viva total por nivel

Para esta parte, no existe detallamiento alguno debido a que se consideran las cargas establecidas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción – Cargas no sísmica. Según la sección no. 4.2 de la NEC (2015) las cargas consideradas son las siguientes:

**Tabla 3.10 Detalle de carga viva por nivel [NEC, 2015]**

<b>Sección de la estructura</b>	<b>Carga viva</b>	<b>Unidades</b>
Cubierta sección cocina	70	kg/m <sup>2</sup>
Cubierta sección cuartos	70	kg/m <sup>2</sup>
Entrepiso	200	kg/m <sup>2</sup>

Respecto a la Tabla 3.10 se enuncia lo siguiente:

- Las cubiertas son consideradas planas o con leve inclinación para evitar acumulación de aguas lluvias.
- La vivienda es considerada como unifamiliar.

## **3.2 Diseños**

### **3.2.1 Diseño arquitectónico**

### **3.2.2 Diseño previo al estructural**

#### **3.2.2.1 Descripción de la estructura**

La estructura se divide en dos partes, un área destinada solo a las habitaciones, y en su complemento, la cocina, sala y comedor. Esta segunda sección tiene una altura de 5.4 metros, la misma que no posee entrepiso alguno. Por otro lado, el área comprendida por los cuartos tiene una altura de 6.4 metros hasta el fin de su cubierta, la misma que se encuentra dividida cada 3.2 metros debido al entrepiso situado a este nivel. Adicionalmente, el ancho total de la estructura es de 14.96 metros con una profundidad de 10.61 metros sin contar el balcón de la planta alta que tiene una dimensión igual a 1.50 metros de profundidad.

El sistema esquelético se conforma por perfiles de acero formado en frío galvanizado separados cada 40 cm. entre sí. En sus componentes consta el uso de perfiles tipo G para los montantes, vigas de entrepiso y vigas de cubierta, y perfiles tipo C o U para las soleras y otros complementos de la estructura. De igual forma, se hace uso de flejes del mismo tipo de acero en diagonal y lateral como método de rigidización de la estructura. Es importante mencionar que, las conexiones serán atornilladas entre los diversos perfiles, excluyendo el uso de pernos de anclaje para la fijación de los paneles con el contrapiso.



### 3.2.2.2 Metodología de diseño sísmico

Se hará uso del método de diseño basado en fuerza (DBF). El mismo que se caracteriza por considerar a una estructura en función de su rigidez inicial y el amortiguamiento elástico.

### 3.2.2.3 Categoría de la estructura

La estructura se categoriza como “Otras estructuras” conforme a lo que establece la tabla no. 6 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción – Peligro Sísmico. Adicionalmente, se asigna el valor de 1 al coeficiente de importancia en función a la categoría asignada.

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

Figura 3.1 Tipo de uso, destino e importancia de la estructura [NEC, 2015]

### 3.2.2.4 Zonificación sísmica

La zonificación sísmica depende netamente de la ubicación de un proyecto. En nuestro caso, se considera la zona sísmica VI donde la categorización de peligro sísmico se establece como muy alta y se asigna un valor igual o mayor a 0.5 con respecto a la aceleración sísmica.

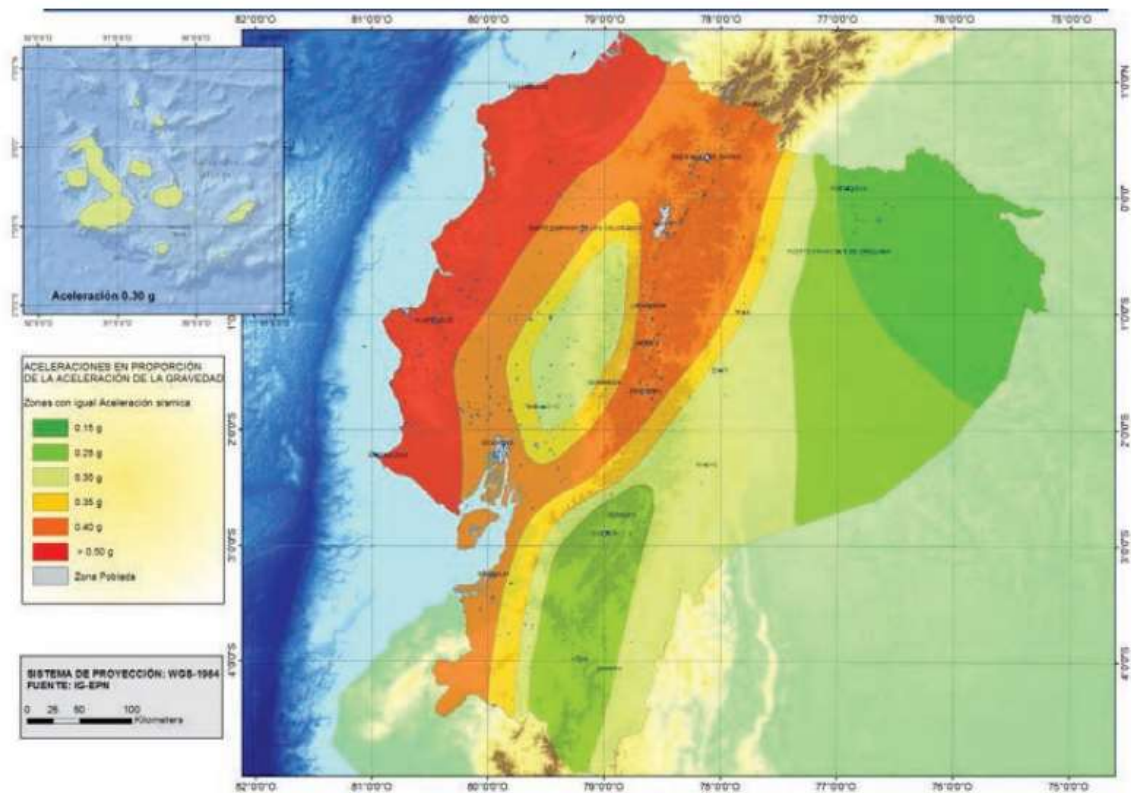


Figura 3.2 Mapa de zonas sísmicas de Ecuador [NEC, 2015]

### 3.2.2.5 Tipo de subsuelo

Debido a que no se posee un estudio de suelos previo, se consideran las condiciones más desfavorables para esta sección. El tipo de perfil seleccionado está dentro del rango D-E, es decir, ambos perfiles presentan condiciones últimas de terreno. Sin embargo, por practicidad se empleará el tipo de perfil D cuya descripción se indica en la siguiente imagen.

D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, $v$	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$

Figura 3.3 Clasificación del perfil de suelo [NEC, 2015]

### 3.2.2.6 Coeficientes de perfil de suelo

Una vez seleccionado el tipo de suelo y la zonificación sísmica, se procede a determinar los siguientes coeficientes: Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto ( $F_a$ ), amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño de roca ( $F_d$ ) y comportamientos no lineales de los suelos ( $F_s$ ).

Estos coeficientes son obtenidos mediante las tablas XIX, XX, XXI consideradas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción – Peligro Sísmico y sus valores son presentados en la siguiente tabla.

**Tabla 3.11 Coeficientes de perfil de suelo [Elaboración propia, 2022]**

Tipo de perfil de subsuelo	Zonificación sísmica y factor Z
D	VI – igual o mayor a 0.5 g
$F_a$	1.12
$F_d$	1.11
$F_s$	1.40

### 3.2.2.7 Relación de amplificación espectral

La sección 3.3.1 de la Norma Ecuatoriana de la Construcción – Peligro Sísmico considera que este dato varía en función de la región donde se encuentre ubicado nuestro proyecto. Para este caso, el Proyecto Integrador se encuentra ubicado en la región Costa y le corresponde el coeficiente  $\eta$  igual a 1.80.

### 3.2.2.8 Factor de reducción de resistencia sísmica

La Norma Ecuatoriana de la Construcción – Peligro Sísmico establece que existe dos grupos estructurales: sistemas dúctiles y sistema con ductilidad limitada. Al ser una estructura de acero con pórtico resistentes a momentos como lo indica la tabla no. 16 de la norma previamente mencionada, se establece de un coeficiente R igual a 2.5.

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada		R
<b>Pórticos resistentes a momento</b>		
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> , limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.		3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> con armadura electrosoldada de alta resistencia		2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.		2.5
<b>Muros estructurales portantes</b>		
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.		1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.		3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.		3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.		3

**Figura 3.4 Coeficientes de reducción de resistente sísmica para sistema estructurales de ductilidad limitada [NEC, 2015]**

### 3.2.2.9 Período de vibración T

Este parámetro permite determinar las condiciones iniciales de la seguridad estructural. Nuestra estructura corresponde a una estructura de acero con arriostramientos llamados blocking y posee una altura máxima de 6.4 metros. Por ende, los valores correspondientes se indican en la siguiente imagen y el resultado luego de esta.

Tipo de estructura	$C_t$	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75

**Figura 3.5 Coeficientes para determinar el período de vibración de una estructura [NEC, 2015]**

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (3.1)$$

$$T = 0.073(6.4^{0.75}) = 0.293 \text{ seg.}$$

### 3.2.2.10 Espectro de respuesta elástica e inelástica de diseño

Conforme a los datos obtenidos previamente se presenta la gráfica del espectro de respuesta elástica e inelástica de la estructura.

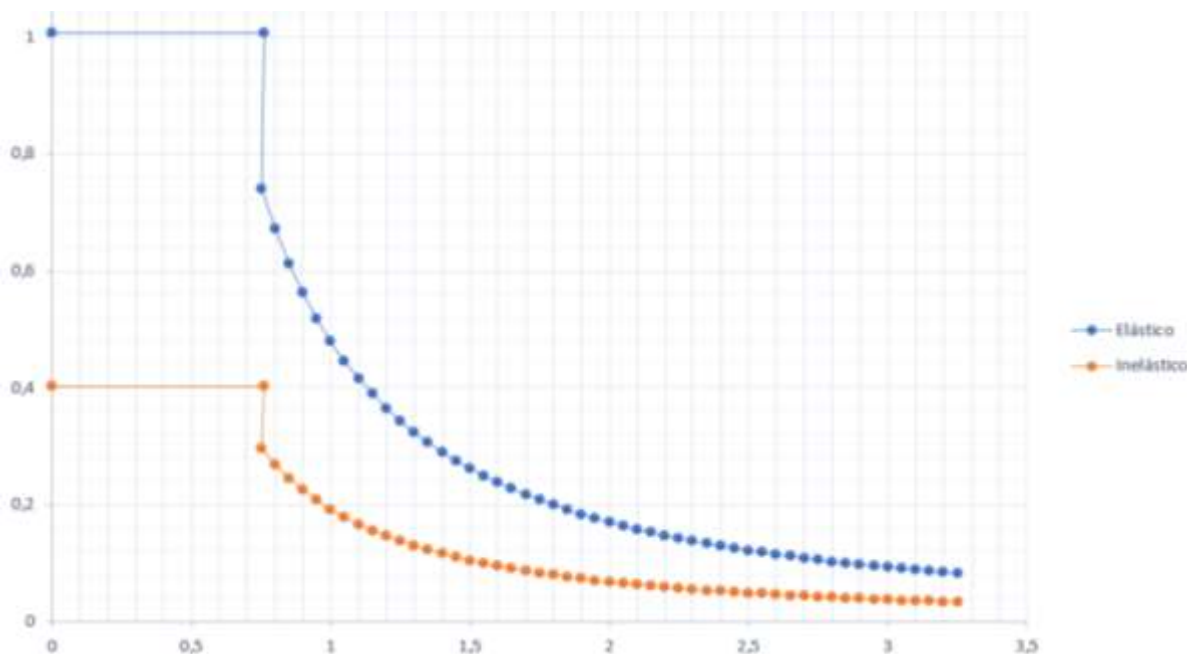


Figura 3.6 Espectro de respuesta elástico e inelástico [Elaboración propia, 2022]

## 3.2.3 Diseño de miembros estructurales

### 3.2.3.1 Vigas de entrepiso y cubierta de la sección cuartos

#### 3.2.3.1.1 Pre-dimensionamiento

Se establecen dos opciones de pre-dimensionamiento para las vigas de entrepiso:

1. Selección del perfil mediante la normativa AISI-S230
2. Verificación del módulo de sección requerido

Conforme a lo que menciona la tabla D3-1 de la normativa AISI-S230 se requiere saber tan solo la luz y carga viva que va a soportar la viga. Siendo así, la viga considera una luz máxima de 5.40 m. y una carga viva de 200 kg/m<sup>2</sup>. Por ende, el perfil seleccionado es PGC 254x1.50.

Sin embargo, se debe realizar la verificación especificada en el punto no. 2 para determinar si el perfil cumple con las solicitaciones. En primer lugar, se procede a determinar el peralte mínimo requerido para la viga de entrepiso.

$$h = L/25 \quad (3.2)$$

$$h = \frac{5.40}{25} = 0.22 \text{ m.} = 22 \text{ cm.}$$

Luego, se procede a determinar la carga que resistirá la viga. Para la verificación de la sección se debe considerar la carga factorizada y sin factorizar.

$$W_f = 1.2D + 1.6L \quad (3.3)$$

$$W_f = 1.2(26957.86) + 1.6(200) = 32669.43 \text{ kg.}$$

$$W = D + L \quad (3.4)$$

$$W = 26957.86 + 200 = 27157.86 \text{ kg.}$$

Se considera multiplicar la carga factorizada obtenida por 1.3 para simular la equivalencia de las fuerzas sísmicas.

$$W_f = 1.3(32669.43) = 42470.26 \text{ kg.}$$

La viga soporta la carga total en un área tributaria de 2.21 m<sup>2</sup> que se distribuye de manera uniforme en los 41 mm. del ala de la misma. Adicionalmente, se propone una modulación de 407 mm. Por ende, la carga distribuida sobre la viga es la siguiente.

$$W_{vf} = 161.46 \text{ kg} * \text{m}$$

$$W_v = 103.24 \text{ kg} * \text{m} = 1.03 \text{ KN} * \text{m}$$

Ahora bien, se procede a determinar el módulo de sección necesario para resistir las cargas impuestas.

$$M = \frac{W_{vf} L^2}{8} \quad (3.5)$$

$$M = \frac{(161.46)(5.40)^2}{8} = 588.50 \text{ kg} * m$$

La resistencia a la fluencia se toma de la tabla de propiedades mecánicas del catálogo TUGALT-CONSTRUSEC. La misma que indica que el valor es de 3400 kg/cm<sup>2</sup>.

$$S_{x\text{-requerido}} = \frac{M}{F_y * \phi_f} \quad (3.6)$$

$$S_{x\text{-requerido}} = \frac{(588.50)}{(3400)(0.95)} = 18.22 \text{ cm}^3$$

El perfil seleccionado posee un módulo de sección efectiva de 25.60 cm<sup>3</sup> y una inercia efectiva de 390.88 cm<sup>4</sup>. Con estos resultados, se afirma que el elemento cumple con el módulo de sección requerido. Sin embargo, se debe verificar la deflexión máxima.

$$\Delta_{m\acute{a}x} = L/240 \quad (3.7)$$

$$\Delta_{m\acute{a}x} = \frac{5.40}{240} = 0.0225 \text{ m.} = 22.50 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{viga} = \frac{5}{384} * \frac{W * L^4}{E * I} \quad (3.8)$$

$$\Delta_{viga} = \frac{5}{384} * \frac{1.03 * (540)^4}{2100000(390.88)} = 13.93 \text{ mm.}$$

Como se puede observar, la deformación total de la viga no supera ni el 70% de la capacidad máxima que posee el perfil seleccionado. Sin embargo, se deben realizar

otros análisis al elemento para asegurar que sus propiedades mecánicas cumplen las diferentes solicitaciones.

### 3.2.3.1.2 Propiedades del elemento

Tabla 3.12 Propiedades del perfil PGC 204X1.50 [CONSTRUSEC, 2022]

PERFIL PGC 204X1.50		
Descripción	Medida	Unidad
Espesor (t)	1.50	mm.
Ala (b)	41.00	mm.
Labio (d)	13.00	mm.
Radio (r)	1.92	mm.
Fy	340	MPa
Area	505.20	mm <sup>2</sup>
Peso	3.96	Kg/m
Rx	90.60	mm.
Ry	13.00	mm.

### 3.2.3.1.3 Análisis de abolladura del ala

#### Elementos uniformemente comprimidos con un rigidizador de borde

En primer lugar, se debe obtener el ancho plano del ala con la siguiente ecuación:

$$w = b - 2(r + t) \quad (3.9)$$

$$w = 41 - 2(1.92 + 1.50) = 34.16 \text{ mm.}$$

#### Sección efectiva

Para este cálculo y los siguientes se debe considerar que  $f = F_y$  debido a que el eje neutro se encuentra en la mitad del eje del alma del perfil.

$$w/t \quad (3.10)$$

$$\frac{w}{t} = \frac{34.16}{1.50} = 22.77$$



$$S = 1.28 \sqrt{\frac{E}{f}} \quad (3.11)$$

$$S = 1.28 * \sqrt{\frac{2100000}{3400}} = 31.81$$

Ahora bien, se debe verificar si esta sección efectiva es menor o mayor a la relación ancho-espesor del ala.

$$0.328 * S > o < \frac{w}{t} \quad (3.12)$$

$$0.328 * 31.81 = 10.43 < w/t$$

Como el resultado es menor que la relación ancho-espesor se procede a hacer uso de las siguientes ecuaciones:

$$I_a = 399 * t^4 * \left( \frac{w}{S} - 0.328 \right)^3 \leq t^4 * \left( 115 * \frac{w}{S} \right) + 5 \quad (3.13)$$

$$I_a = 399 * (1.50)^4 * \left( \frac{22.77}{31.81} - 0.328 \right)^3 \leq (1.50)^4 * \left( 115 * \frac{22.77}{31.81} + 5 \right)$$

$$I_a = 117.82 \leq 442.05$$

$$I_a = 117.82 \text{ mm}^4$$

$$I_s = \frac{d * t^3}{12} \quad (3.14)$$

$$I_s = \frac{(13 - (1.92 + 1.50))(1.50)^3}{12} = 2.69 \text{ mm}^4$$

Obtenido estos datos de inercia se debe considerar el siguiente punto como una condición para determinar los anchos efectivos.

$$R_I = \frac{I_s}{I_a} \leq 1 \quad (3.15)$$

$$R_I = \frac{2.69}{117.82} = 0.023 \leq 1$$

$$b_1 = \frac{w * R_I}{2} \quad (3.16)$$

$$b_1 = \frac{34.16 * 0.023}{2} = 0.39 \text{ mm.}$$

$$b_2 = 34.16 - 0.39 = 33.77 \text{ mm.}$$

$$d_s = (d - (r + t)) * R_I \quad (3.17)$$

$$d_s = (13 - (1.92 + 1.50)) * 0.023 = 0.22 \text{ mm.}$$

Adicionalmente, se deben obtener los coeficientes para el pandeo de la placa. Los mismos que deben cumplir ciertos lineamientos como se indica en las siguientes ecuaciones:

$$0.25 < \frac{d}{w} < 0.80 \text{ o } \frac{d}{w} \leq 0.25 \quad (3.18)$$

$$0.25 < \frac{0.22}{34.16} = 0.0064 < 0.8$$

$$n = \left(0.582 - \frac{w/t}{4 * S}\right) \geq \frac{1}{3} \quad (3.19)$$

$$n = \left(0.582 - \frac{22.77}{4(31.81)}\right) = 0.40 \geq \frac{1}{3}$$

Debido a que se cumple la segunda condición para la relación de ancho del labio contra ancho efectivo del ala se obtiene el siguiente coeficiente:

$$k = 3.57 * R_f^n + 0.43 \leq 4 \quad (3.20)$$

$$k = 3.57 * (0.023)^{0.40} + 0.43 = 1.22 \leq 4$$

Continuando con el análisis correspondiente, se procede a obtener el esfuerzo crítico de pandeo por flexión en la viga de entrepiso. Es válido mencionar que el coeficiente de Poisson para el acero es igual a 0.3.

$$F_{cr} = k * \frac{\pi^2 * E}{12 * (1 - \mu^2)} * \left(\frac{t}{w}\right)^2 \quad (3.21)$$

$$F_{cr} = 1.22 * \frac{\pi^2 * 2100000}{12 * (1 - (0.3)^2)} * \left(\frac{1.50}{34.16}\right)^2 = 4464.82 \frac{kg}{cm^2}$$

De igual forma, se calcula la esbeltez mediante la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{k}} * \left(\frac{w}{t}\right) * \sqrt{\frac{f}{E}} \leq 0.673 \text{ o } > 0.673 \quad (3.22)$$

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{1.22}} * (22.77) * \sqrt{\frac{3400}{2100000}} = 0.87$$

Como se cumple la segunda condición se debe considerar una reducción del ancho del plano que afectará al ancho efectivo.

$$\rho = \frac{(1 - \frac{0.22}{\lambda})}{\lambda} \quad (3.23)$$

$$\rho = \frac{(1 - \frac{0.22}{0.87})}{0.87} = 0.86$$

Finalmente, el ancho efectivo es el siguiente:

$$b = \rho * w \quad (3.24)$$

$$b = 0.86 * (34.16) = 29.38 \text{ mm.}$$

$$b_1 = \frac{28.38 * 0.023}{2} = 0.34 \text{ mm.}$$

$$b_2 = 28.01 - 0.34 = 27.67 \text{ mm.}$$

Para este análisis se puede concluir que existirá una abolladura en el ala debido a que se supera la esbeltez límite de 0.673. Sin embargo, para este tipo de secciones es algo conocido que exista este tipo de fallas. Mas, no quiere decir que no se deba realizar un refuerzo en la sección. Por consecuencia, se debe rigidizar la sección para evitar estas fallas en la viga como se indica en la normativa AISI-230.

#### 3.2.3.1.4 Análisis de abolladura del rigidizador

Para este caso, se considera el labio como un elemento no rigidizado con gradiente de tensiones donde las fibras del mismo se encuentran a compresión y este esfuerzo de compresión decrece hacia el borde. Por ende, se realiza una semejanza de triángulos para obtener los dos esfuerzos actuantes.

#### Rigidizador de planta alta

$$\frac{f}{7.0} = \frac{f_1}{(7.0 - (t + r))}$$

$$\frac{2300}{4.45} = \frac{f_1}{(4.45 - (0.093 + 0.192))}$$

$$f_1 = 2152.70 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\frac{f}{4.45} = \frac{f_2}{(4.45 - d)}$$

$$\frac{2300}{4.45} = \frac{f_2}{(4.45 - 1.3)}$$

$$f_2 = 1610.00 \frac{kg}{cm^2}$$

Luego, se procede a obtener el gradiente y coeficiente para pandeo de placa.

$$\psi = \left| \frac{f_2}{f_1} \right| \tag{3.25}$$

$$\psi = \left| \frac{f_2}{f_1} \right| = \left| \frac{1610.00}{2152.70} \right| = 0.75$$

$$k = \frac{0.578}{\psi + 0.34} \tag{3.26}$$

$$k = \frac{0.578}{0.75 + 0.34} = 0.53$$

De igual forma que en el procedimiento anterior, se debe obtener el ancho de plano del elemento.

$$D = 13 - (1.92 + 0.93) = 10.15 \text{ mm.}$$

Finalmente, se debe obtener el ancho efectivo del elemento considerando que  $f=f_1$  como lo indica la normativa correspondiente. La esbeltez se calcula con la ecuación (3.22).

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{0.53}} * \left(\frac{10.15}{0.93}\right) * \sqrt{\frac{2152.70}{2100000}} = 0.50$$

Para este análisis se puede concluir que no existirá una abolladura en el rigidizador debido a que no supera la esbeltez límite de 0.673.

### Rigidizador de planta baja

$$\frac{f}{7.0} = \frac{f_1}{(7.0 - (t + r))}$$

$$\frac{2300}{4.45} = \frac{f_1}{(4.45 - (0.120 + 0.192))}$$

$$f_1 = 2138.74 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\frac{f}{4.45} = \frac{f_2}{(4.45 - d)}$$

$$\frac{2300}{4.45} = \frac{f_2}{(4.45 - 1.3)}$$

$$f_2 = 1610.00 \frac{kg}{cm^2}$$

Luego, se procede a obtener el gradiente y coeficiente para pandeo de placa.

$$\psi = \left| \frac{f_2}{f_1} \right| = \left| \frac{1610.00}{2138.74} \right| = 0.75$$

$$k = \frac{0.578}{0.75 + 0.34} = 0.53$$

De igual forma que en el procedimiento anterior, se debe obtener el ancho de plano del elemento.

$$D = 13 - (1.92 + 1.20) = 9.88 \text{ mm.}$$

Finalmente, se debe obtener el ancho efectivo del elemento considerando que  $f=f_1$  como lo indica la normativa correspondiente.

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{0.53}} * \left(\frac{9.88}{1.20}\right) * \sqrt{\frac{2138.74}{2100000}} = 0.38$$

Para este análisis se puede concluir que no existirá una abolladura en el rigidizador debido a que no supera la esbeltez límite de 0.673.

### 3.2.3.1.5 Análisis de abolladura del alma

Para el alma se considera esfuerzos similares que el procedimiento anterior, con la diferencia que un esfuerzo se encuentra a compresión y otro a tracción. Sin embargo, el valor de  $f_1$  obtenido en el labio es el valor considera para el alma en ambos esfuerzos. Por ende, no se requiere del cálculo del gradiente que será igual 1.

$$\frac{f}{12.7} = \frac{f_1}{(12.7 - (t + r))}$$

$$\frac{3400}{12.7} = \frac{f_1}{(12.7 - (0.150 + 0.192))}$$

$$f_1 = 3308.44 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\frac{f}{12.7} = \frac{f_2}{(12.7 - (t + r))}$$

$$\frac{3400}{12.7} = \frac{f_2}{(12.7 - (0.150 + 0.192))}$$

$$f_2 = 3308.44 \frac{kg}{cm^2}$$

### Ancho del plano del elemento

Se considera el mismo procedimiento que los dos elementos anteriores.

$$w = 254 - 2(1.50 + 1.92) = 247.16 \text{ mm.}$$

### Coefficiente de pandeo de placa

$$k = 4 + 2 * (1 + \psi)^3 + 2 * (1 + \psi) \quad (3.27)$$

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

Finalmente, se debe obtener el ancho efectivo del elemento considerando que  $f=f_1$  como lo indica la normativa correspondiente. La esbeltez se calcula con la ecuación (3.22).

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{24}} * \left( \frac{247.16}{1.5} \right) * \sqrt{\frac{3308.44}{2100000}} = 1.40$$

Como se supera la esbeltez máxima se debe realizar una reducción al ancho efectivo mediante la ecuación (3.23) y (3.24).

$$\rho = \frac{(1 - \frac{0.22}{1.40})}{1.40} = 0.60$$

$$b = 0.60 * (247.16) = 148.30 \text{ mm.}$$

Sin embargo, se debe considerar la limitación de que la sumatoria entre  $b_1$  y  $b_2$  no sea mayor que la parte comprimida del alma. Adicionalmente, la obtención de  $b_1$  y  $b_2$  depende de la siguiente ecuación:



$$\frac{h_0}{b_0} \leq 4 \text{ o } > 4 \quad (3.28)$$

$$\frac{h_0}{b_0} = \frac{254}{41} = 6.20$$

Conforme a lo observado se cumple la segunda condición donde la relación de la altura del alma respecto al ancho del ala es mayor a 4 y se deben considerar los siguientes aspectos.

$$b_1 = \frac{b}{(3 + \psi)} \quad (3.29)$$

$$b_1 = \frac{148.30}{(3 + 1)} = 37.08 \text{ mm.}$$

$$b_2 = \frac{b}{(1 + \psi)} - b_1 \quad (3.30)$$

$$b_2 = \frac{148.30}{(1 + 1)} - 37.08 = 37.07 \text{ mm.}$$

### Parte comprimida

$$PC = P_{\text{eje-neutro}} - (t + r) \quad (3.31)$$

$$PC = 127 - (1.50 + 1.92) = 123.58 \text{ mm.}$$

$$b_1 + b_2 \leq PC$$

Se puede verificar que existirá una abolladura en el alma debido a que la sumatoria de los anchos efectivos es inferior a la dimensión de la parte comprimida. Sin embargo, para este tipo de secciones es algo conocido que exista este tipo de fallas. Mas, no quiere decir que no se deba realizar un refuerzo en la sección. Por consecuencia, se debe

rigidizar la sección para evitar estas fallas en la viga como se indica en la normativa AISI-S230.

### 3.2.3.1.6 Momento nominal y resistente

$$M_{nominal} = S_{xe} * F_y \quad (3.32)$$

$$M_{nominal} = (25.76)(3400) = 875.84 \text{ kg} * m$$

Para determinar el momento nominal se debe considerar un  $\phi_f$  de 0.95 debido a que se posee un ala comprimida en la mayoría de los cosos.

$$M_{resistente} = \phi_f * M_{nominal} \quad (3.33)$$

$$M_{resistente} = 0.95 * 875.84 = 832.05 \text{ kg} * m$$

Ahora, se presenta el valor del momento actuante obtenido mediante ETABS.



Figura 3.7 Momento actuante en la viga del perfil PGC 254X1.50 [Etabs, 2022]

$$M_{actuante} = 284.30 \text{ kg} * m$$

$$M_{actuante} < M_{resistente}$$

En base a este resultado se puede verificar que el momento actuante está por debajo del momento resistente y, por lo tanto, el perfil seleccionado PGC 254X1.50 cumple con las solicitaciones previamente calculadas.

### 3.2.3.1.7 Deformaciones

Ahora bien, respecto a la deformación máxima la normativa indica que se debe considerar una relación L/360 y el catálogo CONSTRUSEC la relación de L/240 para carga total. En este caso, tomaremos el caso más desfavorable.

$$\Delta_{max} = L/360 \tag{3.34}$$

$$\Delta_{max} = \frac{5.40}{360} = 15 \text{ mm.}$$

Mediante la ecuación (3.34) se obtiene una deformación máxima de 15 mm. La deformación total obtenida en la viga se obtuvo en la ecuación (3.8) siendo el valor de 13.93 mm. Adicionalmente, mediante Etabs se obtuvo una deformación de 4.37 mm. como se refleja en la Figura 3.7. Con este argumento, se puede asegurar que el perfil seleccionado cumplirá en cuanto a las deformaciones.

### 3.2.3.1.8 Momento resistente a pandeo local

#### Tensión de pandeo elástico por flexión

Para este caso, (L/r) dependerá de la máxima relación de la sección crítica entre  $\left\{ \frac{L_x}{r_x} \mid \frac{L_y}{r_y} \right\}$ .

Las mismas que se detallan a continuación.

**Tabla 3.13 Datos para obtener el pandeo elástico [CONSTRUSEC, 2022]**

$L_x$	2440.00	mm.
$L_y$	407.00	mm.

$R_x$	90.60	mm.
$R_y$	13.00	mm.

$$\max\left\{\frac{2440}{90.60}, \frac{407.00}{13.00}\right\} = \max\{26.93, 31.31\} = 31.31$$

$$F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)_{max}^2} \quad (3.35)$$

$$F_e = \frac{\pi^2(2100000)}{(31.31)^2} = 21142.33 \frac{kg}{cm^2}$$

Ahora, se consideran tres condiciones para determinar el momento resistente.

$$F_e \geq 2.78 * F_y \quad (3.36)$$

$$2.78 * F_y > F_e > 0.56 * F_y \quad (3.37)$$

$$F_e \leq 0.56 * F_y \quad (3.38)$$

La condición que cumple es la primera, la misma que establece que  $F_c = F_y$ .

$$2.78 * 3400 = 9452 \frac{kg}{cm^2}$$

$$F_c = 3400 \frac{kg}{cm^2}$$

### Momento resistente

Se considera  $\phi_b$  igual a 0.9 con la metodología de diseño LRFD.

$$M_{resistente} = \phi_b * S_e * F_c \quad (3.39)$$

$$M_{resistente} = (0.9)(25.76)(3400) = 788.26 \text{ kg} * m$$

El momento resistente por pandeo local es menor al momento resistente obtenido para flexión. Por consecuencia, se debe establecer arriostramientos en la viga. Para este sistema los mismos vienen dado por diafragmas de rigidización, el mismo que se considera como un arriostramiento continuo.

### 3.2.3.1.9 Resistencia de la viga por cortante

De igual manera que en los cálculos anteriores, se deben considerar diferentes condiciones para analizar la resistencia por cortante.

$$\frac{a}{h} \leq 1 \text{ o } > 1 \quad (3.40)$$

Debido a los diafragmas de rigidización no posee una distancia libre entre rigidizadores transversales. Sin embargo, la estructura debe ser independiente de los diafragmas y para este caso, se tomará la distancia de 2.44 m. con arriostramientos. Los mismos que son denominados blocking.

$$\frac{2440}{254} = 9.61 > 1$$

Con esta consideración, se establece la siguiente ecuación:

$$k_v = 5.34 + \frac{4}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} \quad (3.41)$$

$$k_v = 5.34 + \frac{4}{(9.61)^2} = 5.38$$

Ahora, se debe calcular la relación de peralte – espesor del alma y otras limitaciones.

$$h/t \quad (3.42)$$

$$\frac{h}{t} = \frac{254}{1.50} = 169.33$$

$$\frac{h}{t} \leq \sqrt{\frac{E * k_v}{F_y}} \quad (3.43)$$

$$\sqrt{\frac{E * k_v}{F_y}} < \frac{h}{t} \leq 1.51 * \sqrt{\frac{E * k_v}{F_y}} \quad (3.44)$$

$$\frac{h}{t} > 1.51 * \sqrt{\frac{E * k_v}{F_y}} \quad (3.45)$$

$$\sqrt{\frac{2100000 * 5.38}{3400}} = 57.64$$

Conforme al resultado mostrado en la parte superior se puede verificar que se cumple la tercera condición y, por ende, se hará uso de la siguiente ecuación:

$$F_v = 0.904 * \frac{E * k_v}{\left(\frac{h}{t}\right)^2} \quad (3.46)$$

$$F_v = 0.904 * \frac{2100000(5.38)}{(169.33)^2} = 356.21 \frac{kg}{cm^2}$$

### Resistente a corte y resistente a corte nominal

Se considera un área del alma de 5.05 cm<sup>2</sup> y un coeficiente  $\phi_v$  de 0.95 para la obtención de resultados en las siguientes ecuaciones.

$$v_{nominal} = A_w * F_v \quad (3.47)$$

$$v_{nominal} = 5.05 * 356.21 = 1798.86 \text{ kg}$$

$$v_{resistente} = \phi_v * v_{nominal} \quad (3.48)$$

$$v_{resistente} = (0.95)(1798.86) = 1708.92 \text{ kg}$$

El cortante actuante se toma de la Figura 3.7.

$$v_{actuante} = 363.06 \text{ kg}$$

$$v_{actuante} < v_{resistente}$$

Bajo este análisis se comprende que la viga posee suficiente resistencia a corte para las solicitaciones impuestas.

### 3.2.3.1.10 Resistencia a la abolladura del alma

Para este cálculo se hará uso de coeficientes de la tabla C3.4 1-2 de la normativa AISI-S240 Diseño estructural. La misma que determina los siguientes valores indicando que la condición es fijada al soporte, con una ala rigidizada y cargada en carga extrema. Además, el apoyo real de la viga es propuesta por la dimensión del alma del track PGC 89x1.20.

**Tabla 3.14 Factores de seguridad, resistencia y coeficientes de secciones C [AISI-S240, 2007]**

$C$	4
$C_R$	0.14
$C_N$	0.35
$C_H$	0.02
$\phi_w$ (LFRD)	0.85
Límite $\frac{r}{t} \leq 9$	$\frac{1.92}{1.50} = 1.28 \leq 9$

$$P_n = C * t^2 * F_y * \sin \theta * \left(1 - C_R * \sqrt{\frac{r}{t}}\right) * \left(1 + C_N * \sqrt{\frac{N}{t}}\right) * \left(1 - C_R * \sqrt{\frac{H}{t}}\right) \quad (3.49)$$

Es válido mencionar que la ecuación (3.49) se puede usar solo si se cumplen las 4 siguientes condiciones.

$$\frac{h}{t} = \frac{254}{1.50} = 169.33 \leq 200$$

$$\frac{N}{t} = \frac{89}{1.50} = 59.33 \leq 210$$

$$\frac{N}{h} = \frac{89}{254} = 0.35 \leq 2$$

$\theta = 90^\circ$  angulo entre apoyo y alma

Como se puede observar, se cumplen las condiciones para el uso de la tabla C3.4 1-2 y se prosigue al análisis.

$$P_n = C * t^2 * F_y * \sin \theta * \left(1 - C_R * \sqrt{\frac{r}{t}}\right) * \left(1 + C_N * \sqrt{\frac{N}{t}}\right) * \left(1 - C_R * \sqrt{\frac{H}{t}}\right)$$

$$P_n = 4 * (0.15)^2 * 3400 * \sin(90) * \left(1 - 0.14 * \sqrt{\frac{1.92}{1.50}}\right) * \left(1 + 0.35 * \sqrt{\frac{89}{1.50}}\right) * \left(1 - 0.02 * \sqrt{\frac{254}{1.50}}\right) = 4140.86 \text{ kg}$$

$$P_{resistente} = \phi_w * P_n \quad (3.50)$$



$$P_{resistente} = 0.85 * 4140.86 = 3519.73 \text{ kg}$$

La carga axial actuante es la siguiente:

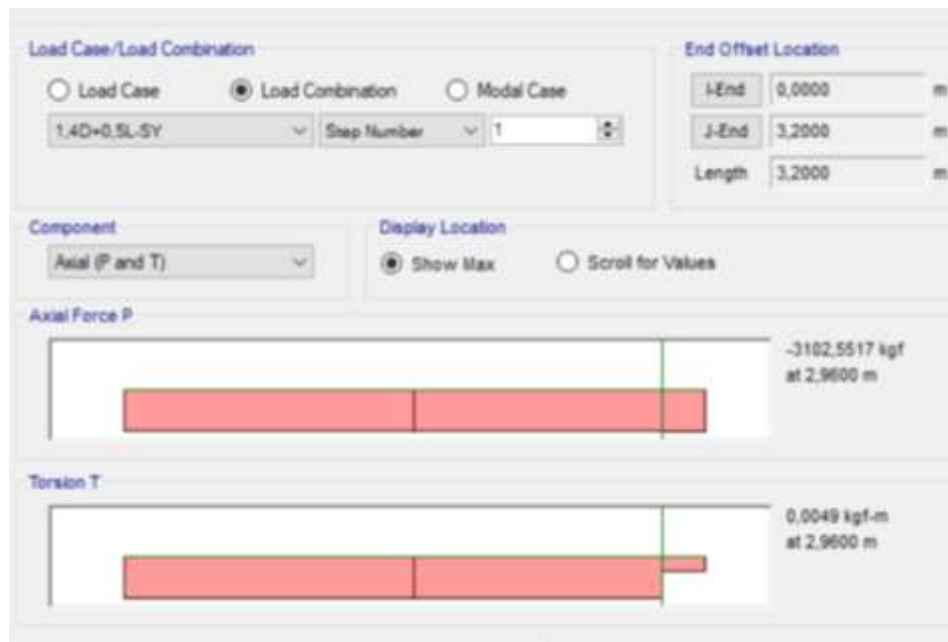


Figura 3.8 Detalle de carga axial en perfil PGC 254X1.50 [Etabs, 2022]

$$P_{actuante} = 3102.55 \text{ kg}$$

$$P_{actuante} < P_{resistente}$$

Conforme al resultado obtenido se concluye que se no debe rigidizar el extremo del alma de la viga con el mismo tipo de perfil. Sin embargo, la normativa sugiere o recomienda realizar refuerzos en la sección de vigas para evitar que falle en el alma. Para esto, se presenta la resistencia a carga axial del rigidizador PGC 89x1.20.

$$P_{resistente} = 3646.90 \text{ kg}$$

Con el dato presentado se puede asegurar que el rigidizador aguantará la carga axial del extremo y que la misma será distribuida a los montantes correspondientes.

### 3.2.3.1.11 Conexiones de viga

Conforme a lo mencionado por Danneman (2007) en la normativa ILAFA (una traducción de la normativa AISI-S230), las vigas de entrepiso deben tener 3 puntos de conexión como se menciona en la tabla D2-2 de tal documento. Sin embargo, para este caso se empleará un número distinto de tornillo que supera o iguala el mínimo establecido y perforaciones adicionales para conectar los elementos estructurales.

**Tabla 3.15 Conexiones establecidas para viga de entrepiso [Elaboración propia, 2022]**

<b>Conexión de viga de entrepiso a solera superior de montante de planta baja y alta.</b>	2 tornillos N10 por cada viga.
<b>Conexión de extremo de viga de entrepiso a cenefa.</b>	2 tornillo N10 por cada viga. 1 tornillo en cada ala de la cenefa.
<b>Conexión de placa de revestimiento a viga de entrepiso.</b>	150 mm. en bordes de placa y 300 mm. en vigas intermedias a placa.
<b>Conexión de rigidizador a viga de entrepiso (alma a alma)</b>	4 tornillos N10 por cada viga.

### 3.2.3.1.12 Resumen de diseño final

Conforme al análisis previo se presenta la tabla resumen para vigas de entrepiso.

**Tabla 3.16 Resumen del diseño final para vigas de entrepiso [Elaboración propia, 2022]**

<b>Perfil seleccionado</b>	PGC 254x1.50 (Tugalt)
<b>Restricciones</b>	Blocking cada 2.44 m. PGU 254X1.50
<b>Modulación</b>	407 mm. en dirección Y.
<b>Rigidizador de alma</b>	PGC 89x1.20 (Tugalt) en planta baja y PGC 89x0.93 (Tugalt) en planta alta
<b>Método de rigidización</b>	PLACA OSB

### 3.2.3.2 Vigas de cubierta de la sección cocina

#### 3.2.3.2.1 Pre-dimensionamiento

Conforme a lo que menciona la tabla D3-1 de la normativa AISI-S230 se requiere saber tan solo la luz y carga viva que va a soportar la viga. Siendo así, la viga considera una luz máxima de 7.66 m. y una carga viva de 70 kg/m<sup>2</sup>. Por ende, el perfil seleccionado es PGC 305x2.60.

Sin embargo, se debe realizar la verificación para determinar si el perfil cumple con las solicitaciones. En primer lugar, se procede a determinar el peralte mínimo requerido para la viga de cubierta.

$$h = \frac{7.66}{25} = 0.306 \text{ m.} = 31 \text{ cm.}$$

Luego, se procede a determinar la carga que resistirá la viga. Para la verificación de la sección se debe considerar la carga factorizada y sin factorizar.

$$W_f = 1.2(6832.77) + 1.6(70) = 8311.32 \text{ kg.}$$

$$W = 6832.77 + 70 = 6902.77 \text{ kg.}$$

Se considera multiplicar la carga factorizada obtenida por 1.3 para simular la equivalencia de las fuerzas sísmicas.

$$W_f = 1.3(8311.32) = 10804.72 \text{ kg.}$$

La viga soporta la carga total en un área tributaria de 2.21 m<sup>2</sup> que se distribuye de manera uniforme en los 4 mm. del ala de la misma. Adicionalmente, se propone una modulación de 407 mm. Por ende, la carga distribuida sobre la viga es la siguiente.

$$W_{vf} = 56.08 \text{ kg/m}$$

$$W_v = 35.83 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 0.36 \text{ KN/m}$$

Ahora bien, se procede a determinar el módulo de sección necesario para resistir las cargas impuestas.

$$M = \frac{(56.08)(7.66)^2}{8} = 411.32 \text{ kg} * \text{m}$$

La resistencia a la fluencia se toma de la tabla de propiedades mecánicas del catálogo TUGALT-CONSTRUSEC. La misma que indica que el valor es de 3400 kg/cm<sup>2</sup>.

$$S_{x-requerido} = \frac{(411.32)}{(3400)(0.95)} = 12.73 \text{ cm}^3$$

El perfil seleccionado posee un módulo de sección efectiva de 67.04 cm<sup>3</sup> y una inercia efectiva de 1112.79 cm<sup>4</sup>. Con estos resultados, se afirma que el elemento cumple con el módulo de sección requerido. Sin embargo, se debe verificar la deflexión máxima.

$$\Delta_{m\acute{a}x} = \frac{7.66}{240} = 0.032 \text{ m.} = 32 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{viga} = \frac{5}{384} * \frac{0.36 * (766)^4}{2100000(1112.79)} = 6.91 \text{ mm.}$$

Como se puede observar, la deformación total de la viga no supera ni el 30% de la capacidad máxima que posee el perfil seleccionado. Sin embargo, se deben realizar otros análisis al elemento para asegurar que sus propiedades mecánicas cumplen las diferentes solicitaciones.

### 3.2.3.2.2 Propiedades del elemento

**Tabla 3.17 Propiedades del perfil PGC 305X2.60 [CONSTRUSEC, 2022]**

PERFIL PGC 305x2.60		
Descripción	Medida	Unidad
Espesor (t)	2.60	mm.
Ala (b)	41.00	mm.
Labio (d)	13.00	mm.
Radio (r)	1.92	mm.
Fy	340	MPa
Área	1016.80	mm <sup>2</sup>
Peso	7.97	Kg/m
Rx	105.10	mm.

Ry	11.70	mm.
----	-------	-----

### 3.2.3.2.3 Análisis de abolladura del ala

#### Elementos uniformemente comprimidos con un rigidizador de borde

En primer lugar, se debe obtener el ancho plano del ala con la siguiente ecuación:

$$w = 41 - 2(1.92 + 2.60) = 31.96 \text{ mm.}$$

#### Sección efectiva

Para este cálculo y los siguientes se debe considerar que  $f = F_y$  debido a que el eje neutro se encuentra en la mitad del eje del alma del perfil.

$$\frac{w}{t} = \frac{31.96}{2.60} = 12.29$$

$$S = 1.28 * \sqrt{\frac{2100000}{3400}} = 31.81$$

Ahora bien, se debe verificar si esta sección efectiva es menor o mayor a la relación ancho-espesor del ala.

$$0.328 * 31.81 = 10.43 < w/t$$

Como el resultado es menor que la relación ancho-espesor se procede a hacer uso de la ecuación (3.13):

$$I_a = 399 * (2.60)^4 * \left( \frac{12.29}{31.81} - 0.328 \right)^3 \leq (2.60)^4 * \left( 115 * \frac{12.29}{31.81} + 5 \right)$$

$$I_a = 3.62 \leq 2258.88$$

$$I_a = 3.62 \text{ mm}^4$$

$$I_s = \frac{(13 - (1.92 + 2.60))(2.60)^3}{12} = 12.42 \text{ mm}^4$$

Obtenido estos datos de inercia se debe considerar el siguiente punto como una condición para determinar los anchos efectivos.

$$R_I = \frac{12.42}{3.62} = 3.43 \leq 1$$

Como la relación es mayor a 1 se debe seleccionar el valor de 1 como el resultado de  $R_I$ .

$$b_1 = \frac{31.96 * 1}{2} = 15.98 \text{ mm.}$$

$$b_2 = 31.96 - 15.98 = 15.98 \text{ mm.}$$

$$d_s = (13 - (1.92 + 2.60)) * 1 = 8.48 \text{ mm.}$$

Adicionalmente, se deben obtener los coeficientes para el pandeo de la placa. Los mismos que deben cumplir ciertos lineamientos como se indica en las siguientes ecuaciones:

$$0.25 < \frac{8.48}{31.96} = 0.27 < 0.8$$

$$n = \left( 0.582 - \frac{12.29}{4(31.81)} \right) = 0.49 \geq \frac{1}{3}$$

Debido a que se cumple la primera condición (caso opuesto a la primera viga) para la relación de ancho del labio contra ancho efectivo del ala se obtiene el siguiente coeficiente:

$$k = \left( 4.82 - \frac{5 * 8.48}{31.96} \right) * (1)^{0.49} + 0.43 = 3.92 \leq 4$$

Continuando con el análisis correspondiente, se procede a obtener el esfuerzo crítico de pandeo por flexión en la viga de entrepiso. Es válido mencionar que el coeficiente de Poisson para el acero es igual a 0.3.

$$F_{cr} = 3.92 * \frac{\pi^2 * 2100000}{12 * (1 - (0.3)^2)} * \left(\frac{2.60}{31.96}\right)^2 = 49239.73 \frac{kg}{cm^2}$$

De igual forma, se calcula la esbeltez mediante la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{3.92}} * (12.29) * \sqrt{\frac{3400}{2100000}} = 0.26$$

Como se cumple la primera condición no se debe considerar una reducción del ancho del plano que afectará al ancho efectivo.

Para este análisis se puede concluir que no existirá una abolladura en el ala debido a que se supera la esbeltez límite de 0.673. Sin embargo, para este tipo de secciones es algo conocido que exista este tipo de fallas. Mas, no quiere decir que no se deba realizar un refuerzo en la sección. Por consecuencia, se debe rigidizar la sección para evitar estas fallas en la viga como se indica en la normativa AISI-230.

#### 3.2.3.2.4 Análisis de abolladura del rigidizador

Para este caso, se considera el labio como un elemento no rigidizado con gradiente de tensiones donde las fibras del mismo se encuentran a compresión y este esfuerzo de compresión decrece hacia el borde. Por ende, se realiza una semejanza de triángulos para obtener los dos esfuerzos actuantes.

$$\frac{f}{7.0} = \frac{f_1}{(7.0 - (t + r))}$$

$$\frac{3400}{7.0} = \frac{f_1}{(7.0 - (0.150 + 0.192))}$$

$$f_1 = 3233.89 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\frac{f}{7.0} = \frac{f_2}{(7.0 - d)}$$

$$\frac{3400}{7.0} = \frac{f_2}{(7.0 - 1.3)}$$

$$f_2 = 2768.57 \frac{kg}{cm^2}$$

Luego, se procede a obtener el gradiente y coeficiente para pandeo de placa.

$$\psi = \left| \frac{f_2}{f_1} \right| = \left| \frac{2768.57}{3233.89} \right| = 0.86$$

$$k = \frac{0.578}{0.86 + 0.34} = 0.48$$

De igual forma que en el procedimiento anterior, se debe obtener el ancho de plano del elemento.

$$D = 13 - (1.92 + 1.50) = 9.58 \text{ mm.}$$

Finalmente, se debe obtener el ancho efectivo del elemento considerando que  $f=f_1$  como lo indica la normativa correspondiente. La esbeltez se calcula con la ecuación (3.22).

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{0.48}} * \left( \frac{9.58}{1.50} \right) * \sqrt{\frac{3233.89}{2100000}} = 0.38$$

Para este análisis se puede concluir que no existirá una abolladura en el rigidizador debido a que no supera la esbeltez límite de 0.673.



### 3.2.3.2.5 Análisis de abolladura del alma

Para el alma se considera esfuerzos similares que el procedimiento anterior, con la diferencia que un esfuerzo se encuentra a compresión y otro a tracción. Sin embargo, el valor de  $f_1$  obtenido en el labio es el valor considera para el alma en ambos esfuerzos. Por ende, no se requiere del cálculo del gradiente que será igual 1.

$$\frac{f}{15.25} = \frac{f_1}{(15.25 - (t + r))}$$

$$\frac{3400}{15.25} = \frac{f_1}{(15.25 - (0.260 + 0.192))}$$

$$f_1 = 3299.23 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\frac{f}{15.25} = \frac{f_2}{(15.25 - (t + r))}$$

$$\frac{3400}{15.25} = \frac{f_2}{(15.25 - (0.260 + 0.192))}$$

$$f_2 = 3299.23 \frac{kg}{cm^2}$$

### Ancho del plano del elemento

Se considera el mismo procedimiento que los dos elementos anteriores.

$$w = 305 - 2(2.60 + 1.92) = 295.96 \text{ mm.}$$

### Coefficiente de pandeo de placa

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

Finalmente, se debe obtener el ancho efectivo del elemento considerando que  $f=f_1$  como lo indica la normativa correspondiente. La esbeltez se calcula con la ecuación (3.22).

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{24}} * \left( \frac{295.96}{2.60} \right) * \sqrt{\frac{3299.23}{2100000}} = 0.97$$

Como se supera la esbeltez máxima se debe realizar una reducción al ancho efectivo mediante la ecuación (3.23) y (3.24).

$$\rho = \frac{(1 - \frac{0.22}{0.97})}{0.97} = 0.80$$

$$b = 0.80 * (295.96) = 236.77 \text{ mm.}$$

Sin embargo, se debe considerar la limitación de que la sumatoria entre b1 y b2 no sea mayor que la parte comprimida del alma. Adicionalmente, la obtención de b1 y b2 depende de la siguiente ecuación:

$$\frac{h_0}{b_0} = \frac{305}{41} = 7.44$$

Conforme a lo observado se cumple la segunda condición donde la relación de la altura del alma respecto al ancho del ala es mayor a 4 y se deben considerar los siguientes aspectos.

$$b_1 = \frac{236.77}{(3 + 1)} = 59.19 \text{ mm.}$$

$$b_2 = \frac{236.77}{(1 + 1)} - 59.19 = 59.20 \text{ mm.}$$

### **Parte comprimida**

$$PC = 152.5 - (2.60 + 1.92) = 147.98 \text{ mm.}$$

$$b_1 + b_2 \leq PC$$

Se puede verificar que existirá una abolladura en el alma debido a que la sumatoria de los anchos efectivos es inferior a la dimensión de la parte comprimida. Sin embargo, para este tipo de secciones es algo conocido que exista este tipo de fallas. Mas, no quiere decir que no se deba realizar un refuerzo en la sección. Por consecuencia, se debe rigidizar la sección para evitar estas fallas en la viga como se indica en la normativa AISI-S230.

### 3.2.3.2.6 Momento nominal y resistente

$$M_{nominal} = (67.04)(3400) = 2279.36 \text{ kg} * \text{m}$$

Para determinar el momento nominal se debe considerar un  $\phi_f$  de 0.95 debido a que se posee un ala comprimida en la mayoría de los casos.

$$M_{resistente} = 0.95 * 2279.36 = 2165.39 \text{ kg} * \text{m}$$

Ahora, se presenta el valor del momento actuante obtenido mediante ETABS.

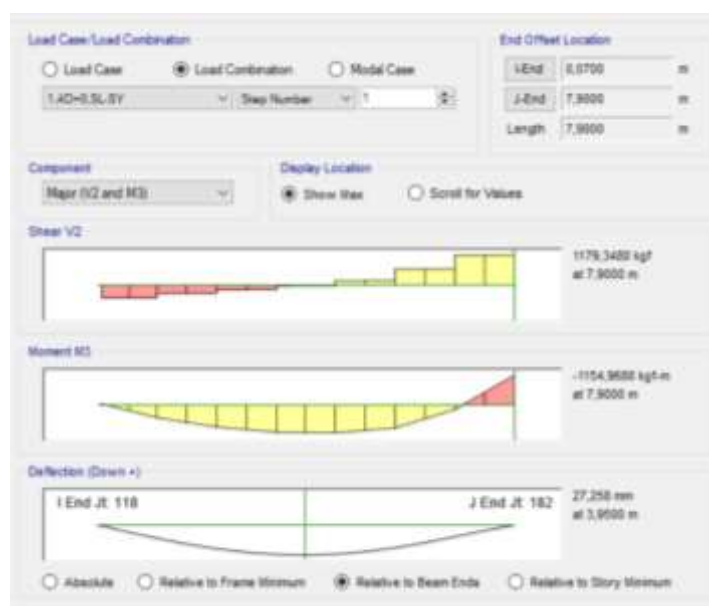


Figura 3.9 Momento actuante en la viga del perfil PGC 305x2.60 [Etabs, 2022]

$$M_{actuante} = 1154.97 \text{ kg}$$

$$M_{actuante} < M_{resistente}$$

En base a este resultado se puede verificar que el momento actuante está por debajo del momento resistente y, por lo tanto, el perfil seleccionado PGC 305X2.60 cumple con las solicitaciones previamente calculadas.

### 3.2.3.2.7 Deformaciones

Ahora bien, respecto a la deformación máxima la normativa indica que se debe considerar una relación L/360 y el catálogo CONSTRUSEC la relación de L/240 para carga total. En este caso, tomaremos el caso más desfavorable.

$$\Delta_{max} = \frac{7.66}{360} = 21.28 \text{ mm.}$$

Se obtiene una deformación máxima de 21.28 mm. La deformación total obtenida en la viga es de 27.26 mm. A partir de este dato se debe considerar el refuerzo de la sección en cuanto a las deformaciones. Para esto se aplican los blocking cada 2.44 metros. Con este argumento, se puede asegurar que el perfil seleccionado cumplirá en cuanto a las deformaciones debido a la reducción de las mismas por arriostramientos.

### 3.2.3.2.8 Momento resistente a pandeo local

#### Tensión de pandeo elástico por flexión

Para este caso, (L/r) dependerá de la máxima relación de la sección crítica entre  $\left\{ \frac{L_x}{r_x} \mid \frac{L_y}{r_y} \right\}$ .

Las mismas que se detallan a continuación.

**Tabla 3.18 Datos para obtener el pandeo elástico [CONSTRUSEC, 2022]**

$L_x$	407.00	mm.
$L_y$	2440.00	mm.
$R_x$	105.10	mm.
$R_y$	11.70	mm.

$$\max\left\{\frac{407}{105.10}, \frac{2440.00}{11.70}\right\} = \max\{3.87, 208.55\} = 208.55$$

$$F_e = \frac{\pi^2(2100000)}{(208.55)^2} = 476.54 \frac{kg}{cm^2}$$

Ahora, se consideran tres condiciones indicadas en las ecuaciones (3.36), (3.37), (3.38) para determinar el momento resistente.

La condición que cumple es la tercera, la mismo que establece que  $F_c = F_e$ .

$$0.56 * 3400 = 1904 \frac{kg}{cm^2}$$

$$F_c = 476.54 \frac{kg}{cm^2}$$

### Momento resistente

Se considera  $\varphi_b$  igual a 0.9 con la metodología de diseño LRFD.

$$M_{resistente} = \varphi_b * S_e * F_c \quad (3.51)$$

$$M_{resistente} = (0.9)(67.04)(476.54) = 287.53 \text{ kg} * m$$

El momento resistente por pandeo local es menor al momento resistente obtenido para flexión. Por consecuencia, se debe establecer arriostramientos en la viga. Para este sistema los mismos vienen dado por diafragmas de rigidización, el mismo que se considera como un arriostramiento continuo.

### 3.2.3.2.9 Resistencia de la viga por cortante

De igual manera que en los cálculos anteriores, se deben considerar diferentes condiciones para analizar la resistencia por cortante.

Debido a los diafragmas de rigidización no posee una distancia libre entre rigidizadores transversales. Sin embargo, la estructura debe ser independiente de los diafragmas y para este caso, se tomará la distancia de 2.44 m. con arriostramientos. Los mismos que son denominados blocking.

$$\frac{2440}{305} = 8 > 1$$

Con esta consideración, se establece la siguiente ecuación:

$$k_v = 5.34 + \frac{4}{(8)^2} = 5.40$$

Ahora, se debe calcular la relación de peralte – espesor del alma y otras limitaciones indicadas en las ecuaciones (3.43), (3.44), (3.45).

$$\frac{h}{t} = \frac{305}{2.60} = 117.31$$

$$\sqrt{\frac{2100000 * 5.40}{3400}} = 57.75$$

Conforme al resultado mostrado en la parte superior se puede verificar que se cumple la tercera condición y, por ende, se hará uso de la siguiente ecuación:

$$F_v = 0.904 * \frac{2100000(5.40)}{(117.31)^2} = 744.92 \frac{kg}{cm^2}$$

### **Resistente a corte y resistente a corte nominal**

Se considera un área del alma de 10.17 cm<sup>2</sup> y un coeficiente  $\phi_v$  de 0.95 para la obtención de resultados en las siguientes ecuaciones.

$$v_{nominal} = A_w * F_v \tag{3.52}$$

$$v_{nominal} = 10.17 * 744.92 = 7575.84 \text{ kg}$$

$$v_{resistente} = \phi_v * v_{nominal} \quad (3.53)$$

$$v_{resistente} = (0.95)(7575.84) = 7197.05 \text{ kg}$$

El cortante actuante se toma de la Figura 3.9.

$$v_{actuante} = 1179.35 \text{ kg}$$

$$v_{actuante} < v_{resistente}$$

Bajo este análisis se comprende que la viga posee suficiente resistencia a corte para las solicitaciones impuestas.

### 3.2.3.2.10 Resistencia a la abolladura del alma

Para este cálculo se hará uso de coeficientes de la tabla C3.4 1-2 de la normativa AISI-S240 Diseño estructural. La misma que determina los siguientes valores indicando que la condición es fijada al soporte, con una ala rigidizada y cargada en carga extrema. Además, el apoyo real de la viga es propuesta por la dimensión del alma del track PGC 140x1.50.

**Tabla 3.19 Factores de seguridad, resistencia y coeficientes de secciones C [AISI-S240, 2007]**

$C$	4
$C_R$	0.14
$C_N$	0.35
$C_H$	0.02
$\phi_w$ (LFRD)	0.85
Límite $\frac{r}{t} \leq 9$	$\frac{1.92}{2.60} = 0.74 \leq 9$

Es válido mencionar que la ecuación (3.49) se puede usar solo si se cumplen las 4 siguientes condiciones.

$$\frac{h}{t} = \frac{305}{2.60} = 117.31 \leq 200$$

$$\frac{N}{t} = \frac{140}{2.60} = 53.85 \leq 210$$

$$\frac{N}{h} = \frac{140}{305} = 0.46 \leq 2$$

$\theta = 90^\circ$  angulo entre apoyo y alma

Como se puede observar, se cumplen las condiciones para el uso de la tabla C3.4 1-2 y se prosigue al análisis.

$$P_n = C * t^2 * F_y * \sin \theta * \left(1 - C_R * \sqrt{\frac{r}{t}}\right) * \left(1 + C_N * \sqrt{\frac{N}{t}}\right) * \left(1 - C_R * \sqrt{\frac{H}{t}}\right)$$

$$P_n = 4 * (0.26)^2 * 3400 * \sin(90) * \left(1 - 0.14 * \sqrt{\frac{1.92}{2.60}}\right) * \left(1 + 0.35 * \sqrt{\frac{140}{2.60}}\right) * \left(1 - 0.02 * \sqrt{\frac{305}{2.60}}\right) = 2227.24 \text{ kg}$$

$$P_{resistente} = \phi_w * P_n \tag{3.54}$$

$$P_{resistente} = 0.85 * 2227.24 = 1893.15 \text{ kg}$$

La carga axial actuante es la siguiente:



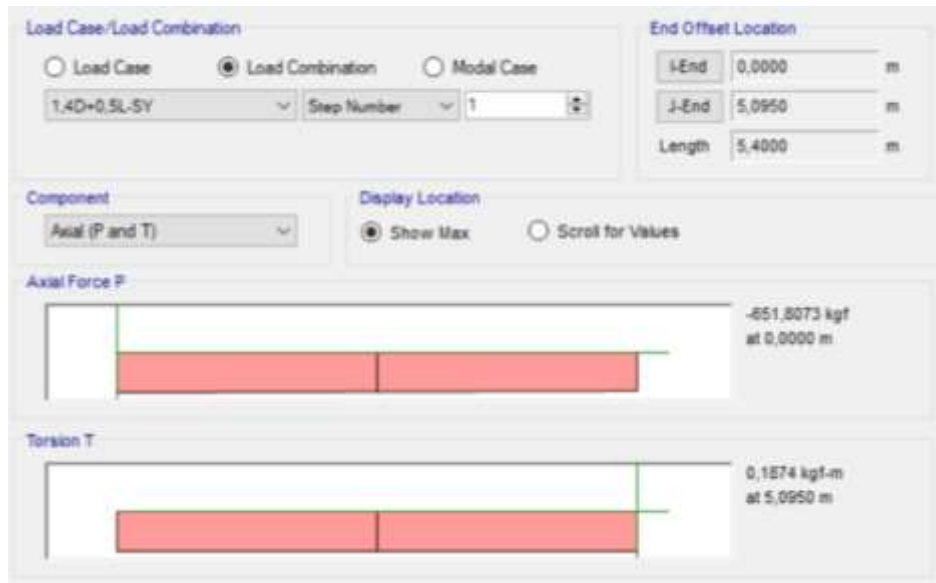


Figura 3.10 Detalle de carga axial en perfil PGC 305X2.60 [Etabs, 2022]

$$P_{actuante} = 651.81 \text{ kg}$$

$$P_{actuante} < P_{resistente}$$

Conforme al resultado obtenido se concluye que no se debe rigidizar el extremo del alma de la viga con el mismo tipo de perfil. Sin embargo, la normativa sugiere o recomienda realizar refuerzos en la sección de vigas para evitar que falle en el alma. Para esto, se presenta la resistencia a carga axial del rigidizador PGC 140x1.50.

$$P_{resistente} = 6849.20 \text{ kg}$$

Con el dato presentado se puede asegurar que el rigidizador aguantará la carga axial del extremo y que la misma será distribuida a los montantes correspondientes.

### 3.2.3.2.11 Conexiones de viga

Conforme a lo mencionado por Danneman (2007) en la normativa ILAFA (una traducción de la normativa AISI-S230), las vigas de entrepiso deben tener 3 puntos de conexión como se menciona en la tabla D2-2 de tal documento. Sin embargo, para este caso se empleará un número distinto de tornillo que supera o iguala el mínimo establecido y perforaciones adicionales para conectar los elementos estructurales.

**Tabla 3.20 Conexiones establecidas para viga de entrepiso [Elaboración propia, 2022]**

<b>Conexión de viga de entrepiso a solera superior de montante de planta baja y alta.</b>	2 tornillos N10 por cada viga.
<b>Conexión de extremo de viga de entrepiso a cenefa.</b>	2 tornillo N10 por cada viga. 1 tornillo en cada ala de la cenefa.
<b>Conexión de placa de revestimiento a viga de entrepiso.</b>	150 mm. en bordes de placa y 300 mm. en vigas intermedias a placa.
<b>Conexión de rigidizador a viga de entrepiso (alma a alma)</b>	4 tornillos N10 por cada viga.

### 3.2.3.2.12 Resumen de diseño final

Conforme al análisis previo se presenta la tabla resumen para vigas de entrepiso.

**Tabla 3.21 Resumen del diseño final para vigas de entrepiso [Elaboración propia, 2022]**

<b>Perfil seleccionado</b>	PGC 360x2.60 (Tugalt)
<b>Restricciones</b>	Blocking cada 2.44 m. PGU 360X2.60
<b>Modulación</b>	407 mm. en dirección X.
<b>Rigidizador de alma</b>	PGC 140x1.50 (Tugalt)
<b>Método de rigidización</b>	PLACA OSB

### 3.2.3.3 Montante de planta baja

#### 3.2.3.3.1 Pre-dimensionamiento

Para esta sección se toma un perfil en función del ancho máximo de la edificación en una de sus dos direcciones, la modulación y carga viva que soporta el elemento. Conforme a lo indicado en la tabla E3-9 de la normativa AISI-S230 se selecciona el perfil 83x1.20 para el caso de la planta baja.

#### 3.2.3.3.2 Propiedades del elemento

**Tabla 3.22 Propiedades del perfil PGC 89x1.20 [CONSTRUSEC, 2022]**

<b>PERFIL PGC 89x1.20</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Medida</b>	<b>Unidad</b>
<b>Espesor (t)</b>	1.20	mm.
<b>Ala (b)</b>	41.00	mm.

<b>Labio (d)</b>	13.00	mm.
<b>Radio (r)</b>	1.92	mm.
<b>Fy</b>	230	MPa
<b>Área</b>	215.50	mm <sup>2</sup>
<b>Peso</b>	1.70	Kg/m
<b>Rx</b>	35.60	mm.
<b>Ry</b>	15.50	mm.

### 3.2.3.3.3 Tensión que provoca la pérdida de estabilidad

Se considera una altura de base a entrepiso de 2.95 m. Adicionalmente, el mismo posee blocking cada tercio, es decir aproximadamente cada metro de pared posee un arriostramiento a largo del eje y. Para el cálculo de la esbeltez se considerará el caso más desfavorable en el eje y siendo el mismo un apoyo en la base con rotación permitida y traslación impedida y en la parte superior, específicamente a un metro se posee una conexión que con rotación impedida y traslación permitida. En base a este análisis, se asigna un valor recomendado de K igual a 2.

$$\lambda = \left( \frac{K * L}{R_y} \right) \quad (3.55)$$

$$\lambda = \left( \frac{2 * 1000}{15.50} \right) = 129.03$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\lambda^2} \quad (3.56)$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * 2100000}{129.03^2} = 1244.91 \frac{kg}{cm^2}$$

Es válido mencionar que, no existirá torsión en el elemento debido al blocking que posee cada metro del muro. Por ende, se considera una sola tensión de pandeo flexional. Ahora bien, se debe analizar la esbeltez crítica y la condición para determinar  $F_n$ .

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{F_y}{F_e}} \leq 1.5 \text{ o } > 1.5 \quad (3.57)$$

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{2300}{1244.91}} = 1.36$$

Debido a que se cumple la primera condición se hace uso de la segunda expresión **Error!**  
**Reference source not found.:**

$$F_n = \left[ \frac{0.877}{\lambda_c^2} \right] * F_y \quad (3.58)$$

$$F_n = 0.658 * \lambda_c^2 * F_y \quad (3.59)$$

$$F_n = 0.658 * (1.36)^2 * 2300 = 2799.18 \frac{kg}{cm^2}$$

#### 3.2.3.3.4 Análisis de abolladura del ala

Se debe tomar como referencia la sección 3.2.3.1.3 que considera este análisis.

#### Elementos uniformemente comprimidos con un rigidizador de borde

$$w = 41 - 2(1.92 + 1.20) = 34.76 \text{ mm.}$$

#### Sección efectiva

$$\frac{w}{t} = \frac{34.76}{1.20} = 28.97$$

$$S = 1.28 * \sqrt{\frac{2100000}{2300}} = 38.68$$

Ahora bien, se debe verificar si esta sección efectiva es menor o mayor a la relación ancho-espesor del ala.

$$0.328 * 38.68 = 12.69 < w/t$$

Como el resultado es menor que la relación ancho-espesor se procede a hacer uso de las siguientes ecuaciones:

$$I_a = 399 * (1.20)^4 * \left( \frac{28.97}{38.68} - 0.328 \right)^3 \leq (1.20)^4 * \left( 115 * \frac{28.97}{38.68} \right) + 5$$

$$I_a = 61.72 \leq 183.60$$

$$I_a = 61.72 \text{ mm}^4$$

$$I_s = \frac{(13 - (1.92 + 1.20))(1.20)^3}{12} = 1.42 \text{ mm}^4$$

Obtenido estos datos de inercia se debe considerar el siguiente punto como una condición para determinar los anchos efectivos.

$$R_I = \frac{1.42}{61.72} = 0.023 \leq 1$$

$$b_1 = \frac{34.76 * 0.023}{2} = 0.40 \text{ mm.}$$

$$b_2 = 34.76 - 0.40 = 34.36 \text{ mm.}$$

$$d_s = (13 - (1.92 + 1.20)) * 0.023 = 0.23 \text{ mm.}$$

Adicionalmente, se deben obtener los coeficientes para el pandeo de la placa. Los mismos que deben cumplir ciertos lineamientos indicados en la ecuación (3.18) y (3.19).

$$0.25 < \frac{0.23}{34.76} = 0.0066 < 0.8$$

$$n = \left( 0.582 - \frac{28.97}{4(38.68)} \right) = 0.39 \geq \frac{1}{3}$$

Debido a que se cumple la segunda condición de la ecuación (3.18) para la relación de ancho del labio contra ancho efectivo del ala se obtiene el siguiente coeficiente:

$$k = 3.57 * (0.023)^{0.39} + 0.43 = 1.25 \leq 4$$

Continuando con el análisis correspondiente, se procede a obtener el esfuerzo crítico de pandeo por flexión en la viga de entrepiso. Es válido mencionar que el coeficiente de Poisson para el acero es igual a 0.3.

$$F_{cr} = 1.22 * \frac{\pi^2 * 2100000}{12 * (1 - (0.3)^2)} * \left( \frac{1.20}{34.76} \right)^2 = 2759.68 \frac{kg}{cm^2}$$

De igual forma, se calcula la esbeltez.

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{1.25}} * (28.97) * \sqrt{\frac{2300}{2100000}} = 0.90$$

Como se supera la esbeltez límite se debe considerar una reducción del ancho del plano que afectará al ancho efectivo.

$$\rho = \frac{(1 - \frac{0.22}{0.90})}{0.90} = 0.84$$

Finalmente, el ancho efectivo es el siguiente:

$$b = 0.84 * (34.76) = 29.18 \text{ mm.}$$

$$b_1 = \frac{29.18 * 0.023}{2} = 0.34 \text{ mm.}$$

$$b_2 = 29.18 - 0.34 = 28.84 \text{ mm.}$$

Para este análisis se puede concluir que existirá una abolladura en el ala debido a que se supera la esbeltez límite de 0.673. Sin embargo, para este tipo de secciones es algo conocido que exista este tipo de fallas. Mas, no quiere decir que no se deba realizar un refuerzo en la sección. Por consecuencia, se debe rigidizar la sección para evitar estas fallas en la viga como se indica en la normativa AISI-230.

### 3.2.3.3.5 Análisis de abolladura del alma

Esta sección se tratará en el apartado 3.2.3.7.1.1.

### 3.2.3.3.6 Resistencia a carga axial nominal y resistente

Se considera un coeficiente  $\varphi_c$  de 0.85 mediante la metodología de diseño LRFD.

$$P_n = A_e * F_n \quad (3.60)$$

$$P_n = 2.155 * 2799.18 = 6031.23 \text{ kg}$$

$$P_{resistente} = \varphi_c * P_n \quad (3.61)$$

$$P_{resistente} = 0.85 * 6031.23 = 5127.38 \text{ kg}$$

Ahora, se presenta el valor de carga axial actuante obtenido mediante ETABS.

$$P_{actuante} = 4243.80 \text{ kg}$$

$$P_{actuante} < P_{resistente}$$

En base a este resultado se puede verificar que el momento actuante está por debajo del momento resistente y, por lo tanto, el perfil seleccionado PGC 89X1.20 cumple con las solicitaciones previamente calculadas.

### 3.2.3.3.7 Conexiones de montante

Conforme a lo mencionado por Danneman (2007) en la normativa ILAFA (una traducción de la normativa AISI-S230), los montantes deben tener 3 puntos de conexión como se menciona en la tabla E3-11 de tal documento. Sin embargo, para este caso se empleará un número distinto de tornillo que supera o iguala el mínimo establecido y perforaciones adicionales para conectar los elementos estructurales.

**Tabla 3.23 Conexiones establecidas para montantes [Elaboración propia, 2022]**

<b>Conexión de montante a solera superior e inferior.</b>	2 tornillos N10 en extremos del perfil. 1 tornillo por cada ala en cada solera.
<b>Conexión de placa de revestimiento a viga de entepiso.</b>	150 mm. en bordes de placa y 300 mm. en vigas intermedias a placa.
<b>Conexión de blocking.</b>	2 tornillos N10 por cada ala del blocking.

### 3.2.3.3.8 Resumen de diseño final

Conforme al análisis previo se presenta la tabla resumen para vigas de entepiso.

**Tabla 3.24 Resumen del diseño final para montantes [Elaboración propia, 2022]**

<b>Perfil seleccionado</b>	PGC 84x1.20 (Tugalt)
<b>Restricciones</b>	Blocking cada 1 m. PGU 89X1.20
<b>Modulación</b>	407 mm. en dirección Y y X.
<b>Método de rigidización</b>	PLACA OSB como revestimiento y cruz de San Andrés como flejes tensores de rigidización en ciertos paneles o chapa de acero.

### 3.2.3.4 Montante de planta alta

#### 3.2.3.4.1 Pre-dimensionamiento

Para esta sección se toma un perfil en función del ancho máximo de la edificación en una de sus dos direcciones, la modulación y carga viva que soporta el elemento.



Conforme a lo indicado en la tabla E3-9 de la normativa AISI-S230 se selecciona el perfil 83x0.93 para el caso de la planta alta.

### 3.2.3.4.2 Propiedades del elemento

Tabla 3.25 Propiedades del perfil PGC 89x0.93 [CONSTRUSEC, 2022]

PERFIL PGC 89x0.93		
Descripción	Medida	Unidad
Espesor (t)	0.93	mm.
Ala (b)	41.00	mm.
Labio (d)	13.00	mm.
Radio (r)	1.92	mm.
Fy	230	MPa
Area	166.50	mm <sup>2</sup>
Peso	1.31	Kg/m
Rx	35.70	mm.
Ry	15.70	mm.

### 3.2.3.4.3 Tensión que provoca la pérdida de estabilidad

Se considera una altura de base a entrepiso de 3 m. Adicionalmente, el mismo posee blocking cada tercio, es decir cada metro de pared posee un arriostamiento a largo del eje y. Para el cálculo de la esbeltez se considerará el caso más desfavorable en el eje y siendo el mismo un apoyo en la base con rotación permitida y traslación impedida y en la parte superior, específicamente a un metro se posee una conexión que con rotación impedida y traslación permitida. En base a este análisis, se asigna un valor recomendado de K igual a 2.

$$\lambda = \left( \frac{2 * 1000}{15.70} \right) = 127.39$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * 2100000}{127.39^2} = 1277.17 \frac{kg}{cm^2}$$

Es válido mencionar que, no existirá torsión en el elemento debido al blocking que posee cada metro del muro. Por ende, se considera una sola tensión de pandeo flexional. Ahora bien, se debe analizar la esbeltez crítica y la condición para determinar  $F_n$ .

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{2300}{1277.17}} = 1.34$$

Debido a que se cumple la primera condición se introduce la siguiente expresión:

$$F_n = 0.658 * (1.34)^2 * 2300 = 2717.46 \frac{kg}{cm^2}$$

#### 3.2.3.4.4 Análisis de abolladura del ala

Se debe tomar como referencia la sección 3.2.3.1.3 que considera este análisis.

#### Elementos uniformemente comprimidos con un rigidizador de borde

$$w = 41 - 2(1.92 + 0.93) = 35.30 \text{ mm.}$$

#### Sección efectiva

$$\frac{w}{t} = \frac{35.30}{0.93} = 37.96$$

$$S = 1.28 * \sqrt{\frac{2100000}{2300}} = 38.68$$

Ahora bien, se debe verificar si esta sección efectiva es menor o mayor a la relación ancho-espesor del ala.

$$0.328 * 38.68 = 12.69 < w/t$$

Como el resultado es menor que la relación ancho-espesor se procede a hacer uso de las siguientes ecuaciones:

$$I_a = 399 * (0.93)^4 * \left( \frac{37.96}{38.68} - 0.328 \right)^3 \leq (0.93)^4 * \left( 115 * \frac{37.96}{38.68} \right) + 5$$

$$I_a = 83.26 \leq 117.86$$

$$I_a = 83.26 \text{ mm}^4$$

$$I_s = \frac{(13 - (1.92 + 0.93))(0.93)^3}{12} = 0.68 \text{ mm}^4$$

Obtenido estos datos de inercia se debe considerar el siguiente punto como una condición para determinar los anchos efectivos.

$$R_l = \frac{0.68}{83.26} = 0.0082 \leq 1$$

$$b_1 = \frac{35.30 * 0.0082}{2} = 0.14 \text{ mm.}$$

$$b_2 = 35.30 - 0.14 = 35.16 \text{ mm.}$$

$$d_s = (13 - (1.92 + 0.93)) * 0.0082 = 0.08 \text{ mm.}$$

Adicionalmente, se deben obtener los coeficientes para el pandeo de la placa. Los mismos que deben cumplir ciertos lineamientos indicados en la ecuación (3.18) y (3.19).

$$0.25 < \frac{0.08}{35.30} = 0.0022 < 0.8$$

$$n = \left( 0.582 - \frac{37.96}{4(38.68)} \right) = 0.34 \geq \frac{1}{3}$$

Debido a que se cumple la segunda condición de la ecuación (3.18) para la relación de ancho del labio contra ancho efectivo del ala se obtiene el siguiente coeficiente:

$$k = 3.57 * (0.0082)^{0.34} + 0.43 = 1.13 \leq 4$$

Continuando con el análisis correspondiente, se procede a obtener el esfuerzo crítico de pandeo por flexión en la viga de entrepiso. Es válido mencionar que el coeficiente de Poisson para el acero es igual a 0.3.

$$F_{cr} = 1.22 * \frac{\pi^2 * 2100000}{12 * (1 - (0.3)^2)} * \left(\frac{0.93}{35.30}\right)^2 = 1607.21 \frac{kg}{cm^2}$$

De igual forma, se calcula la esbeltez.

$$\lambda = \frac{1.052}{\sqrt{1.09}} * (37.96) * \sqrt{\frac{2300}{2100000}} = 1.27$$

Como se supera la esbeltez límite se debe considerar una reducción del ancho del plano que afectará al ancho efectivo.

$$\rho = \frac{(1 - \frac{0.22}{1.27})}{1.27} = 0.65$$

Finalmente, el ancho efectivo es el siguiente:

$$b = 0.65 * (35.30) = 22.95 \text{ mm.}$$

$$b_1 = \frac{22.95 * 0.0082}{2} = 0.09 \text{ mm.}$$

$$b_2 = 22.95 - 0.09 = 22.86 \text{ mm.}$$

Para este análisis se puede concluir que existirá una abolladura en el ala debido a que se supera la esbeltez límite de 0.673. Sin embargo, para este tipo de secciones es algo conocido que exista este tipo de fallas. Mas, no quiere decir que no se deba realizar un

refuerzo en la sección. Por consecuencia, se debe rigidizar la sección para evitar estas fallas en la viga como se indica en la normativa AISI-230.

#### **3.2.3.4.5 Análisis de abolladura del alma**

Esta sección se tratará en el apartado 3.2.3.7.1.2.

#### **3.2.3.4.6 Resistencia a carga axial nominal y resistente**

Se considera un coeficiente  $\phi_c$  de 0.85 mediante la metodología de diseño LRFD.

$$P_n = 1.665 * 2717.46 = 4524.57 \text{ kg}$$

$$P_{resistente} = 0.85 * 4524.57 = 3845.88 \text{ kg}$$

Ahora, se presenta el valor de carga axial actuante obtenido mediante ETABS.

$$P_{actuante} = 1188.04 \text{ kg}$$

$$P_{actuante} < P_{resistente}$$

En base a este resultado se puede verificar que el momento actuante está por debajo del momento resistente y, por lo tanto, el perfil seleccionado PGC 89X0.93 cumple con las solicitaciones previamente calculadas.

#### **3.2.3.4.7 Conexiones de montante**

Conforme a lo mencionado por Danneman (2007) en la normativa ILAFA (una traducción de la normativa AISI-S230), los montantes deben tener 3 puntos de conexión como se menciona en la tabla E3-11 de tal documento. Sin embargo, para este caso se empleará un número distinto de tornillo que supera o iguala el mínimo establecido y perforaciones adicionales para conectar los elementos estructurales.

**Tabla 3.26 Conexiones establecidas para montantes [Elaboración propia, 2022]**

<b>Conexión de montante a solera superior e inferior.</b>	2 tornillos N10 en extremos del perfil. 1 tornillo por cada ala en cada solera.
<b>Conexión de placa de revestimiento a viga de entrepiso.</b>	150 mm. en bordes de placa y 300 mm. en vigas intermedias a placa.
<b>Conexión de blocking.</b>	2 tornillos N10 por cada ala del blocking.

### 3.2.3.4.8 Resumen de diseño final

Conforme al análisis previo se presenta la tabla resumen para vigas de entrepiso.

**Tabla 3.27 Resumen del diseño final para montantes [Elaboración propia, 2022]**

<b>Perfil seleccionado</b>	PGC 89x0.93 (Tugalt)
<b>Restricciones</b>	Blocking cada 1 m. PGU 89X0.93
<b>Modulación</b>	407 mm. en dirección Y y X.
<b>Método de rigidización</b>	PLACA OSB como revestimiento y cruz de San Andrés como flejes tensores de rigidización en ciertos paneles o chapa de acero.

### 3.2.3.5 Montante de la sección cocina

#### 3.2.3.5.1 Pre-dimensionamiento

Para esta sección se toma un perfil en función del ancho máximo de la edificación en una de sus dos direcciones, la modulación y carga viva que soporta el elemento. Conforme a lo indicado en la tabla E3-9 de la normativa AISI-S230 se selecciona el perfil 140x1.50 para el caso de la planta alta.

#### 3.2.3.5.2 Propiedades del elemento

**Tabla 3.28 Propiedades del perfil PGC 140x1.50 [CONSTRUSEC, 2022]**

<b>PERFIL PGC 140x1.50</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Medida</b>	<b>Unidad</b>
<b>Espesor (t)</b>	1.50	mm.
<b>Ala (b)</b>	41.00	mm.
<b>Labio (d)</b>	13.00	mm.
<b>Radio (r)</b>	1.92	mm.
<b>Fy</b>	340	MPa

<b>Área</b>	340.70	mm <sup>2</sup>
<b>Peso</b>	2.68	Kg/m
<b>Rx</b>	53.30	mm.
<b>Ry</b>	14.70	mm.

### 3.2.3.5.3 Tensión que provoca la pérdida de estabilidad

Se considera una altura de base a entrepiso de 5.20 m. Adicionalmente, el mismo posee blocking cada tercio, es decir cada 1.733 metros de pared posee un arriostamiento a largo del eje y. Para el cálculo de la esbeltez se considerará el caso más desfavorable en el eje y siendo el mismo un apoyo en la base con rotación permitida y traslación impedida y en la parte superior, específicamente a un metro se posee una conexión que con rotación impedida y traslación permitida. En base a este análisis, se asigna un valor recomendado de K igual a 2.

$$\lambda = \left( \frac{2 * 1733}{14.70} \right) = 235.78$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * 2100000}{235.78^2} = 372.83 \frac{kg}{cm^2}$$

Es válido mencionar que, no existirá torsión en el elemento debido al blocking que posee cada metro del muro. Por ende, se considera una sola tensión de pandeo flexional. Ahora bien, se debe analizar la esbeltez crítica y la condición para determinar  $F_n$ .

$$\lambda_c = \sqrt{\frac{3400}{372.83}} = 3.02$$

Debido a que se cumple la segunda condición se introduce la siguiente expresión:

$$F_n = \left[ \frac{0.877}{(3.02)^2} \right] * 3400 = 326.94 \frac{kg}{cm^2}$$

#### 3.2.3.5.4 Análisis de abolladura del ala

Se debe tomar como referencia la sección 3.2.3.1.3 que considera este análisis. Debido a que el ala tiene el mismo espesor, los datos obtenidos son los mismos para este perfil.

#### 3.2.3.5.5 Análisis de abolladura del alma

Esta sección se tratará en el apartado 3.2.3.6.1.3.

#### 3.2.3.5.6 Resistencia a carga axial nominal y resistente

Se considera un coeficiente  $\varphi_c$  de 0.85 mediante la metodología de diseño LRFD.

$$P_n = A_e * F_n \quad (3.62)$$

$$P_n = 3.407 * 326.94 = 1113.88 \text{ kg}$$

$$P_{resistente} = \varphi_c * P_n \quad (3.63)$$

$$P_{resistente} = 0.85 * 1113.88 = 946.80 \text{ kg}$$

Debido a que el valor de  $F_n$  esta por debajo de lo especificado en las propiedades del perfil en la normativa AISI-S240, haremos uso del valor dado en la misma.

$$P_{resistente} = 3742.10 \text{ kg}$$

$$F_n = 1292.18 \text{ kg}$$

Ahora, se presenta el valor de carga axial actuante obtenido mediante ETABS.

$$P_{actuante} = 2479.81 \text{ kg}$$

$$P_{actuante} < P_{resistente}$$



En base a este resultado se puede verificar que el momento actuante está por debajo del momento resistente y, por lo tanto, el perfil seleccionado PGC 140X1.50 cumple con las solicitaciones previamente calculadas.

### 3.2.3.5.7 Conexiones de montante

Conforme a lo mencionado por Danneman (2007) en la normativa ILAFA (una traducción de la normativa AISI-S230), los montantes deben tener 3 puntos de conexión como se menciona en la tabla E3-11 de tal documento. Sin embargo, para este caso se empleará un número distinto de tornillo que supera o iguala el mínimo establecido y perforaciones adicionales para conectar los elementos estructurales.

**Tabla 3.29 Conexiones establecidas para montantes [Elaboración propia, 2022]**

<b>Conexión de montante a solera superior e inferior.</b>	2 tornillos N10 en extremos del perfil. 1 tornillo por cada ala en cada solera.
<b>Conexión de placa de revestimiento a viga de entepiso.</b>	150 mm. en bordes de placa y 300 mm. en vigas intermedias a placa.
<b>Conexión de blocking.</b>	2 tornillos N10 por cada ala del blocking.

### 3.2.3.5.8 Resumen de diseño final

Conforme al análisis previo se presenta la tabla resumen para vigas de entepiso.

**Tabla 3.30 Resumen del diseño final para montantes [Elaboración propia, 2022]**

<b>Perfil seleccionado</b>	PGC 140x1.50 (Tugalt)
<b>Restricciones</b>	Blocking cada 1 m. PGU 140x1.50
<b>Modulación</b>	407 mm. en dirección Y y X.
<b>Método de rigidización</b>	PLACA OSB como revestimiento y cruz de San Andrés como flejes tensores de rigidización en ciertos paneles o chapa de acero.

### 3.2.3.6 Perfiles con perforaciones

Previamente se ha considerado el diseño de los elementos estructurales sin perforaciones. Sin embargo, los perfiles deben contar con las mismas para el paso de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias. Esto implica una reducción en el área efectiva y a su vez, una reducción de las fuerzas resistente. La normativa ANSI-S240

determine que estos perfiles se deben analizar como elementos rigidizados uniformemente no comprimidos con perforaciones no circulares, la misma que contempla cinco condiciones iniciales.

1.  $s \geq 610 \text{ mm}$ . Espaciamiento centro a centro de las perforaciones.
2.  $s \geq 250 \text{ mm}$ . Distancia libre desde del extremo de la perforación al borde del perfil.
3.  $d_h \leq 63.5 \text{ mm}$ . Altura de la perforación.
4.  $L_h \leq 63.5 \text{ mm}$ . Longitud de la perforación.
5.  $\frac{d_h}{w_o} \leq 0.5$  La relación entre la altura de la perforación respecto a la altura del perfil.

Debido a que no se posee las dimensiones exactas de la perforación del perfil en marca Tugalt se asumirá condiciones límites para los cálculos. Para este caso, se asumirá una altura de perforación no superior a 25.4 mm.

### 3.2.3.6.1 Montantes

#### 3.2.3.6.1.1 Montante de planta baja

##### Ancho del plano del elemento

$$c = \frac{(44.5 - 25.4)}{2} - \left(1.2 + \frac{1.92}{2}\right) = 7.39 \text{ mm}.$$

##### Esfuerzo crítico de pandeo

La normativa indica un valor de coeficiente K de 0.43.

$$F_{cr} = 0.43 * \frac{\pi^2 * 2100000}{12 * (1 - (0.3)^2)} * \left(\frac{1.20}{7.39}\right)^2 = 21519.81 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{F_n}{F_{cr}}} \tag{3.64}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{2799.18}{21519.81}} = 0.36$$

Conforme a lo observado, se puede asegurar que la esbeltez no supera la esbeltez límite de 0.673 y, por lo tanto, no es necesario calcular un nuevo ancho efectivo. De igual forma, se puede determinar que no existirá abolladura en el alma. Sin embargo, se debe estimar la longitud por pérdida lateral de estabilidad y el área efectiva que afecta las fuerzas resistentes.

$$\text{Longitud de pérdida} = 0 \text{ mm.}$$

$$\text{Área de pérdida} = 0 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área de perforación} = 25.4 * 1.2 = 30.48 \text{ mm}^2 = 0.30 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 2.155 - 0.3 = 1.855 \text{ cm}^2$$

Al tener una menor área efectiva se debe volver a calcular nuevamente cuanto es la fuerza resistente.

$$P_n = 1.855 * 2799.18 = 5192.48 \text{ kg}$$

$$P_{resistente} = 0.85 * 5192.48 = 4413.61 \text{ kg}$$

Ahora, se presenta el valor de carga axial actuante obtenido mediante ETABS.

$$P_{actuante} = 4243.80 \text{ kg}$$

$$\mathbf{P_{actuante} < P_{resistente}}$$

En base a este resultado se puede verificar que el momento actuante está por debajo del momento resistente y, por lo tanto, el perfil seleccionado PGC 89X1.20 cumple con las solicitaciones previamente calculadas.

### 3.2.3.6.1.2 Montante de planta alta

#### Ancho del plano del elemento

$$c = \frac{(44.5 - 25.4)}{2} - \left(0.93 + \frac{1.92}{2}\right) = 7.66 \text{ mm.}$$

#### Esfuerzo crítico de pandeo

La normativa indica un valor de coeficiente K de 0.43.

$$F_{cr} = 0.43 * \frac{\pi^2 * 2100000}{12 * (1 - (0.3)^2)} * \left(\frac{0.93}{7.66}\right)^2 = 12030.21 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{2717.46}{12030.21}} = 0.48$$

Conforme a lo observado, se puede asegurar que la esbeltez no supera la esbeltez límite de 0.673 y, por lo tanto, no es necesario calcular un nuevo ancho efectivo. De igual forma, se puede determinar que no existirá abolladura en el alma. Sin embargo, se debe estimar la longitud por pérdida lateral de estabilidad y el área efectiva que afecta las fuerzas resistentes.

$$\text{Longitud de pérdida} = 0 \text{ mm.}$$

$$\text{Área de pérdida} = 0 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área de perforación} = 25.4 * 0.93 = 23.62 \text{ mm}^2 = 0.24 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 1.665 - 0.24 = 1.415 \text{ cm}^2$$

Al tener una menor área efectiva se debe volver a calcular nuevamente cuanto es la fuerza resistente.

$$P_n = 1.415 * 2717.46 = 3845.21 \text{ kg}$$

$$P_{resistente} = 0.85 * 3845.21 = 3268.43 \text{ kg}$$

Ahora, se presenta el valor de carga axial actuante obtenido mediante ETABS.

$$P_{actuante} = 1188.04 \text{ kg}$$

$$P_{actuante} < P_{resistente}$$

En base a este resultado se puede verificar que el momento actuante está por debajo del momento resistente y, por lo tanto, el perfil seleccionado PGC 89X0.93 cumple con las sollicitaciones previamente calculadas.

### 3.2.3.6.1.3 Montante de sección cocina

#### Ancho del plano del elemento

$$c = \frac{(70 - 25.4)}{2} - \left(1.50 + \frac{1.92}{2}\right) = 19.84 \text{ mm.}$$

#### Esfuerzo crítico de pandeo

La normativa indica un valor de coeficiente K de 0.43.

$$F_{cr} = 0.43 * \frac{\pi^2 * 2100000}{12 * (1 - (0.3)^2)} * \left(\frac{1.50}{19.84}\right)^2 = 4665.13 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{1292.18}{4665.13}} = 0.53$$

Conforme a lo observado, se puede asegurar que la esbeltez no supera la esbeltez límite de 0.673 y, por lo tanto, no es necesario calcular un nuevo ancho efectivo. De igual forma, se puede determinar que no existirá abolladura en el alma. Sin embargo, se debe estimar la longitud por pérdida lateral de estabilidad y el área efectiva que afecta las fuerzas resistentes.

*Longitud de pérdida = 0 mm.*

*Área de pérdida = 0 mm<sup>2</sup>*

*Área de perforación = 25.4 \* 1.50 = 38.10 mm<sup>2</sup> = 0.38 cm<sup>2</sup>*

*A<sub>e</sub> = 3.407 – 0.38 = 3.027 cm<sup>2</sup>*

Al tener una menor área efectiva se debe volver a calcular nuevamente cuanto es la fuerza resistente.

*P<sub>n</sub> = 3.027 \* 1292.18 = 3911.43 kg*

*P<sub>resistente</sub> = 0.85 \* 3911.43 = 3324.72 kg*

Ahora, se presenta el valor de carga axial actuante obtenido mediante ETABS.

*P<sub>actuante</sub> = 2479.81 kg*

***P<sub>actuante</sub> < P<sub>resistente</sub>***

En base a este resultado se puede verificar que el momento actuante está por debajo del momento resistente y, por lo tanto, el perfil seleccionado PGC 140X1.50 cumple con las solicitaciones previamente calculadas.

### **3.2.3.6.2 Vigas**

#### **3.2.3.6.2.1 Vigas de entrepiso y cubierta de la sección cuartos**

##### **Ancho del plano del elemento**

$$c = \frac{(127 - 25.4)}{2} - \left(1.5 + \frac{1.92}{2}\right) = 48.34 \text{ mm.}$$

### Esfuerzo crítico de pandeo

La normativa indica un valor de coeficiente K de 0.43.

$$F_{cr} = 0.43 * \frac{\pi^2 * 2100000}{12 * (1 - (0.3)^2)} * \left(\frac{1.50}{48.34}\right)^2 = 785.84 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{3400}{785.84}} = 2.08$$

Conforme a lo observado, se puede asegurar que la esbeltez supera la esbeltez límite de 0.673 y, por lo tanto, es necesario calcular un nuevo ancho efectivo. Adicionalmente, se debe estimar la longitud por pérdida lateral de estabilidad y el área efectiva que afecta las fuerzas resistentes.

$$\rho = \frac{(1 - \frac{0.22}{2.08})}{2.08} = 0.43$$

$$b = 0.43 * (48.34) = 20.79$$

$$\text{Longitud de pérdida} = 48.34 - 20.79 = 27.55 \text{ mm.}$$

$$\text{Área de pérdida} = (27.55)(1.50) = 41.33 \text{ mm}^2 = 0.41 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de perforación} = 25.4 * 1.5 = 38.1 \text{ mm}^2 = 0.38 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 5.052 - 0.38 - 0.41 = 4.26 \text{ cm}^2$$

Al tener una menor área efectiva se debe volver a calcular nuevamente cuanto es la fuerza resistente. Para este caso usaremos la sección efectiva proporcionada por las propiedades de perfiles de la normativa AISI-S240.

$$M_{nominal} = (25.76)(3400) = 875.84 \text{ kg} * m$$

$$M_{resistente} = 0.95 * 875.84 = 832.05 \text{ kg ** m}$$

Ahora, se presenta el valor del momento actuante obtenido mediante ETABS.

$$M_{actuante} = 284.30 \text{ kg}$$

$$M_{actuante} < M_{resistente}$$

En base a este resultado se puede verificar que el momento actuante está por debajo del momento resistente y, por lo tanto, el perfil seleccionado PGC 254X1.50 cumple con las solicitaciones previamente calculadas.

### 3.2.3.6.2 Vigas de cubierta de la sección cocina

#### Ancho del plano del elemento

$$c = \frac{(152.5 - 25.4)}{2} - \left(2.60 + \frac{1.92}{2}\right) = 59.99 \text{ mm.}$$

#### Esfuerzo crítico de pandeo

La normativa indica un valor de coeficiente K de 0.43.

$$F_{cr} = 0.43 * \frac{\pi^2 * 2100000}{12 * (1 - (0.3)^2)} * \left(\frac{2.60}{59.99}\right)^2 = 1533.04 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{3400}{1533.04}} = 1.49$$

Conforme a lo observado, se puede asegurar que la esbeltez supera la esbeltez límite de 0.673 y, por lo tanto, es necesario calcular un nuevo ancho efectivo. Adicionalmente, se debe estimar la longitud por pérdida lateral de estabilidad y el área efectiva que afecta las fuerzas resistentes.



$$\rho = \frac{(1 - \frac{0.22}{1.49})}{1.49} = 0.57$$

$$b = 0.57 * (59.99) = 34.19$$

$$\text{Longitud de pérdida} = 59.99 - 34.19 = 25.80 \text{ mm.}$$

$$\text{Área de pérdida} = (25.80)(2.60) = 67.08 \text{ mm}^2 = 0.67 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de perforación} = 25.4 * 2.60 = 66.04 \text{ mm}^2 = 0.66 \text{ cm}^2$$

$$A_e = 10.168 - 0.67 - 0.66 = 8.84 \text{ cm}^2$$

Al tener una menor área efectiva se debe volver a calcular nuevamente cuanto es la fuerza resistente.

$$M_{nominal} = (67.04)(3400) = 2279.36 \text{ kg} * m$$

$$M_{resistente} = 0.95 * 2279.36 = 2165.39 \text{ kg} * m$$

Ahora, se presenta el valor del momento actuante obtenido mediante ETABS.

$$M_{actuante} = 1154.97 \text{ kg}$$

$$M_{actuante} < M_{resistente}$$

En base a este resultado se puede verificar que el momento actuante está por debajo del momento resistente y, por lo tanto, el perfil seleccionado PGC 305x2.60 cumple con las solicitaciones previamente calculadas.

### 3.2.3.7 Análisis de elementos a Flexo-compresión

#### 3.2.3.7.1 Flexo-compresión

Los elementos a analizarse poseen blocking. Debido a esto, los momentos ocasionados en los perfiles serán sumamente bajos o nulos debido a los arriostramientos en cada tercio de cada panel. Por ende, se indica que los momentos últimos para el cálculo serán iguales a cero y el análisis recaerá solo en la demanda capacidad del elemento sometido a carga axial.

##### 3.2.3.7.1.1 Montante planta baja

Para esta sección y las siguientes se harán uso de las siguientes ecuaciones descritas y un coeficiente  $\phi_b$  de 0.95 y  $\phi_c$  de 0.85. Adicionalmente, los coeficientes de  $C_{mx}$  y  $C_{my}$  se determinarán conforme a lo que indica la normativa AISI-S240. Con respecto al valor de longitud efectiva se analizará el caso más desfavorable con un valor K igual a 2.

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{C_{mx} M_{ux}}{\phi_b M_{nx} \alpha_x} + \frac{C_{my} M_{uy}}{\phi_b M_{ny} \alpha_y} \leq 1 \quad (3.65)$$

$$\frac{P_u}{\phi_c P_{no}} + \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \leq 1 \quad (3.66)$$

$$\alpha_x = 1 - \frac{P_u}{P_{EX}} \quad (3.67)$$

$$\alpha_y = 1 - \frac{P_u}{P_{EY}} \quad (3.68)$$

$$P_{EX} = \frac{\pi^2 * EI_x}{(K_x * L_x)^2} \quad (3.69)$$

$$P_{EY} = \frac{\pi^2 * EI_y}{(K_y * L_y)^2} \quad (3.70)$$

**Tabla 3.31 Dimensiones y propiedades geométricas del montante de planta baja**  
**[Elaboración propia, 2022]**

$L_x$	1000.00	mm.
$L_y$	407.00	mm.
$R_x$	35.60	mm.
$R_y$	15.50	mm.

$$P_{EX} = \frac{\pi^2 * 2100000 * 27.22}{(2 * 100)^2} = 14104.90 \text{ kg}$$

$$P_{EY} = \frac{\pi^2 * 2100000 * 5.20}{(2 * 40.7)^2} = 16265.73 \text{ kg}$$

$$\alpha_x = 1 - \frac{4243.80}{14104.90} = 0.70$$

$$\alpha_y = 1 - \frac{4243.80}{16265.73} = 0.74$$

$$\frac{4243.80}{0.85 * 5192.48} + \frac{0.85 * 0}{0.95 * (140.69)(0.70)} + \frac{0.85 * 0}{0.95 * (58.34)(0.74)} = 0.96 \leq 1$$

$$\frac{4243.80}{0.85 * 5192.48} + \frac{0}{0.95 * (140.69)} + \frac{0}{0.95 * (58.34)} = 0.96 \leq 1$$

Como se puede observar en ambas ecuaciones de cumple los requerimientos para Flexo-compresión. Por ende, se puede asegurar que el perfil seleccionado cumple con las solicitaciones requeridas.

### 3.2.3.7.1.2 Montante planta alta

**Tabla 3.32 Dimensiones y propiedades geométricas del montante de planta alta**  
**[Elaboración propia, 2022]**

$L_x$	1000.00	mm.
$L_y$	407.00	mm.

$R_x$	35.70	mm.
$R_y$	15.70	mm.

$$P_{EX} = \frac{\pi^2 * 2100000 * 21.14}{(2 * 100)^2} = 10953.78 \text{ kg}$$

$$P_{EY} = \frac{\pi^2 * 2100000 * 4.08}{(2 * 40.7)^2} = 12762.34 \text{ kg}$$

$$\alpha_x = 1 - \frac{1188.04}{10953.78} = 0.89$$

$$\alpha_y = 1 - \frac{1188.04}{12762.34} = 0.91$$

$$\frac{1188.04}{0.85 * 3845.21} + \frac{0.85 * 0}{0.95 * 109.26 * (0.89)} + \frac{0.85 * 0}{0.95 * 45.76 * (0.91)} = 0.36 \leq 1$$

$$\frac{1188.04}{0.85 * 3845.21} + \frac{0}{0.95 * 109.26} + \frac{0}{0.95 * 45.76} = 0.36 \leq 1$$

Como se puede observar en ambas ecuaciones de cumple los requerimientos para Flexo-compresión. Por ende, se puede asegurar que el perfil seleccionado cumple con las solicitaciones requeridas.

### 3.2.3.7.1.3 Montante de la sección cocina

**Tabla 3.33 Dimensiones y propiedades geométricas del montante de planta alta  
[Elaboración propia, 2022]**

$L_x$	1733.33	mm.
$L_y$	407.00	mm.
$R_x$	53.30	mm.
$R_y$	14.70	mm.

$$P_{EX} = \frac{\pi^2 * 2100000 * 96.73}{(2 * 173.33)^2} = 16682.95 \text{ kg}$$

$$P_{EY} = \frac{\pi^2 * 2100000 * 7.33}{(2 * 40.7)^2} = 22928.42 \text{ kg}$$

$$\alpha_x = 1 - \frac{2479.81}{16682.95} = 0.85$$

$$\alpha_y = 1 - \frac{2479.81}{22928.42} = 0.89$$

$$\frac{2479.81}{0.85 * 3911.43} + \frac{0.85 * 0}{0.95 * (469.83) * 0.85} + \frac{0.85 * 0}{0.95 * (121.74) * (0.89)} = 0.75 \leq 1$$

$$\frac{2479.81}{0.85 * 3911.43} + \frac{0}{0.95 * (469.83)} + \frac{0}{0.95 * (121.74)} = 0.75 \leq 1$$

Como se puede observar en ambas ecuaciones de cumple los requerimientos para Flexo-compresión. Por ende, se puede asegurar que el perfil seleccionado cumple con las solicitudes requeridas.

### 3.2.3.8 Dinteles

Debido a que se analizarán 8 distintos dinteles ubicados en diferentes secciones de la vivienda, se mostrará un resumen de los mismos a partir de las ecuaciones mostradas en la sección de Vigas de entepiso y cubierta de la sección cuartos. Se hará el ejemplo de un solo elemento y se mostrará mediante tablas el valor obtenido a los otros dinteles.

Para este caso se hará uso del dintel PGC 203x1.50 como ejemplo de cálculo.

#### 3.2.3.8.1 Momento nominal y resistente

$$M_{nominal} = (20.14)(3400) = 684.76 \text{ kg} * m$$

$$M_{resistente} = 0.95 * 684.76 = 650.52 \text{ kg} * \text{m}$$

Ahora, se presenta el valor del momento actuante obtenido mediante ETABS.

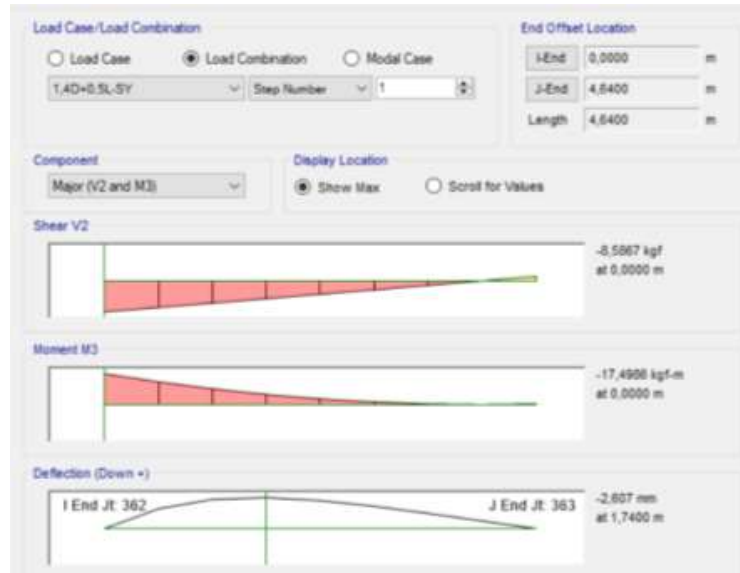


Figura 3.11 Momento actuante en el dintel PGC 203X1.50 [Etabs, 2022]

$$M_{actuante} = 17.50 \text{ kg} * \text{m}$$

$$M_{actuante} < M_{resistente}$$

En base a este resultado se puede verificar que el momento actuante está por debajo del momento resistente y, por lo tanto, el perfil seleccionado PGC 203X1.50 cumple con las solicitaciones previamente calculadas.

Tabla 3.34 Momentos nominales y resistentes de los dinteles [Elaboración propia, 2022]

Dintel	$S_{ex}$ (cm. <sup>4</sup> )	$F_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$M_{nominal}$ (kg*m)	$M_{resistente}$ (kg*m)	$M_{actuante}$ (kg*m)	Verificación
254x1.90	35.30	3400	1116.20	1060.39	243.94	OK
305x2.60	67.04	3400	2282.76	2168.62	1103.56	OK
254x2.60	53.57	3400	1821.38	1730.29	76.03	OK
89x1.50	6.98	3400	237.32	225.45	57.27	OK
140x1.20	11.16	2300	256.68	243.85	69.33	OK
140x1.50	13.29	3400	451.86	429.27	261.10	OK
89x0.93	4.21	2300	96.83	91.99	6.44	OK

### 3.2.3.8.2 Deformaciones

Ahora bien, respecto a la deformación máxima la normativa indica que se debe considerar una relación L/360 y el catálogo CONSTRUSEC la relación de L/240 para carga total. En este caso, tomaremos el caso más desfavorable.

$$\Delta_{max} = \frac{2.70}{360} = 7.5 \text{ mm.}$$

La deformación de la viga será obtenida a partir de Etabs. Para este caso es de 2.61 mm.

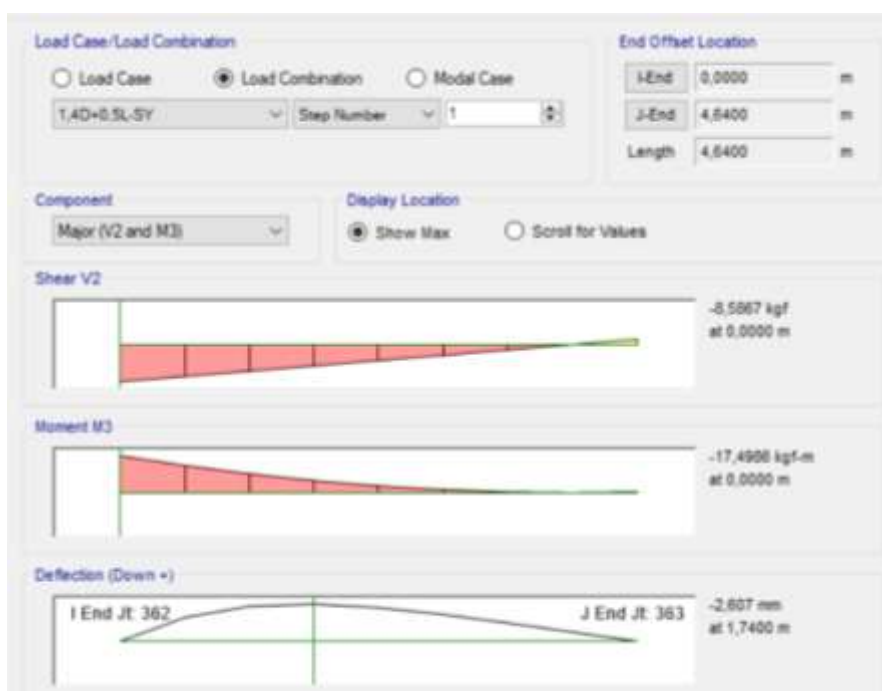


Figura 3.12 Deformación del dintel PGC 203X1.50 [Etabs, 2022]

En base a este resultado se puede verificar que la deformación de la viga dintel está por debajo de la deformación máxima permitida.

Tabla 3.35 Deformaciones de los dinteles [Elaboración propia, 2022]

Dintel	Longitud (m.)	Inercia (mm <sup>4</sup> .)	$\Delta_{max}$ (mm.)	$\Delta_{viga}$ (mm.)	Verificación
254x1.90	3.17	1060.39	8.81	6.76	OK
305x2.60	5.72	2168.62	15.89	10.25	OK

254x2.60	3.17	1730.29	8.81	5.77	OK
89x1.50	1.00	225.45	2.77	0.036	OK
140x1.20	1.41	243.85	3.92	0.495	OK
140x1.50	1.88	429.27	5.22	0.37	OK
89x0.93	0.80	91.99	2.22	0.029	OK

### 3.2.3.8.3 Momento resistente a pandeo local

#### Momento resistente

Se considera  $\phi_b$  igual a 0.9 con la metodología de diseño LRFD. Para esta sección se analizará el elemento asumiendo que  $F_c = F_y$ .

$$M_{resistente} = (0.9)(20.14)(3400) = 616.28 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

El momento resistente por pandeo local es menor al momento resistente obtenido para flexión. Por consecuencia, se debe establecer arriostramientos en la viga. Para este sistema los mismos vienen dado por diafragmas de rigidización, el mismo que se considera como un arriostramiento continuo.

**Tabla 3.36 Momento resistente de los dinteles [Elaboración propia, 2022]**

Dintel	$S_{ex}$ (cm. <sup>4</sup> )	$F_y$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$M_{resistente}$ (kg*m)
254x1.90	35.30	3400	1080.18
305x2.60	67.04	3400	2051.42
254x2.60	53.57	3400	1639.24
89x1.50	6.98	3400	213.59
140x1.20	11.16	2300	231.01
140x1.50	13.29	3400	406.67
89x0.93	4.21	2300	87.15

### 3.2.3.8.4 Resistencia de la viga por cortante

De igual manera que en los cálculos anteriores, se deben considerar diferentes condiciones para analizar la resistencia por cortante.

$$\frac{a}{h} \leq 1 \text{ o } > 1 \quad (3.71)$$



Debido a los diafragmas de rigidización no posee una distancia libre entre rigidizadores transversales. Sin embargo, la estructura debe ser independiente de los diafragmas y para este caso, se tomará la distancia de 2.44 m. con arriostramientos. Los mismos que son denominados blocking.

$$\frac{2440}{203} = 12.02 > 1$$

Con esta consideración, se establece la siguiente ecuación:

$$k_v = 5.34 + \frac{4}{(12.02)^2} = 5.37$$

Ahora, se debe calcular la relación de peralte – espesor del alma y otras limitaciones.

$$\frac{h}{t} = \frac{203}{1.50} = 135.33$$

Se debe verificar en donde se sitúa esta relación respecto a las ecuaciones (3.43), (3.44), (3.45).

$$\sqrt{\frac{2100000 * 5.37}{3400}} = 57.59$$

Conforme al resultado mostrado en la parte superior se puede verificar que se cumple la tercera condición y, por ende, se hará uso de la siguiente ecuación:

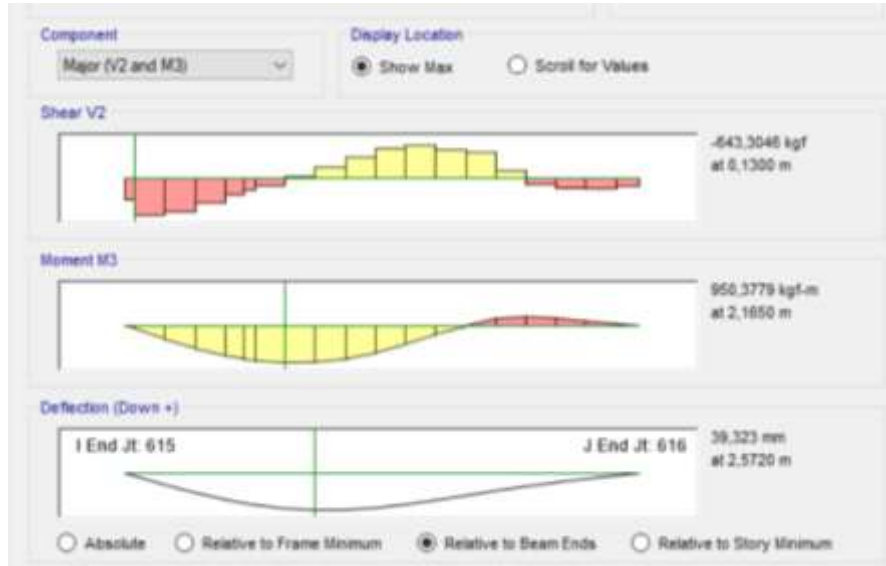
$$F_v = 0.904 * \frac{2100000(5.37)}{(135.33)^2} = 556.64 \frac{kg}{cm^2}$$

### **Resistente a corte y resistente a corte nominal**

Se considera un área del alma de 4.32 cm<sup>2</sup> y un coeficiente  $\phi_v$  de 0.95 para la obtención de resultados en las siguientes ecuaciones.

$$v_{nominal} = 4.32 * 556.64 = 2404.68 \text{ kg}$$

$$v_{resistente} = (0.95)(2404.68) = 2284.45 \text{ kg}$$



$$v_{actuante} = 643.30 \text{ kg}$$

$$v_{actuante} < v_{resistente}$$

Bajo este análisis se comprende que la viga posee suficiente resistencia a corte para las sollicitaciones impuestas.

**Tabla 3.37 Resistente cortante de los dinteles [Elaboración propia, 2022]**

Dintel	$\frac{a}{h}$	$k_v$	$\frac{h}{t}$	$F_v$ (kg*cm <sup>2</sup> )	Área (cm <sup>2</sup> )	$v_{nominal}$ (kg)	$v_{resistente}$ (kg)	$v_{actuante}$ (kg)	Verificación
254x1.9 0	> 1; 9.61	5.38	133.68	571.53	6.31	3606.35	3426.04	713.91	OK
305x2.6 0	> 1; 8.00	5.40	117.30	745.05	10.17	7577.16	7198.30	1663.37	OK
254x2.6 0	> 1; 10.1 7	5.38	92.31	1198.60	8.85	10607.61	10077.23	254.86	OK

89x1.50	> 1; 27.4 2	5.35	59.33	58.13	2.68	155.79	148.00	57.27	OK
140x1.2 0	> 1; 17.4 3	5.44	116.67	758.70	2.74	2078.84	1974.90	574.23	OK
140x1.5 0	> 1; 17.4 3	5.44	93.33	1185.62	3.41	4042.96	3840.82	821.80	OK
89x0.93	> 1; 27.4 2	5.35	95.70	43.82	1.67	73.20	69.52	37.36	OK

### 3.2.4 Columnas incorporadas para el balcón

Esta sección no corresponde al análisis del sistema constructivo Steel Framing. Sin embargo, se debe incorporar dos columnas por debajo del balcón como soporte del mismo debido a que los montantes reciben carga adicional contemplada por el propio balcón, vigas de entrepiso y la sala de televisión. Para esto se seleccionan columnas HSS 5X5X3/16 y el respectivo análisis se realizará con la normativa AISC-360-10.

#### 3.2.4.1 Revisión de relación ancho-espesor

##### 3.2.4.1.1 Ala

$$\lambda_{ala} = \frac{b - 2 * e}{e} \quad (3.60)$$

$$\lambda_{ala} = \frac{12.7 - 2 * 0.442}{0.442} = 26.73$$

$$\lambda_r = 1.4 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.61)$$

$$\lambda_r = 1.4 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.4 * \sqrt{\frac{2100000}{3500}} = 34.29$$

$$\lambda_{hd} = 0.55 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.62)$$

$$\lambda_{hd} = 0.55 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0.55 * \sqrt{\frac{2100000}{3500}} = 13.47$$

$$\lambda_{md} = 1.12 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.63)$$

$$\lambda_{md} = 1.12 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 1.12 * \sqrt{\frac{2100000}{3500}} = 27.43$$

En base a este análisis, se considera que el ala es compacta ( $\lambda_{hd} < \lambda_{ala} < \lambda_{md}$ ) y no esbelta ( $\lambda_{ala} < \lambda_r$ ).

#### 3.2.4.1.2 Alma

$$\lambda_{alma} = \frac{12.7 - 2 * 0.442}{0.442} = 26.73$$

$$\lambda_r = 5.7 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.64)$$

$$\lambda_r = 5.7 * \sqrt{\frac{2100000}{3500}} = 139.62$$

$$\lambda_{hd} = 0.64 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.65)$$

$$\lambda_{hd} = 0.64 * \sqrt{\frac{2100000}{3500}} = 15.68$$

$$\lambda_{md} = 2.42 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.66)$$

$$\lambda_{md} = 2.42 * \sqrt{\frac{2100000}{3500}} = 59.28$$

En base a este análisis, se considera que el ala es compacta ( $\lambda_{hd} < \lambda_{atma} < \lambda_{md}$ ) y no esbelta ( $\lambda_{atma} < \lambda_r$ ).

### 3.2.4.2 Revisión por carga axial

Para la esbeltez se considera una conexión empotrada-articulada con k igual 2.

$$l = \frac{k * L}{r_y} \quad (3.67)$$

$$l = \frac{2 * 295}{4.978} = 118.52$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{l^2} \quad (3.68)$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * 2100000}{(118.52)^2} = 1475.49 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\lambda_{cr} = 4.71 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.69)$$

$$\lambda_{cr} = 4.71 * \sqrt{\frac{2100000}{3500}} = 115.37$$

Debido a que  $\iota > \lambda_{cr}$  se introduce la siguiente ecuación:

$$F_{cr-elastico} = 0.8777 * F_e \quad (3.70)$$

$$F_{cr-elastico} = 0.8777 * (1475.49) = 1295.04 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\phi P_n = \phi * F_{cr} * Ag, \text{ para este caso } F_{cr-elastico} \quad (3.71)$$

$$\phi P_n = 0.9 * 1295.04 * 21.161 = 24663.91 \text{ kg.}$$

$$P_{actuante} = 3664.43 \text{ kg}$$

$$P_{actuante} < \phi P_n$$

Mediante esta relación se puede determinar que el perfil seleccionado resiste la carga axial impuesta. Adicionalmente, la relación demanda-capacidad es igual a 0.15.

### 3.2.4.3 Revisión por flexión

$$h_0 = d - e \quad (3.72)$$

$$cw = \frac{I_y * (h_0)^2}{4} \quad (3.73)$$

$$cw = \frac{524.45 * (6.3 - 0.442)^2}{4} = 4499.28 \text{ cm}^6$$

$$rts = \sqrt{\frac{h_0 * I_y}{2 * S_x}} \quad (3.74)$$

$$rts = \sqrt{\frac{5.858 * 524.45}{2 * (82.43)}} = 4.32 \text{ cm.}$$

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (3.75)$$

$$L_p = 1.76 * 4.978 * \sqrt{\frac{2100000}{3500}} = 214.66 \text{ cm.}$$

$$L_r = 1.95 * rts * \frac{E}{0.7 * F_y} * \sqrt{\frac{J}{S_x * h_0} + \sqrt{\left(\frac{J}{S_x * h_0}\right)^2 + 6.76 * \left(0.7 * \frac{F_y}{E}\right)^2}} \quad (3.76)$$

$$L_r = 1.95 * 4.32 * \frac{2100000}{0.7 * 3500} * \sqrt{\frac{828.31}{82.43 * 5.858} + \sqrt{\left(\frac{828.31}{82.43 * 5.858}\right)^2 + 6.76 * \left(0.7 * \frac{3500}{2100000}\right)^2}} = 358.06 \text{ cm.}$$

Se tiene una longitud sin arriostramiento de 2.95 metros. Debido a esto se cumple la condición  $L_p < L_b < L_r$  y se hace uso de las siguientes ecuaciones.

$$C_b = \frac{12.5 * M_u}{2.5 * M_u + 3 * M_A + 4 * M_B + 3 * M_C} \quad (3.77)$$

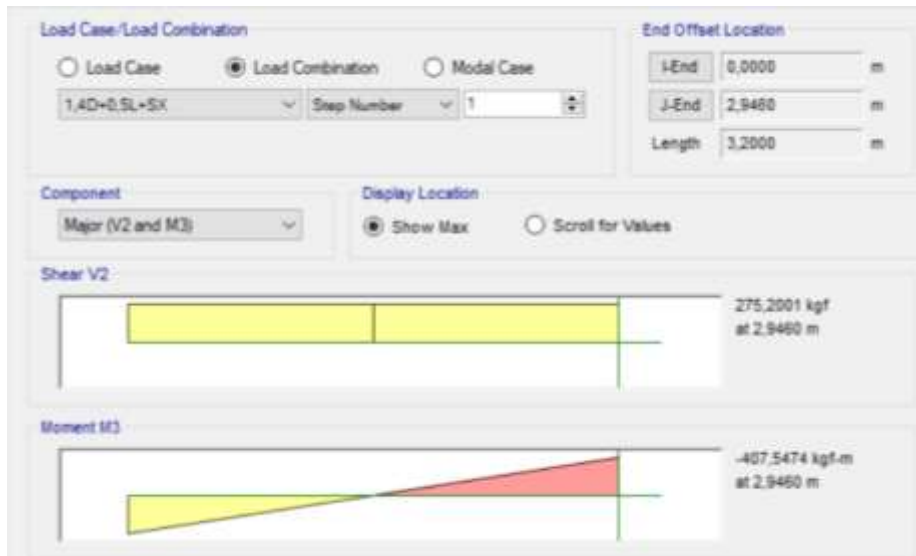


Figura 3.13 Detalle de fuerzas en columna en dirección Y [Etabs, 2022]

$$C_{by} = \frac{12.5 * 407.55}{2.5 * 407.55 + 3 * 182.80 + 4 * 36.20 + 3 * 259.47} = 2.05$$

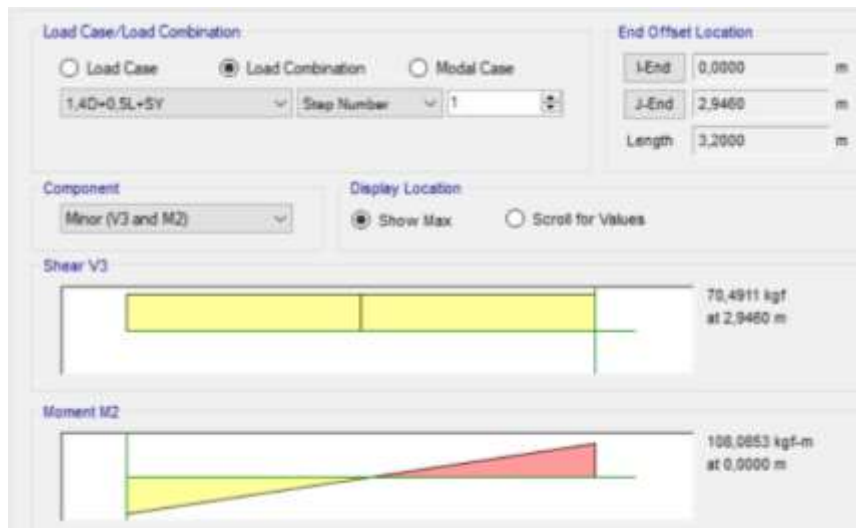


Figura 3.14 Detalle de fuerzas en columna en dirección X [Etabs, 2022]

$$C_{bx} = \frac{12.5 * 108.09}{2.5 * 108.09 + 3 * 51.63 + 4 * 4.40 + 3 * 61.50} = 2.15$$

$$M_{px} = F_y * Z_x = 3500 * 96.52 = 3378.20 \text{ kg} * \text{m}$$

$$M_{py} = F_y * Z_y = 3500 * 96.52 = 3378.20 \text{ kg} * \text{m}$$



Se puede determinar que el elemento estructural es satisfactorio por flexión.

### 3.2.4.4 Revisión por Flexo-compresión

$$M_c = C_b * (M_p - (M_p - 0.7 * F_y * S)) * \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p}\right) \quad (3.78)$$

$$M_{cx} = 2.15 * (337820 - (337820 - 0.7 * 3500 * 82.43)) * \left(\frac{295.00 - 214.66}{358.06 - 214.66}\right)$$

$$M_{cx} = 2432.61 \text{ kg} * m$$

$$M_{cy} = 2.15 * (337820 - (337820 - 0.7 * 3500 * 82.43)) * \left(\frac{295.00 - 214.66}{358.06 - 214.66}\right)$$

$$M_{cy} = 2319.47 \text{ kg} * m$$

Debido a que la relación de demanda-capacidad establecida en carga axial no supera el valor de 0.20 se introduce la siguiente ecuación de Flexo-compresión.

$$\frac{P_u}{2 * \phi P_n} + \frac{M_{ux}}{M_{cx}} + \frac{M_{uy}}{M_{cy}} \leq 1 \quad (3.79)$$

$$\frac{3664.43}{2 * 24663.91} + \frac{108.09}{2432.61} + \frac{407.55}{2319.47} = 0.29 \leq 1$$

En base a este análisis se puede determinar que el perfil es satisfactorio por Flexo-compresión.

### 3.2.5 Rigidez de paneles

Para este proyecto se ha decidido implementar la cruz de San Andrés y chapas de acero. En ambos se requiere un análisis en función de las cargas laterales provocadas por los sismos a lo que probablemente estaría expuesta la vivienda por la zona en que se

encuentra. Para este caso se ha seleccionado un fleje de acero de 38 mm. x 1.50 mm con  $F_y$  de 3400 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.2.5.1 Flejes de cruz de San Andrés

En primera instancia se debe determinar la fuerza resultante que afecta al panel.

$$F_{actuante} = \frac{2174.55}{\cos(52.4)} = 3563.99 \text{ kg.}$$

$$A_n = 38 * 1.50 = 57.00 \text{ mm}^2 = 0.57 \text{ cm}^2$$

$$R_n = A_n * F_y \quad (3.92)$$

$$R_n = 0.57 * 3400 = 1938 \text{ kg}$$

Debido a que el fleje se coloca en dos paneles de una sección se obtiene una resistencia neta igual a:

$$R_n = 2 * 1938 = 3876 \text{ kg}$$

$$R_{actuante} < R_n$$

Como se puede observar los flejes asignados resisten las cargas laterales producidas por el sismo. Este mismo tipo de fleje se asigna en todos los paneles que requieren la rigidización y donde no se incorpore la chapa de acero.

### 3.2.5.2 Chapa de acero

La normativa AISI-S240 indica la resistencia nominal por cortante que poseen los diferentes espesores de chapa de acero. Los mismos se determinan a partir de la tabla E2. 3-1 donde se condiciona el espesor de los montantes, soleras, requerimientos de blocking y una relación de aspecto máxima de h:b / 2:1. A su vez, esta tabla indica el espaciamiento de los tornillos en los bordes de la chapa de acero.

A pesar de que los flejes de acero soportan la carga lateral aplicada, se reforzará la estructura con chapa de acero en ciertas secciones con la siguiente configuración: 0.84 mm. de espesor para la sección cocina y 0.69 mm. para la planta baja y alta de la sección cuartos.

**Chapa de acero de 0.84 mm.**

$$R_n = 3103.00 \text{ kg}$$

**Chapa de acero de 0.69 mm.**

$$R_n = 1258.00 \text{ kg}$$

En ambos casos se requiere de un espaciamiento de tornillos en los bordes de 51 mm.

**3.2.5.3 Requerimientos de rigidez en paneles**

A pesar de que se deben diseñar los flejes para las secciones más críticas. Es necesario determinar cuantos metros lineales requieren que se rigidicen por cada lado de la vivienda. Para este caso debido a las dimensiones que posee la casa, se ha dividido en dos secciones para la rigidización de paneles. Para determinar el porcentaje de rigidez se hace uso de la tabla E 12-1 para la planta baja de los cuartos y la sección de la cocina, mientras que, para la sección de la planta alta de los cuartos se requiere hacer uso de la tabla E 12-2. La mismas que contempla una aceleración sísmica hasta de 1.5g.

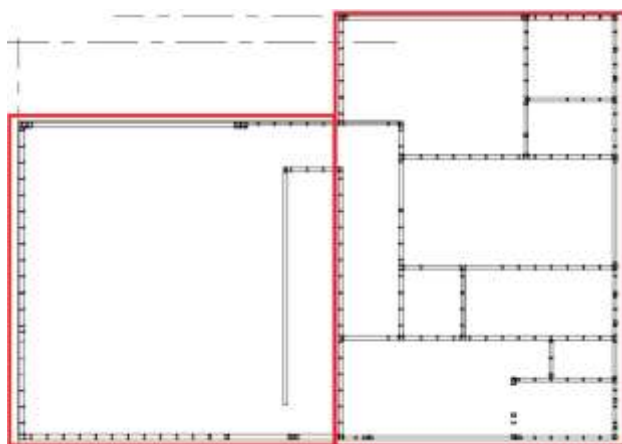


Figura 3.15 Secciones para rigidización [Elaboración propia, 2022]

Tabla 3.38 Requerimiento de rigidez para la pared del frente de la sección de la cocina  
[Elaboración propia, 2022]

Pared del frente de la sección de la cocina			
h/b	Luz de diafragma	Porcentaje de rigidización	Revestimiento
$\frac{5.20}{6.85} \approx 1.00$	9.2 m.	20%	1.40 m.

Tabla 3.39 Requerimiento de rigidez para la pared del costado de la sección de la cocina  
[Elaboración propia, 2022]

Pared del costado de la sección de la cocina			
h/b	Luz de diafragma	Porcentaje de rigidización	Revestimiento
$\frac{5.20}{7.95} \approx 0.75$	9.2 m.	19%	1.55 m.

Tabla 3.40 Requerimiento de rigidez para la pared del frente de la sección de los cuartos  
[Elaboración propia, 2022]

Pared del frente de la sección de los cuartos				
Planta	h/b	Luz de diafragma	Porcentaje de rigidización	Revestimiento
Alta	$\frac{2.95}{3.37} \approx 1.00$	12.2 m.	23%	0.80 m.
Baja	$\frac{2.95}{3.37} \approx 1.00$	12.2 m.	33%	1.15 m.

**Tabla 3.41 Requerimiento de rigidez para la pared del costado de la sección de los cuartos [Elaboración propia, 2022]**

Pared del costado de la sección de los cuartos				
Planta	h/b	Luz de diafragma	Porcentaje de rigidización	Revestimiento
Alta	$\frac{2.95}{7.93} \approx 0.50$	9.2 m.	18%	1.45 m.
Baja	$\frac{2.95}{7.93} \approx 0.50$	9.2 m.	25%	2.00 m.

**Tabla 3.42 Requerimiento de rigidez para la pared posterior sección de los cuartos [Elaboración propia, 2022]**

Pared posterior de la sección de los cuartos				
Planta	h/b	Luz de diafragma	Porcentaje de rigidización	Revestimiento
Alta	$\frac{2.95}{2.30} \approx 1.50$	12.2 m.	25%	0.60 m.
Baja	$\frac{2.95}{2.30} \approx 1.50$	12.2 m.	37%	0.90 m.

**Tabla 3.43 Requerimiento de rigidez para la pared costado de escalera [Elaboración propia, 2022]**

Pared del costado de escalera				
Planta	h/b	Luz de diafragma	Porcentaje de rigidización	Revestimiento
Alta	$\frac{2.95}{9.56} \approx 0.50$	9.2 m.	18%	1.75 m.
Baja	$\frac{2.95}{9.56} \approx 0.50$	9.2 m.	25%	2.40 m.

**Tabla 3.44 Requerimiento de rigidez para la pared frontal de la sala de televisión [Elaboración propia, 2022]**

Pared frontal de sala de televisión				
Planta	h/b	Luz de diafragma	Porcentaje de rigidización	Revestimiento
Alta	$\frac{2.95}{1.43} \approx 0.50$	4.6 m.	30%	0.45 m.
Baja	$\frac{2.95}{1.43} \approx 0.50$	4.6 m.	40%	0.60 m.

**Tabla 3.45 Requerimiento de rigidez para la pared del costado de la sala de televisión**  
**[Elaboración propia, 2022]**

Pared del costado de la sala de televisión			
h/b	Luz de diafragma	Porcentaje de rigidización	Revestimiento
$\frac{2.95}{2.65} \approx 1.25$	4.6 m.	17%	0.50 m.

### 3.2.6 Diseño de escalera

La normativa AISI-230 no incorpora un diseño definitivo respecto a esta sección. Sin embargo, ConsulSteel (2020) sugiere el método paneles escalera más paneles peldaño. Este método consiste en usar montantes conformados en uno o más paneles y peldaños en armado tipo cajón que son conectados mediante tornillos N10 a la solera del panel de montantes. Para este diseño se propone los siguientes perfiles:

- Montante: perfil PGC 89X1.20. Este perfil sigue la modulación de 407 mm.
- Peldaños: 2 perfiles PGC 89x1.20 junto a 2 perfiles PGU 89x1.20.
- Solera: perfil PGU 89X1.20 como tapa de escalón.

Las conexiones requeridas son mínimas un tornillo en cada labio del perfil PGU conectado a la solera y mínimo un tornillo de enlace entre el perfil PGU que conforma una viga dintel o viga de entrepiso con el perfil PGC que hace la función de tapa para el peldaño.

### 3.2.7 Elementos no estructurales

Para el diseño de soleras y cenefas no se debe realizar un análisis estructural debido a que los mismos no soportan cargas. Su función es dar soporte a los montantes y las vigas de entrepiso. Sin embargo, es necesario detallar las conexiones requeridas en los elementos.

**Tabla 3.46 Conexiones establecidas para elementos no estructurales [Elaboración propia, 2022]**

<b>Conexión de cenefa a solera inferior o superior.</b>	tornillos N10 cada 60 cm. separados de borde a borde.
<b>Conexión de solera inferior y superior a montante.</b>	1 tornillo en cada extremo inferior y superior del ala del montante.
<b>Conexión de cenefa a viga de entrepiso.</b>	1 tornillo en cada extremo de cada ala de la viga.
<b>Conexión de anclaje rigidizador - solera</b>	2 tornillos en cada empalme del anclaje con los elementos estructurales.

Es importante mencionar que, existen conexiones adicionales que serán declaradas en los planos respectivos.

### 3.2.8 Diseño de cimentación

Es importante resaltar que, para este caso de estudio se ha decidido implementar una losa de cimentación, la misma que es de uso común para este sistema constructivo. En primer lugar, se debe obtener las cargas de diseño y servicios que están siendo aplicadas sobre la cimentación. Estos valores son obtenidos a partir de las reacciones generadas en los puntos de la base de la estructura, los mismos que son tomados del software ETABS.

En primer lugar, se debe dividir la losa en 3 secciones rectangulares debido a que la losa de cimentación no es perfectamente regular. Para el cálculo de las inercias se propone el Teorema de Steiner.

**Tabla 3.47 Dimensiones y centroides de las secciones de losa de cimentación [Elaboración propia, 2022]**

	<b>B</b>	<b>L</b>	$\bar{x}$	$\bar{y}$
<b>Sección 1</b>	14.96	7.95	7.48	3.95
<b>Sección 2</b>	9.23	2.65	10.35	9.28
<b>Sección 3</b>	6.95	1.5	11.49	11.35

A partir de los datos mostrados en la Tabla 3.47 se obtienen los centroides de la losa de cimentación y sus momentos de inercia.

**Tabla 3.48 Centroides e inercias de la losa de cimentación [Elaboración propia, 2022]**

$x'$	8.21	-
$y'$	5.32	-
$I_x$	9353.44	$m^4$
$I_y$	2487.56	$m^4$

### 3.2.8.1 Carga de diseño o factorada

Conforme a lo que indica la normativa ACI 314-18 se debe considerar la combinación de carga viva y carga muerta con sus respectivos factores de mayoración. Las mismas corresponden a la carga muerta proveniente de ambas plantas de la sección de los cuartos y sección de la cocina, incluyendo cubiertas y entrepiso y, en el caso de carga viva respecto a los valores considerados para entrepiso y cubiertas.

$$W_u = 1.2D + 1.6L \quad (3.93)$$

Para la definición de las cargas se hará referencia a la Tabla 3.9 y Tabla 3.10. De igual forma, se debe considerar la Tabla 3.4, Tabla 3.3 , Tabla 3.5 debido a la carga de muros. Adicionalmente, se debe considerar la carga viva sobre el contrapiso y el peso propio de la cimentación (se considera un peralte de 25 cm. para el cálculo inicial). Para el cálculo de la carga distribuida se considera un área de 153.85 m<sup>2</sup> para la losa de cimentación.

$$D = D_{\text{sobre-entrepiso}} + D_{\text{muros de cocina}} + D_{\text{muro-cubierta de sección cocina}} + D_{\text{cimentación}}$$

$$D = 26957.86 + 11338.93 + 16943.32 + 88463.75 = 143703.86 \text{ kg.} = 143.70 \text{ Ton.}$$

$$L = L_{\text{entrepiso}} + L_{\text{cubiertas}} + L_{\text{contrapiso}} + L_{\text{contrapiso}}$$

$$L = 21412 + 12582.5 + 23636 = 57630.50 \text{ kg.} = 57.63 \text{ Ton.}$$

$$W_u = 1.2(143.70) + 1.6(57.63) = 264.65 \text{ Ton.}$$



$$W_{u-distribuida} = \frac{264.65}{153.85} = 1.72 \text{ Ton/m}^2$$

### 3.2.8.2 Excentricidades

Es necesario ubicar el punto donde se concentra la carga resultante. Para esto, se debe tomar cada una de las cargas que soportan los montantes y multiplicarlas por su punto de ubicación en la dirección correspondiente. Luego, todo esto debe ser dividido para la carga resultante.

$$x'_R = 12.04 \text{ m.}$$

$$y'_R = 7.53 \text{ m.}$$

$$e_x = x'_R - x' \quad (3.94)$$

$$e_x = 8.50 - 8.21 = 0.29 \text{ m.}$$

$$e_y = y'_R - y' \quad (3.95)$$

$$e_y = 5.53 - 5.32 = 0.21 \text{ m.}$$

### 3.2.8.3 Momentos

Una vez determinadas las excentricidades se procede a determinar los momentos en ambas direcciones.

$$M_x = W_u * e_y \quad (3.96)$$

$$M_x = (264.65) * (0.21) = 54.94 \text{ kg * m}$$

$$M_y = W_u * e_x \quad (3.97)$$

$$M_y = (264.65) * (0.29) = 75.56 \text{ kg * m}$$

### 3.2.8.4 Presión ejercida sobre el suelo por debajo de la losa

$$q_n = \frac{w_u}{A} + \frac{M_y * x}{I_y} + \frac{M_x * y}{I_x} \quad (3.98)$$

Se analizará el caso más desfavorable.

$$q_n = \frac{264.65}{153.85} + \frac{(75.56)(14.96)}{9353.44} + \frac{(54.94)(12.10)}{2487.56}$$

$$q_n = 1.72 + 0.12 + 0.27 = 2.11 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Ahora bien, se le debe asignar un factor de seguridad al proyecto para considerar la carga admisible que posee el suelo. En este caso, se considera un FS igual a 3 y la carga última de diseño será de 10 Ton/m<sup>2</sup> como lo menciona Chalén & Rivera (2021) en base a estudios previos realizados en la provincia de Santa Elena.

$$q_u = 10 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{admissible} = q_u / FS \quad (3.99)$$

$$q_{admissible} = \frac{10}{3} = 3.33 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_n < q_{admissible}$$

Mediante el análisis realizado se puede asegurar que la carga portante que posee el suelo con su respectivo factor de seguridad contemplado resistirá las cargas impuestas.

### 3.2.8.5 Peralte efectivo

Para determinar el peralte requerido se asume que la losa está dividida en diferentes franjas alrededor de cada una de las columnas. Es decir, se analizará la columna con

mayor sección para verificar el peralte necesario, la misma que se encuentra en el borde de la losa.

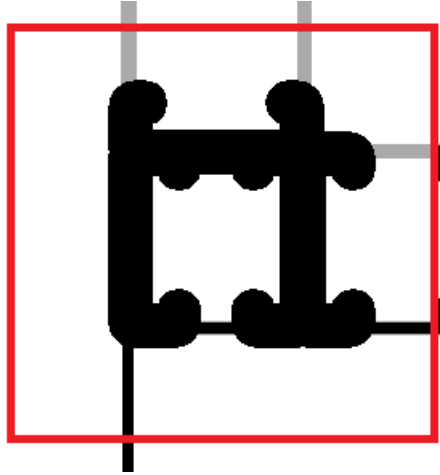


Figura 3.16 Franja de análisis con montante PGC 140X1.50 [Elaboración propia, 2022]

$$U = b_0 * d * [4 * 0.34 * \phi * \sqrt{f'c}] \quad (3.100)$$

$$b_0 = \left(14 + \frac{d}{2}\right) + \left(14 + \frac{d}{2}\right) = 28 + d$$

$$U = (28 + d) * d * [4 * 0.85 * 0.34 * \sqrt{210}]$$

$$P_{actuante-columna} = 2479.81 \text{ kg}$$

$$148.03 = (28 + d) * d$$

$$d \approx 5 \text{ cm.}$$

Debido al recubrimiento mínimo que se requiere para las varillas de refuerzo (se asume varilla de una pulgada) y el diámetro mismo del acero se debe aumentar el peralte.

$$\text{peralte asumido} = 5 + 4 + 2.54 = 12.54 \approx 15.00 \text{ cm.}$$

$$b_0 = 28 + 15 = 43$$

### 3.2.8.6 Acero requerido

Para esta sección se asume que la losa se fracciona en partes. Específicamente en pequeños bloques es de un metro de ancho.

#### 3.2.8.6.1 Momento último

Se hará uso del momento máximo en la sección analizada.

$$W_u = 4215.00 \text{ kg}$$

$$M_u = \frac{4215 * 1}{8} = 526.88 \text{ kg} * m = 52688 \text{ kg} * cm$$

$$0.85 * F'_c * a * b = A_s * F_y \quad (3.80)$$

$$0.85 * 210 * a * 100 = A_s * 4200$$

$$A_s = 4.25 * a$$

$$M_u = A_s * \phi * F_y * (d - \frac{a}{2}) \quad (3.102)$$

$$52688 = 4.25 * a * 0.9 * 4200 * (15 - \frac{a}{2})$$

$$3.28 = a * (15 - \frac{a}{2})$$

$$a \approx 0.25$$

$$A_s = 4.25 * 0.25 = 1.06 \text{ cm}^2$$

#### 3.2.8.6.2 Cuantías

Se determina un valor de 0.85 para  $\beta_1$ .

$$\rho_B = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{F_y} * \left( \frac{0.003}{0.003 + F_y/E} \right) \quad (3.103)$$

$$\rho_B = 0.85(0.85) * \frac{210}{4200} * \left( \frac{0.003}{0.003 + 4200/2100000} \right)$$

$$\rho_B = 0.022$$

$$\rho_{max} = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'_c}{F_y} * \left( \frac{0.003}{0.003 + 0.005} \right) \quad (3.104)$$

$$\rho_{max} = 0.0135$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{F_y} \quad (3.105)$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{4200} = 0.0033$$

### 3.2.8.6.3 Área de acero

$$A_{s-max} = \rho_{max} * b * d \quad (3.106)$$

$$A_{s-max} = 0.0135 * 100 * 15 = 20.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s-min} = \rho_{min} * b * d \quad (3.107)$$

$$A_{s-min} = 0.0033 * 100 * 15 = 4.95 \text{ cm}^2$$

### 3.2.8.6.4 Acero adoptado

Debido a que el acero obtenido está por debajo acero mínimo, se adaptará aquella cuantía como referencia para determinar la configuración del acero. Para esto, se propone una malla electrosoldada de 12 mm. x 12 mm. con separación de 20 cm x 20 cm.

$$A_s = 5\phi 12mm. = 5.65 \frac{cm^2}{m}$$

***Malla electrosoldada de 12 mm. x 12 mm. con separación de 20 cm. longitudinal y transversal***

$$\rho = \frac{5.65}{100 * 15} = 0.00377$$

Es valor de cuantía cumple con las cuantías mínimas y máximas establecidas en el cálculo.

#### **3.2.8.6.5 Estabilidad por volteo**

La Norma Ecuatoriana de la Construcción – Geotecnia y Cimentaciones indica que si las excentricidades son mayores a B/6 se debe verificar la capacidad por volteo.

$$\frac{B}{6} = \frac{14.96}{6} = 2.49 m.$$

$$\frac{L}{6} = \frac{12.10}{6} = 2.02 m$$

$$e_x < \frac{B}{6}$$

$$e_y < \frac{L}{6}$$

Como se puede observar en el análisis realizado, no es necesario verificar la estabilidad por volteo debido a que las excentricidades no superan el límite indicado. Es decir, la losa no tendrá un despliegue del terreno.

#### **3.2.8.7 Vigas perimetrales**

Para esta sección asumiremos un valor inicial de altura igual a 30 cm. y un ancho de 30 cm.

### 3.2.8.7.1 Momento ultimo

Se hará uso del momento máximo en la sección analizada.

$$W_u = 3638.27 \text{ kg}$$

$$M_u = \frac{3638.27 * 6.95}{8} = 3160.75 \text{ kg} * \text{m} = 316075.00 \text{ kg} * \text{cm}$$

### 3.2.8.7.2 Cuantías

Se hace uso de las siguientes ecuaciones para determinar la cantidad de acero requerido.

$$A_{s-max} = 0.0135 * 30 * 30 = 12.15 \text{ cm}^2$$

$$A_{s-min} = 0.0033 * 30 * 30 = 3.00 \text{ cm}^2$$

### 3.2.8.7.3 Acero requerido

**Momento máximo negativo**

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * M_u}{0.90 * 0.85 * b * f_c}} \quad (3.108)$$

$$d = 30 - 4 - \frac{2.54}{2} = 24.73$$

$$a = 30 - \sqrt{(30)^2 - \frac{2 * (316075)}{0.90 * 0.85 * 30 * 210}} = 2.27 \text{ cm.}$$

$$A_s = \frac{M_u}{0.9 * F_y * (d - \frac{a}{2})} \quad (3.109)$$

$$A_s = \frac{316075}{0.9 * 4200 * (24.73 - \frac{2.27}{2})} = 3.54 \text{ cm}^2$$

#### 3.2.8.7.4 Acero adoptado

Se adaptará la cuantía obtenida como referencia para determinar la configuración del acero.

$$A_s = 4\phi 12.7 \text{ mm.} = 5.08 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$$A_s = 2\phi 12.7 \text{ mm. en la sección superior}$$

$$A_s = 2\phi 12.7 \text{ mm. en la sección inferior}$$

$$\rho = \frac{5.08}{30 * 30} = 0.00564$$

El acero se ubica en ambas secciones. En la parte superior e inferior.

#### 3.2.8.7.5 Cortante admisible

$$d = 30 - 4 - \frac{2.27}{2} = 24.87$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * d * b \quad (3.110)$$

$$V_n = V_c + V_s \quad (3.111)$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210} * 24.87 * 30 = 5730.37 \text{ kg.}$$

Ahora bien, el valor de  $V_c$  pasa a ser cero debido a que existen fuerzas adicionales producidos por los momentos en las columnas de acero negro.



$$V_{actuante} = 1819.14 \text{ kg}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c \quad (3.81)$$

$$V_s = \frac{1819.14}{0.75} = 2425.520 \text{ kg}$$

$$V_{s-max} = 2.2 * \sqrt{f'_c} * b_w * d \quad (3.113)$$

$$V_{s-max} = 2.2 * \sqrt{210} * 30 * 24.87$$

$$V_{s-max} = 23786.44 \text{ kg}$$

$$V_s < V_{s-max}$$

### 3.2.8.7.6 Espaciamiento de estribos

Para el análisis de esta sección se asume un diámetro de estribo igual a 10 mm y se cumple que  $V_c \geq V_s$ .

$$S = \frac{A_v * F_y * d}{V_s} \quad (3.114)$$

$$S = \frac{(2 * 0.785) * (4200) * (24.87)}{2425.52} = 67.61 \text{ cm}$$

$$S_{max} = \text{menor} \left\{ \frac{d}{2}, 600 \text{ mm.} \right\} \quad (3.115)$$

$$S_{max} = \text{menor} \left\{ \frac{24.87}{2}, 60 \text{ cm.} \right\}$$

$$S_{max} = 12.44 \text{ cm.}$$

Para este caso el que controla es 12.44 cm y su espaciamiento se regirá conforme a este valor.

**1 $\phi_e$ 10 mm. @10 cm. a lo largo de la viga**

### 3.2.8.8 Verificación a Cortante

#### 3.2.8.8.1 Resistencia al Cortante en una cara

$$\sigma_u = \frac{P_u}{b * L} \quad (3.116)$$

$$\sigma_u = \frac{1955.68}{(30 * 30)} = 2.17 \frac{kg}{cm^2}$$

$$V_u = \sigma_u * A_{esfuerzo} \quad (3.117)$$

$$V_u = 2.17 * (30 * 8.65)$$

$$V_u = 563.12 \text{ kg}$$

$$\phi V_n = \phi * \frac{\sqrt{f'_c}}{6} * d * b \quad (3.118)$$

$$\phi V_n = 0.75 * \frac{\sqrt{210}}{6} * 30 * 30 = 1630.28 \text{ kg}$$

$$V_u < \phi V_n$$

#### 3.2.8.8.2 Resistencia por punzonamiento

$$V_u = \sigma_u * A_{efectiva} \quad (3.119)$$

$$A_{efectiva} = (8.65 * 30 * 2)$$

$$V_u = 2.17 * 519 = 1126.23 \text{ kg}$$

$$b_o = 2 * (b + d) + 2 * (l + d) \quad (3.820)$$

$$b_o = 2 * (12.7 + 30) + 2 * (12.7 + 30) = 170.80 \text{ cm}$$

$$\min V_c \left\{ \begin{array}{l} 0.33 * \sqrt{f'_c} \\ 0.17 * \left(1 + \frac{L}{B}\right) * \sqrt{f'_c} \\ 0.083 * \left(2 + \frac{\alpha_0 * d}{b_o}\right) * \sqrt{f'_c} \end{array} \right\} \quad (3.121)$$

$$\min V_c \left\{ \begin{array}{l} 0.33 * \sqrt{21} = 1.51 \text{ MPa} = 15.42 \text{ kg/cm}^2 \\ 0.17 * \left(1 + \frac{30}{30}\right) * \sqrt{21} = 1.56 \text{ MPa} \\ 0.083 * \left(2 + \frac{40 * 0.15}{0.171}\right) * \sqrt{f'_c} = 14.11 \text{ MPa} \end{array} \right\}$$

$$\phi V_n = 0.75 * V_c * b_o * d \quad (3.122)$$

$$\phi V_n = 0.75 * 15.42 * 170.80 * 30 = 59259.06 \text{ kg}$$

$$V_u < \phi V_n$$

La sección de cimentación (viga de cimentación) es satisfactoria por cortante.

### 3.2.8.9 Asentamientos

La Norma Ecuatoriana de la Construcción – Geotecnia y Cimentaciones establece que los asentamientos máximos permitidos para construcciones aisladas son de 20 cm y su vez, la tabla no. 7 de esta normativa establece que el asentamiento máximo dependerá de la longitud entre ejes de columnas. Para este caso, cada montante aporta una carga hacia la cimentación y su modulación es de 407 mm. Sin embargo, se debe analizar el caso más crítico.

$$\Delta_{max} = L/160 \quad (3.123)$$

$$\Delta_{max} = \frac{6950}{160} = 43.44 \text{ mm.}$$

$$\Delta_{max} \leq \Delta_{admissible}$$

Como se puede observar, se obtiene como resultado un asentamiento máximo de 43.44 mm. respecto a los 200 mm. permitidos. Por ende, se puede asegurar que los asentamientos esperados no excederán el límite permisible.

### **3.3 Especificaciones técnicas**

Cantidades, dimensiones, equipos y maquinarias destinados a la construcción aplicados a todos los elementos contemplados en los diseños. Este subcapítulo debe incluir la descripción general de todos los diseños efectuados. El principal objetivo de las especificaciones debe ser proveer la información suficiente para determinar el presupuesto.

#### **3.3.1 Normas, códigos o reglamentos**

Los mismos han sido establecidos previamente en la sección 2.2.

#### **3.3.2 Materiales**

Para esta sección se ha dividido los diferentes materiales de construcción por la aplicación que tendrán dentro del proyecto. Es importante recalcar que las cantidades estimadas tendrán una sobreestimación para considerar el posible desperdicio por recorte de material.

##### **3.3.2.1 Movimiento de tierras**

###### **3.3.2.1.1 Limpieza y desbroce**

**Equipo mínimo:** excavadora, volqueta.

**Mano de obra calificada:** chofer, operador, peón.

**Cantidad:** 346,18 m<sup>2</sup>

#### **3.3.2.1.2 Replanteo y nivelación**

**Equipo mínimo:** teodolito, estación total.

**Mano de obra calificada:** topógrafo, cadenero, ayudante.

**Cantidad:** 346,18 m<sup>2</sup>

#### **3.3.2.1.3 Excavación a máquina**

**Equipo mínimo:** excavadora, volqueta.

**Mano de obra calificada:** chofer, operador, peón.

**Cantidad:** 230.78 m<sup>3</sup>

#### **3.3.2.1.4 Desalojo del material**

**Equipo mínimo:** excavadora, volqueta.

**Mano de obra calificada:** chofer, operador, peón.

**Cantidad:** 248.08 m<sup>3</sup>

#### **3.3.2.1.5 Excavación a mano**

**Equipo mínimo:** pala, pico, carretilla, barra.

**Mano de obra calificada:** peón, ayudante.

**Cantidad:** 42.34 m<sup>3</sup>

#### **3.3.2.1.6 Mejoramiento del suelo**

**Equipo mínimo:** excavadora, volqueta.

**Mano de obra calificada:** chofer, operador, peón.

**Cantidad:** 230.78 m<sup>3</sup>

#### **3.3.2.1.7 Compactación**

**Equipo mínimo:** compactadora manual.

**Mano de obra calificada:** peón, ayudante.

**Cantidad:** 230.78 m<sup>3</sup>

#### **3.3.2.1.8 Tuberías de subdrenes**

**Equipo mínimo:** herramienta menor.

**Mano de obra calificada:** maestro instalador, albañil.

**Cantidad:** dependerá netamente de los planos hidrosanitarios.

### 3.3.2.2 Estructura metálica

Para las diferentes secciones que conforman la estructura metálica se ha destinado un solo proveedor de acero laminado en frío. Para este caso, se ha optado por

#### 3.3.2.2.1 Montantes (Studs)

**Tipo de acero perfiles 89:** ASTM A653 Grado 33

**Tipo de acero perfiles 140:** ASTM A653 Grado 50

**Equipo mínimo:** atornilladora, amoladora, pinza de presión, nivel.

**Mano de obra calificada:** instalador de Steel Framing, ayudante.

**Tabla 3.49 Detalle de montantes [Elaboración propia, 2022]**

Ubicación	Perfil	Metros lineales
Planta baja – cuartos	PGC 89X1.20	810
Planta alta – cuartos	PGC 89X0.93	690
Sección cocina	PGC 140X1.50	390

#### 3.3.2.2.2 Vigas (Studs)

**Tipo de acero perfiles 254,305:** ASTM A653 Grado 50

**Equipo mínimo:** atornilladora, amoladora, pinza de presión, nivel.

**Mano de obra calificada:** instalador de Steel Framing, ayudante.

**Tabla 3.50 Detalle de vigas [Elaboración propia, 2022]**

Ubicación	Perfil	Metros lineales
Entrepiso	PGC 254x1.50	490
Cubierta de cuartos	PGC 254x1.50	
Balcón	PGC 254X150	
Cubierta de cocina	PGC 305x2.60	215

#### 3.3.2.2.3 Soleras (Tracks)

**Tipo de acero perfiles 89:** ASTM A653 Grado 33

**Tipo de acero perfiles 140,254,305:** ASTM A653 Grado 50

**Equipo mínimo:** atornilladora, amoladora, pinza de presión, nivel.

**Mano de obra calificada:** instalador de Steel Framing, ayudante.

**Tabla 3.51 Detalle de soleras [Elaboración propia, 2022]**

Ubicación	Perfil	Descripción	Metros lineales
Entrepiso	PGU 254x1.50	Costados y tapa	25
Planta alta	PGU 89X0.93	Inferior	90
	PGU 89X0.93	Superior	90
Planta baja	PGU 89X1.20	Inferior	90
	PGU 89X1.20	Superior	90
Sección cocina	PGU 140X1.50	Inferior	25
	PGU 140X1.50	Superior	25
Cubierta cocina	PGU 305x2.60	Costados y tapa	25
Cubierta cuartos (planta baja y alta)	PGU 254X1.50	Costados y tapa	40
Balcón	PGU 254X1.50	Costados y tapa	10

En adición a la tabla presentada, es necesario emplear metros lineales adicionales para cubrir las secciones de los ventanas, puertas y ventanales. Las mismas que son presentada a continuación.

**Tabla 3.52 Detalle de metros adicionales de soleras [Elaboración propia, 2022]**

Soleras	Metros lineales adicionales
PGU 89X0.93	50
PGU 89X1.20	50
PGU 140X1.50	20

#### 3.3.2.2.4 Dinteles (Studs)

Los dinteles se conforman por dos secciones del mismo perfil unidas mediante tornillos. Es decir, cada elemento representa una “caja” denominada “header box”.

**Tipo de acero perfiles 89,140x1.20:** ASTM A653 Grado 33

**Tipo de acero perfiles 140x1.50,203,254,305:** ASTM A653 Grado 50

**Equipo mínimo:** atornilladora, amoladora, pinza de presión, nivel.

**Mano de obra calificada:** instalador de Steel Framing, ayudante.

**Tabla 3.53 Detalle de dinteles [Elaboración propia, 2022]**

<b>Perfil</b>	<b>Metros lineales</b>
PGC 89X0.93	16
PGC 89X1.50	17
PGC 140X1.20	7
PGC 140X1.50	4
PGC 203X1.50	10
PGC 254X1.90	13
PGC 254X2.60	17
PGC 305x2.60	64

### **3.3.2.2.5 Escalera (Studs)**

Perfiles dispuestos conforme a lo establecido en la sección 3.2.6.

**Tipo de acero perfiles 89:** ASTM A653 Grado 33

**Equipo mínimo:** atornilladora, amoladora, pinza de presión, nivel.

**Mano de obra calificada:** instalador de Steel Framing, ayudante.

**Tabla 3.54 Detalle de perfiles empleados en la escalera [Elaboración propia, 2022]**

<b>Perfil</b>	<b>Metros lineales</b>
PGU 89X1.20	15
PGC 89X1.20	55

### **3.3.2.2.6 Rigidizadores (Studs)**

Se atornillan al alma de las vigas de entrepiso o cubierta para aumentar su sección y generar mayor resistencia.

**Tipo de acero perfiles 89:** ASTM A653 Grado 33

**Tipo de acero perfiles 140:** ASTM A653 Grado 50

**Equipo mínimo:** atornilladora, amoladora, pinza de presión, nivel.

**Mano de obra calificada:** instalador de Steel Framing, ayudante.



**Tabla 3.55 Detalle de metros lineales de rigidizadores [Elaboración propia, 2022]**

Ubicación	Perfil	Metros lineales
Planta baja – cuartos	PGC 89X1.20	75
Planta alta – cuartos	PGC 89X0.93	65
Sección cocina	PGC 140X1.50	30

**3.3.2.2.7 Blocking (Tracks)**

Para el caso de los montantes, estos arriostramientos son dispuestos cada tercio de su altura. Mientras que, para las vigas se considera un arriostramiento cada 2.44 metros para ajustar los revestimientos estructurales.

**Tipo de acero perfiles 89:** ASTM A653 Grado 33

**Tipo de acero perfiles 140,254,305:** ASTM A653 Grado 50

**Equipo mínimo:** atornilladora, amoladora, pinza de presión, nivel.

**Mano de obra calificada:** instalador de Steel Framing, ayudante.

**Tabla 3.56 Metros lineales de blocking [Elaboración propia, 2022]**

Perfil	Metros lineales
PGU 89X0.93	100
PGU 89X1.20	100
PGU 140X1.50	50
PGU 254X1.50	80
PGU 305X2.60	40

**3.3.2.2.8 Acero negro**

**Tipo de acero:** ASTM A36

**Equipo mínimo:** soldadora, compresor, equipo de oxicorte, nivel.

**Mano de obra calificada:** fierrero, ayudante.

**Tabla 3.57 Detalle de acero negro requerido [Elaboración propia, 2022]**

Perfil	Metros lineales
HSS 5X5X3/16 – ASTM A36	9.00

### 3.3.2.2.9 Flejes de San Andrés

**Tipo de acero:** ASTM A653 Grado 50

**Equipo mínimo:** atornilladora, amoladora, pinza de presión.

**Mano de obra calificada:** instalador de Steel Framing, ayudante.

**Tabla 3.58 Detalle de metros lineales de flejes de acero [Elaboración propia, 2022]**

Descripción	Metros lineales
Fleje de acero de 38 mm. x 1.50 mm.	160

### 3.3.2.2.10 Chapa de acero

**Tipo de acero:** ASTM A653 Grado 50

**Equipo mínimo:** atornilladora, amoladora, pinza de presión.

**Mano de obra calificada:** instalador de Steel Framing, ayudante.

**Tabla 3.59 Detalle de chapa de acero [Elaboración propia, 2022]**

Descripción	Cantidad	Unidad
Chapa de acero de 0.84 mm.	11	m <sup>2</sup>
Chapa de acero de 0.69 mm.	8.5	m <sup>2</sup>

### 3.3.2.2.11 Anclajes y complementos de flejes

**Tipo de acero:** ASTM A653 Grado 33

**Equipo mínimo:** atornilladora, amoladora, pinza de presión.

**Mano de obra calificada:** instalador de Steel Framing, ayudante.

**Tabla 3.60 Detalle de anclajes y complementos de flejes [Elaboración propia, 2022]**

Descripción	Cantidad
Conectores HTT.	60
Cartelas.	72
Tensores.	36

### 3.3.2.2.12 Conexiones

**Tipo de acero:** ASTM A653 Grado 33

**Equipo mínimo:** atornilladora.

**Mano de obra calificada:** instalador de Steel Framing, ayudante.

**Tabla 3.61 Detalle de conexiones [Elaboración propia, 2022]**

Descripción	Cantidad
Tornillos N10.	> 5000

### 3.3.2.3 Cimentación

**Tipo de acero de varilla y estribo:** ASTM A706

**Tipo de acero de alambre:** NTE INEN 2480

**Tipo de hormigón:** resistencia a compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>

**Equipo mínimo:** concretera, vibrador, herramienta menor.

**Mano de obra calificada:** maestro mayor, peón, albañil, ayudante.

**Tabla 3.62 Detalle de materiales empleados para cimentación [Elaboración propia, 2022]**

Descripción	Cantidad	Unidad
Hormigón con $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	28,89	m <sup>3</sup>
Malla electrosoldada de 12 mm. x 12 mm. en dimensiones de 2,40 m. x 6,25 m.	153,85	m <sup>2</sup>
Estribos de 10 mm.	2071	kg.
Varilla con diámetro de 12,70 mm. de 6 m. de largo		
Replanteo de $F_c = 180 \text{ kg/cm}^2$	7,69	m <sup>3</sup>
Alambre recocado no. 18	1	rollo

### 3.3.2.4 Aislamiento

**Normativa para lana de vidrio:** ASTM E-96

**Equipo mínimo:** equipo de protección personal.

**Mano de obra calificada:** maestro instalador, ayudante.

**Tabla 3.63 Detalle de materiales empleados en aislamiento [Elaboración propia, 2022]**

Material	Descripción	Cantidad	Unidad
Lana de vidrio	Una capa de 50 mm.	1520	m <sup>2</sup>
Barrera de agua y viento	-	1520	m <sup>2</sup>
Barrera de vapor de agua	-	1520	m <sup>2</sup>

### 3.3.2.5 Revestimiento

**Normativa para placa OSB:** NTE INEN 3110

**Equipo mínimo:** atornilladora, cortadora, nivel.

**Mano de obra calificada:** maestro instalador, ayudante.

**Tabla 3.64 Detalle de material empleado en revestimiento [Elaboración propia, 2022]**

Material	Descripción	Cantidad	Unidad
Placa OSB	Espesor de 18.3 mm. Placas de 2.44 m. x1.22 m.	1280	m <sup>2</sup>

### 3.3.2.6 Recubrimiento

**Normativa para fibrocemento:** NTE INEN 1320

**Normativa para gypsum:** NTE INEN 1685, NTE INEN-EN 14195

**Equipo mínimo:** atornilladora, cortadora, nivel.

**Mano de obra calificada:** maestro instalador, ayudante, albañil.

**Tabla 3.65 Detalle de recubrimientos [Elaboración propia, 2022]**

Material	Descripción	Ubicación	Cantidad	Unidad
Plancha de fibrocemento	Espesor de 14 mm. Plancha de 2.44 m. x1.22 m.	Cubiertas.	300	m <sup>2</sup>
Plancha de fibrocemento	Espesor de 14 mm. Plancha de 2.44 m. x1.22 m.	Paredes exteriores.	830	m <sup>2</sup>
Plancha de fibrocemento	Espesor de 8 mm. Plancha de 2.44 m. x1.22 m.	Paredes interiores.	1200	m <sup>2</sup>
Plancha de fibrocemento	Espesor de 17 mm. Plancha de 2.44 m. x1.22 m.	Escalera.	10	m <sup>2</sup>
Plancha de fibrocemento	Espesor de 20 mm. Plancha de 2.44 m. x1.22 m.	Entrepiso.	110	m <sup>2</sup>
Cielo raso	Espesor de 15.9 mm. Plancha de 2.44 m. x1.22 m.	Interior de cubierta y entrepiso.	310	m <sup>2</sup>

Plancha de fibrocemento	Fachada estilo madera. Espesor de 25 mm. Plancha de 2.44 m. x1.22 m.	Exterior de pared.	40	m <sup>2</sup>
Espacato de roca caliza.	Piezas de 0.15 m. x0.60 m.	Exterior de pared.	30	m <sup>2</sup>

### 3.3.2.7 Materiales complementarios

En esta sección se estable aquellos materiales que tendrán una descripción más detallada en la parte de presupuestos.

- Instalaciones hidrosanitarias y eléctricas
- Vidrio de 10 mm. para ventanas o ventanales.
- Puertas de 0.8 m. de ancho con altura de 2.0 m. en la mayoría de los casos. Sin embargo, se considera puertas de la misma altura con un ancho de un metro debido a la accesibilidad de ciertos cuartos.
- Barandas metálicas de 50.8 mm. como barra principal y de 12.7 mm. para soporte lateral inferior.
- Acabados para fachada.

### 3.3.3 Equipos livianos y herramientas

En esta sección se disponen los equipos y herramientas base para la instalación de los diversos componentes descritos a continuación. Es importante mencionar que en el proceso de la obra se pueden requerir otros equipos o herramientas.

**Tabla 3.66 Detalle de equipos a usarse en el proyecto [Elaboración propia, 2022]**

<b>Cimentación.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escuadra</li> <li>• Plomada</li> <li>• Cinta métrica <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel</li> <li>• Martillo</li> <li>• Mazo</li> <li>• Pala</li> </ul> </li> </ul>
---------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carretilla</li> <li>• Alisadora de concreto</li> <li>• Vibrador para hormigón</li> <li>• Compactador manual</li> </ul>
<b>Estructura metálica.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atornilladora</li> <li>• Atornilladora con torque regulable</li> <li>• Atornilladora de alta velocidad</li> <li>• Atornilladora de batería <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tijera eléctrica</li> <li>• Tijera de aviación</li> </ul> </li> <li>• Cortadora sensitiva</li> <li>• Amoladora de mano <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sierra de mano</li> </ul> </li> <li>• Pinza de presión</li> </ul>
<b>Revestimientos, recubrimientos, aislamiento, entre otros.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel</li> <li>• Alicata</li> <li>• Clavador</li> <li>• Cuchilla</li> <li>• Espátula</li> <li>• Lijadora de mano</li> <li>• Pistola de atornillar</li> <li>• Pistola de impacto <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grapas</li> <li>• Lana</li> </ul> </li> <li>• Pistola de sellador <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiza</li> <li>• Serrucho</li> </ul> </li> <li>• Tijeras de metal</li> <li>• Cintra métrica</li> </ul>
<b>Instalaciones eléctricas, hidrosanitarias.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Llaves</li> <li>• Pinzas</li> <li>• Destornilladores</li> <li>• Termofusor</li> <li>• Boquillas</li> <li>• Nivel</li> <li>• Calibrador</li> <li>• Perforador</li> <li>• Lija</li> </ul>

### 3.3.4 Maquinarias

- Mezcladora u hormigonera automática
- Volqueta
- Excavadora
- Grúa telescópica pequeña

### 3.3.5 Juntas

**Tabla 3.67 Detalle de juntas [Elaboración propia, 2022]**

<b>Material</b>	<b>Dilatación</b>
Placa de OSB	3 – 5 <i>mm.</i>
Plancha de fibrocemento	≥ 2 <i>mm.</i>

Para esta sección se sugiere seguir la junta especificada por el fabricante. Sin embargo, se tienen estas consideraciones como base para la instalación de las placas y planchas

# CAPÍTULO 4

## 4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Objetivos

#### 4.1.1 Objetivo general

Elaborar un análisis de impacto ambiental para determinar las actividades del proyecto que podrían alterar el medio físico, biológico y social de la zona cercana a la construcción mediante el uso de matrices de impacto ambiental (magnitud-importancia).

#### 4.1.2 Objetivos específicos

- Proponer un plan de manejo ambiental estableciendo las medidas de prevención y mitigación correspondientes.
- Identificar las principales actividades del proyecto que tendrían un impacto negativo o positivo respecto al medio físico, biológico y social.
- Caracterizar el medio físico, biológico y sociocultural, en el cual se desarrollarán las actividades del proyecto.
- Evaluar los impactos, positivos y negativos, que serán originados por el proyecto.

### 4.2 Descripción del proyecto

El presente proyecto consiste en el diseño estructural de una vivienda de dos pisos ubicada en la comuna Curia, parroquia Manglaralto con sistema constructivo Steel Framing. El desarrollo del mismo al ser una construcción involucra el movimiento de tierras, accidentes, intervención a recursos renovables, manejo de residuos y otros aspectos menores. De igual forma, la preparación del proyecto no requiere de una autorización administrativa para el manejo de recursos naturales.



#### **4.2.1 Clasificación ambiental del proyecto**

Conforme al Acuerdo Ministerial no. 006 del Ministerio del Ambiente se clasifica este proyecto como “Construcción de Infraestructura civil en general menor o igual a 10000 m<sup>2</sup>”, con el respectivo código CCAN 23.1.1.1 y categoría tipo II.

Adicionalmente, el Sistema Único de Información Ambiental sugiere la clasificación del proyecto integrador con el código F4100.10 denominado “Construcción de todo tipo de edificios residenciales: casas familiares individuales, edificios multifamiliares, incluso edificios de alturas elevadas, viviendas para ancianatos, casas para beneficencia, orfanatos, cárceles, cuarteles, conventos, casas religiosas. Incluye remodelación, renovación o rehabilitación de estructuras existentes.”

#### **4.2.2 Marco legal**

La categoría II del código CCAN 23.1.1.1 indica que el proyecto requiere presentar una ficha ambiental con los siguientes puntos:

- Marco legal aplicable
- Actividades de los proyectos
- Descripción del entorno en aspectos físico, bióticos y socioeconómicos
- Plan de manejo ambiental

Por otro lado, el código CIU F4100.10 determina que se debe presentar tan solo un certificado ambiental, el mismo que puede ser obtenido mediante la plataforma del SUIA.

#### **4.3 Línea base ambiental**

Todo lo mencionado en esta sección será información pública obtenida del Plan de desarrollo y ordenamiento territorial como lo ha dispuesto el GAD parroquial rural de Manglaralto (2018). En primer lugar, se establecerán los medios que se encuentran involucrados en el proyecto con su condición actual y de forma posterior, se delimitarán los medios afectados en la sección 4.3.3.

### **4.3.1 Medio natural**

#### **4.3.1.1 Medio físico-químico inerte**

##### **4.3.1.1.1 Clima**

El clima del sector se compone de tres zonas climáticas distintas: clima tropical húmedo, clima tropical seco y clima tropical de sabana. Los ciclos secos predominan en los meses de mayo a enero, mientras que, las precipitaciones se dan en los meses de febrero a marzo. Adicionalmente, las temperaturas anuales alcanzan los 24°C y poseen un pico máximo de 32°C y mínimo de 16°C.

##### **4.3.1.1.2 Hidrología**

La comuna Curia está ubicada dentro de la cuenca hidrográfica Zapotal, la misma que se conforma por ríos de trayecto corto, con poca profundidad y angostos en la anchura de su perfil. Cerca del proyecto se encuentran dos ríos: San José y Olón. San José es un río corto con desembocadura al mar. Por otro lado, el río Olón tiene una extensión de 53.29 km con un régimen permanente. El mismo se encuentra a 3km. aproximadamente con respecto al proyector integrador y no representa una amenaza en cuanto a desbordamiento debido a las siguientes consideraciones:

- No existe registro histórico en el cual el nivel del río haya superado el nivel del terreno, aun cuando las precipitaciones han alcanzado su máximo histórico.
- La altitud del terreno es de 34 m.s.n.m.

Sin embargo, se hace mención que este río posee una cobertura vegetal exuberante que puede ocasionar variaciones en sus caudales.

Ahora bien, respecto a las aguas superficiales y subterráneas, la parroquia de Manglaralto sufre un déficit hídrico debido al indicador negativo de <400 mm./año en el balance hídrico de la cuenca hidrográfica. Es decir, conforme existe un crecimiento pronunciado de la población existirá un mayor uso de este recurso hídrico y el déficit por consecuencia será mayor.



**Figura 4.1 Mapa hidrográfico de Santa Elena [Gifex, 2011]**

#### **4.3.1.1.3 Litosfera**

En la parroquia de Manglaralto existen suelos de tres tipos de orden: entisoles, alfisoles e inceptisoles. Los entisoles se caracterizan por ser suelos sujetos a constante erosión y textura arenosa, los alfisoles son reconocidos por su acumulación de arcillas y finalmente, los inceptisoles presentan gran contenido de materia orgánica y son expuestos a condiciones extremas. En síntesis, son suelos franco arcillosos, donde su composición de arena, arcilla y limo es moderada.

#### **4.3.1.1.4 Atmósfera**

A pesar de que no existe un informe técnico local de la calidad del aire. Plume Labs (2022) menciona que un valor promedio de 26 (calidad buena del aire) con respecto al índice de calidad del aire IQCA. Este valor menciona que el aire se encuentra moderadamente contaminado y que el mismo, es mayor al límite establecido definido por la OMS. Por ende, supone un riesgo a la vida de las personas a largo plazo.

#### **4.3.1.2 Medio biológico**

##### **4.3.1.2.1 Paisaje**

Al estar ubicado en una montaña se puede apreciar todo el perfil costanero que limita hacia la dirección oeste, siendo uno de los principales atractivos del sector. Por otro lado, posee un paisaje montañoso en sus otras tres direcciones debido a que sería la primera

vivienda construida en un solar del Proyecto Urbanístico. Por supuesto que, en unos años debido al desarrollo poblacional se podrá considerar un paisaje de costa y rural.



**Figura 4.2 Paisaje del proyecto integrador [Elaboración propia, 2022]**

#### **4.3.1.2.2 Flora**

El ecosistema desarrollado en el sector posee una apariencia similar a un manglar. Es decir, es adecuado para la existencia de especies que se desarrollen en estos ambientes. Por ende, podremos encontrar diversos tipos de mangle. Aunque, se han ido degradando con el pasar de los años debido a los asentamientos humanos indebidamente planificados. Además, en el sector se puede encontrar otro tipo de especies tales como: algarrobo, cactus, uña de gato, palo santo ciruelo, entre otras que se desarrollan en un bosque húmedo tropical.

#### **4.3.1.2.3 Fauna**

Al tener un ecosistema entre marino y montañoso se pueden identificar distintas especies en la zona. Siendo así los más comunes en el ambiente marino como lo son peces comerciales, entre los cuales se puede mencionar los siguientes: roncadador, vieja, cherna, cabrilla, mojarra, pargo amarillo, entre otros. Por otro lado, dentro de ciertas zonas de bosque se pueden encontrar pumas, tigrillos, zainos y venados. Sin embargo, los mismos han sido poco vistos recientemente debido a la caza y el deterioro de su ecosistema de desarrollo.

#### **4.3.1.2.4 Espacios de interés ecológico**

A tan solo 3 km. del Proyecto Integrador se encuentra la reserva natural comunal perteneciente a la comuna Olón. Dentro de esta reserva se encuentra el manglar el

mogote, un hábitat crítico que se desarrolla entre nuevos proyectos urbanísticos aledaños al mismo. La reserva comprende un área cercana a las 20 Has., la misma que funciona como lugar de prevención y control de manglares, y en parte, como un atractivo turístico para el avistamiento de aves. Vale mencionar que, en la actualidad esta reserva es como conocida como Bosque Protector “El Cangrejal de Olón”.

## **4.3.2 Medio humano**

### **4.3.2.1 Medio socioeconómico**

La parroquia Manglaralto es una zona donde el nivel de pobreza se concentra en un 90% del total de su población. Por consecuente, la desnutrición infantil también se ve afectada, el mismo que considera que existe un 70% de la población menor a 5 años la padece. Para desarrollar el sector a nivel económico, la población destina sus actividades a la pesca artesanal, elaboración de artesanías y agricultura. Adicionalmente, en fechas declaradas como feriados, ciertos pobladores ejercen la actividad del turismo en la zona costera y cercanas a la misma.

### **4.3.2.2 Medio social**

Debido a que el sector es una comuna, su medio social se desarrolla en función de las actividades de cronogramas de un jefe comunero. Es decir, todas las relaciones sociales y actividades que generen un valor a la comuna depende de decisiones internas de los líderes comuneros.

### **4.3.2.3 Uso de recursos naturales**

Uno de los recursos naturales indispensables es el agua. Este recurso es destinado en un 32.56% para consumo humano, 51.16% para riego, 11.63% para abrevadero y un 4.65% para uso industrial. No se hace mención respecto a otros tipos de recursos naturales aprovechados, pero se indica que en la parroquia Manglaralto existe alrededor de 2500 Has. Destinadas a agricultura y ganadería.

### **4.3.2.4 Calidad de vida**

A lo largo de los años ha existido una mala planificación territorial. Por ende, diversos pobladores han tenido que migrar hacia otras comunas o ciudades para mejor su calidad

de vida. Sin embargo, actualmente la parroquia Manglaralto posee programas de desarrollo en cuanto a salud, infraestructura, servicios básicos, iniciativas ambientales y manejo de nuevas tecnologías. Por consiguiente, la calidad de vida ha ido en aumento, mas no se posee una tendencia marcada por ahora.

#### **4.3.2.5 Patrimonio cultural**

Conforme a lo que indica el Ministerio de Agricultura y Patrimonio, la parroquia de Manglaralto posee dos patrimonios: artesanía de plata y réplicas arqueológicas de Valdivia. En primer lugar, las artesanías realizadas en plata datan desde el año 1990, las mismas que iban desde cucharas hasta elementos decorativos. Por otro lado, las réplicas arqueológicas de Valdivia, hace referencia a los hallazgos históricos en la época prehispánica que trascienden hasta el día de hoy como técnicas artesanales ancestrales.

#### **4.3.3 Medios afectados**

Como se mencionó previamente, en esta sección se disponen los medios afectados por el desarrollo del proyecto integrador.

- Medio físico-químico inerte
  - Litosfera: modificación del suelo.
  - Atmósfera: generación de gases, polvo y ruidos.
- Medio biológico
  - Paisaje: obstrucción parcial de la vista desde otros puntos del proyecto urbanístico.
  - Flora: microflora generada y restauración.
- Medio humano
  - Medio socioeconómico: generación de empleos y rentabilidad de terreno.
  - Uso de recursos naturales: mínimo uso de agua para producción de hormigón de cimentación.
  - Medio social: posibles incomodidades entre vecinos por generación de ruidos y otros factores.
  - Calidad de vida: mejora en la calidad de vida por adecuación de espacios.

#### **4.4 Actividades del proyecto**

##### **4.4.1 Fase constructiva**

- Desbroce y limpieza del terreno
- Implementación de cerramientos
- Excavación para cimentación
- Mejoramiento del suelo
- Transporte del material
- Armado y encofrado de cimentación
- Montaje de los paneles de Steel Framing
- Generación de residuos por corte de material de perfiles, detalles de cimentación o revestimiento estructural
- Generación de aguas sin tratamiento
- Instalaciones hidrosanitarias
- Instalaciones eléctricas
- Recubrimientos

##### **4.4.2 Fase de operación**

- Uso de químicos para vegetación
- Descargas de aguas residuales
- Recolección de aguas lluvias
- Generación y recolección de residuos
- Mantenimientos a estructura o fachada
- Remodelaciones
- Ampliaciones constructivas
- Uso de equipos climatizados

##### **4.4.3 Fase de abandono (cierre de la etapa de construcción)**

- Retiro de maquinaria
- Desencofrado de cimentación
- Retiro de contenedores de residuos
- Limpieza del terreno

## 4.5 Identificación de impactos ambientales

Tabla 4.1 Impactos ambientales generados [Elaboración propia, 2022]

		A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN				B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN				F. RECURSOS RENOVABLES	H. TRATAMIENTO Y VERTIDO DE RESIDUOS	J. ACCIDENTES	
		Alteración de la cubierta terrestre	Incendios	Pavimentaciones o recubrimientos de superficies	Ruidos y vibraciones	Urbanización	Voladuras y perforaciones	Desmontes y rellenos	Túneles y excavaciones subterráneas	Reposición forestal	Vertidos de efluentes urbanos y aguas de riego	Escapes y fugas	Fallos de funcionamiento
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y	1. TIERRA	B. Materiales de construcción	X	X	X	X	X	X	X			X	X
		C. Suelos	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4.	F. Compactación y asientos				X	X	X	X		X	X	X
B. FLORA		A. Árboles	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	



FACTORES CULTURALES	USOS DEL	B. Arbustos	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
		E. Microflora	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	
	3. ESTÉTICOS Y DE	F. Residencial	X		X		X				X		X	
		A. Vistas panorámicas y paisajes	X		X		X		X	X	X			X
		J. Desarmonías	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4. NIVEL CULTURAL	A. Calidad de vida		X		X	X				X			X
		C. Empleo	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
	5.	A. Estructuras		X	X	X	X	X	X			X	X	X

#### 4.6 Valoración de impactos ambientales

Tabla 4.2 Matriz de valoración de impactos ambientales [Elaboración propia, 2022]

MATRIZ DE LEOPOLD PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES																	
1. ACCIONES QUE PUEDEN CAUSAR EFECTOS AMBIENTALES																	
INSTRUCCIONES	A. MODIFICACIÓN DEL RÉGIMEN			B. TRANSFORMACIÓN DEL SUELO Y CONSTRUCCIÓN					F. RECURSOS RENOVABLES	H. TRATAMIENTO Y VERTIDO O DE RESIDUOS	J. ACCIDENTES	Impactos					
	Alteración de la cubierta	Incendios	Pavimentaciones o	Ruidos y vibraciones	Urbanización	Voladuras y perforaciones	Desmontes y rellenos	Túneles y excavaciones	Reposición forestal	Vertidos de efluentes urbanos y aguas de	Escapes y fugas				Fallos de funcionamiento		



3. ESTÉTICOS Y DE	A. Vistas panorámicas y paisajes	-2,00	0,00	-2,00	0,00	-2,00	0,00	-2,00	-2,00	10,00	0,00	0,00	-1,00	10,00	-11,00	-1,00
	J. Desarmonías	5,00	3,00	3,00	5,00	2,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-3,00	3,00	3,00	0,00	31,00	31,00
4. NIVEL CULTURAL	A. Estados de vida	0,00	-5,00	0,00	-5,00	8,00	0,00	0,00	0,00	5,00	0,00	0,00	-5,00	13,00	-15,00	-2,00
	C. Empleo	1,00	-2,00	5,00	0,00	10,00	5,00	5,00	5,00	5,00	2,00	-2,00	-2,00	38,00	-6,00	32,00
5.	A. Estructuras	0,00	-5,00	3,00	-3,00	5,00	-1,00	-1,00	-1,00	0,00	-1,00	-2,00	-5,00	8,00	-19,00	-11,00
Impactos	Positivos (+)	1,00	0,00	11,00	0,00	38,00	5,00	5,00	5,00	70,00	2,00	0,00	0,00	137,00	-200,32	-63,32
	Negativos (-)	-15,00	-20,00	-15,00	-26,00	-20,00	-15,00	-20,16	-17,16	-1,00	-14,00	-15,00	-22,00	-200,32		
	Total	-14,00	-20,00	-4,00	-26,00	18,00	10,00	-15,16	-12,16	69,00	-12,00	-15,00	-22,00	-63,32		Totales

## 4.7 Medidas de prevención/mitigación

### 4.7.1 Obras previas

#### 4.7.1.1 Supervisor de obra

- Se debe contar con las medidas de seguridad industrial en el perímetro de construcción y con el equipo de protección personal para cada uno de los involucrados en la obra.

#### 4.7.1.2 Obreros

- Uso del equipo de protección personal para cada uno de los operarios.

#### 4.7.1.3 Perímetro de obra

- Ubicación de la señalética para tráfico del personal y automovilístico que se pueda presentar.

- Ubicación del cercado de la zona para evitar el arrojado de residuos hacia otros terrenos o zonas de la urbanización.

#### **4.7.1.4 Limpieza de terreno**

- Humedecer el terreno para evitar el levantamiento del material granular.
- Uso de maquinaria que respete el nivel de ruido (decibeles) permisible en la zona de construcción.
- Revisión a nivel automotriz de la maquinaria, con el fin de verificar posibles fugas de líquidos contaminantes al suelo.
- Revisión de maquinarias menores (equipo de obreros), con el fin de verificar posibles fugas de líquidos contaminantes al suelo, desperfectos mecánicos y generación de ruidos.
- Ubicación de reservorio para el depósito de residuos generados con clasificación de residuos.

#### **4.7.1.5 Excavación del terreno para cimentación**

- Humedecer el terreno para evitar el levantamiento del material granular.
- Uso de maquinaria que respete el nivel de ruido (decibeles) permisible en la zona de construcción.
- Revisión a nivel automotriz de la maquinaria, con el fin de verificar posibles fugas de líquidos contaminantes al suelo.
- Revisión de maquinarias menores (equipo de obreros), con el fin de verificar posibles fugas de líquidos contaminantes al suelo, desperfectos mecánicos y generación de ruidos.

#### **4.7.1.6 Mejoramiento del suelo**

- Humedecer el terreno para evitar el levantamiento del material granular.
- Uso de maquinaria que respete el nivel de ruido (decibeles) permisible en la zona de construcción.
- Revisión a nivel automotriz de la maquinaria, con el fin de verificar posibles fugas de líquidos contaminantes al suelo.

- Revisión de maquinarias menores (equipo de obreros), con el fin de verificar posibles fugas de líquidos contaminantes al suelo, desperfectos mecánicos y generación de ruidos.

#### **4.7.1.7 Transporte del material**

- Optimizar la ruta de envío del material desde la planta de fabricación hasta la zona de construcción (estructura metálica), con el fin de reducir la emisión de gases.

### **4.7.2 Etapa de construcción**

#### **4.7.2.1 Armado y encofrado de cimentación**

- Uso de encofrado metálico.
- Uso de hormigonera automatizada para la preparación y vertido del hormigón.

#### **4.7.2.2 Montaje de estructura metálica**

- Revisión de maquinarias menores (equipo de obreros), con el fin de verificar posibles fugas de líquidos contaminantes al suelo, desperfectos mecánicos y generación de ruidos.
- La estructura no requiere de uso de agua.

#### **4.7.2.3 Mampostería**

- Clasificación de residuos generados en cuanto a las juntas de las placas y otros componentes.
- Ubicación de reservorio para el depósito de residuos generados con clasificación de residuos.
- Uso de placas cementicias para evitar la generación de mezclas en otros componentes de la vivienda.

#### **4.7.2.4 Generación de desperdicios**

- Ubicación de reservorio para el depósito de residuos generados con clasificación de residuos.
- Señalética de la ubicación de residuos para evitar accidentes o acumulación excesiva de los desperdicios.

#### **4.7.2.5 Instalaciones**

- Uso de tuberías y complementos elaborados con plástico reciclado.

#### **4.7.2.6 Fachada**

- Uso de materiales reciclados en componentes de la vivienda. En caso de no poder usar materiales reciclados, adecuar el material con el menor impacto ambiental posible.

#### **4.7.2.7 Transporte del material**

- Uso de transporte con la menor emisión de gases. Se debe identificar la cantidad de viajes necesarios respecto a la capacidad de carga del transporte.

#### **4.7.2.8 Pintura**

- Uso de pintura ecológica.

#### **4.7.2.9 Generación de aguas residuales**

- Baño temporal para los obreros.

### **4.7.3 Fase operación**

#### **4.7.3.1 Generación de residuos sólidos**

- Reservorios con clasificación de residuos.

#### **4.7.3.2 Recolección de aguas lluvias**

- Red única para aguas lluvias con descarga hacia el mar. Es decir, no se mezclará las aguas lluvias con las aguas residuales.

#### **4.7.3.3 Generación de aguas residuales**

- Red única de descargas para aguas residuales.
- Equipos hidrosanitarios con reducción en las descargas de aguas residuales.
- Vertido de las aguas residuales a la red principal de alcantarillado de la urbanización.

#### 4.8 Conclusiones

- El impacto ambiental producido por el desarrollo del proyecto integrador posee una magnitud de -63.32. El mismo que refleja un impacto negativo, pero de consideración leve o baja en cuanto a la afectación de los medios involucrados.
- El mayor impacto negativo se produce en el suelo con una magnitud de -36.00, debido a que la construcción del proyecto requiere movimiento de tierra, excavaciones, rellenos e implementación de superficies que modifican la superficie terrestre del terreno.
- El mayor impacto positivo se produce en el empleo con una magnitud de 38.00, debido a que los diferentes procesos dentro del proyecto requieren de la contratación de personal capacitado y cercano a la ubicación del mismo.
- La acción que genera un mayor efecto ambiental positivo es la reposición forestal. En las condiciones actuales del terreno, no se posee un área significativa de flora; sin embargo, el reglamento interno del proyecto urbanístico obliga a sus propietarios a cubrir con cierto porcentaje de vegetación la superficie del terreno. Por ende, la reposición forestal simula parcialmente las condiciones iniciales del terreno previo a la elaboración del terraceo en el proyecto urbanístico.
- Por otro lado, la acción que genera un mayor efecto ambiental negativo es la generación de ruidos y vibraciones.
- Las medidas de prevención/mitigación en la fase de operación u ocupación de la vivienda constituyen el plan de manejo ambiental para asegurar la reducción de los impactos ambientales producidos por el desarrollo del proyecto.

# CAPÍTULO 5

## 5. PRESUPUESTO

### 5.1 EDT

La EDT indica todos los elementos que se deben considerar para el desarrollo del proyecto desde el inicio de obra hasta el fin de la misma.

**Tabla 5.1 EDT del proyecto [Elaboración propia, 2022]**

EDT	Nombre de la tarea o actividad
	CASA CURIA
	Inicio del proyecto
1	Obras preliminares
1.1	Cercado provisional y señalética
1.2	Desbroce y limpieza del terreno
1.3	Replanteo y nivelación topográfica
1.4	Control de calidad (normativas)
1.5	Instalación de medidor de luz
1.6	Instalación de medidor de agua
1.7	Fin de obras complementarias
2	Movimiento de tierras
2.1	Excavación mecánica
2.2	Desalojo de material excavado
2.3	Mejoramiento del suelo, relleno y compactación
2.4	Replanteo
2.5	Excavación a mano en suelo
2.6	Operación de relleno con material de sitio y compactado
2.7	Fin de movimiento de tierras
3	Cimentación
3.1	Preparación del armado del acero de refuerzo
3.2	Replanteo de hormigón simple
3.3	Colocación de encofrado
3.4	Ubicación de instalaciones bajo el nivel de terreno
3.5	Colocación del armado de acero de refuerzo
3.6	Colocación de pernos de anclaje
3.7	Fundición de hormigón para la cimentación
3.8	Curado del hormigón



3.9	Impermeabilización de la cimentación
3.10	Fin de Cimentación
4	Estructura
4.1	Consideraciones especiales
4.1.1	Pre-dimensionamiento de paneles Steel Framing para paredes y cubierta
4.1.2	Elaboración de paneles Steel Framing de acuerdo a los requerimientos
4.1.3	Envío de material a sitio de construcción
4.1.4	Conexiones hidrosanitarias de acometida a distribución interna o descarga
4.1.5	Conexiones eléctricas (caja de breakers)
4.1.6	Material listo para instalación
4.2	Contrapiso
4.2.1	Preparación del acero de refuerzo de contrapiso
4.2.2	Colocación del encofrado para contrapiso
4.2.3	Colocación del acero de refuerzo de contrapiso
4.2.4	Ubicación de instalaciones hidrosanitarias a nivel de contrapiso
4.2.5	Fundición de hormigón para la cimentación
4.2.6	Curado del hormigón
4.2.7	Fin de contrapiso
4.3	Estructura metálica Planta Baja (nivel: 0 a 3 metros)
4.3.1	Colocación de paneles de Steel Framing
4.3.2	Colocación de instalaciones hidrosanitarias
4.3.3	Colocación de instalaciones eléctricas
4.3.4	Ridigización de la estructura mediante flejes o chapa de acero
4.3.5	Ridigización de la estructura mediante placas OSB
4.3.6	Colocación de anclajes
4.3.7	Ejecución de conexiones empernadas
4.3.8	Fin de estructura metálica Planta Baja
4.4	Estructura metálica de Entrepiso
4.4.1	Colocación de viguetas de entrepiso
4.4.2	Colocación de anclajes
4.4.3	Ejecución de conexiones empernadas
4.4.4	Colocación de instalaciones hidrosanitarias
4.4.5	Colocación de instalaciones eléctricas
4.4.6	Fin de estructura metálica de entrepiso
4.5	Estructura Planta Alta (nivel: 0 a 5,20 metros y 0 a 6,20 metros)
4.5.1	Colocación de paneles de Steel Framing
4.5.2	Colocación de instalaciones hidrosanitarias
4.5.3	Colocación de instalaciones eléctricas

4.5.4	Ridigización de la estructura mediante flejes o chapa de acero
4.5.5	Ridigización de la estructura mediante placas OSB
4.5.6	Colocación de anclajes
4.5.7	Ejecución de conexiones empernadas
4.5.8	Fin de estructura metálica Planta Alta
4.6	Cubierta
4.6.1	Cubierta metálica a nivel de entrepiso / zona exterior
4.6.1.1	Colocación de perfiles a nivel de entrepiso
4.6.1.2	Colocación de instalaciones eléctricas
4.6.1.3	Colocación de anclajes
4.6.1.4	Ejecución de conexiones empernadas
4.6.1.5	Fin de cubierta a nivel de entrepiso / zona exterior
4.6.2	Cubierta metálica superior (nivel: 0 a 5,20 metros y 0 a 6,20 metros)
4.6.2.1	Colocación de perfiles
4.6.2.2	Colocación de instalaciones eléctricas
4.6.2.3	Colocación de anclajes
4.6.2.4	Ejecución de conexiones empernadas
4.6.2.5	Fin de cubierta metálica superior
4.7	Losa y loseta
4.7.1	Colocación de planchas de fibrocemento para entrepiso
4.7.2	Colocación de planchas de fibrocemento para cubierta exterior de entrepiso
4.7.3	Colocación de planchas de fibrocemento para cubierta superior
4.7.4	Fin de losa y loseta
4.8	Fin de Estructura
5	Aislamiento de paredes
5.1	Planta Baja
5.1.1	Colocación de lana de vidrio
5.1.2	Colocación de barrera de protección agua y viento
5.1.3	Colocación de membrana de protección de vapor
5.1.4	Fin de aislamiento planta baja
5.2	Planta Alta
5.2.1	Colocación de lana de vidrio
5.2.2	Colocación de barrera de protección agua y viento
5.2.3	Colocación de membrana de protección de vapor
5.2.4	Fin de aislamiento planta alta
5.3	Fin de Aislamiento
6	Recubrimiento de muros y aislamiento de cubiertas
6.1	Muros

6.1.1	Planta Baja
6.1.1.1	Colocación de placas cementicias exteriores
6.1.1.2	Colocación de planchas de fibrocemento interior
6.1.1.3	Fin de muros planta baja
6.1.2	Planta Alta
6.1.2.1	Colocación de placas cementicias exteriores
6.1.2.2	Colocación de planchas de fibrocemento interior
6.1.2.3	Fin de muros planta alta
6.2	Cubiertas
6.2.1	Planta Baja
6.2.1.1	Colocación de barrera de protección agua y viento
6.2.1.2	Colocación de lana de vidrio
6.2.1.3	Colocación de gypsum
6.2.1.4	Adecuación de instalaciones eléctricas
6.2.1.5	Fin de cubierta planta baja
6.2.2	Planta Alta
6.2.2.1	Colocación de barrera de protección agua y viento
6.2.2.2	Colocación de lana de vidrio
6.2.2.3	Colocación de gypsum
6.2.2.4	Adecuación de instalaciones eléctricas
6.2.2.5	Fin de cubierta planta alta
6.3	Fin de Recubrimiento de muros y cubiertas
7	Acabados
7.1	Planta baja
7.1.1	Revestimiento o recubrimientos de fachada de paredes interiores y escalera
7.1.2	Revestimiento o recubrimientos de fachada paredes exteriores
7.1.3	Trabajos previos de carpintería y componentes de cocina
7.1.4	Estampado de contrapiso
7.1.5	Impermeabilización de superficies
7.1.6	Instalación de muebles y componentes de cocina
7.1.7	Detalles estéticos de escalera
7.1.8	Instalación de ventanas
7.1.9	Instalación de ventanales
7.1.10	Instalación de puertas
7.1.11	Aplicación de sellantes
7.1.12	Instalación de equipos hidrosanitarios
7.1.13	Instalaciones eléctricas (tomacorrientes, luces, entre otros)
7.1.14	Instalación de pasamanos

7.1.15	Fin de acabados de planta baja
7.2	Planta alta
7.2.1	Revestimiento o recubrimientos de fachada de paredes interiores y escalera
7.2.2	Revestimiento o recubrimientos de fachada paredes exteriores
7.2.3	Trabajos previos de carpintería
7.2.4	Estampado de contrapiso
7.2.5	Impermeabilización de superficies
7.2.6	Instalación de ventanas
7.2.7	Instalación de ventanales
7.2.8	Instalación de puertas
7.2.9	Aplicación de sellantes
7.2.10	Instalación de equipos hidrosanitarios
7.2.11	Instalaciones eléctricas (tomacorrientes, luces, entre otros)
7.2.12	Instalación de pasamanos
7.2.13	Fin de acabados de planta baja
7.3	Cubierta exterior de planta baja
7.3.1	Revestimiento o recubrimientos de fachada
7.3.2	Impermeabilización de superficies
7.3.3	Instalaciones eléctricas (luces, entre otros)
7.3.4	Fin de cubierta exterior de planta baja
7.4	Cubierta exterior de planta alta
7.4.1	Revestimiento o recubrimientos de fachada
7.4.2	Impermeabilización de superficies
7.4.3	Instalaciones eléctricas (luces, entre otros)
7.4.4	Fin de cubierta interior de planta alta
7.5	Fin de Acabados
	Fin del proyecto

## 5.2 Descripción de rubros

Se incluye el detalle de esta sección en el punto 3.3. Sin embargo, en este subcapítulo se incorpora el nombre de los rubros empleados debido a que en la sección EDT los mismos se encuentran repetidos en función del cronograma de obra. Es decir, se ha realizado una simplificación de los rubros para una mejor comprensión de los mismos.

**Tabla 5.2 Descripción de rubros [Elaboración propia, 2022]**

<b>RUBRO</b>	<b>CODIGO</b>	<b>Armado estructural de edificio</b>
1.0		<b>OBRAS PRELIMINARES</b>
1.1.1	0,001	Replanteo y Nivelación topográfica.
1.1.2	0,002	Desbroce y limpieza del terreno (hierbas).
1.1.3	0,003	Desalojo de material de desbroce y limpieza.
1.1.4	0,004	Cercado provisional de obra con zinc H=2,4m.
2.0		<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>
2.1.1	0,005	Excavacion en suelo semirocoso.
2.1.2	0,006	Desalojo de material excavado con volqueta hasta 5km de distancia.
2.1.3	0,007	Mejoramiento del suelo, relleno y compactación.
2.1.4	0,008	Excavación a mano en suelo.
3.0		<b>CIMENTACIÓN</b>
3.1.1	0,009	Replanteo de hormigón simple $f'c=140$ , $e=0,07$ .
3.1.2	0,010	Encofrado y desencofrado de vigas de cimentación.
3.1.3	0,011	Acero de refuerzo.
3.1.4	0,012	Figurado y colocado de acero de refuerzo.
3.1.5	0,013	Hormigón en losa de cimentación $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .
4.0		<b>ELABORACIÓN DE PANELES</b>
4.1.1	0,014	Pre-dimensionamiento de paneles de Steel Framing.
4.1.2	0,015	Elaboración de paneles Steel Framing planta baja cuartos
4.1.3	0,016	Elaboración de paneles Steel Framing planta alta cuartos.
4.1.4	0,017	Elaboración de paneles Steel Framing cocina.
5.0		<b>RIGIDIZACIÓN DE PANELES</b>
5.1.1	0,018	Ridigización de la estructura mediante flejes planta baja.
5.1.2	0,019	Ridigización de la estructura mediante flejes planta alta.
5.1.3	0,020	Ridigización de la estructura mediante flejes cocina.
5.1.4	0,021	Ridigización de la estructura mediante OSB.
6.0		<b>ELABORACIÓN DE ENTREPISO</b>
6.1.1	0,022	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso planta baja cuartos.
6.1.2	0,023	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso planta alta cuartos.
6.1.3	0,024	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso cocina.
7.0		<b>ESTRUCTURA INTERNA DE PAREDES Y ENTREPISO</b>
7.1.1	0,025	Colocación de placas de fibrocemento paredes exteriores.
7.1.2	0,026	Colocación de placas de fibrocemento paredes interiores.
7.1.3	0,027	Colocación de placas de fibrocemento en entrepiso.
7.1.4	0,028	Colocación de placas de Gypsum en entrepiso.
7.1.5	0,029	Colocación de placas de gypsum cubierta.
7.1.6	0,030	Colocación de placas de fibrocemento cubierta.
8		<b>LANA DE VIDRIO EN PAREDES Y ENTREPISO</b>
8.1.1	0,031	Aislación por lana de vidrio $e=50$ mm. y barrera de agua, viento y vapor de agua en paredes
8.1.2	0,032	Aislación por lana de vidrio $e=50$ mm. y barrera de agua, viento y vapor de agua en cubierta

8.1.3	0,033	Aislación por lana de vidrio e=50mm. y barrera de agua, viento y vapor de agua en entrepiso
9	ACABADOS	
9.1.1	0,034	Puertas.
9.1.2	0,035	Pasamanos.
9.1.3	0,036	Muebles de cocina.
9.1.4	0,037	Piso estampado.
9.1.5	0,038	Impermeabilización de cubierta.
9.1.6	0,039	Ventanas y ventanales.

### 5.3 Análisis de costos unitarios

Esta sección se encuentra detallada en Anexos.

### 5.4 Descripción de cantidades de obra

Se incluye el detalle de esta sección en el punto 3.3. Sin embargo, en este subcapítulo se incorpora una descripción adicional de las cantidades de cada uno de los rubros.

**Tabla 5.3 Descripción de cantidades de obra [Elaboración propia, 2022]**

RUBRO	CODIGO	Armado estructural de edificio	UNIDAD	CANTIDAD
1.0	OBRAS PRELIMINARES			
1.1.1	0,001	Replanteo y Nivelación topográfica.	m2	347,00
1.1.2	0,002	Desbroce y limpieza del terreno (hierbas).	m2	347,00
1.1.3	0,003	Desalojo de material de desbroce y limpieza.	m3	18,00
1.1.4	0,004	Cercado provisional de obra con zinc H=2,4m.	m2	75,00
2.0	MOVIMIENTO DE TIERRA			
2.1.1	0,005	Excavacion en suelo semirocoso.	m3	250,00
2.1.2	0,006	Desalojo de material excavado con volqueta hasta 5km de distancia.	m3	250,00
2.1.3	0,007	Mejoramiento del suelo, relleno y compactación.	m3	250,00
2.1.4	0,008	Excavación a mano en suelo.	m3	43,00
3.0	CIMENTACIÓN			
3.1.1	0,009	Replanteo de hormigón simple f'c=140, e=0,07.	m3	8,00
3.1.2	0,010	Encofrado y desencofrado de vigas de cimentación.	m2	78,00
3.1.3	0,011	Acero de refuerzo.	kg	2.071,00
3.1.4	0,012	Figurado y colocado de acero de refuerzo.	H/Kg	2.071,00
3.1.5	0,013	Hormigón en losa de cimentación f'c=210 kg/cm2.	kg	29,00
4.0	ELABORACIÓN DE PANELES			
4.1.1	0,014	Pre-dimensionamiento de paneles de Steel Framing.	m2	310,00

4.1.2	0,015	Elaboración de paneles Steel Framing planta baja cuartos	Total	1,00
4.1.3	0,016	Elaboración de paneles Steel Framing planta alta cuartos.	Total	1,00
4.1.4	0,017	Elaboración de paneles Steel Framing cocina.	Total	1,00
5.0	RIGIDIZACIÓN DE PANELES			
5.1.1	0,018	Ridigización de la estructura mediante flejes planta baja.	Total	1,00
5.1.2	0,019	Ridigización de la estructura mediante flejes planta alta.	Total	1,00
5.1.3	0,020	Ridigización de la estructura mediante flejes cocina.	Total	1,00
5.1.4	0,021	Ridigización de la estructura mediante OSB.	m2	1.280,00
6.0	ELABORACIÓN DE ENTREPISO			
6.1.1	0,022	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso planta baja cuartos.	Total	1,00
6.1.2	0,023	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso planta alta cuartos.	Total	1,00
6.1.3	0,024	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso cocina.	Total	1,00
7.0	ESTRUCTURA INTERNA DE PAREDES Y ENTREPISO			
7.1.1	0,025	Colocación de placas de fibrocemento paredes exteriores.	m2	830,00
7.1.2	0,026	Colocación de placas de fibrocemento paredes interiores.	m2	1.210,00
7.1.3	0,027	Colocación de placas de fibrocemento en entrepiso.	m2	110,00
7.1.4	0,028	Colocación de placas de Gypsum en entrepiso.	m2	110,00
7.1.5	0,029	Colocación de placas de gypsum cubierta.	m2	200,00
7.1.6	0,030	Colocación de placas de fibrocemento cubierta.	m2	200,00
8	LANA DE VIDRIO EN PAREDES Y ENTREPISO			
8.1.1	0,031	Aislación por lana de vidrio e=50mm. y barrera de agua, viento y vapor de agua en paredes	m2	1.210,00
8.1.2	0,032	Aislación por lana de vidrio e=50mm. y barrera de agua, viento y vapor de agua en cubierta	m2	200,00
8.1.3	0,033	Aislación por lana de vidrio e=50mm. y barrera de agua, viento y vapor de agua en entrepiso	m2	110,00
9	ACABADOS			
9.1.1	0,034	Puertas.	Total	1,00
9.1.2	0,035	Pasamanos.	Total	1,00
9.1.3	0,036	Muebles de cocina.	Total	1,00
9.1.4	0,037	Piso estampado.	m2	80,00
9.1.5	0,038	Impermeabilización de cubierta.	m2	200,00
9.1.6	0,039	Ventanas y ventanales.	m2	89,00

## 5.5 Presupuesto

Se obtiene un valor total de \$169.471,47 donde se incluye las medias para reducir el impacto ambiental. Es decir, \$546,65 por m<sup>2</sup> de construcción para una vivienda de gama media-alta. Es válido mencionar que, el proyecto no considera rubros destinados al detalle de la implementación de instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y equipos de climatización. El detalle de esta sección se encuentra en Anexos.

## 5.6 Valoración integral del costo del proyecto incluyendo las medidas de prevención y mitigación del impacto ambiental

Se contempla una inversión igual al 1% del total del 18% de costos indirectos de cada rubro del presupuesto, dando un presupuesto referencial de obra de \$169.471,47.

## 5.7 Cronograma de obra

Esta sección fue elaborada mediante la plataforma SMARTSHEET. La misma que se encuentra detallado con el diagrama de Gantt en la sección de Anexos.

**Tabla 5.4 Cronograma de obra [Elaboración propia, 2022]**

EDT	Nombre de la tarea	Duración	Inicio	Finalizar	Predecesoras
1	CASA CURIA	95d	01/09/22	20/12/22	
2	Inicio del proyecto	0	01/09/22	01/09/22	
3	Obras preliminares	5d	01/09/22	06/09/22	
4	Cercado provisional y señalética	1d	01/09/22	01/09/22	2CC
5	Desbroce y limpieza del terreno	2d	01/09/22	02/09/22	2CC
6	Replanteo y nivelación topográfica	2d	03/09/22	05/09/22	5
7	Control de calidad (normativas)	1d	06/09/22	06/09/22	6
8	Instalación de medidor de luz	0	01/09/22	01/09/22	2CC
9	Instalación de medidor de agua	0	01/09/22	01/09/22	2CC
10	Fin de obras complementarias	0	06/09/22	06/09/22	5; 6; 7
11	Movimiento de tierras	11d	07/09/22	19/09/22	
12	Excavación mecánica	4d	07/09/22	10/09/22	10
13	Desalojo de material excavado	4d	07/09/22	10/09/22	12CC
14	Mejoramiento del suelo, relleno y compactación	3d	12/09/22	14/09/22	13
15	Replanteo	2d	15/09/22	16/09/22	14
16	Excavación a mano en suelo	2d	17/09/22	19/09/22	15
17	Operación de relleno con material de sitio y compactado	2d	17/09/22	19/09/22	16CC
18	Fin de movimiento de tierras	0	19/09/22	19/09/22	12; 13; 14; 15; 16; 17
19	Cimentación	9d	20/09/22	29/09/22	
20	Preparación del armado del acero de refuerzo	3d	20/09/22	22/09/22	18
21	Replanteo de hormigón simple	1d	22/09/22	22/09/22	20FC -1d



22	Colocación de encofrado	1d	23/09/22	23/09/22	21
23	Ubicación de instalaciones bajo el nivel de terreno	1d	23/09/22	23/09/22	22CC
24	Colocación del armado de acero de refuerzo	1d	23/09/22	23/09/22	22CC
25	Colocación de pernos de anclaje	1d	23/09/22	23/09/22	24CC
26	Fundición de hormigón para la cimentación	1d	24/09/22	24/09/22	25
27	Curado del hormigón	4d	26/09/22	29/09/22	26
28	Impermeabilización de la cimentación	1d	29/09/22	29/09/22	27FC -1d
29	Fin de Cimentación	0	29/09/22	29/09/22	20; 21; 22; 23; 24; 25; 26; 27; 28
30	Estructura	66d	07/09/22	22/11/22	
31	Consideraciones especiales	31d	07/09/22	12/10/22	
32	Pre-dimensionamiento de paneles Steel Framing para paredes y cubierta	3d	07/09/22	09/09/22	7
33	Elaboración de paneles Steel Framing de acuerdo a los requerimientos	15d	10/09/22	27/09/22	32
34	Envío de material a sitio de construcción	1d	06/10/22	06/10/22	33FC +7d
35	Conexiones hidrosanitarias de acometida a distribución interna o descarga	5d	16/09/22	21/09/22	9; 17CC -1d
36	Conexiones eléctricas (caja de breakers)	3d	10/10/22	12/10/22	8; 47FC -9d
37	Material listo para instalación	0	06/10/22	06/10/22	32; 33; 34
38	Contrapiso	12d	24/09/22	07/10/22	
39	Preparación del acero de refuerzo de contrapiso	3d	24/09/22	27/09/22	29FC -5d
40	Colocación del encofrado para contrapiso	1d	30/09/22	30/09/22	29; 39CC
41	Colocación del acero de refuerzo de contrapiso	1d	01/10/22	01/10/22	39; 40
42	Ubicación de instalaciones hidrosanitarias a nivel de contrapiso	1d	01/10/22	01/10/22	35; 41CC
43	Fundición de hormigón para la cimentación	1d	03/10/22	03/10/22	40; 41; 42
44	Curado del hormigón	4d	04/10/22	07/10/22	43
45	Fin de contrapiso	0	07/10/22	07/10/22	39; 40; 41; 42; 43; 44
46	Estructura metálica Planta Baja (nivel: 0 a 3 metros)	16d	08/10/22	26/10/22	

47	Colocación de paneles de Steel Framing	10d	08/10/22	19/10/22	44
48	Colocación de instalaciones hidrosanitarias	3d	13/10/22	15/10/22	47CC +4d
49	Colocación de instalaciones eléctricas	3d	13/10/22	15/10/22	47CC +4d
50	Ridigización de la estructura mediante flejes o chapa de acero	5d	15/10/22	20/10/22	47FC -4d
51	Ridigización de la estructura mediante placas OSB	5d	21/10/22	26/10/22	50
52	Colocación de anclajes	5d	08/10/22	13/10/22	47CC
53	Ejecución de conexiones emperradas	10d	08/10/22	19/10/22	47CC
54	Fin de estructura metálica Planta Baja	0	26/10/22	26/10/22	47; 48; 49; 50; 51; 52; 53
55	Estructura metálica de Entrepiso	2d	20/10/22	21/10/22	
56	Colocación de viguetas de entrepiso	2d	20/10/22	21/10/22	47
57	Colocación de anclajes	2d	20/10/22	21/10/22	56CC
58	Ejecución de conexiones emperradas	2d	20/10/22	21/10/22	56CC
59	Colocación de instalaciones hidrosanitarias	2d	20/10/22	21/10/22	56CC
60	Colocación de instalaciones eléctricas	2d	20/10/22	21/10/22	56CC
61	Fin de estructura metálica de entrepiso	0	21/10/22	21/10/22	56; 57; 58; 59; 60
62	Estructura Planta Alta (nivel: 0 a 5,20 metros y 0 a 6,20 metros)	16d	22/10/22	09/11/22	
63	Colocación de paneles de Steel Framing	10d	22/10/22	02/11/22	61
64	Colocación de instalaciones hidrosanitarias	3d	27/10/22	29/10/22	63CC +4d
65	Colocación de instalaciones eléctricas	3d	27/10/22	29/10/22	63CC +4d
66	Ridigización de la estructura mediante flejes o chapa de acero	5d	29/10/22	03/11/22	63FC -4d
67	Ridigización de la estructura mediante placas OSB	5d	04/11/22	09/11/22	66
68	Colocación de anclajes	5d	22/10/22	27/10/22	63CC
69	Ejecución de conexiones emperradas	10d	22/10/22	02/11/22	63CC
70	Fin de estructura metálica Planta Alta	0	09/11/22	09/11/22	63; 64; 65; 66; 67; 68; 69
71	Cubierta	19d	27/10/22	17/11/22	
72	Cubierta metálica a nivel de entrepiso / zona exterior	3d	27/10/22	29/10/22	
73	Colocación de perfiles a nivel de entrepiso	3d	27/10/22	29/10/22	54

74	Colocación de instalaciones eléctricas	2d	27/10/22	28/10/22	73CC
75	Colocación de anclajes	1d	27/10/22	27/10/22	73CC
76	Ejecución de conexiones emperradas	3d	27/10/22	29/10/22	73CC
77	Fin de cubierta a nivel de entrepiso / zona exterior	0	29/10/22	29/10/22	73; 74; 75; 76
78	Cubierta metálica superior (nivel: 0 a 5,20 metros y 0 a 6,20 metros)	7d	10/11/22	17/11/22	
79	Colocación de perfiles	7d	10/11/22	17/11/22	70
80	Colocación de instalaciones eléctricas	5d	10/11/22	15/11/22	79CC
81	Colocación de anclajes	2d	10/11/22	11/11/22	79CC
82	Ejecución de conexiones emperradas	7d	10/11/22	17/11/22	79CC
83	Fin de cubierta metálica superior	0	17/11/22	17/11/22	79; 80; 81; 82
84	Losa y loseta	4d	18/11/22	22/11/22	
85	Colocación de planchas de fibrocemento para entrepiso	2d	18/11/22	19/11/22	83
86	Colocación de planchas de fibrocemento para cubierta exterior de entrepiso	2d	18/11/22	19/11/22	83
87	Colocación de planchas de fibrocemento para cubierta superior	4d	18/11/22	22/11/22	83
88	Fin de losa y loseta	0	22/11/22	22/11/22	85; 86; 87
89	Fin de Estructura	0	17/11/22	17/11/22	37; 45; 54; 61; 70; 77; 83; 89
90	Aislamiento de paredes	28d	27/10/22	28/11/22	
91	Planta Baja	28d	27/10/22	28/11/22	
92	Colocación de lana de vidrio	5d	23/11/22	28/11/22	54; 88
93	Colocación de barrera de protección agua y viento	3d	27/10/22	29/10/22	51
94	Colocación de membrana de protección de vapor	3d	25/11/22	28/11/22	92FC -3d
95	Fin de aislamiento planta baja	0	28/11/22	28/11/22	92; 93; 94
96	Planta Alta	16d	10/11/22	28/11/22	
97	Colocación de lana de vidrio	5d	23/11/22	28/11/22	70; 88
98	Colocación de barrera de protección agua y viento	3d	10/11/22	12/11/22	67
99	Colocación de membrana de protección de vapor	3d	25/11/22	28/11/22	97FC -3d
100	Fin de aislamiento planta alta	0	28/11/22	28/11/22	97; 98; 99
101	Fin de Aislamiento	0	28/11/22	28/11/22	95; 100

102	Recubrimiento de muros y aislamiento de cubiertas	11d	21/11/22	02/12/22	
103	Muros	3d	29/11/22	01/12/22	
104	Planta Baja	3d	29/11/22	01/12/22	
105	Colocación de placas cementicias exteriores	3d	29/11/22	01/12/22	95
106	Colocación de planchas de fibrocemento interior	3d	29/11/22	01/12/22	95
107	Fin de muros planta baja	0	01/12/22	01/12/22	105; 106
108	Planta Alta	3d	29/11/22	01/12/22	
109	Colocación de placas cementicias exteriores	3d	29/11/22	01/12/22	100
110	Colocación de planchas de fibrocemento interior	3d	29/11/22	01/12/22	100
111	Fin de muros planta alta	0	01/12/22	01/12/22	109; 110
112	Cubiertas	11d	21/11/22	02/12/22	
113	Planta Baja	9d	21/11/22	30/11/22	
114	Colocación de barrera de protección agua y viento	1d	21/11/22	21/11/22	85; 86
115	Colocación de lana de vidrio	2d	22/11/22	23/11/22	114
116	Colocación de gypsum	5d	23/11/22	28/11/22	115FC -1d
117	Adecuación de instalaciones eléctricas	3d	28/11/22	30/11/22	116FC -1d
118	Fin de cubierta planta baja	0	30/11/22	30/11/22	117; 116; 115; 114
119	Planta Alta	9d	23/11/22	02/12/22	
120	Colocación de barrera de protección agua y viento	1d	23/11/22	23/11/22	87
121	Colocación de lana de vidrio	2d	24/11/22	25/11/22	120
122	Colocación de gypsum	5d	25/11/22	30/11/22	121FC -1d
123	Adecuación de instalaciones eléctricas	3d	30/11/22	02/12/22	122FC -1d
124	Fin de cubierta planta alta	0	02/12/22	02/12/22	120; 121; 122; 123
125	Fin de Recubrimiento de muros y cubiertas	0	02/12/22	02/12/22	107; 111; 118; 124
126	Acabados	21d	26/11/22	20/12/22	
127	Planta baja	21d	26/11/22	20/12/22	
128	Revestimiento o recubrimientos de fachada de paredes interiores y escalera	10d	03/12/22	14/12/22	106; 118; 124

129	Revestimiento o recubrimientos de fachada paredes exteriores	10d	03/12/22	14/12/22	105; 118; 124
130	Trabajos previos de carpintería y componentes de cocina	10d	26/11/22	07/12/22	106FC -5d
131	Estampado de contrapiso	7d	03/12/22	10/12/22	106; 118; 124
132	Impermeabilización de superficies	10d	03/12/22	14/12/22	128CC; 129CC
133	Instalación de muebles y componentes de cocina	5d	15/12/22	20/12/22	128; 130; 131; 132
134	Detalles estéticos de escalera	5d	15/12/22	20/12/22	132
135	Instalación de ventanas	3d	12/12/22	14/12/22	131
136	Instalación de ventanales	3d	12/12/22	14/12/22	131
137	Instalación de puertas	3d	12/12/22	14/12/22	131
138	Aplicación de sellantes	2d	13/12/22	14/12/22	135FC -2d; 136FC -2d; 137FC -2d
139	Instalación de equipos hidrosanitarios	5d	15/12/22	20/12/22	132
140	Instalaciones eléctricas (tomacorrientes, luces, entre otros)	3d	15/12/22	17/12/22	132
141	Instalación de pasamanos	2d	15/12/22	16/12/22	132
142	Fin de acabados de planta baja	0	20/12/22	20/12/22	128; 129; 130; 131; 132; 133; 134; 135; 136; 137; 138; 139; 140; 141
143	Planta alta	21d	26/11/22	20/12/22	
144	Revestimiento o recubrimientos de fachada de paredes interiores y escalera	10d	03/12/22	14/12/22	110; 124
145	Revestimiento o recubrimientos de fachada paredes exteriores	10d	03/12/22	14/12/22	109; 124
146	Trabajos previos de carpintería	10d	26/11/22	07/12/22	110FC -5d
147	Estampado de contrapiso	7d	03/12/22	10/12/22	110; 124
148	Impermeabilización de superficies	10d	03/12/22	14/12/22	144CC; 145CC
149	Instalación de ventanas	3d	12/12/22	14/12/22	147
150	Instalación de ventanales	3d	12/12/22	14/12/22	147
151	Instalación de puertas	3d	12/12/22	14/12/22	147

152	Aplicación de sellantes	2d	13/12/22	14/12/22	149FC -2d; 150FC -2d; 151FC -2d
153	Instalación de equipos hidrosanitarios	5d	15/12/22	20/12/22	148
154	Instalaciones eléctricas (tomacorrientes, luces, entre otros)	3d	15/12/22	17/12/22	148
155	Instalación de pasamanos	2d	15/12/22	16/12/22	148
156	Fin de acabados de planta baja	0	20/12/22	20/12/22	144; 145; 146; 147; 148; 149; 150; 151; 152; 153; 154; 155
157	Cubierta exterior de planta baja	13d	01/12/22	15/12/22	
158	Revestimiento o recubrimientos de fachada	10d	01/12/22	12/12/22	118
159	Impermeabilización de superficies	10d	01/12/22	12/12/22	158CC
160	Instalaciones eléctricas (luces, entre otros)	3d	13/12/22	15/12/22	159
161	Fin de cubierta exterior de planta baja	0	15/12/22	15/12/22	158; 159; 160
162	Cubierta exterior de planta alta	13d	03/12/22	17/12/22	
163	Revestimiento o recubrimientos de fachada	10d	03/12/22	14/12/22	124
164	Impermeabilización de superficies	10d	03/12/22	14/12/22	163CC
165	Instalaciones eléctricas (luces, entre otros)	3d	15/12/22	17/12/22	164
166	Fin de cubierta interior de planta alta	0	17/12/22	17/12/22	163; 164; 165
167	Fin de Acabados	0	20/12/22	20/12/22	142; 156; 161; 166
168	Fin del proyecto	0	20/12/22	20/12/22	2; 10; 18; 29; 89; 101; 125; 167

## 5.8 Cronograma valorado

Esta sección se encuentra detallada en Anexos.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- El valor de la estructura con acabados de gama media-alta es de \$546,65 por metro cuadrado, el mismo que se encuentra dentro del rango de valores de mercado. Adicionalmente, este sistema constructivo permite un ahorro entre un 5% a un 10% con respecto a otros sistemas como hormigón armado o estructura metálica.
- La capacidad de los elementos estructurales supera la demanda en cuanto a resistencia (momento, cortante, carga axial) y deflexiones obtenidas en la memoria de cálculo. Una de las principales razones de este resultado es que la carga última se encuentra totalmente distribuida en cientos de columnas o perfiles, disminuyendo el área tributaria y, por ende, la carga que debe soportar cada elemento.
- El diseño sismorresistente es satisfactorio a las solicitaciones mediante la rigidización de la estructura. La incorporación de flejes metálicos y chapas de acero contrarrestan las fuerzas sísmicas producidas por un posible sismo y cargas de viento. En adición, las planchas OSB aportan una mayor rigidez a la estructura al tomar parte de la fuerza cortante producida.
- El diseño estructural de la vivienda es autosuficiente. Es decir, posee la rigidización adecuada para ampliaciones futuras o trabajos de mantenimiento a largo de la vida útil de la vivienda.
- La cimentación comprende una losa de cimentación con vigas perimetrales. La misma que posee la resistencia suficiente para las cargas impuestas.
- El tiempo de desarrollo del proyecto es de 95 días, logrando una reducción del 50% en tiempos de ejecución con respecto a otros sistemas constructivos y, por ende, una reducción aproximada del 50% del costo en mano de obra.
- El cronograma de obra ha sido ajustado para distribuir de forma equitativa los gastos por parte de nuestro cliente. Es decir, durante la primera mitad del desarrollo del proyecto, se va a requerir un desembolso aproximado del 50% del presupuesto destinado a obra, mientras que el otro 50% del presupuesto será

destinado para la segunda etapa de ejecución. Además, se ha respetado el límite presupuestario indicado por nuestro cliente, el mismo que es de \$200.000.

## **6.2 Recomendaciones**

1. Se recomienda realizar el modelado estructural con otro tipo de software especializado en Steel Framing con perfiles comerciales de menor espesor. Además, evaluar el costo/beneficio de los revestimientos, recubrimientos y otros componentes de los muros para lograr una reducción del peso estructural y, por ende, en el costo. El objetivo de estas dos primeras recomendaciones es optimizar el diseño estructural sin afectar la seguridad y ergonomía propuesta para la vivienda.
2. Para el área de la cimentación, evaluar otro tipo de losa de cimentación en función de un estudio de suelos real del terreno, con el fin de reducir costos en este rubro.
3. Para la etapa de ensamblaje de perfiles, se debe contar con todas las herramientas necesarias y adecuadas evitando el mal uso de las mismas que afecten la resistencia de los materiales.
4. Es importante mencionar que, en caso de elegir otro tipo de cubierta o entrepiso se debe regir el diseño conforme a la normativa AISI-S230 y evaluar su desempeño estructural como se indica en la normativa AISI-S240.
5. Por otro lado, si se desea realizar una ampliación de la estructura no se debe eliminar los flejes de forma temporal ni permanente debido a que esa sección proporciona rigidez a todo el muro.
6. Se debe considerar un mantenimiento preventivo de la estructura con un promedio de 5 años.
7. Es necesario contar con una cátedra de seguridad y salud ocupacional para evitar posibles accidentes en obra, aún más cuando se trata de un nuevo sistema constructivo.



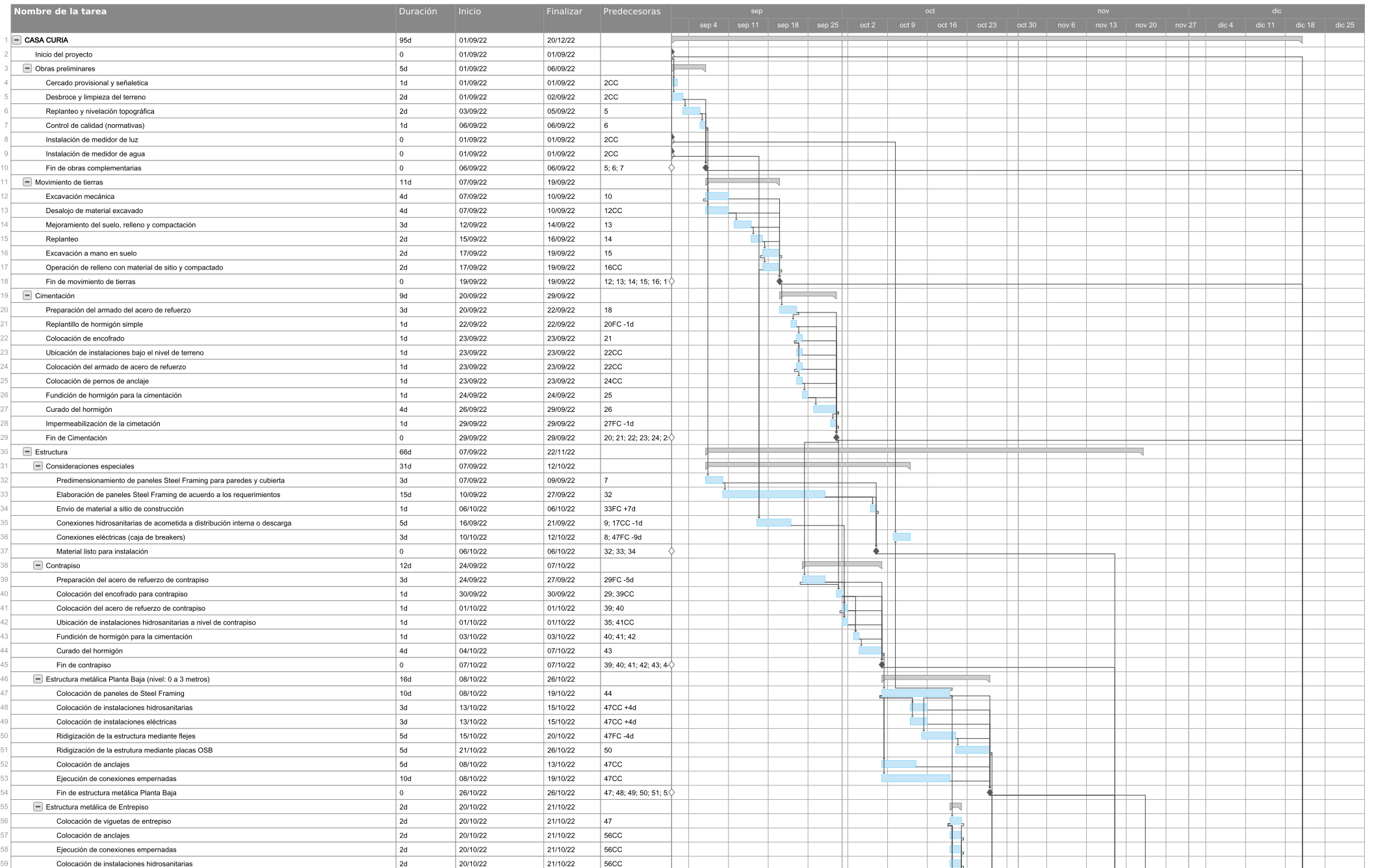
# BIBLIOGRAFÍA

- Arlene Maria Sarmanho Fleitas, R. C. (2007). *Steel Framing, Arquitectura*. Chile: Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero - ILAFA -.
- Balh, N., & DaBreo, J. (2014). *Design of steel sheathed cold-formed steel framed shear walls*. Denton: ELSEVIER.
- Barbieri. (2022). TIPOS DE PANELES EN LA CONSTRUCCIÓN CON STEEL FRAME. *Club Barbieri*.
- Boccarato, G. (2019). *Estructuras de construcciones en sistema Steel Framing*. Montevideo: Comisión de Calidad y Patologías de la Sociedad de Arquitectos del Uruguay.
- Carpio, M. (2014). *Diseño estructural de una vivienda aplicando el sistema constructivo STEEL FRAMING*. Cuenca: Universidad de Azuay.
- Chalén, J., & Rivera, R. (2021). "DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN PABELLÓN DE TRES PLANTAS PARA LA UNIDAD EDUCATIVA "CESÁREO CARRERA ANDRADE. Santa Elena: UPSE.
- ConsulSteel. (2020). Manual de Procedimiento, Construcción con Acero Liviano. *ConsulSteel Consultores en Steel Framing*, 303.
- Cruz, M. L. (2016). *Steel Framing en Nicaragua, aplicación a una vivienda estándar para la región pacífico*. Managua: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Danneman, R. (2007). *Manual de Ingeniería de Steel Framing*. Santiago de Chile: ILAFA.
- El Oficial. (12 de Julio de 2019). *El oficial información que construye*. Obtenido de El oficial información que construye: <https://eloficial.ec/aplicacion-del-sistema-de-construccion-steel-framing/>
- FrameAf. (25 de Agosto de 2020). Obtenido de FrameAf: <https://www.frameap.com/light-steel-framing-metalcon/formacion/steel-framing-metalcom-como-arriostrar-o-hacer-x-bracing/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Manglaralto. (2018). *Actualización del Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2019 - 2023*. Manglaralto: GAD Manglaralto.
- Gómez, I. N. (2019). Estructuras Livianas de Acero. 15.

- Haro, C. (2015). *SISTEMA CONSTRUCTIVO APLICADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS*. Guayaquil: UEES.
- Jorajuria, M., & Servente, F. (2015). *Steel Framing y sus principales usos en Uruguay*. Montevideo: Udelar.
- Kokke, A., Neves, M., & Sequeira, M. (2010). *LIGHT STEEL FRAMING COMO ALTERNATIVA PARA A CONSTRUÇÃO DE MORADIAS POPULARES*. Sao Paulo: CONSTRUMETAL.
- Labbé Köhler, G. A. (2019). *PERFILES CONFORMADOS EN FRÍO: CONSIDERACIONES SÍSMICAS BAJO NCh2369.Of2003*. Santiago, Chile.
- Lamus, J. (2015). *Análisis de viabilidad económica: Sistema constructivo Light Steel Framing en Colombia*. Bogotá: Univeridad de los Andes.
- Lara, C. J. (2015). *Plan de desarrollo económico para la comunica Curia perteneciente a la parroquia Manglaralto, del cantón Santa Elena de la provincia de Santa Elena en el año 2015*. Santa Elena: Universidad Estatal Península de Santa Elena.
- López, B. C. (2017). Hacia una arquitectura de montaje: inicios del steel framing. . En *In actas del décimo congreso nacional y segundo congreso internacional hispanoamericano de historia de la construcción* (págs. 367-376). Donostia-san sebastián: Instituto Juan Herrea.
- Mas, N. M. (2019). *Construcción de viviendas unifamiliares aisladas con steel frame*. Valencia: Universitat Politècnica de Valencia .
- Moraes, R. (2005). *ARQUITETURA E TECNOLOGIA EM SISTEMAS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS: LIGHT STEEL FRAMING*. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto.
- NEC. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción - Cargas no sísmicas*. Quito: MIDUVI.
- NEC. (2015). *Viviendas de hasta 2 pisos con luces de 5m*. Quito: MIDUVI.
- Plume Labs. (2022). *Calidad del aire en Manglaralto*. Pensilvania: AccuWeather.
- Quintana, D. H. (2022). *Especialización en Higiene y Seguridad Laboral en la Industria de la Construcción Trabajo Integrador Final*. La Plata: UNLP.
- Rodríguez, I. V. (2005). Influencia de los parámetros medioambientales en la corrosión de elementos estructurales metálicos. . *Ciencias Holguin*, 1-11.

- Sarmanho, A., & Renata, M. (2007). *Steel Framing: Arquitectura*. Santiago de Chile: Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero ( ILAFA).
- Tonguino, E., & Tipanta, F. (2019). *ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL CON EL SISTEMA “STEEL FRAMING”. (CASO DE APLICACIÓN “CIUDAD EL ROSARIO” CANTÓN RUMIÑAHUI)*. Quito: PUCE.

# **PLANOS Y ANEXOS**



Nombre de la tarea	Duración	Inicio	Finalizar	Predecesoras	sep		sep		sep		oct		oct		nov		dic	
					sep 4	sep 11	sep 18	sep 25	oct 2	oct 9	oct 16	oct 23	oct 30	nov 6	nov 13	nov 20	nov 27	dic 4
60 Colocación de instalaciones eléctricas	2d	20/10/22	21/10/22	56CC														
61 Fin de estructura metálica de entrepiso	0	21/10/22	21/10/22	56; 57; 58; 59; 60														
62 Estructura Planta Alta (nivel: 0 a 5,20 metros y 0 a 6,20 metros)	16d	22/10/22	09/11/22															
63 Colocación de paneles de Steel Framing	10d	22/10/22	02/11/22	61														
64 Colocación de instalaciones hidrosanitarias	3d	27/10/22	29/10/22	63CC +4d														
65 Colocación de instalaciones eléctricas	3d	27/10/22	29/10/22	63CC +4d														
66 Ridigización de la estructura mediante flejes	5d	29/10/22	03/11/22	63FC -4d														
67 Ridigización de la estructura mediante placas OSB	5d	04/11/22	09/11/22	66														
68 Colocación de anclajes	5d	22/10/22	27/10/22	63CC														
69 Ejecución de conexiones emperradas	10d	22/10/22	02/11/22	63CC														
70 Fin de estructura metálica Planta Alta	0	09/11/22	09/11/22	63; 64; 65; 66; 67; 6														
71 Cubierta	19d	27/10/22	17/11/22															
72 Cubierta metálica a nivel de entrepiso / zona exterior	3d	27/10/22	29/10/22															
73 Colocación de perfiles a nivel de entrepiso	3d	27/10/22	29/10/22	54														
74 Colocación de instalaciones eléctricas	2d	27/10/22	28/10/22	73CC														
75 Colocación de anclajes	1d	27/10/22	27/10/22	73CC														
76 Ejecución de conexiones emperradas	3d	27/10/22	29/10/22	73CC														
77 Fin de cubierta a nivel de entrepiso / zona exterior	0	29/10/22	29/10/22	73; 74; 75; 76														
78 Cubierta metálica superior (nivel: 0 a 5,20 metros y 0 a 6,20 metros)	7d	10/11/22	17/11/22															
79 Colocación de perfiles	7d	10/11/22	17/11/22	70														
80 Colocación de instalaciones eléctricas	5d	10/11/22	15/11/22	79CC														
81 Colocación de anclajes	2d	10/11/22	11/11/22	79CC														
82 Ejecución de conexiones emperradas	7d	10/11/22	17/11/22	79CC														
83 Fin de cubierta metálica superior	0	17/11/22	17/11/22	79; 80; 81; 82														
84 Losa y loseta	4d	18/11/22	22/11/22															
85 Colocación de planchas de fibrocemento para entrepiso	2d	18/11/22	19/11/22	83														
86 Colocación de planchas de fibrocemento para cubierta exterior de entrepiso	2d	18/11/22	19/11/22	83														
87 Colocación de planchas de fibrocemento para cubierta superior	4d	18/11/22	22/11/22	83														
88 Fin de losa y loseta	0	22/11/22	22/11/22	85; 86; 87														
89 Fin de Estructura	0	17/11/22	17/11/22	37; 45; 54; 61; 70; 7														
90 Aislamiento de paredes	28d	27/10/22	28/11/22															
91 Planta Baja	28d	27/10/22	28/11/22															
92 Colocación de lana de vidrio	5d	23/11/22	28/11/22	54; 88														
93 Colocación de barrera de protección agua y viento	3d	27/10/22	29/10/22	51														
94 Colocación de membrana de protección de vapor	3d	25/11/22	28/11/22	92FC -3d														
95 Fin de aislamiento planta baja	0	28/11/22	28/11/22	92; 93; 94														
96 Planta Alta	16d	10/11/22	28/11/22															
97 Colocación de lana de vidrio	5d	23/11/22	28/11/22	70; 88														
98 Colocación de barrera de protección agua y viento	3d	10/11/22	12/11/22	67														
99 Colocación de membrana de protección de vapor	3d	25/11/22	28/11/22	97FC -3d														
100 Fin de aislamiento planta alta	0	28/11/22	28/11/22	97; 98; 99														
101 Fin de Aislamiento	0	28/11/22	28/11/22	95; 100														
102 Recubrimiento de muros y aislamiento de cubiertas	11d	21/11/22	02/12/22															
103 Muros	3d	29/11/22	01/12/22															
104 Planta Baja	3d	29/11/22	01/12/22															
105 Colocación de placas cementicias exteriores	3d	29/11/22	01/12/22	95														
106 Colocación de planchas de fibrocemento interior	3d	29/11/22	01/12/22	95														
107 Fin de muros planta baja	0	01/12/22	01/12/22	105; 106														
108 Planta Alta	3d	29/11/22	01/12/22															
109 Colocación de placas cementicias exteriores	3d	29/11/22	01/12/22	100														
110 Colocación de planchas de fibrocemento interior	3d	29/11/22	01/12/22	100														
111 Fin de muros planta alta	0	01/12/22	01/12/22	109; 110														
112 Cubiertas	11d	21/11/22	02/12/22															
113 Planta Baja	9d	21/11/22	30/11/22															
114 Colocación de barrera de protección agua y viento	1d	21/11/22	21/11/22	85; 86														
115 Colocación de lana de vidrio	2d	22/11/22	23/11/22	114														
116 Colocación de gypsum	5d	23/11/22	28/11/22	115FC -1d														
117 Adecuación de instalaciones eléctricas	3d	28/11/22	30/11/22	116FC -1d														
118 Fin de cubierta planta baja	0	30/11/22	30/11/22	117; 116; 115; 114														
119 Planta Alta	9d	23/11/22	02/12/22															
120 Colocación de barrera de protección agua y viento	1d	23/11/22	23/11/22	87														
121 Colocación de lana de vidrio	2d	24/11/22	25/11/22	120														
122 Colocación de gypsum	5d	25/11/22	30/11/22	121FC -1d														
123 Adecuación de instalaciones eléctricas	3d	30/11/22	02/12/22	122FC -1d														



### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Replanteo y Nivelación topográfica.			Und:	<b>m2</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,04
Equipo topografico	1	\$2,14	2,140	0,059	\$0,13
PARCIAL M=					\$0,17
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Topógrafo (En Construcción - Estr.Oc.C1)	1,0	Hora	\$4,29	0,065	\$0,28
Maestro de Obra Categoría C2	0,2	Hora	\$4,09	0,065	\$0,05
Peon Categoría E2	2,0	Hora	\$3,83	0,065	\$0,50
PARCIAL N=					\$0,83
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL O=					\$0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$1,00</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					18% \$0,18
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$1,18</b>
					\$1,18



### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Desbroce y limpieza del terreno (hierbas)			Und:	m2
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Retroexcavadora	1	\$20,00	20,000	0,034	\$0,68
PARCIAL M=					\$0,68
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Maestro de Obra Categoría C2	0,20	Hora	\$4,09	0,034	\$0,03
Peon Categoría E2	1,00	Hora	\$3,83	0,034	\$0,13
Operador de retroexcavadora (estr. Oc. C1)	1,00	Hora	\$4,29	0,034	\$0,15
PARCIAL N=					\$0,30
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL O=					\$0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$0,98</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$0,18
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$1,16</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Desalojo de material de desbroce y limpieza			Und:	<b>m3</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Volqueta	1	\$30,00	30,000	0,190	\$5,70
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,13
PARCIAL M=					\$5,83
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Maestro de Obra Categoría C2	0,20	Hora	\$4,09	0,190	\$0,16
Peon Categoría E2	2,00	Hora	\$3,83	0,190	\$1,46
Chofer de volqueta (est. oc. c1)	1,00	Hora	\$5,62	0,190	\$1,07
PARCIAL N=					\$2,68
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL O=					\$0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$8,51</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					18% \$1,53
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$10,04</b>
					\$10,04

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Cercado provisional de obra con zinc H=2,4m			Und:	m2
EQUIPOS:		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,28
PARCIAL M=					\$0,28
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Albañil (est. oc. d2)	1	Hora	\$3,87	0,650	\$2,52
Peon Categoría E2	1	Hora	\$3,83	0,650	\$2,49
Maestro de Obra Categoría C2	1	Hora	\$4,09	0,163	\$0,66
PARCIAL N=					\$5,67
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
Clavos con cabeza de 2" a 1/2"		Kg	0,20	4,410	\$0,88
Alfajia 6x6x250 cm		u	0,50	2,500	\$1,25
Tiras de eucalipto		m	3,64	0,520	\$1,89
Zinc galvanizado		Plancha	0,40	4,700	\$1,88
PARCIAL O=					\$5,90
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$11,86</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>\$2,13</b>
					18%
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$13,99</b>
					\$13,99

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Excavacion en suelo semirocoso			Und:	m3
<b>EQUIPOS:</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,41
Retroexcavadora	0,2	\$20,00	4,000	0,50	\$2,00
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$2,41</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Maestro de Obra Categoría C2	1	Hora	\$4,09	0,500	\$2,05
Retroexcavadora Est.Oc.C1(Grupo 1)	0,2	Hora	\$4,29	0,500	\$0,43
Peon Categoría E2	3	Hora	\$3,83	0,500	\$5,75
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$8,22</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$10,63</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					18% \$1,91
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$12,54</b>
					<b>\$12,54</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Corte de material excavado con volqueta hasta 5km de distancia			Und:	m3
<b>EQUIPOS:</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Retroexcavadora	1,00	\$20,00	20,000	0,17	\$3,40
Volqueta	1,00	\$30,00	30,000	0,17	\$5,10
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$8,50</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Peon Categoría E2	1,00	Hora	\$3,83	0,170	\$0,65
Retroexcavadora Est.Oc.C1(Grupo 1)	1,00	Hora	\$4,29	0,170	\$0,73
Chofer de volqueta (est. oc. c1)	1,00	Hora	\$5,62	0,170	\$0,96
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$2,34</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$10,84</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%	\$1,95	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$12,79</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Mejoramiento del suelo, relleno y compactación			Und: <b>m3</b>	
<b>EQUIPOS:</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,03
Motoniveladora	1	\$50,00	50,000	0,03	\$1,50
Rodillo liso vibratorio	1	\$38,00	38,000	0,03	\$1,14
Tanquero con agua	1	\$30,00	30,000	0,03	\$0,90
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$3,57</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Maestro de Obra Categoría C2	0,20	Hora	\$4,09	0,030	\$0,02
Operador de motoniveladora (estr. oc. c1)	1,00	Hora	\$4,29	0,030	\$0,13
Operador de rodillo (estr. oc. c2)	1,00	Hora	\$4,09	0,030	\$0,12
Chofer profesional (estr. oc. c1)	1,00	Hora	\$5,62	0,030	\$0,17
Peon Categoría E2	2,00	Hora	\$3,83	0,030	\$0,23
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$0,67</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Material de mejoramiento	m3	1,250	\$6,00	\$7,50	
Agua	m3	0,030	\$1,50	\$0,05	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$7,55</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$11,79</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%	\$2,12	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$13,92</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Excavación a mano en suelo			Und:	m3
<b>EQUIPOS:</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,30
Retroexcavadora	0,30	\$20,00	6,000	0,30	\$1,80
PARCIAL M=					\$2,10
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Maestro de Obra Categoría C2	1	Hora	\$4,09	0,300	\$1,23
Retroexcavadora Est.Oc.C1(Grupo 1)	1	Hora	\$4,29	0,300	\$1,29
Peon Categoría E2	3	Hora	\$3,83	0,300	\$3,45
PARCIAL N=					\$5,96
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL O=					\$0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$8,06</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%	\$1,45	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$9,51</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Replanteo de hormigón simple f'c=140, e=0,007			Und:	<b>m3</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$2,03
Concretera de 1 saco	1	\$5,50	5,500	2,00	\$11,00
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$13,03</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Maestro de Obra Categoría C2	0	Hora	\$4,09	2,000	\$2,05
Peon Categoría E2	3	Hora	\$3,83	2,000	\$22,98
Albañil (est. oc. d2)	1	Hora	\$3,87	2,000	\$7,74
Operador de equipo liviano (Est.Oc.D2)	1	Hora	\$3,87	2,000	\$7,74
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$40,51</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
Cemento portland tipo IP		Saco	5,000	\$7,51	\$37,55
Arena gruesa		m3	0,555	\$12,50	\$6,94
Piedra 3/4"		m3	0,800	\$12,50	\$10,00
Agua		m3	0,136	\$1,50	\$0,20
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$54,69</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$108,22</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$19,48
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$127,70</b>
					\$127,70



### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Encofrado y desencofrado de vigas de cimentación			Und:	<b>m2</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,55
PARCIAL M=					\$0,55
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Peon Categoría E2	0,46	Hora	\$3,83	1,000	\$1,76
Maestro de Obra Categoría C2	2,15	Hora	\$4,09	1,000	\$8,79
Carpintero (est. oc. D2)	0,10	Hora	\$3,87	1,000	\$0,39
PARCIAL N=					\$10,94
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
Tabla dura de encofrado de 0,25 m		u	7,000	\$2,60	\$18,20
Alambre galvanizado		Rollo	0,300	\$26,05	\$7,82
Clavos con cabeza de 2" a 1/2"		Kg	0,300	\$4,41	\$1,32
PARCIAL O=					\$27,34
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$38,83</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$6,99
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$45,82</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Encofrado y desencofrado de losas			Und:	<b>m2</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,43
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$0,43</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Peon Categoría E2	1,37	Hora	\$3,83	1,000	\$5,25
Albañil (est. oc. d2)	0,67	Hora	\$3,87	1,000	\$2,59
Maestro de Obra Categoría C2	0,17	Hora	\$4,09	1,000	\$0,70
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$8,54</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
Tabla dura de encofrado de 0,25 m		u	2,800	\$2,60	\$7,28
Pingos		m	4,000	\$1,23	\$4,92
Clavos con cabeza de 2" a 1/2"		Kg	0,200	\$4,41	\$0,88
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$13,08</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$22,04</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$3,97
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$26,01</b>
					<b>\$26,01</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Acero de refuerzo			Und: <b>kg</b>	
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,02
Cortadora/Dobladora					
PARCIAL M=					\$0,02
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Peon Categoría E2	1,00	Hora	\$3,83	0,040	\$0,15
Fierrero (est. oc. D2)	0,10	Hora	\$3,87	0,040	\$0,02
Maestro de Obra Categoría C2	1,00	Hora	\$4,09	0,040	\$0,16
PARCIAL N=					\$0,33
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
Alambre recocido		rollo	0,006	\$26,05	\$0,16
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2		kg	1,000	\$1,18	\$1,18
PARCIAL O=					\$1,34
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$1,69</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$0,30
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$1,99</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Figurado y colocado de acero de refuerzo			Und:	H/Kg
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,03
PARCIAL M=					\$0,03
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Peon Categoría E2	3,00	Hora	\$3,83	0,030	\$0,34
Fierrero (est. oc. D2)	1,00	Hora	\$3,87	0,030	\$0,12
Maestro mayor (estr. oc. C1)	1,00	Hora	\$4,30	0,030	\$0,13
PARCIAL N=					\$0,59
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL O=					\$0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$0,62</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$0,11
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$0,73</b>
					\$0,73

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Hormigón en losa de cimentación $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$			Und:	<b>kg</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$3,73
Concreteira de 1 saco	1,00	\$5,50	5,500	1,00	\$5,50
Vibrador	0,50	\$4,50	2,250	3,50	\$7,88
Bomba para concreto	0,50	\$11,30	5,650	3,50	\$19,78
Encofrado	1,00	\$4,00	4,000	3,500	\$14,00
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$50,88</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Peon Categoría E2	4,00	Hora	\$3,83	3,500	\$53,62
Operador de equipo liviano (Est.Oc.D2)	1,00	Hora	\$3,87	3,500	\$13,55
Maestro mayor (estr. oc. C1)	0,50	Hora	\$4,30	3,500	\$7,53
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$74,69</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
Impermeabilizante para hormigón (in situ)		Kg	2,100	\$1,76	\$3,69
Hormigón Premezclado $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$		m3	1,100	\$109,15	\$120,07
Desmoldante		Kg	2,100	\$4,40	\$9,24
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$132,99</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$258,57</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>\$46,54</b>
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$305,11</b>
					<b>\$305,11</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Predimensionamiento de paneles de Steel Framing			Und: <b>m2</b>	
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
PARCIAL M=					\$0,00
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Albañil	1	No hay		0,100	\$0,00
Ayudante	1	Hora	\$3,83	0,100	\$0,38
PARCIAL N=					\$0,38
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL O=					\$0,00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$0,38</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%	\$0,07	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$0,45</b>
					\$0,45

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Elaboración de paneles Steel Framing planta baja cuartos			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$98,16
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$98,16</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Perfilero (est. oc. C2)	4	Hora	\$4,09	120,000	\$1.963,20
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$1.963,20</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PGC-89X38X1,2	m	735,00	\$4,08	\$3.000,03	
PGU-89X38X1,2	m	92,00	\$3,53	\$324,30	
Dintel PGC 203X41X13X1,5	m	6,00	\$7,56	\$45,33	
Dintel PGC 240X41X13X1,9	m	4,00	\$9,95	\$39,79	
Dintel PGC 89X41X13X1,5	m	8,00	\$6,99	\$55,88	
Tornillo T1 mecha - N8	u	100,00	\$0,05	\$5,00	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$3.470,32</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$5.531,68</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%	\$995,70	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$6.527,38</b>
					<b>\$6.527,38</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Elaboración de paneles Steel Framing planta alta cuartos			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$122,70
PARCIAL M=					\$122,70
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Perfilero (est. oc. C2)	4	Hora	\$4,09	150,000	\$2.454,00
PARCIAL N=					\$2.454,00
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PGC-89X38X0.93	m	765,000	\$4,66	\$3.562,35	
PGU-89X38X0.93	m	102,000	\$3,53	\$359,55	
Dintel PGC 203X41X13X1,5	m	8,00	\$7,56	\$60,44	
Dintel PGC 240X41X13X1,9	m	10,00	\$9,95	\$99,47	
Dintel PGC 89X41X13X1,5	m	12,00	\$6,99	\$83,82	
Tornillo T1 mecha - N8	u	100,00	\$0,05	\$5,00	
PARCIAL O=					\$4.170,63
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$6.747,33</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$1.214,52
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$7.961,85</b>
					\$7.961,85



### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Elaboración de paneles Steel Framing cocina			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$155,42
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$155,42</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Perfilero (est. oc. C2)	4	Hora	\$4,09	190,000	\$3.108,40
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$3.108,40</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PGC 140X41X13X1,5	m	360,000	\$5,95	\$2.143,20	
PGU 140X41X13X1,5	m	30,000	\$5,32	\$159,55	
Dintel PGC 203X41X13X1,5	m	4,00	\$7,56	\$30,22	
Dintel PGC 305X41X13X1,2	m	10,00	\$10,15	\$101,52	
Tornillo T1 mecha - N8	u	40,00	\$0,05	\$2,00	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$2.436,49</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$5.700,31</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					18% <b>\$1.026,06</b>
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$6.726,36</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Rigidización de la estructura mediante flejes planta baja			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$3,27
PARCIAL M=					\$3,27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Perfilero (est. oc. C2)	4,000	Hora	\$4,09	4,000	\$65,44
PARCIAL N=					\$65,44
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
Flejes de 0,69		m	48,000	\$0,89	\$42,72
PARCIAL O=					\$42,72
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$111,43</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>\$20,06</b>
					18%
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$131,49</b>
					<b>\$131,49</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Rigidización de la estructura mediante flejes planta alta			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$3,27
PARCIAL M=					\$3,27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Perfilero (est. oc. C2)	4,000	Hora	\$4,09	4,000	\$65,44
PARCIAL N=					\$65,44
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Flejes de 0,69	m	52,000	\$0,89	\$46,28	
PARCIAL O=					\$46,28
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$114,99</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%	\$20,70	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$135,69</b>
					\$135,69

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Rigidización de la estructura mediante flejes cocina			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$3,27
PARCIAL M=					\$3,27
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Perfilero (est. oc. C2)	4,000	Hora	\$4,09	4,000	\$65,44
PARCIAL N=					\$65,44
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
Flejes de 0,84		m	53,000	\$0,98	\$51,94
PARCIAL O=					\$51,94
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$120,65</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$21,72
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$142,37</b>
					\$142,37

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Rigidización de la estructura mediante OSB			Und:	<b>m2</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,12
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$0,12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Carpintero	1,000	Hora	\$3,87	0,320	\$1,24
Ayudante de Carpintero	2	Hora	\$3,83	0,160	\$1,23
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$2,46</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
Tablero estructural contrapachado		Plancha	0,350	\$35,50	\$12,43
Tornillo cabeza avellanada d=5.5mm, l=76mm		u	17,000	\$0,05	\$0,85
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$13,28</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$15,86</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$2,86
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$18,72</b>
					\$18,72

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso planta baja cuartos			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$3,1680
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$3,1680</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Perfilero (est. oc. C2)	2	Hora	\$4,09	4,0000	\$32,7200
Ayudante	2	Hora	\$3,83	4,0000	\$30,6400
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$63,3600</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PGC-254X41X13X1,5	m	250,000	\$8,86	\$2.213,75	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$2.213,75</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$2.280,28</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>\$410,45</b>
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$2.690,73</b>
					<b>\$2.690,73</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso planta alta cuartos			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$3,1680
PARCIAL M=					\$3,1680
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Perfilero (est. oc. C2)	2	Hora	\$4,09	4,0000	\$32,7200
Ayudante	2	Hora	\$3,83	4,0000	\$30,6400
PARCIAL N=					\$63,3600
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PGC-254X41X13X1,5		m	270,000	\$8,86	\$2.390,85
PARCIAL O=					\$2.390,85
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$2.457,38</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$442,33
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$2.899,71</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso cocina			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$3,1680
PARCIAL M=					\$3,1680
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Perfilero (est. oc. C2)	2	Hora	\$4,09	4,0000	\$32,7200
Ayudante	2	Hora	\$3,83	4,0000	\$30,6400
PARCIAL N=					\$63,3600
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PGC-305X41X13X2,6	m	220,000	\$18,15	\$3.992,63	
PARCIAL O=					\$3.992,63
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$4.059,16</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$730,65
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$4.789,81</b>
					\$4.789,81



### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Colocación de placas de fibrocemento paredes exteriores			Und:	<b>m2</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,12
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$0,12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador de fibrocemento	1	Hora	\$3,87	0,320	\$1,24
Ayudante de instalador	2	Hora	\$3,83	0,160	\$1,23
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$2,46</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Fibrocemento 14 mm	Plancha	0,340	\$40,03	\$13,61	
Tornillo cabeza avellanada d=5.5mm, l=76mm	u	6,000	\$0,05	\$0,30	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$13,91</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$16,50</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>\$2,97</b>
					18%
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$19,47</b>
					<b>\$19,47</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Colocación de placas de fibrocemento paredes interiores			Und:	m2
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,12
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$0,12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador de fibrocemento	1	Hora	\$3,87	0,320	\$1,24
Ayudante de instalador	2	Hora	\$3,83	0,160	\$1,23
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$2,46</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Fibrocemento 8 mm	Plancha	0,340	\$18,38	\$6,25	
Tornillo cabeza avellanada d=5.5mm, l=76mm	u	6,000	\$0,05	\$0,30	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$6,55</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$9,14</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>18%</b>
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$10,78</b>
					<b>\$10,78</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Colocación de placas de fibrocemento en entrepiso			Und:	<b>m2</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,12
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$0,12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador de fibrocemento	1	Hora	\$3,87	0,320	\$1,24
Ayudante de instalador	2	Hora	\$3,83	0,160	\$1,23
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$2,46</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Fibrocemento 20 mm	Plancha	0,340	\$49,04	\$16,67	
Tornillo cabeza avellanada d=5.5mm, l=76mm	u	6,000	\$0,05	\$0,30	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$16,97</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$19,56</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$3,52
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$23,08</b>
					<b>\$23,08</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Colocación de placas de Gypsum en entrepiso			Und:	<b>m2</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,12
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$0,12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador de fibrocemento	1	Hora	\$3,87	0,320	\$1,24
Ayudante de instalador	2	Hora	\$3,83	0,160	\$1,23
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$2,46</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Gypsum /Humedad 1/2 (Pared,Tumbado)	Plancha	0,340	\$11,54	\$3,92	
Tornillo cabeza avellanada d=5.5mm, l=76mm	u	6,000	\$0,05	\$0,30	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$4,22</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$6,81</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$1,23
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$8,04</b>
					<b>\$8,04</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRÓ:	Colocación de placas de Gypsum en entepiso			Und:	<b>m2</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,19
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$0,19</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador de fibrocemento	2	Hora	\$3,87	0,320	\$2,48
Ayudante de instalador	2	Hora	\$3,83	0,160	\$1,23
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$3,70</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Gypsum /Humedad 1/2 (Pared,Tumbado)	Plancha	0,340	\$11,54	\$3,92	
Tornillo cabeza avellanada d=5.5mm, l=76mm	u	6,000	\$0,05	\$0,30	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$4,22</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$8,11</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%	<b>\$1,46</b>	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$9,57</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Colocación de placas de gypsum cubierta			Und:	<b>m2</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,12
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$0,12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador de fibrocemento	1	Hora	\$3,87	0,320	\$1,24
Ayudante de instalador	2	Hora	\$3,83	0,160	\$1,23
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$2,46</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Gypsum /Humedad 1/2 (Pared,Tumbado)	Plancha	0,340	\$11,54	\$3,92	
Tornillo cabeza avellanada d=5.5mm, l=76mm	u	6,000	\$0,05	\$0,30	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$4,22</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$6,81</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					18% <b>\$1,23</b>
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$8,04</b>
					<b>\$8,04</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Colocación de placas de fibrocemento cubierta			Und: <b>m2</b>	
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,12
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$0,12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador de fibrocemento	1	Hora	\$3,87	0,320	\$1,24
Ayudante de instalador	2	Hora	\$3,83	0,160	\$1,23
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$2,46</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Fibrocemento 14 mm	Plancha	0,340	\$40,03	\$13,61	
Tornillo cabeza avellanada d=5.5mm, l=76mm	u	6,000	\$0,05	\$0,30	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$13,91</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$16,50</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					18% <b>\$2,97</b>
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$19,47</b>
					<b>\$19,47</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Colocación de placas de gypsum cubierta			Und: <b>m2</b>	
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,12
<b>PARCIAL M=</b>					<b>\$0,12</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador de fibrocemento	1	Hora	\$3,87	0,320	\$1,24
Ayudante de instalador	2	Hora	\$3,83	0,160	\$1,23
<b>PARCIAL N=</b>					<b>\$2,46</b>
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Gypsum /Humedad 1/2 (Pared,Tumbado)	Plancha	0,340	\$11,54	\$3,92	
Tornillo cabeza avellanada d=5.5mm, l=76mm	u	6,000	\$0,05	\$0,30	
<b>PARCIAL O=</b>					<b>\$4,22</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
<b>PARCIAL P=</b>					<b>\$0,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$6,81</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					18% <b>\$1,23</b>
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$8,04</b>
					<b>\$8,04</b>



### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Aislación por lana de vidrio e=50mm y barrera de agua, viento y vapor de agua en paredes			Und: m2	
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,10
PARCIAL M=					0,0968
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador de lana de vidrio	1	Hora	\$3,87	0,500	\$1,94
PARCIAL N=					\$1,94
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Lana de vidrio	m2	1,0000	\$3,05	\$3,05	
Barrera de agua, viento y vapor de agua	m2	2,0000	\$1,06	\$2,12	
PARCIAL O=					\$5,17
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$7,20</b>
GASTOS GENERALES			0%	\$0,00	
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			0%	<b>\$0,00</b>	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$7,20</b>
					\$7,20

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Aislación por lana de vidrio e=50mm y barrera de agua, viento y vapor de agua en cubierta			Und:	<b>m2</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,12
PARCIAL M=					0,1161
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador de lana de vidrio	1	Hora	\$3,87	0,600	\$2,32
PARCIAL N=					\$2,32
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Lana de vidrio	m2	1,0000	\$3,05	\$3,05	
Barrera de agua, viento y vapor de agua	m2	2,0000	\$1,06	\$2,12	
PARCIAL O=					\$5,17
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$7,61</b>
GASTOS GENERALES			0%	\$0,00	
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%	<b>\$1,37</b>	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$8,98</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Aislación por lana de vidrio e=50mm y barrera de agua, viento y vapor de agua en entrepiso			Und: m2	
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,12
PARCIAL M=					0,1161
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador de lana de vidrio	1	Hora	\$3,87	0,600	\$2,32
PARCIAL N=					\$2,32
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
Lana de vidrio		m2	1,0000	\$3,05	\$3,05
Barrera de agua, viento y vapor de agua		m2	2,0000	\$1,06	\$2,12
PARCIAL O=					\$5,17
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$7,61</b>
GASTOS GENERALES			0%		\$0,00
IMPREVISTO			0%		\$0,00
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		<b>\$1,37</b>
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$8,98</b>
					\$8,98

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Puertas			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$37,54
PARCIAL M=					\$37,54
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Carpintero (est. oc. D2)	2	Hora	\$3,87	97,000	\$750,78
PARCIAL N=					\$750,78
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Puerta placa de 2 pulg interior	u	20,000	\$70,00	\$1.400,00	
Bisagra de 4 plg	u	60,000	\$1,80	\$108,00	
PARCIAL O=					\$1.508,00
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$2.296,32</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>					<b>\$413,34</b>
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$2.709,66</b>
					\$2.709,66

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Pasamanos			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,94
PARCIAL M=					\$0,94
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Peon Categoría E2	1	Hora	\$3,83	1,600	\$6,13
Albañil (est. oc. d2)	1	Hora	\$3,87	1,600	\$6,19
Maestro de Obra Categoría C2	1	Hora	\$4,09	1,600	\$6,54
PARCIAL N=					\$18,86
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Tubo circular de 1 1/2 plg	m	62,000	\$1,25	\$77,50	
Pernos	u	80,000	\$0,15	\$12,00	
PARCIAL O=					\$89,50
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$109,31</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$19,68
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$128,98</b>
					\$128,98

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Muebles de cocina			Und:	<b>Total</b>
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$1,63
PARCIAL M=					\$1,63
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Inspector de obra	2	Hora	\$4,30	2,000	\$17,20
Carpintero de ribera	2	Hora	\$3,87	2,000	\$15,48
PARCIAL N=					\$32,68
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Anaqueles	m	4,000	\$240,00	\$960,00	
Mueble bajo meson	m	4,000	\$50,00	\$200,00	
Mesones prefabricados de marmol	m2	1,800	\$72,80	\$131,04	
PARCIAL O=					\$1.291,04
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$1.325,35</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%	\$238,56	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$1.563,92</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Piso estampado			Und:	m2
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,51
PARCIAL M=					\$0,51
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Maestro mayor (estr. oc. C1)	1	Hora	\$4,30	1,000	\$4,30
Albañil (est. oc. d2)	1	Hora	\$3,87	1,500	\$5,81
PARCIAL N=					\$10,11
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Cemento Portland IP-30	Kg	7,000	\$1,20	\$8,40	
Arena fina	m3	0,030	\$70,00	\$2,10	
Agua	m3	0,060	\$1,50	\$0,09	
PARCIAL O=					\$10,59
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$21,20</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%	\$3,82	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$25,02</b>

### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Impermeabilizacion de cubierta			Und: m2	
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,12
PARCIAL M=					\$0,12
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Albañil (est. oc. d2)	1	Hora	\$3,87	0,300	\$1,16
Peon Categoría E2	1	Hora	\$3,83	0,300	\$1,15
PARCIAL N=					\$2,31
<b>MATERIALES</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
Sikacryl Blanco		u	0,050	\$26,00	1,3
PARCIAL O=					\$1,30
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción		Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$3,73</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%		\$0,67
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$4,40</b>
					\$4,40



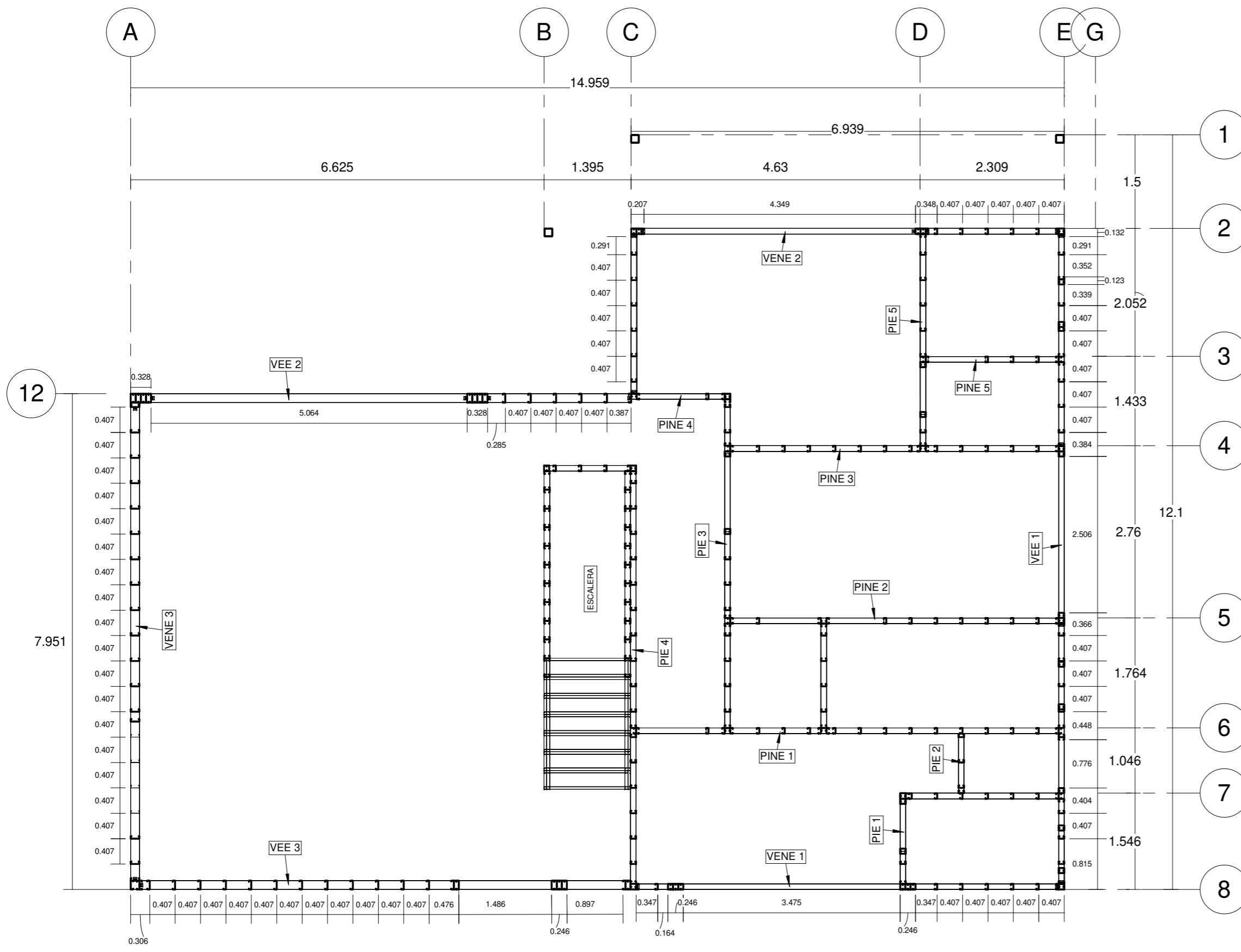
### ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:	Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing.				
UBICACIÓN:	Curia, provincia de Santa Elena.				
RUBRO:	Ventanas y ventanales			Und:	m2
<b>EQUIPOS:</b>		<b>B</b>	<b>C=A*B</b>	<b>R</b>	<b>D=C*R</b>
Descripción	Cant.	Tarifa	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Herramienta menor (5% M.O)					\$0,43
PARCIAL M=					\$0,43
<b>MANO DE OBRA</b>					
Descripción	Cant.	Jor/hora	Costo Hora	Rendimiento	Costo Total
Instalador	2	Hora	\$3,87	1,100	\$8,51
PARCIAL N=					\$8,51
<b>MATERIALES</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
Ventana de aluminio	m2	1,000	\$53,68	\$53,68	
Silicona	u	0,200	\$18,00	\$3,60	
PARCIAL O=					\$57,28
<b>TRANSPORTE</b>					
Descripción	Unidad	Consumo	Costo Unt.	Costo Total	
PARCIAL P=					\$0,00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTO X=(M+N+O+P)</b>					<b>\$66,22</b>
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>			18%	\$11,92	
<b>PRECIO UNITARIO TOTAL</b>					<b>\$78,14</b>
					\$78,14

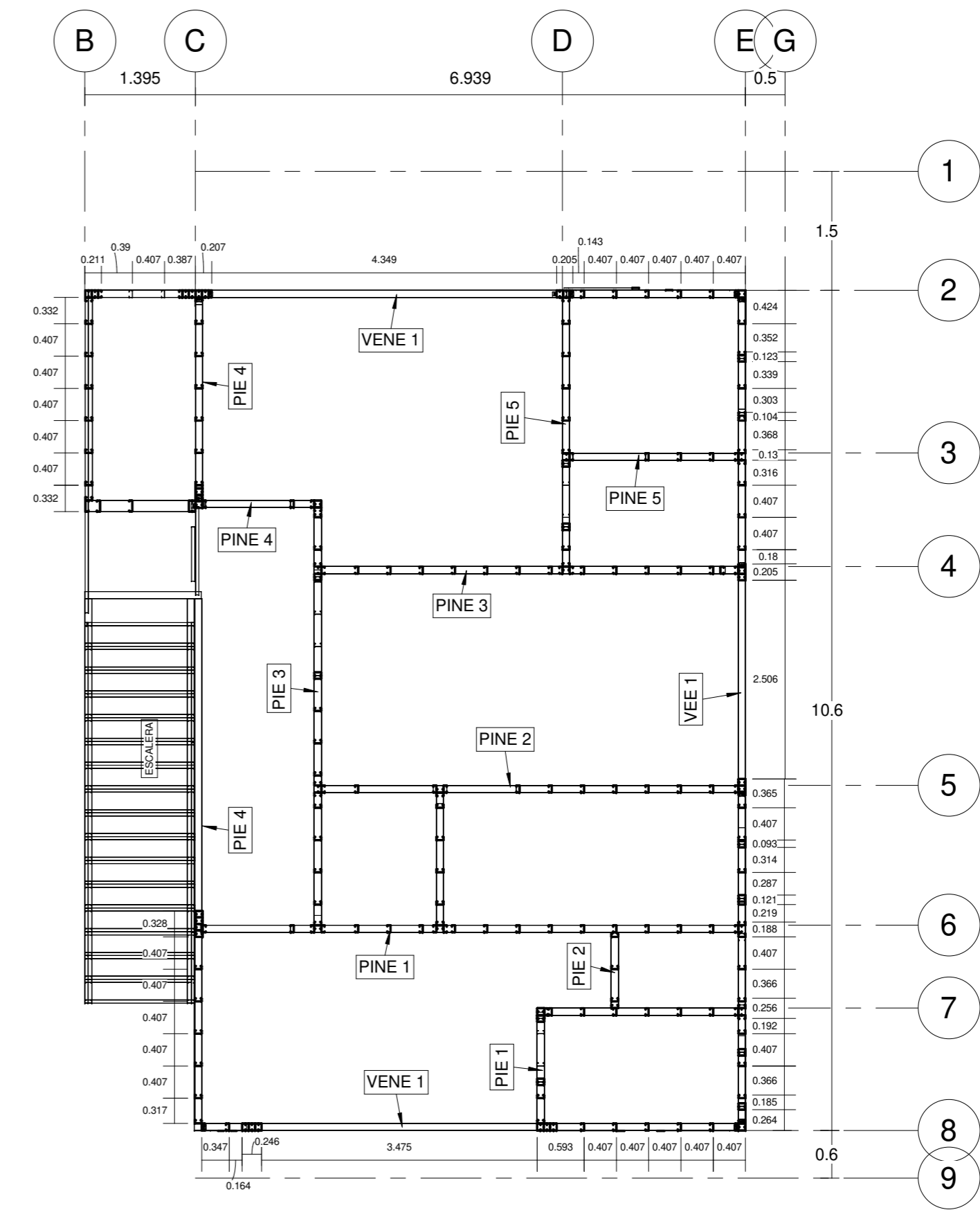
PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA

RUBRO	CODIGO	Armado estructural de edificio	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
1.0		OBRAS PRELIMINARES					
1.1							\$ 2.041,43
1.1.1	0,001	Replanteo y Nivelación topográfica.	m2	347,00	\$ 1,18	\$ 408,51	
1.1.2	0,002	Desbroce y limpieza del terreno (hierbas).	m2	347,00	\$ 1,16	\$ 402,86	
1.1.3	0,003	Desalojo de material de desbroce y limpieza.	m3	18,00	\$ 10,04	\$ 180,81	
1.1.4	0,004	Cercado provisional de obra con zinc H=2.4m.	m2	75,00	\$ 13,99	\$ 1.049,25	
2.0		MOVIMIENTO DE TIERRA					
2.1							\$ 10.220,26
2.1.1	0,005	Excavacion en suelo semirocoso.	m3	250,00	\$ 12,54	\$ 3.135,84	
2.1.2	0,006	Desalojo de material excavado con volqueta hasta 5km de distancia.	m3	250,00	\$ 12,79	\$ 3.196,56	
2.1.3	0,007	Mejoramiento del suelo, relleno y compactación.	m3	250,00	\$ 13,92	\$ 3.478,95	
2.1.4	0,008	Excavación a mano en suelo.	m3	43,00	\$ 9,51	\$ 408,92	
3.0		CIMENTACIÓN					
3.1							\$ 19.075,03
3.1.1	0,009	Replanteo de hormigón simple f'c=140, e=0,07.	m3	8,00	\$ 127,70	\$ 1.021,61	
3.1.2	0,010	Encofrado y desencofrado de vigas de cimentación.	m2	78,00	\$ 45,82	\$ 3.573,68	
3.1.3	0,011	Acero de refuerzo.	kg	2.071,00	\$ 1,99	\$ 4.118,24	
3.1.4	0,012	Figurado y colocado de acero de refuerzo.	H/Kg	2.071,00	\$ 0,73	\$ 1.513,41	
3.1.5	0,013	Hormigón en losa de cimentación f'c=210 kg/cm2.	kg	29,00	\$ 305,11	\$ 8.848,09	
4.0		ELABORACIÓN DE PANELES					
4.1							\$ 21.355,69
4.1.1	0,014	Predimensionamiento de paneles de Steel Framing.	m2	310,00	\$ 0,45	\$ 140,10	
4.1.2	0,015	Elaboración de paneles Steel Framing planta baja cuartos	Total	1,00	\$ 6.527,38	\$ 6.527,38	
4.1.3	0,016	Elaboración de paneles Steel Framing planta alta cuartos.	Total	1,00	\$ 7.961,85	\$ 7.961,85	
4.1.4	0,017	Elaboración de paneles Steel Framing cocina.	Total	1,00	\$ 6.726,36	\$ 6.726,36	
5.0		RIGIDIZACIÓN DE PANELES					
5.1							\$ 24.371,15
5.1.1	0,018	Rigidización de la estructura mediante flejes planta baja.	Total	1,00	\$ 131,49	\$ 131,49	
5.1.2	0,019	Rigidización de la estructura mediante flejes planta alta.	Total	1,00	\$ 135,69	\$ 135,69	
5.1.3	0,020	Rigidización de la estructura mediante flejes cocina.	Total	1,00	\$ 142,37	\$ 142,37	
5.1.4	0,021	Rigidización de la estructura mediante OSB.	m2	1.280,00	\$ 18,72	\$ 23.961,60	
6.0		ELABORACIÓN DE ENTREPISO					
6.1							\$ 10.380,24
6.1.1	0,022	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso planta baja cuartos.	Total	1,00	\$ 2.690,73	\$ 2.690,73	
6.1.2	0,023	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso planta alta cuartos.	Total	1,00	\$ 2.899,71	\$ 2.899,71	
6.1.3	0,024	Colocación y elaboración de vigas de entrepiso cocina.	Total	1,00	\$ 4.789,81	\$ 4.789,81	
7.0		ESTRUCTURA INTERNA DE PAREDES Y ENTREPISO					
7.1							\$ 38.126,44
7.1.1	0,025	Colocación de placas de fibrocemento paredes exteriores.	m2	830,00	\$ 19,47	\$ 16.157,55	
7.1.2	0,026	Colocación de placas de fibrocemento paredes interiores.	m2	1.210,00	\$ 10,78	\$ 13.044,95	
7.1.3	0,027	Colocación de placas de fibrocemento en entrepiso.	m2	110,00	\$ 23,08	\$ 2.538,80	
7.1.4	0,028	Colocación de placas de Gypsum en entrepiso.	m2	110,00	\$ 8,04	\$ 884,40	
7.1.5	0,029	Colocación de placas de gypsum cubierta.	m2	200,00	\$ 8,04	\$ 1.607,35	
7.1.6	0,030	Colocación de placas de fibrocemento cubierta.	m2	200,00	\$ 19,47	\$ 3.893,39	
8		LANA DE VIDRIO EN PAREDES Y ENTREPISO					
8.1							\$ 11.497,16
8.1.1	0,031	Aislación por lana de vidrio e=50mm y barrera de agua, viento y vapor de agua en paredes	m2	1.210,00	\$ 7,20	\$ 8.714,12	
8.1.2	0,032	Aislación por lana de vidrio e=50mm y barrera de agua, viento y vapor de agua en cubierta	m2	200,00	\$ 8,98	\$ 1.795,51	
8.1.3	0,033	Aislación por lana de vidrio e=50mm y barrera de agua, viento y vapor de agua en entrepiso	m2	110,00	\$ 8,98	\$ 987,53	
9		ACABADOS					
9.1							\$ 14.237,47
9.1.1	0,034	Puertas.	Total	1,00	\$ 2.709,66	\$ 2.709,66	
9.1.2	0,035	Pasamanos.	Total	1,00	\$ 128,98	\$ 128,98	
9.1.3	0,036	Muebles de cocina.	Total	1,00	\$ 1.563,92	\$ 1.563,92	
9.1.4	0,037	Piso estampado.	m2	80,00	\$ 25,02	\$ 2.001,30	
9.1.5	0,038	Impermeabilización de cubierta.	m2	200,00	\$ 4,40	\$ 879,22	
9.1.6	0,039	Ventanas y ventanales.	m2	89,00	\$ 78,14	\$ 6.954,39	
		PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA SIN IVA				\$ 151.304,89	
		IVA: 12%				\$ 18.156,59	
		PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA INCLUIDO IVA				\$ 169.461,47	
		PRESUPUESTO POR M2.				\$ 546,65	
		NOTA: NO SE INCLUYE INSTALACIONES HIDROSANITARIAS, ELÉCTRICAS NI CLIMATIZACIÓN					






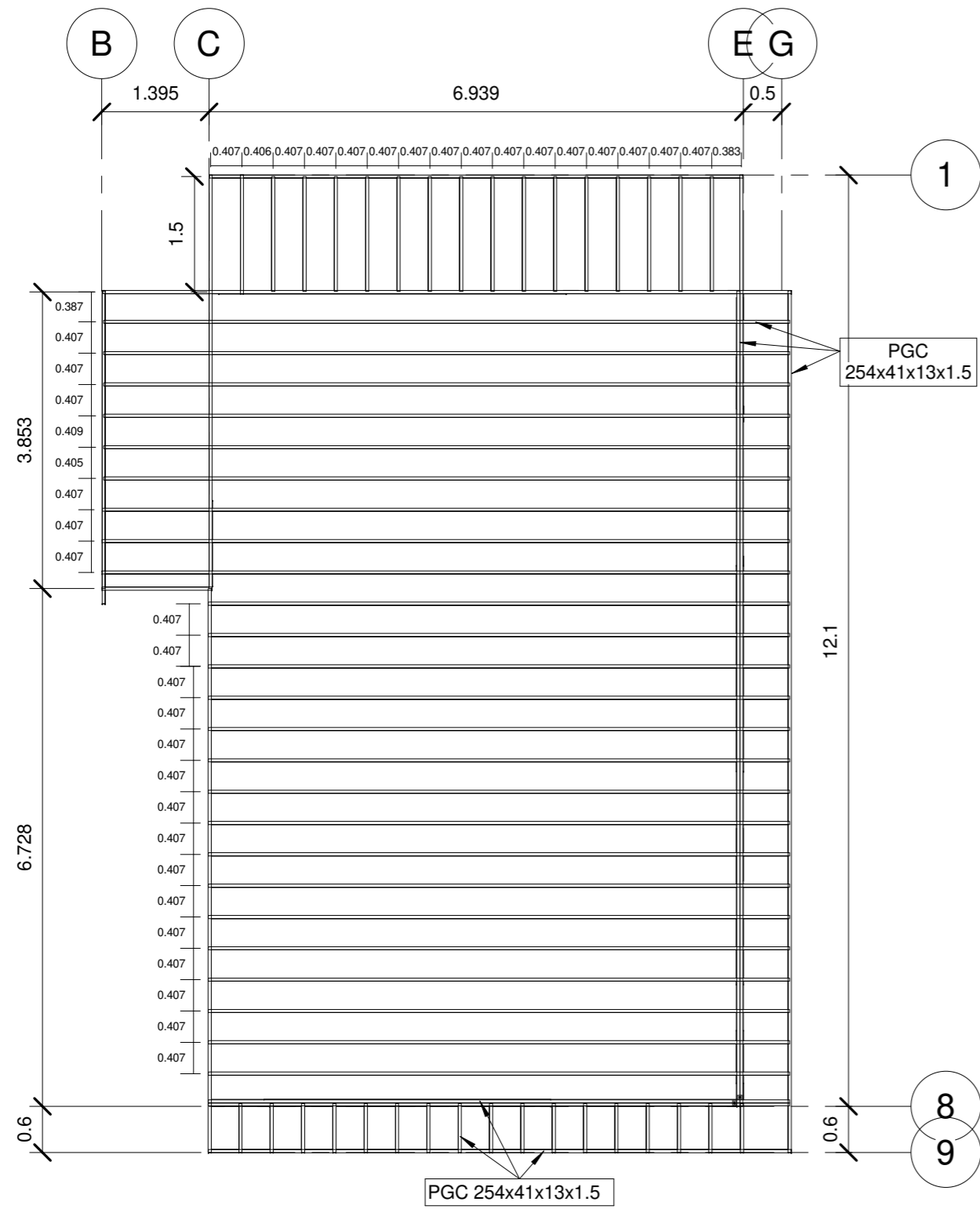


1 Nivel 1 Dimensionado  
1 : 60

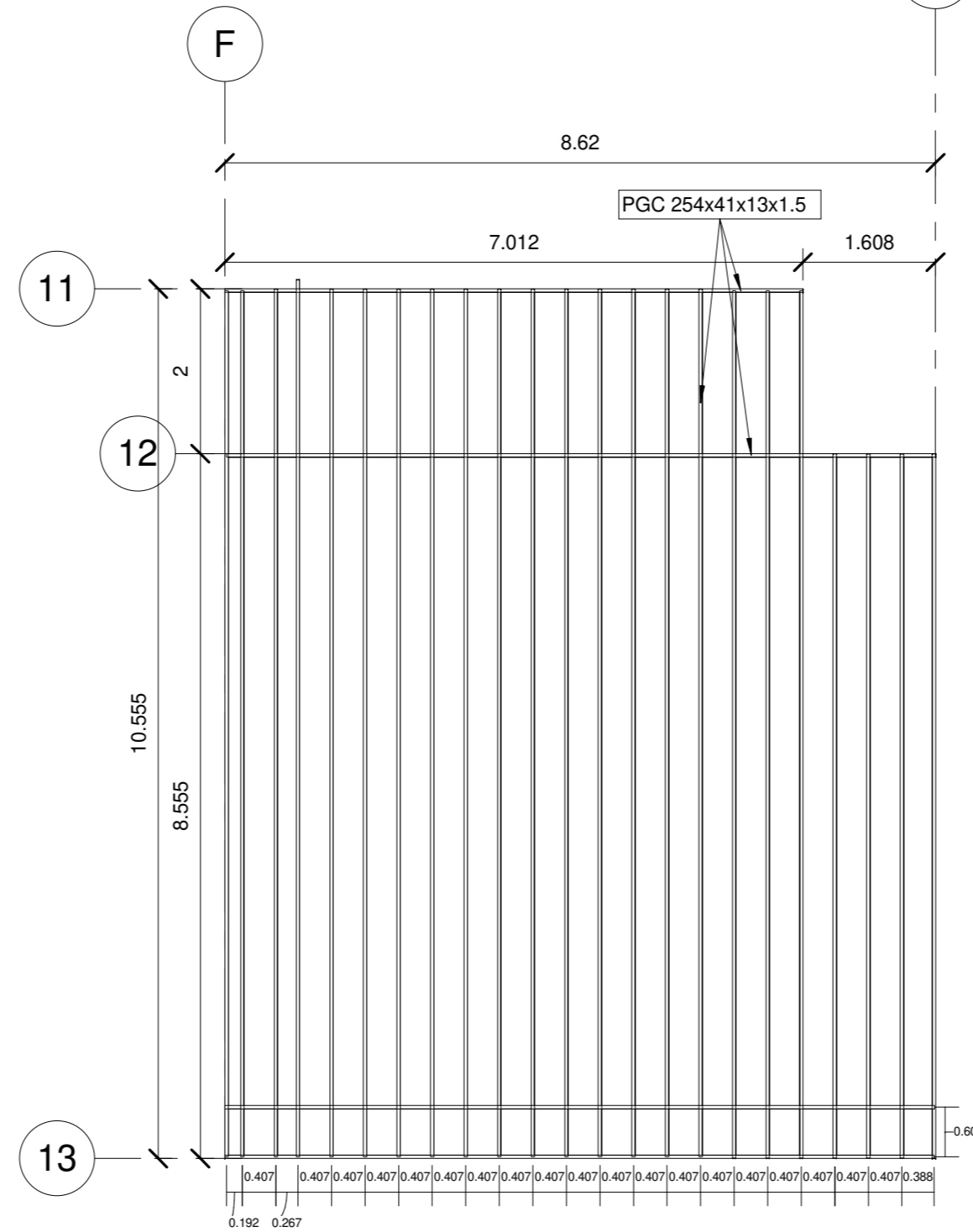


2 Nivel 2 Dimensionado  
1 : 60

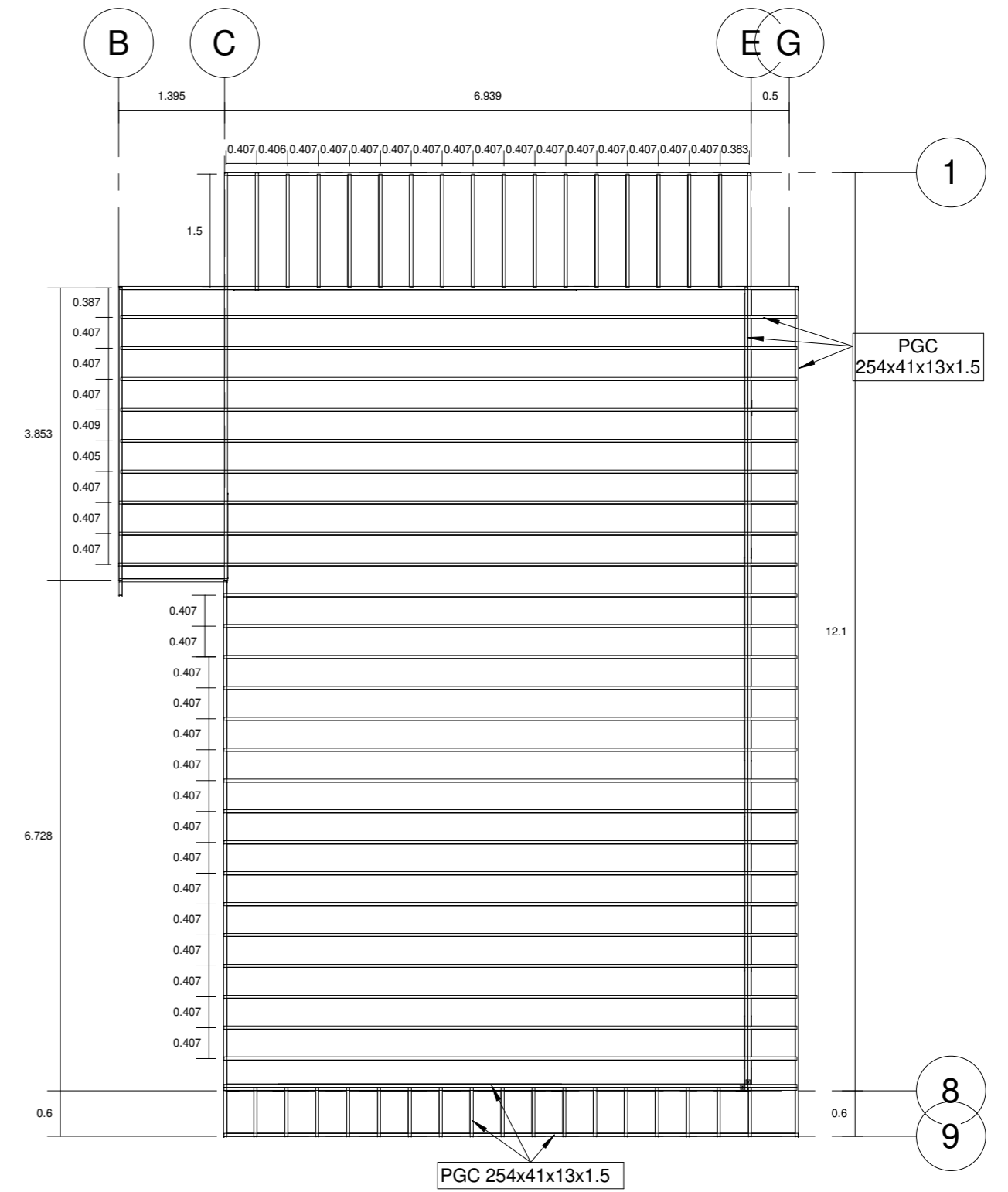
NOTAS GENERALES		DIBUJOS DE REFERENCIA			REVISIONES		RESPONSABLE TÉCNICO:			
		NÚMERO	DESCRIPCIÓN	REV	DESCRIPCIÓN	FECHA			Bryan Sánchez	FECHA DE ELABORACIÓN: 08/30/22
UBICACIÓN							REVISOR:		PROYECTO: Diseño estructural de casa de dos pisos con Steel Framing	
PROVINCIA	PROVINCIA DE SANTA ELENA								NOMBRE DEL DOCUMENTO: Planta 1 y 2	
PARROQUIA / COMUNA	PARROQUIA DE MANGLARALTO / COMUNA CURIA								CÓDIGO DE DOCUMENTO:	
DIRECCIÓN	VILLA CURIA - VILLA RESET, SOLAR #02, RECINTO SAN JOSÉ, EN LA VÍA E15 - RUTA DEL SPONDYLUS								HOJA: A1	






1 Nivel 2 Entrepiso  
1 : 70

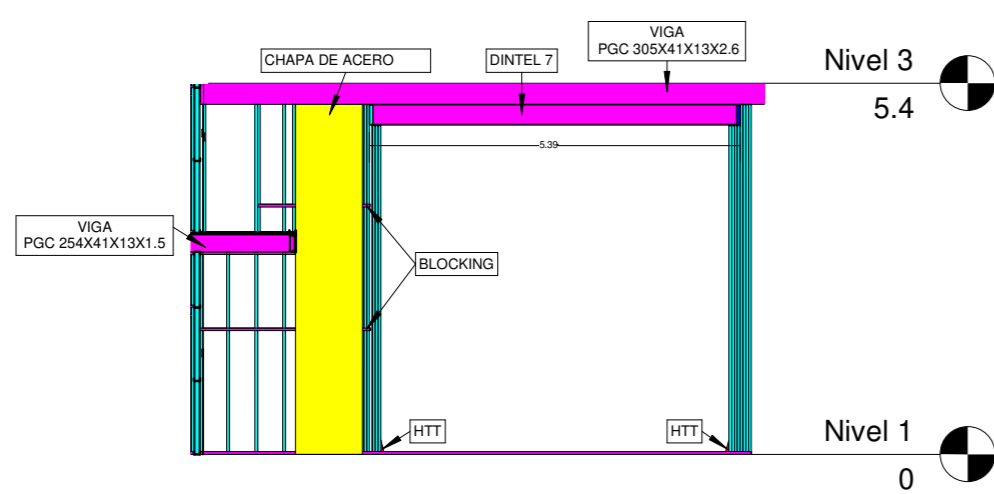


2 Nivel 3  
1 : 70

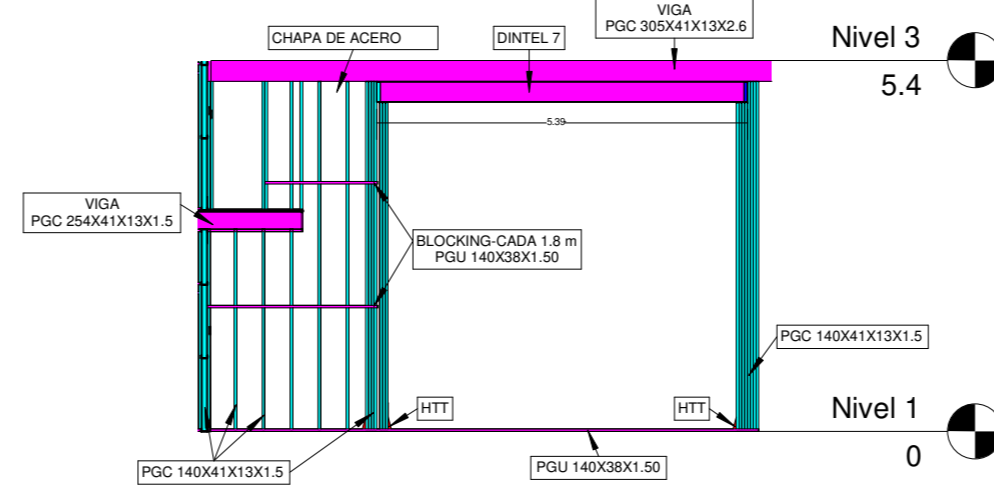


3 Nivel 4 Techo  
1 : 70

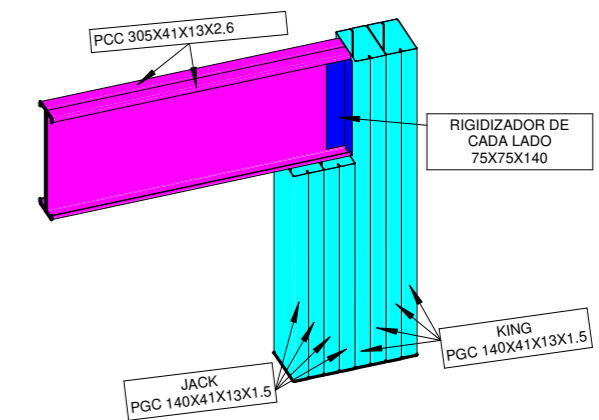
NOTAS GENERALES		DIBUJOS DE REFERENCIA		REVISIONES		RESPONSABLE TÉCNICO:			
		NÚMERO	DESCRIPCIÓN	REV	DESCRIPCIÓN			FECHA	FECHA DE ELABORACIÓN:
							Bryan Sánchez	08/30/22	01
UBICACIÓN						REVISOR:		PROYECTO: Diseño estructural de casa de dos pisos con Steel Framing	
PROVINCIA	PROVINCIA DE SANTA ELENA							NOMBRE DEL DOCUMENTO: Entre piso y Techo	
PARROQUIA / COMUNA	PARROQUIA DE MANGLARALTO / COMUNA CURIA							CÓDIGO DE DOCUMENTO:	
DIRECCIÓN	VILLA CURIA - VILLA RESET, SOLAR #02, RECINTO SAN JOSÉ, EN LA VÍA E15 - RUTA DEL SPONDYLUS					Bryan Romero	ESCALA: 1 : 70	HOJA:	A2



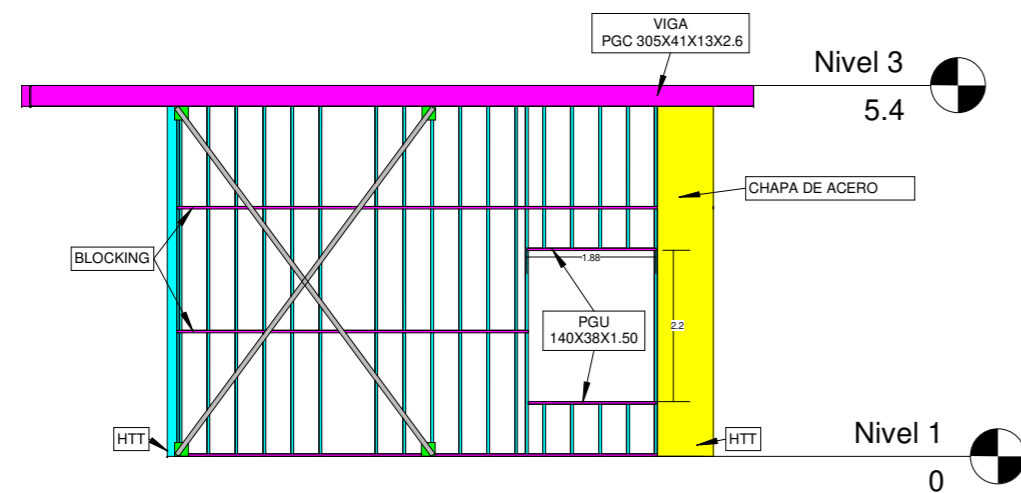
1 VEE2  
1 : 100



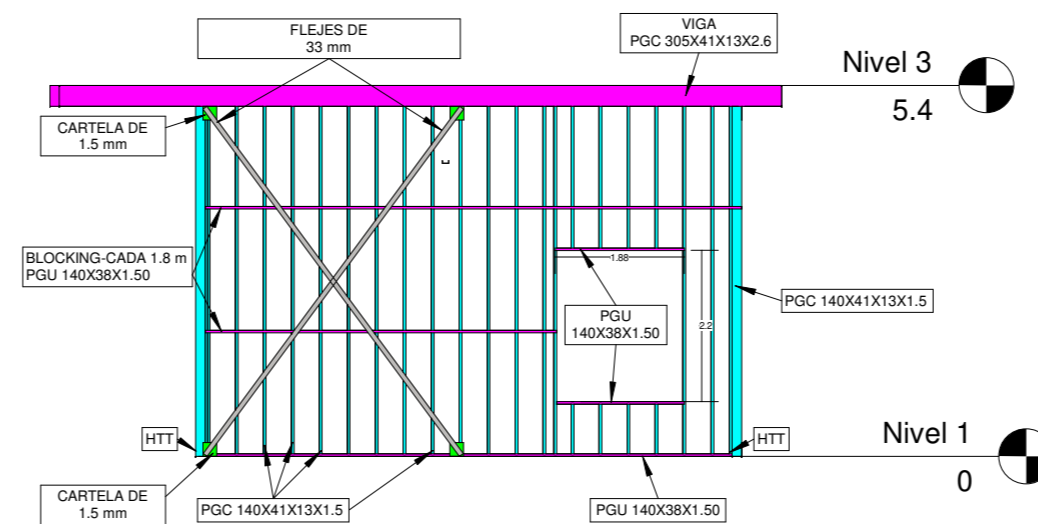
2 VEE2 sin chapa de acero  
1 : 100



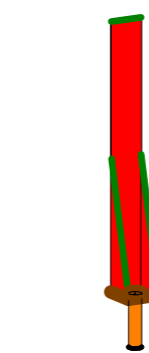
3 Dintel 7



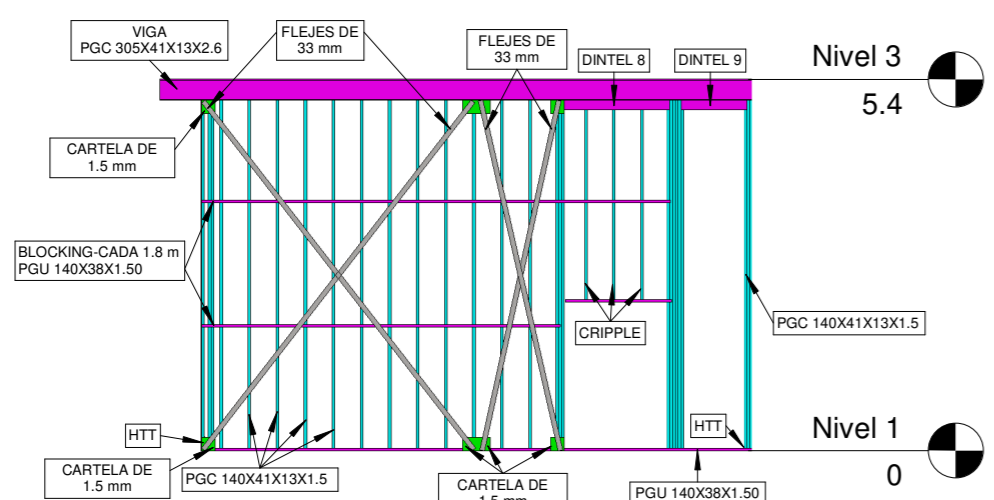
5 VENE 3  
1 : 100



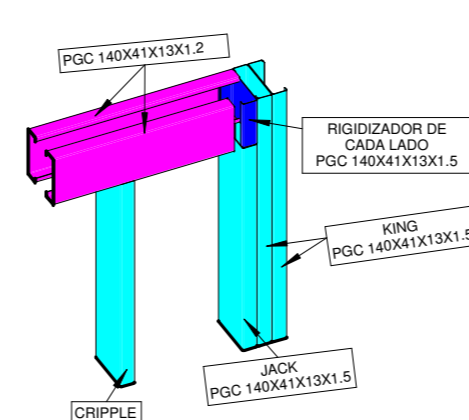
6 VENE 3 sin chapa de acero  
1 : 100



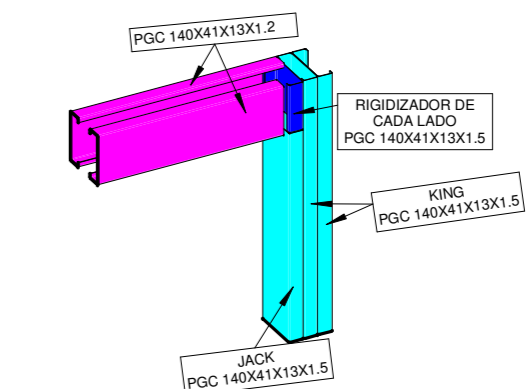
4 Anclaje HTT



7 VEE 3  
1 : 100



8 Dintel 8



9 Dintel 9

NOTAS GENERALES		DIBUJOS DE REFERENCIA			REVISIONES		RESPONSABLE TÉCNICO:	
		NÚMERO	DESCRIPCIÓN	REV	DESCRIPCIÓN	FECHA		
							Bryan Sánchez	
							REVISOR:	
							Bryan Romero	
UBICACIÓN								
PROVINCIA	PROVINCIA DE SANTA ELENA							
PARROQUIA / COMUNA	PARROQUIA DE MANGLARALTO / COMUNA CURIA							
DIRECCIÓN	VILLA CURIA - VILLA RESET, SOLAR #02, RECINTO SAN JOSÉ, EN LA VÍA E15 - RUTA DEL SPONDYLUS							



espol Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

FECHA DE ELABORACIÓN: 08/30/22 VERSIÓN: 01

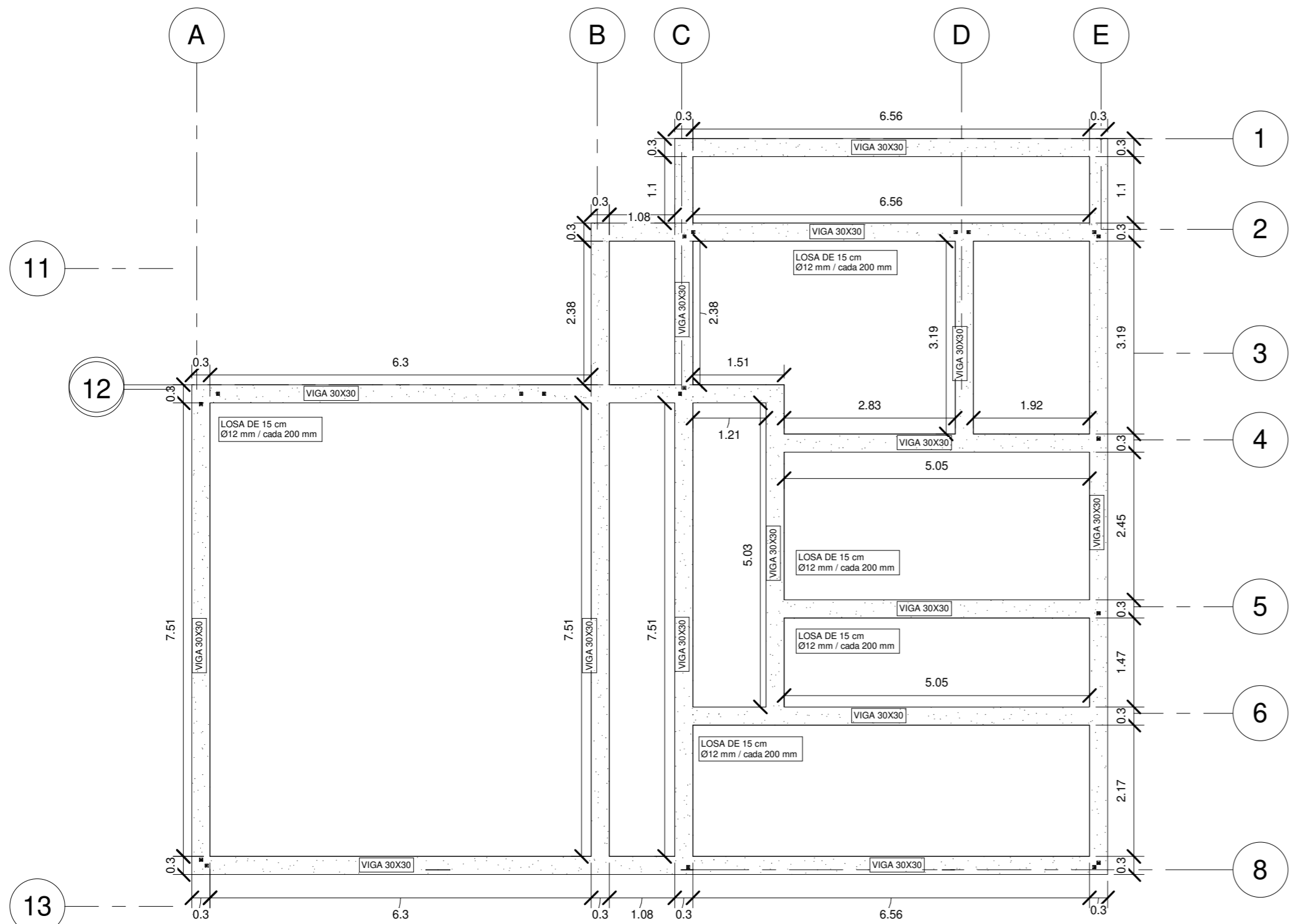
PROYECTO: Diseño estructural de casa de dos pisos con Steel Framing

NOMBRE DEL DOCUMENTO: Cocina

ESCALA: 1 : 100

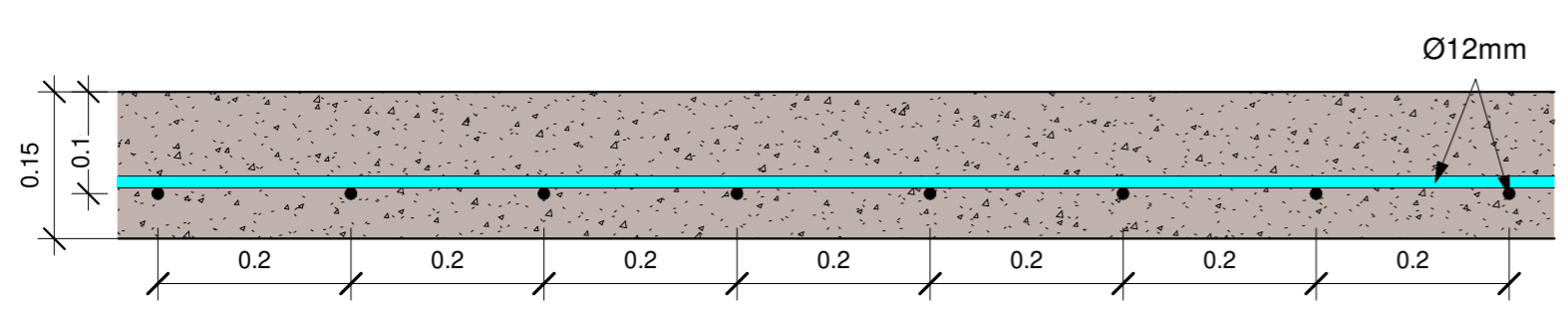
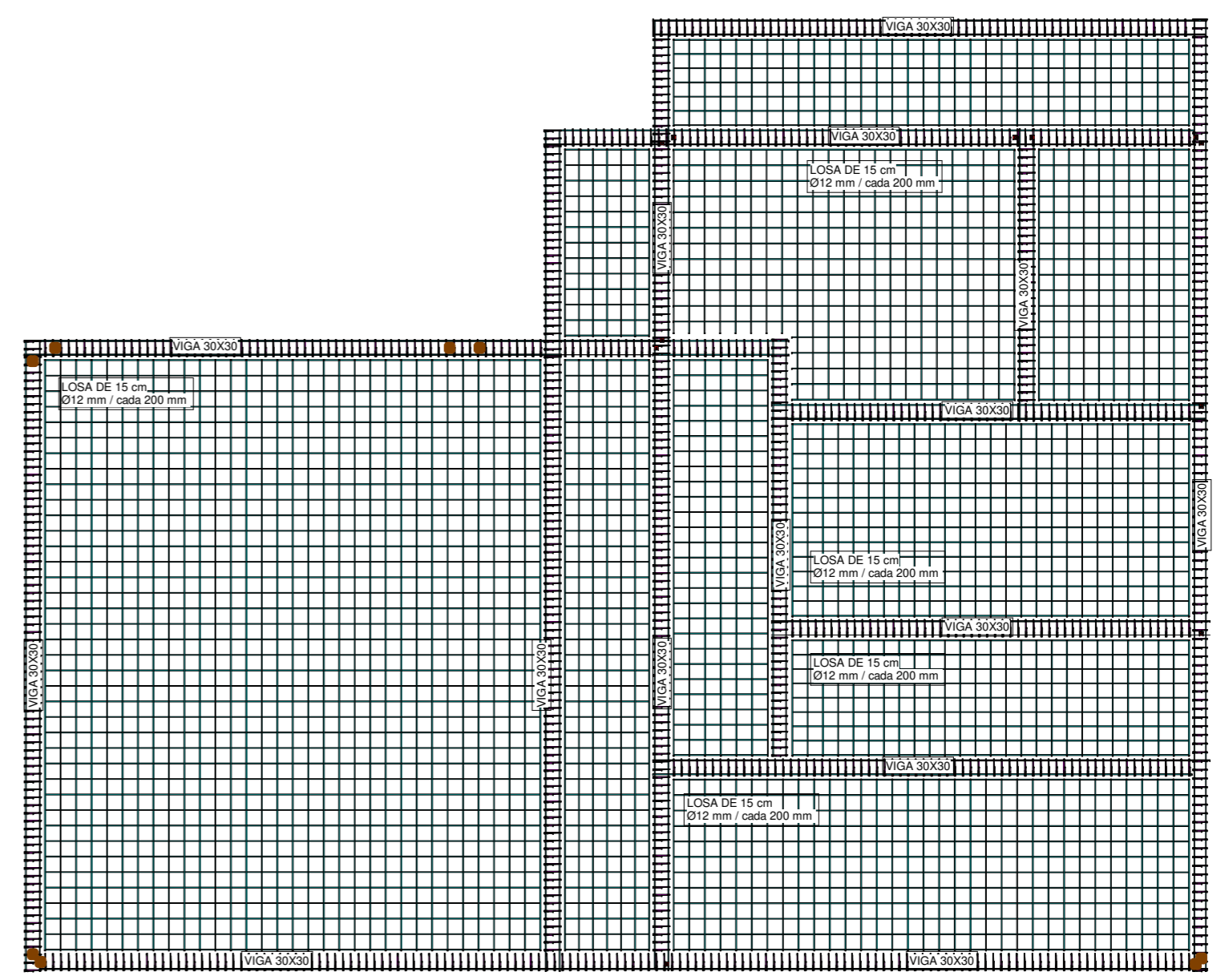
CÓDIGO DE DOCUMENTO:

HOJA: A3

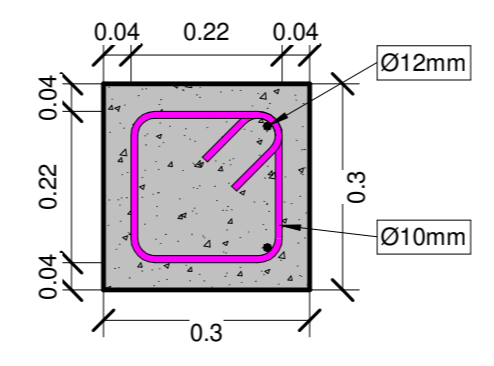


13  
1 Cimentación  
1 : 70

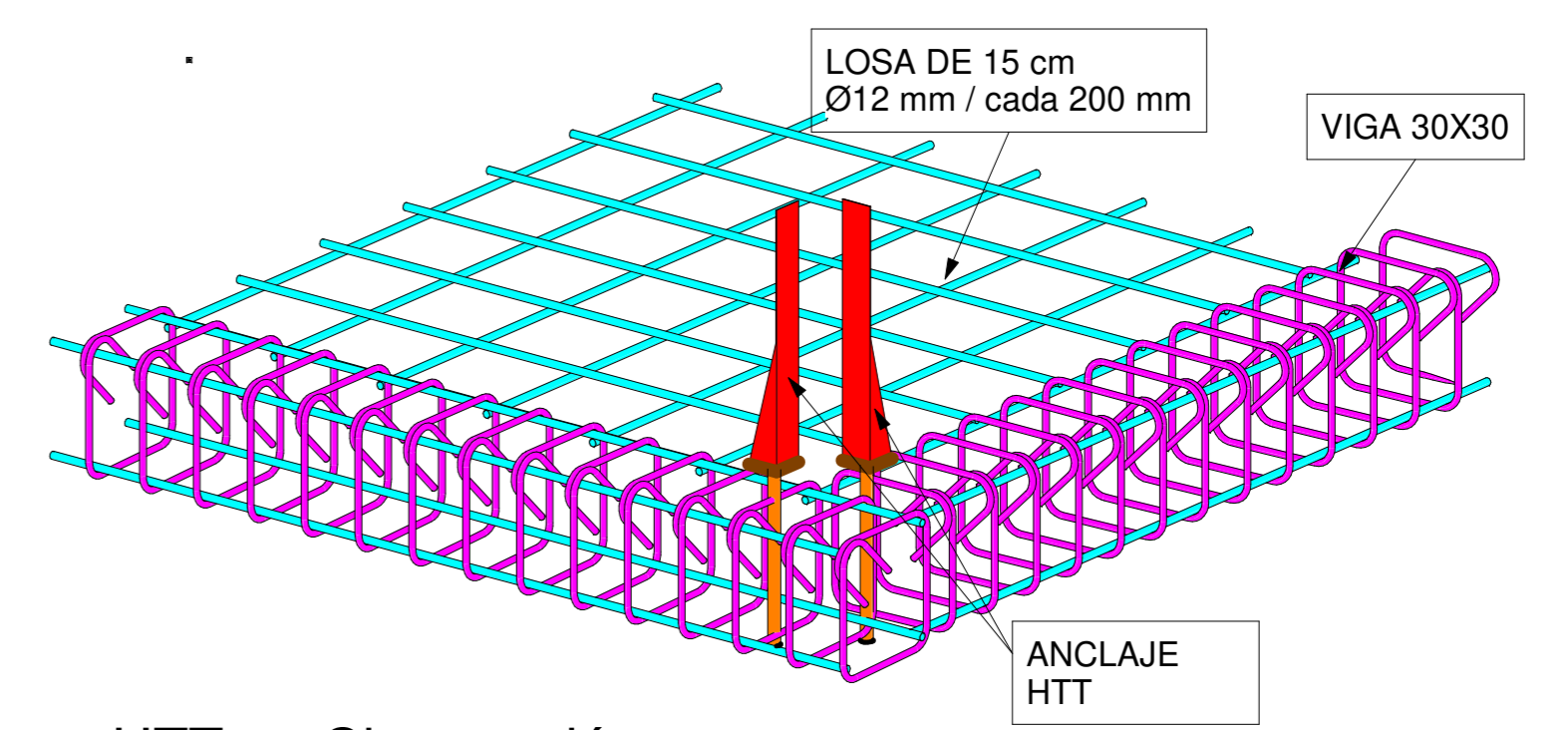
5 Cimentaciones






2 Detalle de losa  
1 : 7

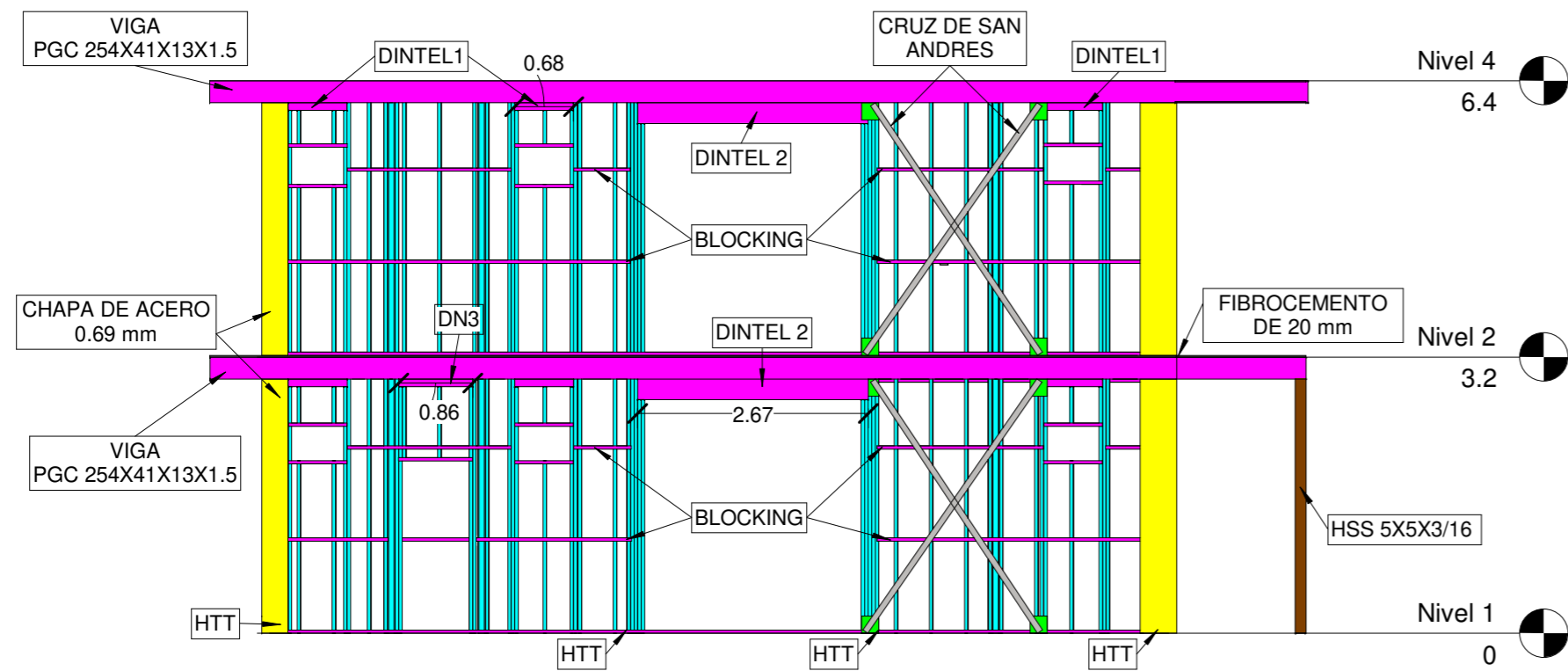


4 Detalle de viga  
1 : 10

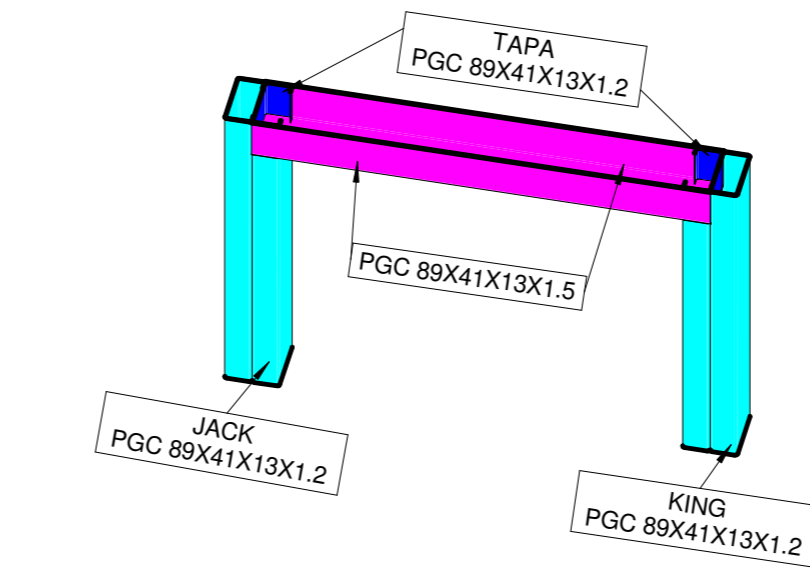


3 HTT en Cimentación

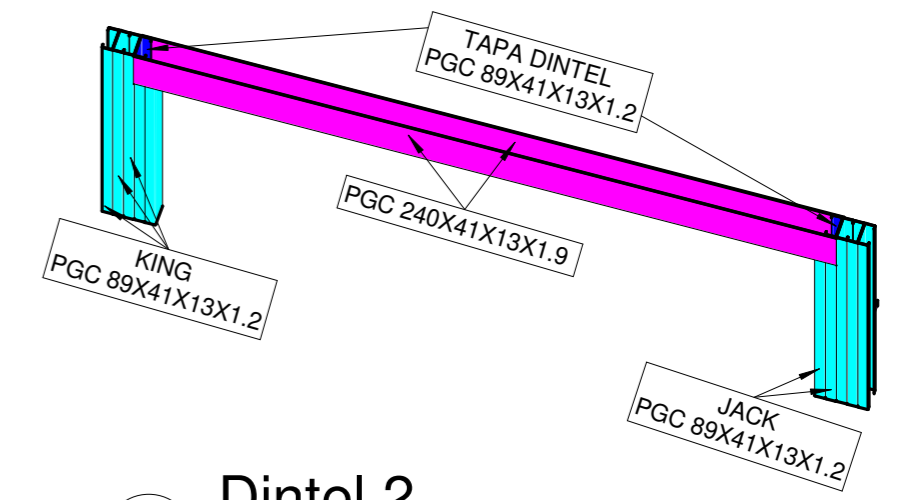
NOTAS GENERALES		DIBUJOS DE REFERENCIA		REVISIONES		RESPONSABLE TÉCNICO:			
NÚMERO	DESCRIPCIÓN	REV	DESCRIPCIÓN	FECHA	Bryan Sánchez			FECHA DE ELABORACIÓN: 08/30/22	VERSIÓN: 01
UBICACIÓN						REVISOR:		PROYECTO: Diseño estructural de casa de dos pisos con Steel Framing	
PROVINCIA	PROVINCIA DE SANTA ELENA							NOMBRE DEL DOCUMENTO: Cimentaciones	
PARROQUIA / COMUNA	PARROQUIA DE MANGLARALTO / COMUNA CURIA							CÓDIGO DE DOCUMENTO:	
DIRECCIÓN	VILLA CURIA - VILLA RESET, SOLAR #02, RECINTO SAN JOSÉ, EN LA VÍA E15 - RUTA DEL SPONDYLUS							HOJA: A4	



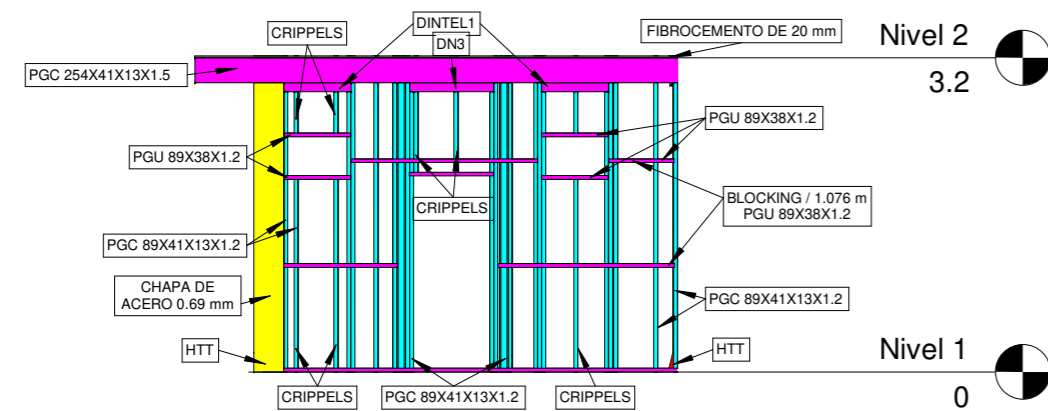
1 VEE1  
1 : 70



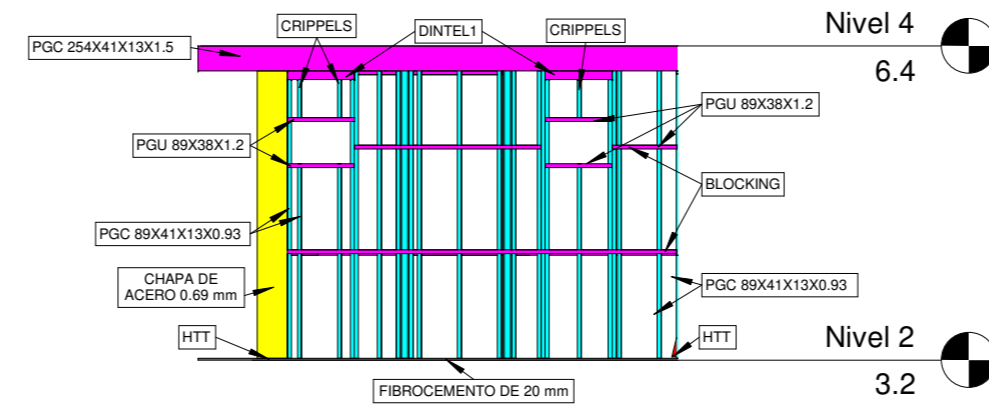
3 Dintel 1 y 3



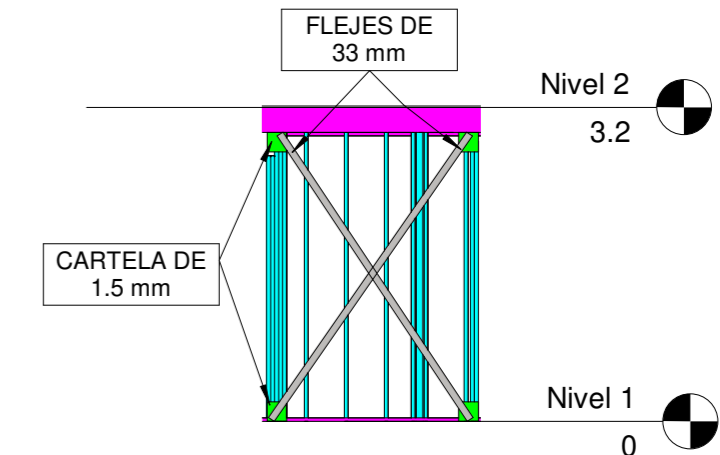
2 Dintel 2






5 Panel VEE1 N1  
1 : 70



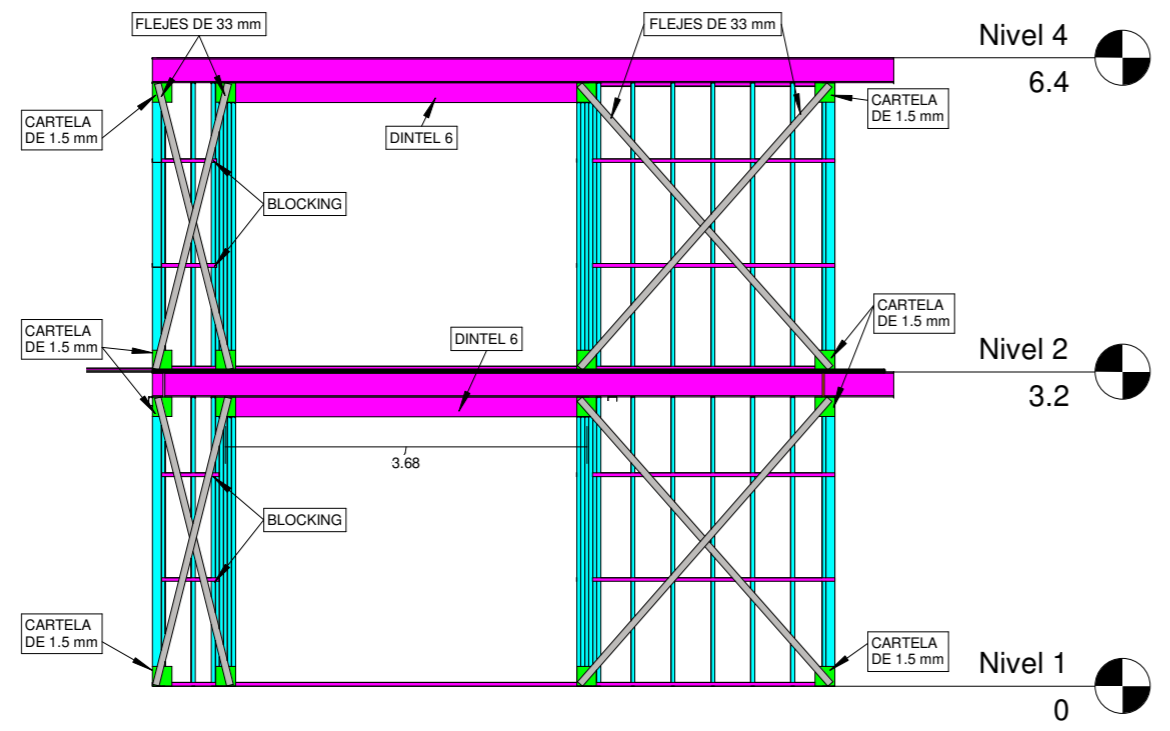
6 Panel VEE1 N2  
1 : 70



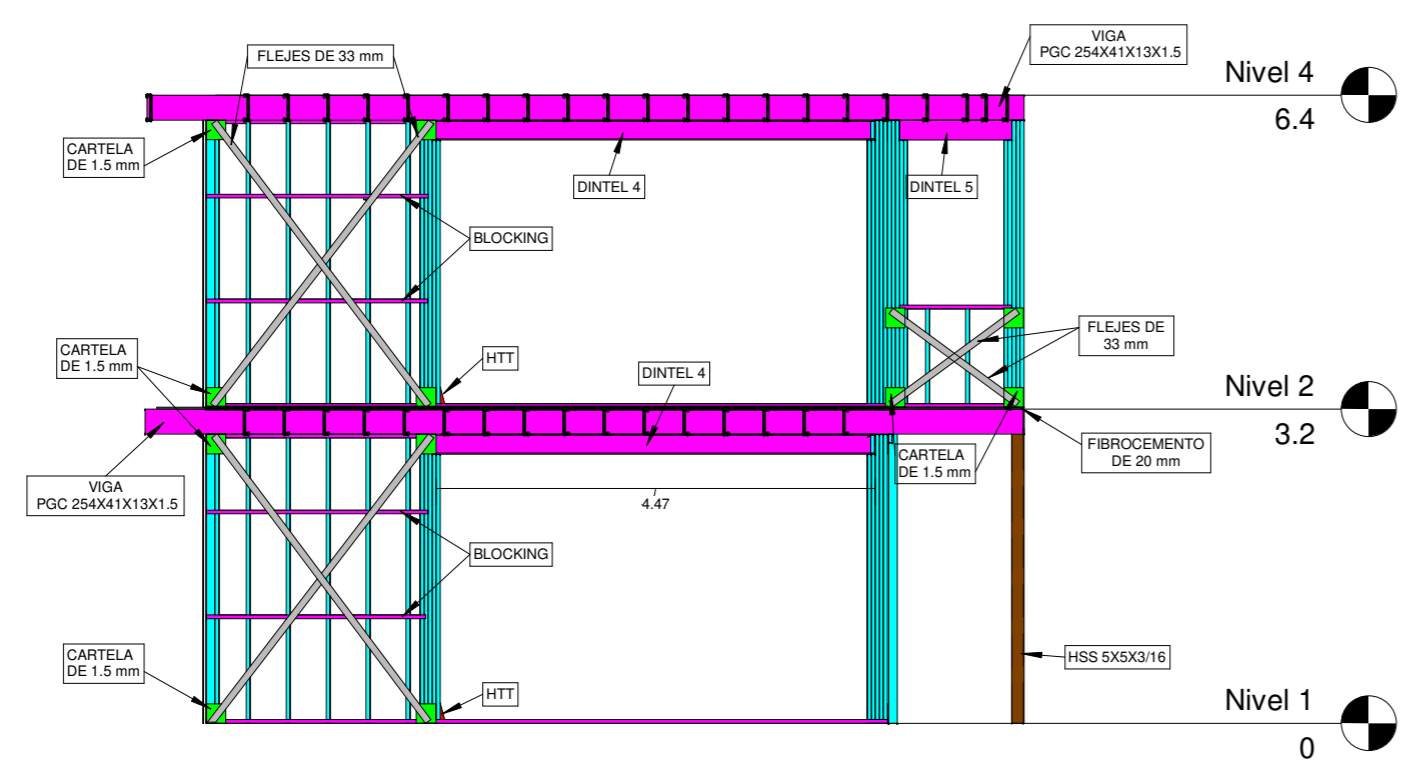
4 Cruz de San Andrés  
1 : 70

NOTAS GENERALES		DIBUJOS DE REFERENCIA			REVISIONES		RESPONSABLE TÉCNICO:		 Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra	
		NÚMERO	DESCRIPCIÓN	REV	DESCRIPCIÓN	FECHA			Bryan Sánchez	FECHA DE ELABORACIÓN: 08/20/22
UBICACIÓN							REVISOR:		PROYECTO: Diseño estructural de casa de dos pisos con Steel Framing	
PROVINCIA	PROVINCIA DE SANTA ELENA								NOMBRE DEL DOCUMENTO: Vista Oeste	
PARROQUIA / COMUNA	PARROQUIA DE MANGLARALTO / COMUNA CURIA								CÓDIGO DE DOCUMENTO:	
DIRECCIÓN	VILLA CURIA - VILLA RESET, SOLAR #02, RECINTO SAN JOSÉ, EN LA VÍA E15 - RUTA DEL SPONDYLUS								ESCALA: 1 : 70	HOJA: A5

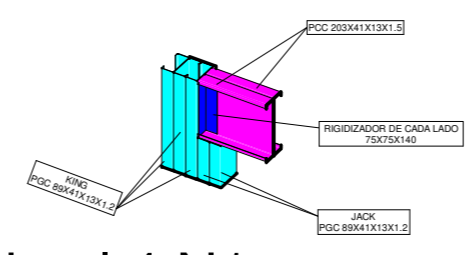




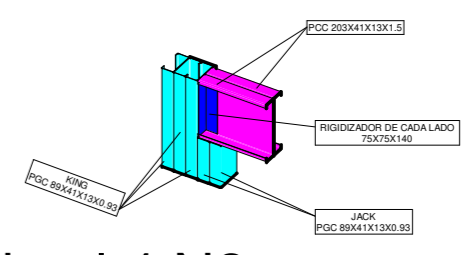
1 VENE 1  
1 : 70



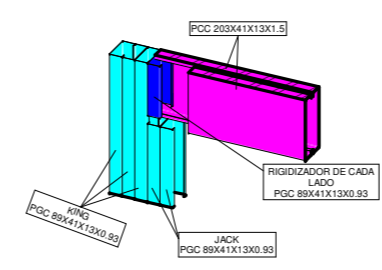
2 VENE 2  
1 : 70



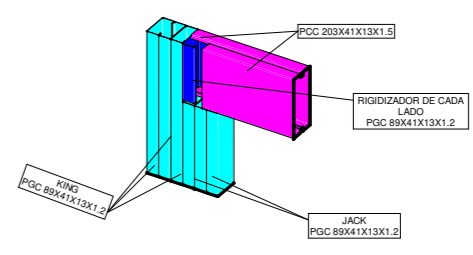
3 Dintel 4 N1



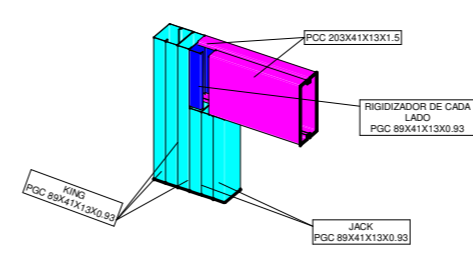
4 Dintel 4 N2



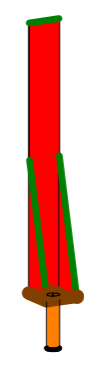
5 Dintel 5







6 Dintel 6 N1

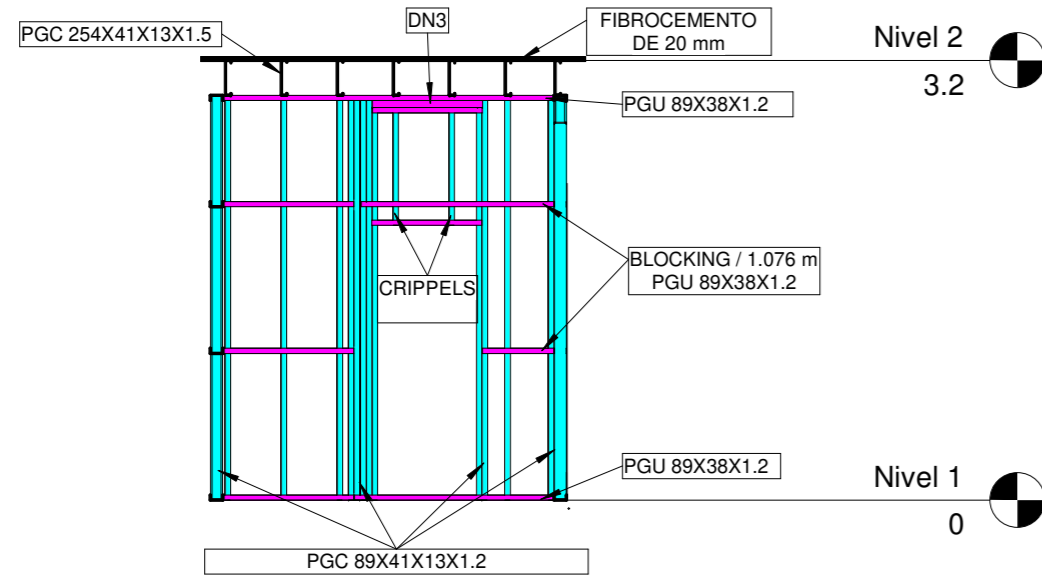


7 Dintel 6 N2

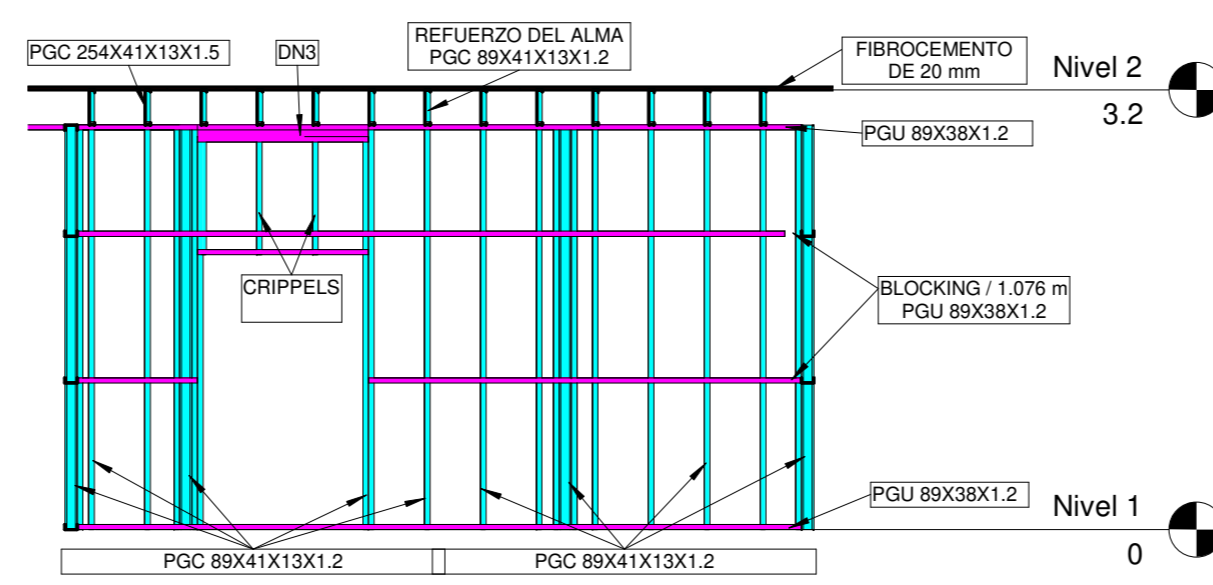


8 HTT

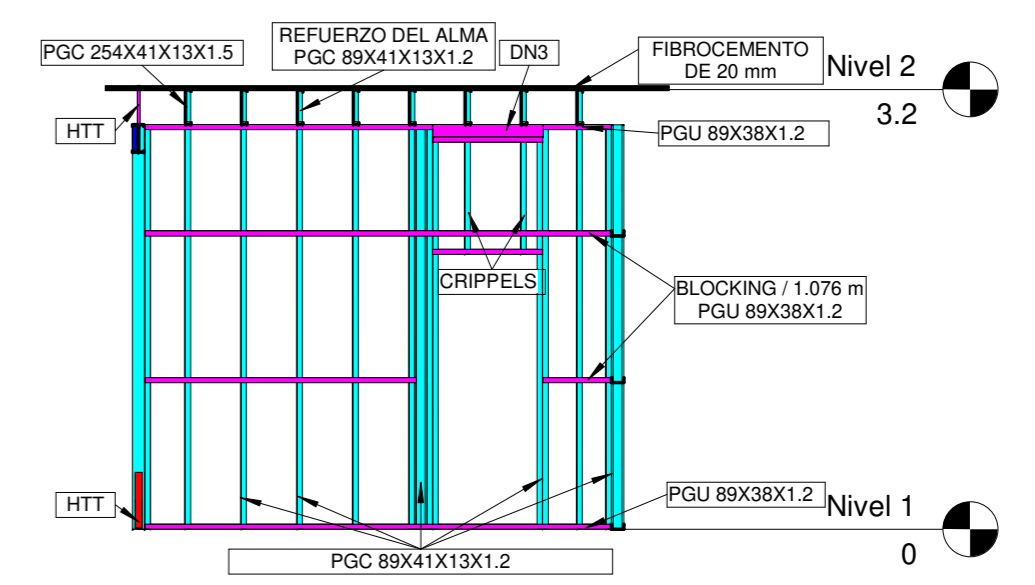
NOTAS GENERALES		DIBUJOS DE REFERENCIA			REVISIONES		RESPONSABLE TÉCNICO:			
		NÚMERO	DESCRIPCIÓN	REV	DESCRIPCIÓN	FECHA			FECHA DE ELABORACIÓN:	VERSIÓN:
UBICACIÓN							Bryan Sánchez		09/06/22	01
PROVINCIA	PROVINCIA DE SANTA ELENA								REVISOR:	
PARROQUIA / COMUNA	PARROQUIA DE MANGLARALTO / COMUNA CURIA						Bryan Romero		NOMBRE DEL DOCUMENTO: Lado Norte y Sur Cuartos	
DIRECCIÓN	VILLA CURIA - VILLA RESET, SOLAR #02, RECINTO SAN JOSÉ, EN LA VÍA E15 - RUTA DEL SPONDYLUS								ESCALA: 1 : 70	CÓDIGO DE DOCUMENTO:



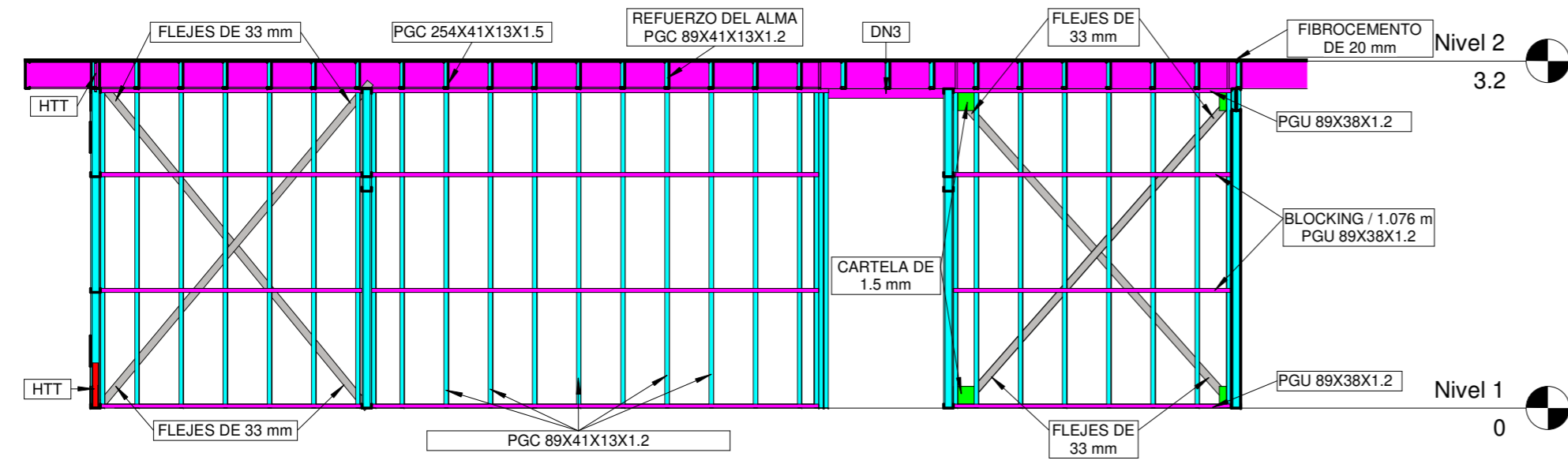
1 **PIE 1-2 N1**  
1 : 50



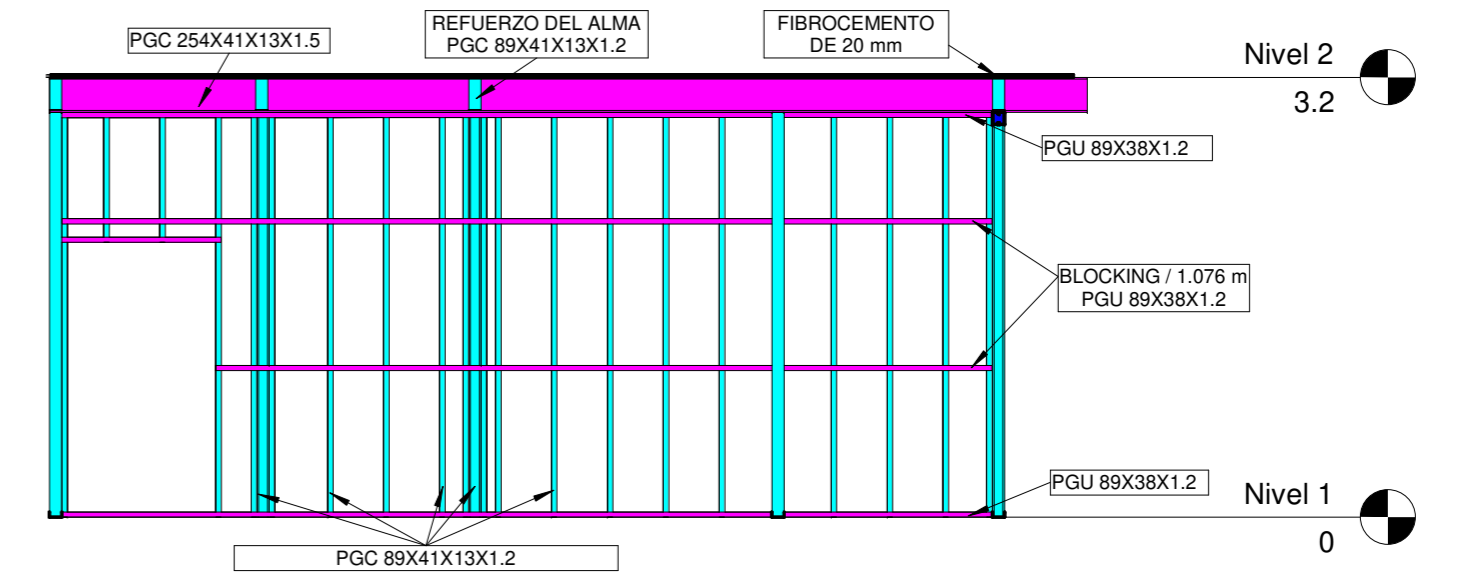
2 **PIE 3 N1**  
1 : 50



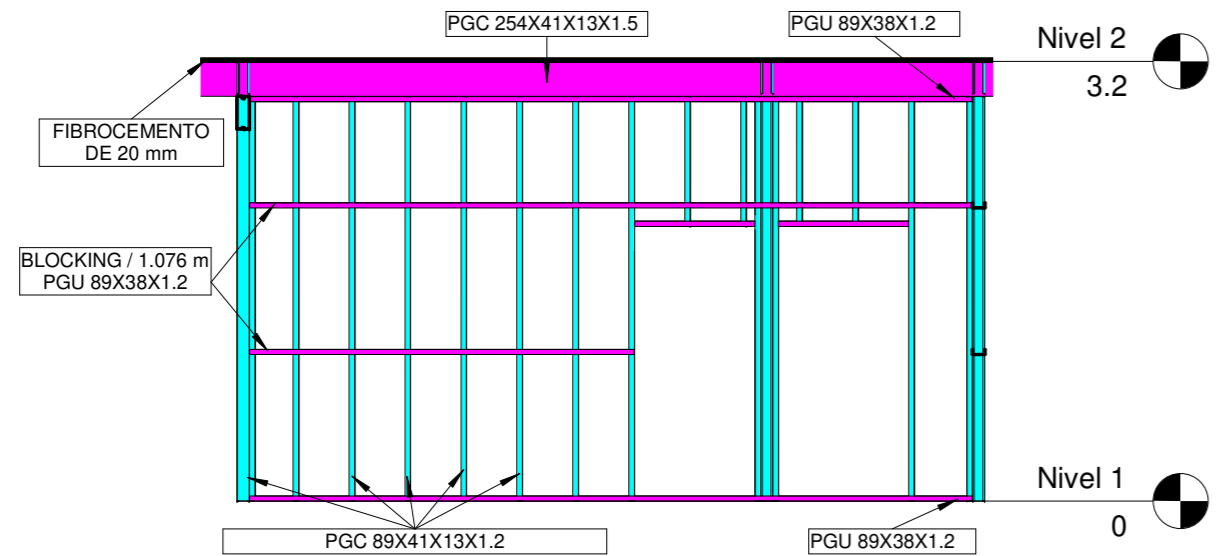
3 **PIE 5 N1**  
1 : 50



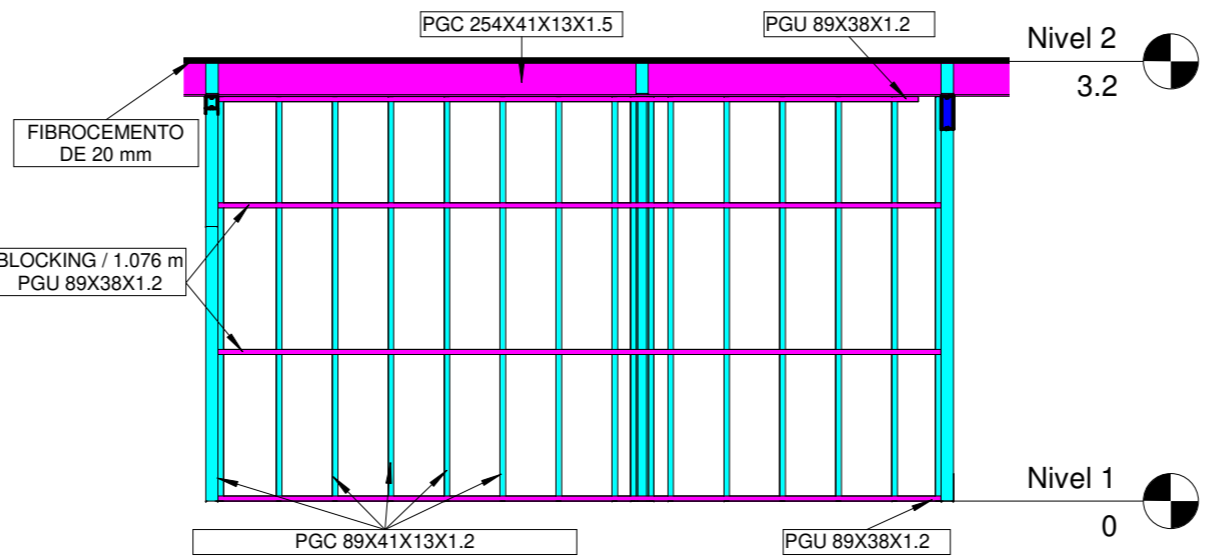
4 **PIE 4 N1**  
1 : 50



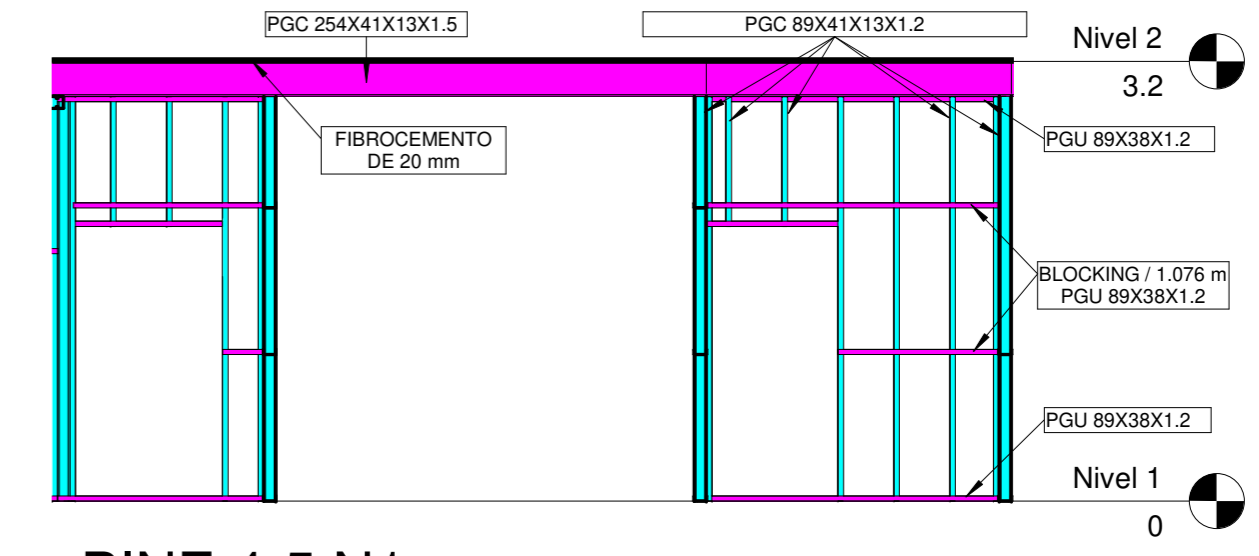
5 **PINE 1 N1**  
1 : 50



6 **PINE 2 N1**  
1 : 50

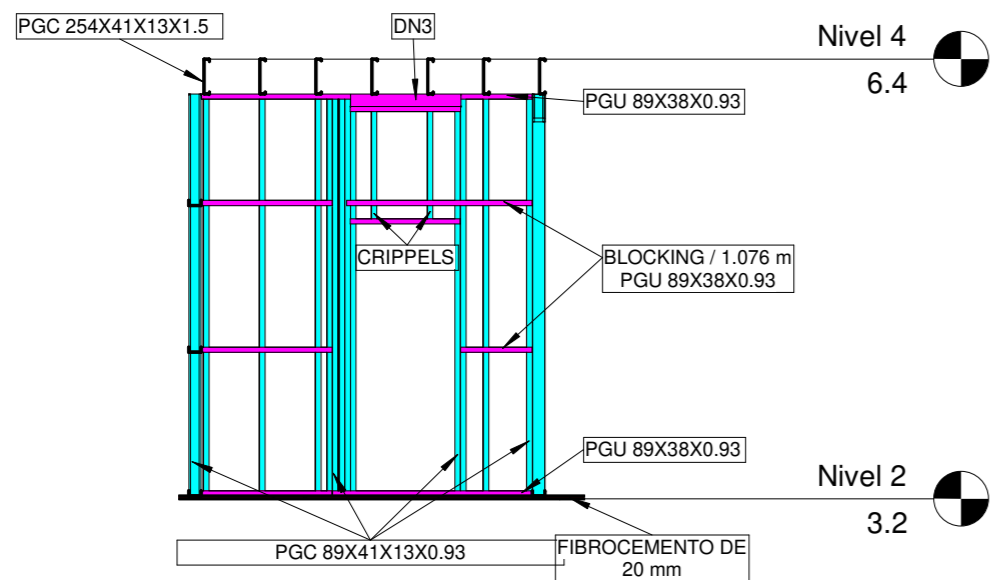


7 **PINE 3 N1**  
1 : 50

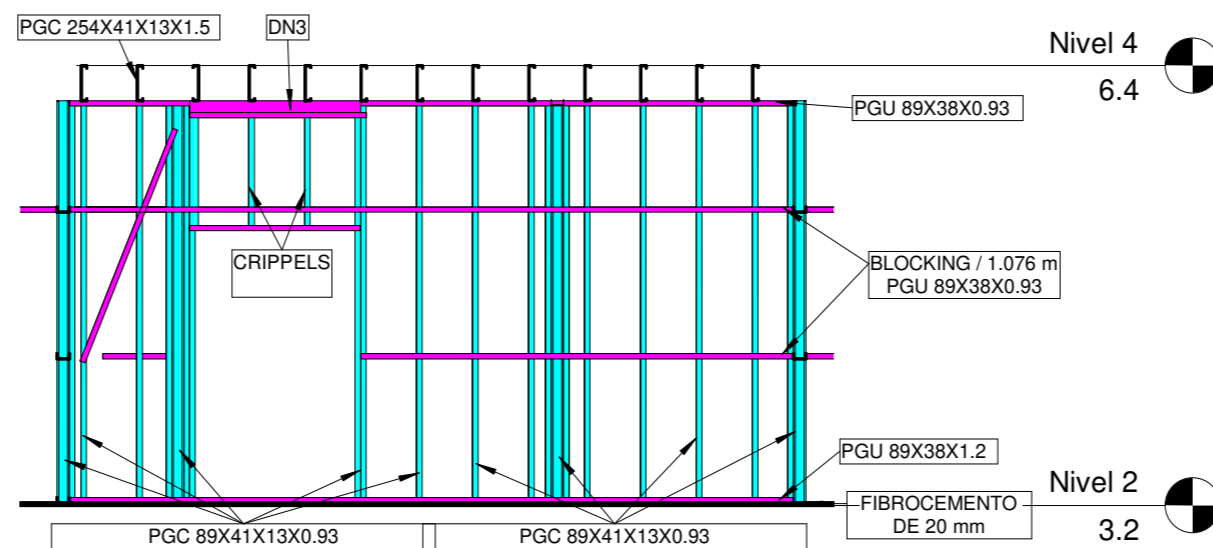


8 **PINE 4-5 N1**  
1 : 50

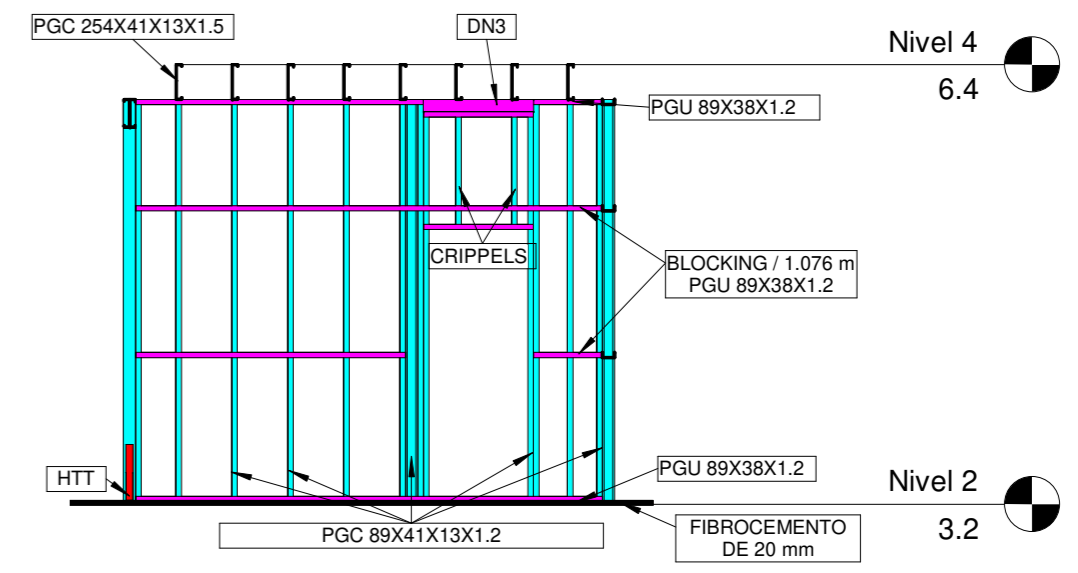
NOTAS GENERALES		DIBUJOS DE REFERENCIA			REVISIONES		RESPONSABLE TÉCNICO:	
		NÚMERO	DESCRIPCIÓN	REV	DESCRIPCIÓN	FECHA		
							Bryan Sánchez	
							REVISOR:	
							Bryan Romero	
UBICACIÓN								
PROVINCIA	PROVINCIA DE SANTA ELENA							
PARROQUIA / COMUNA	PARROQUIA DE MANGLARALTO / COMUNA CURIA							
DIRECCIÓN	VILLA CURIA - VILLA RESET, SOLAR #02, RECINTO SAN JOSÉ, EN LA VÍA E15 - RUTA DEL SPONDYLUS							
						FECHA DE ELABORACIÓN: 08/30/22		VERSIÓN: 01
						PROYECTO: Diseño estructural de casa de dos pisos con Steel Framing		
						NOMBRE DEL DOCUMENTO: Paneles interiores N1		
						CÓDIGO DE DOCUMENTO:		HOJA: A7



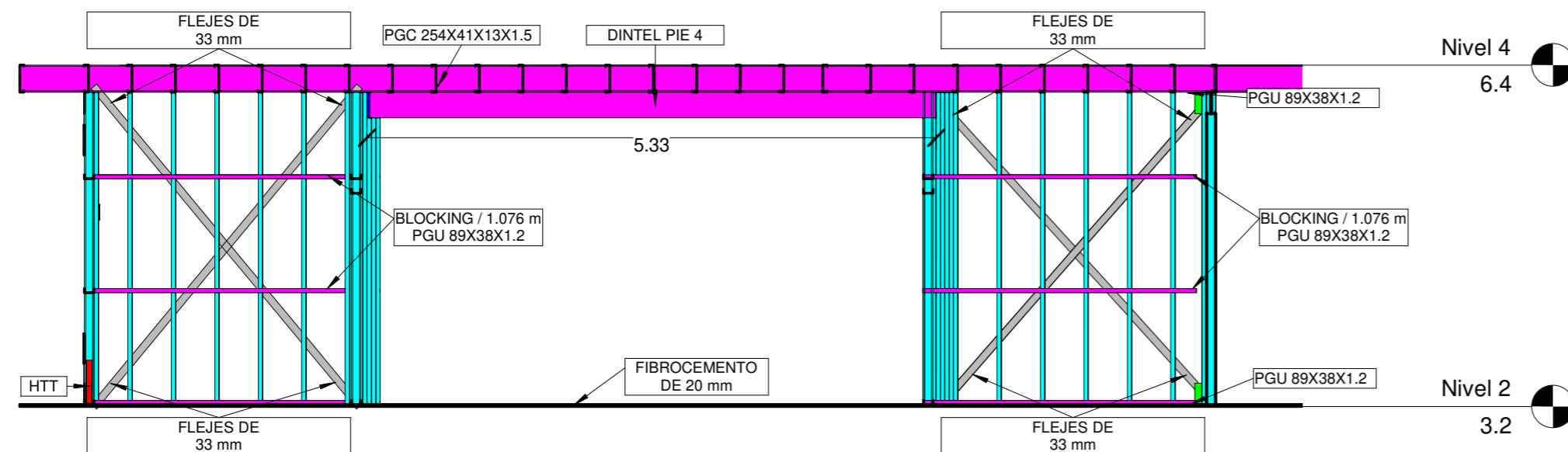
1 **PIE 1-2 N2**  
1 : 50



2 **PIE 3 N2**  
1 : 50



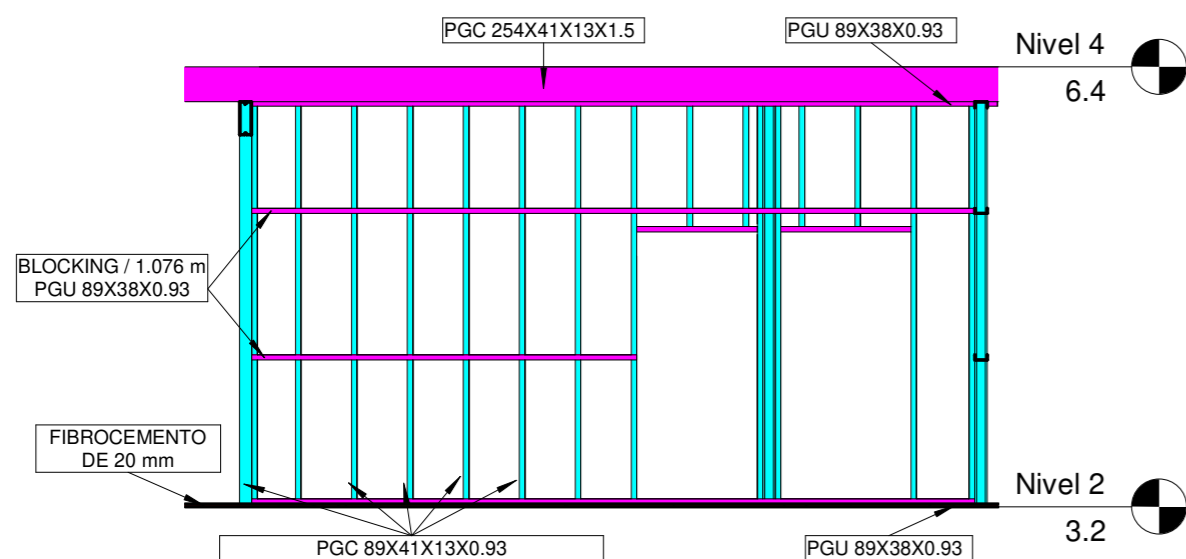
3 **PIE 5 N2**  
1 : 50



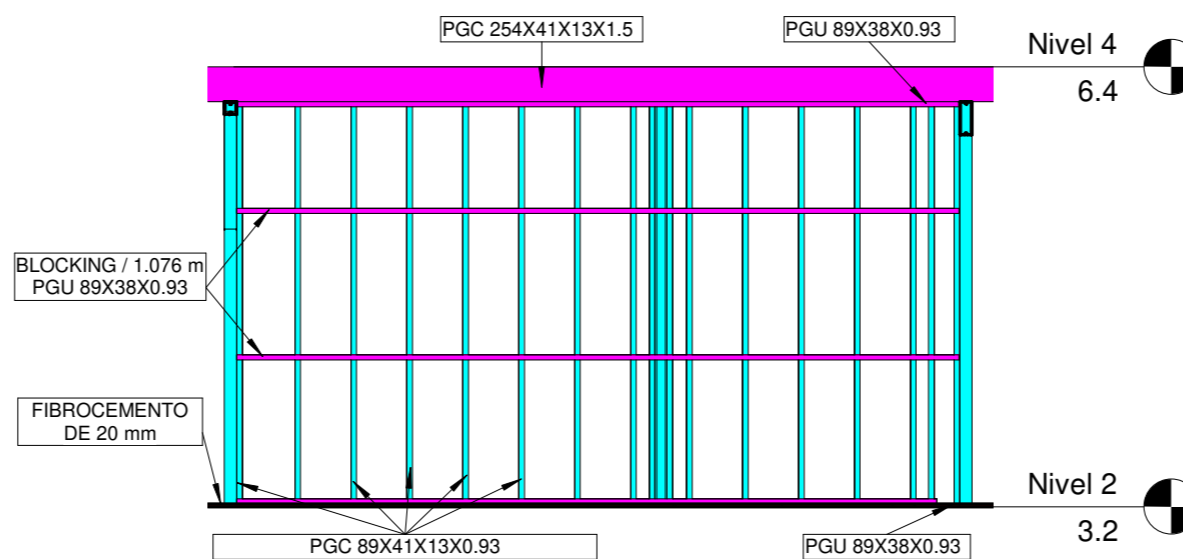
4 **PIE 4 N2**  
1 : 50



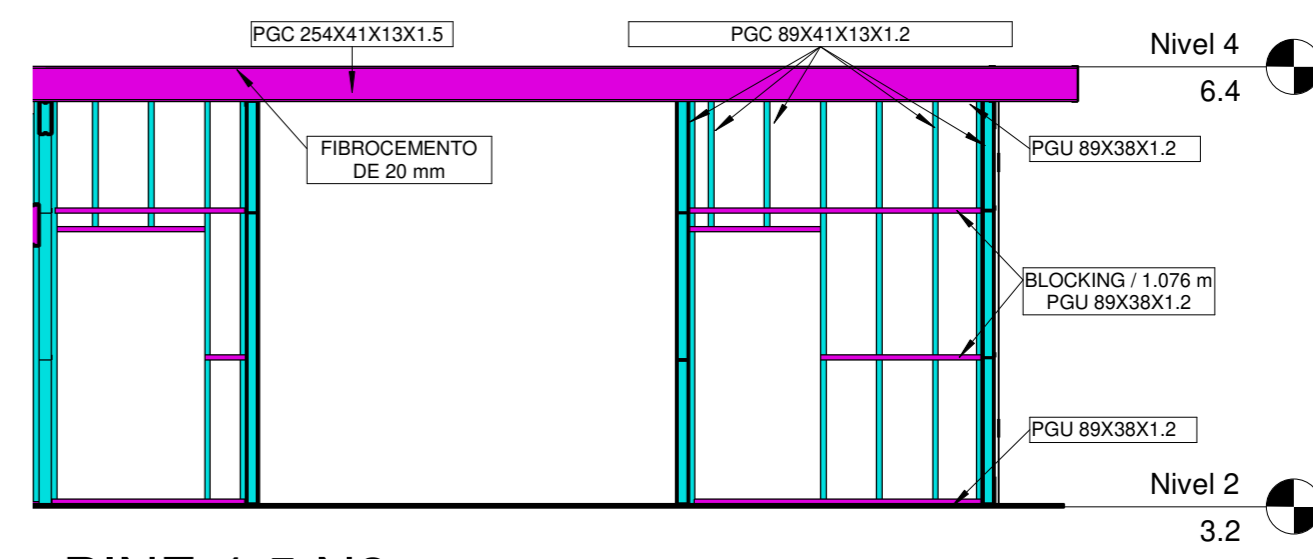
5 **PINE 1 N2**  
1 : 50






6 **PINE 2 N2**  
1 : 50

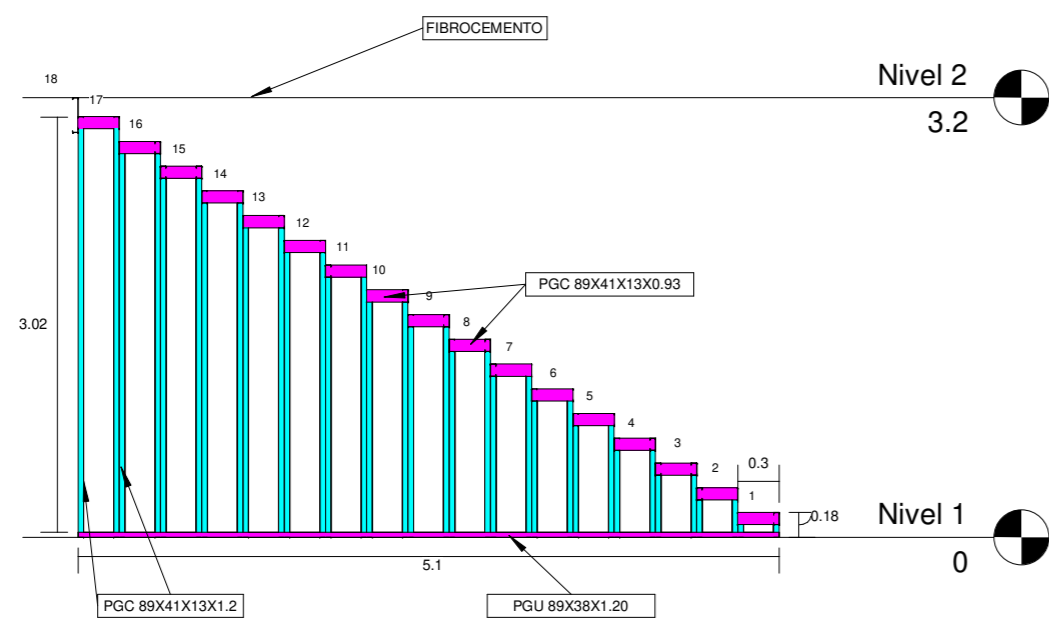


7 **PINE 3 N2**  
1 : 50

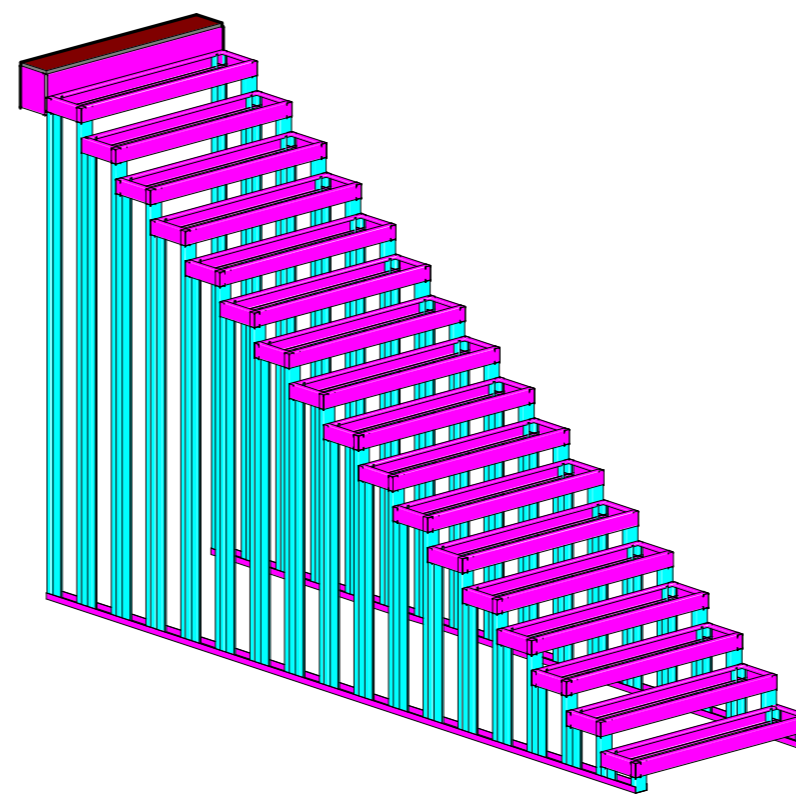


8 **PINE 4-5 N2**  
1 : 50

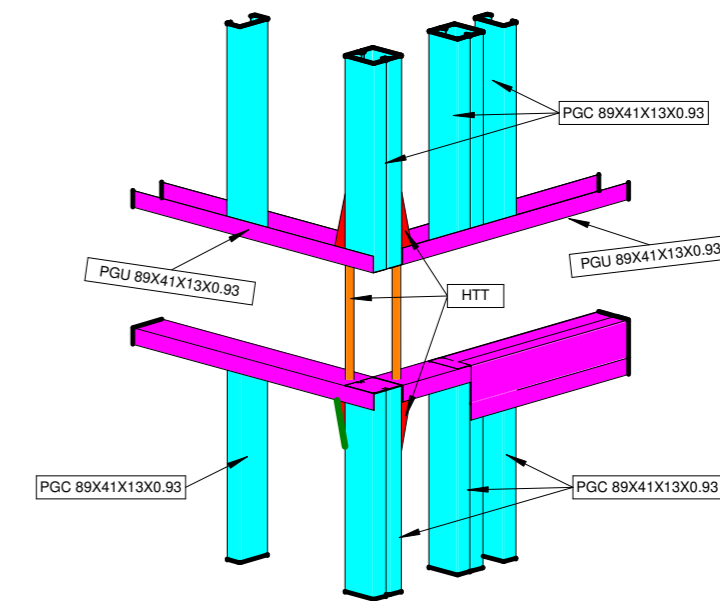
NOTAS GENERALES		DIBUJOS DE REFERENCIA			REVISIONES		RESPONSABLE TÉCNICO:		 Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra		
		NÚMERO	DESCRIPCIÓN	REV	DESCRIPCIÓN	FECHA			Bryan Sánchez	FECHA DE ELABORACIÓN:	08/31/22
UBICACIÓN							REVISOR:		PROYECTO: Diseño estructural de casa de dos pisos con Steel Framing		
PROVINCIA	PROVINCIA DE SANTA ELENA								NOMBRE DEL DOCUMENTO: Paneles interiores N2		
PARROQUIA / COMUNA	PARROQUIA DE MANGLARALTO / COMUNA CURIA								CÓDIGO DE DOCUMENTO:		
DIRECCIÓN	VILLA CURIA - VILLA RESET, SOLAR #02, RECINTO SAN JOSÉ, EN LA VÍA E15 - RUTA DEL SPONDYLUS								HOJA: A8		



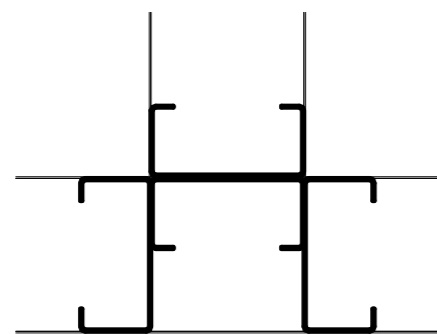
1 Escalera vista lateral  
1 : 50



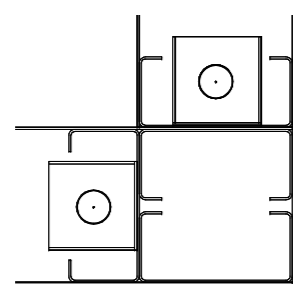
2 Modelo 3D escalera



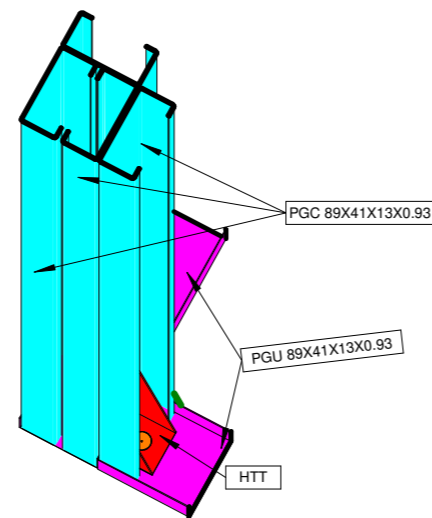
5 Entrepiso HTT



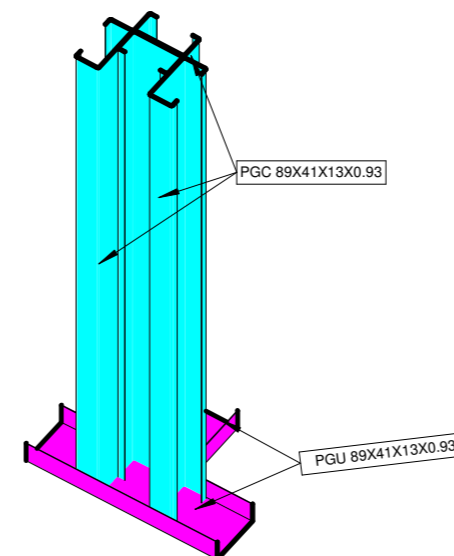
4 Tres paneles  
1 : 4



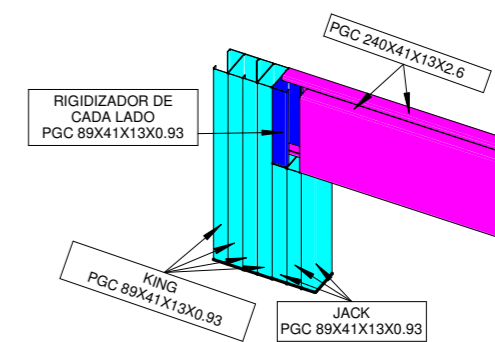
3 Paneles esquinas  
1 : 4






6 Paneles esquinas



8 Union de tres paneles



7 Dintel PIE 4

NOTAS GENERALES		DIBUJOS DE REFERENCIA			REVISIONES		RESPONSABLE TÉCNICO:				
		NÚMERO	DESCRIPCIÓN	REV	DESCRIPCIÓN	FECHA			Bryan Sánchez	FECHA DE ELABORACIÓN:	09/06/22
UBICACIÓN							REVISOR:		PROYECTO: Diseño estructural de casa de dos pisos con Steel Framing		
PROVINCIA	PROVINCIA DE SANTA ELENA								NOMBRE DEL DOCUMENTO: Escalera y Union de paneles		
PARROQUIA / COMUNA	PARROQUIA DE MANGLARALTO / COMUNA CURIA								CÓDIGO DE DOCUMENTO:		
DIRECCIÓN	VILLA CURIA - VILLA RESET, SOLAR #02, RECINTO SAN JOSÉ, EN LA VÍA E15 - RUTA DEL SPONDYLUS								HOJA: A9		