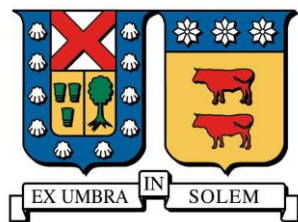


UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE OBRAS CIVILES
VALPARAÍSO - CHILE



**ANÁLISIS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES DEL CUADRO HUEVO,
APLICADO EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN EN FASE DE TERMINACIONES**

Memoria de titulación presentada por
ÁLVARO ENRIQUE GALLARDO RAMÍREZ

Como requisito parcial para optar al título de
CONSTRUCTOR CIVIL

Profesor Guía
FRANCISCO LAGOS PERALTA

Junio de 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título; ☐ Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Análisis para la optimización de materiales del Cuadro Huevo, aplicado en proyectos de edificación en fase de terminaciones

Nombre del candidato(a): Álvaro Enrique Gallardo Ramírez

Carrera / Grado: Construcción Civil

Campus: Casa Central Valparaíso ; **Departamento:** Obras Civiles

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Francisco Omar Lagos Peralta, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL

☒ El trabajo **NO contiene información que amerite confidencialidad** y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (embargo) por:

☐ 6 meses; ☐ 12 meses; ☐ 2 años; ☐ 3 años; ☐ 5 años; ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 29-9-2025

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 29-9-2025

Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis padres, Olaya y Enrique, quienes son los pilares fundamentales en mi vida. Sus enseñanzas han cimentado mi existencia y su apoyo incondicional ha permitido que logre completar diversas etapas a lo largo de mi vida de muy buena manera. Su sabiduría y sus consejos me han direccionado hacia buen puerto, por lo tanto, su aporte en esta memoria de titulación es altamente preponderante. Además, agradezco su continua preocupación durante el desarrollo de este estudio, puesto que significó un impulso importante para finalizar de manera exitosa este proceso.

Por otra parte, le doy las gracias a mi profesor guía, quien, me otorgó su colaboración y su completo apoyo para la concepción y desarrollo de esta memoria. Además, ha sido una figura clave, ya que me ha otorgado los lineamientos fundamentales para este proyecto.

Finalmente, quiero agradecer a todas las personas que han sido parte de esta etapa y me han ayudado a seguir adelante con ánimo y entusiasmo. Quiero decirles que su presencia, su compañía y sus palabras de apoyo contribuyeron en gran manera para finalizar satisfactoriamente esta etapa.

RESUMEN

La fase de terminaciones de un proyecto de construcción involucra una gran variedad de recursos materiales, así como también, la programación de diversas actividades. Respecto a los materiales de terminaciones, se han hecho estudios de análisis de pérdidas y de optimización, sin embargo, aún no se ha propuesto una metodología concreta y práctica que logre optimizar todos los tipos de elementos presentes en esta fase. Es debido a esto que la presente memoria de titulación tiene como objetivo analizar dos temas: por una parte, el uso de la optimización de los materiales del Cuadro Huevo, el cual corresponde a una matriz que relaciona las unidades de vivienda con los materiales de terminaciones; por otra parte, el uso de una metodología de programación, denominada programación rítmica, la cual se utiliza en proyectos de naturaleza repetitiva. Asimismo, se plantea determinar el beneficio económico y de plazo al utilizar esta metodología. El caso de estudio que se analizó corresponde a una tipología de departamento de un proyecto de edificación en fase de terminaciones, denominado Mirador del Parque.

La metodología de trabajo consistió en la revisión de los antecedentes del proyecto, además de la adquisición de los datos iniciales, tales como las cubicaciones de las partidas y el Cuadro Huevo. Posteriormente, se calcularon el presupuesto y el plazo iniciales. Después, se calcularon las cubicaciones finales de las partidas y las cantidades finales de los materiales del Cuadro Huevo, utilizando la optimización. Para esto se diseñaron metodologías de optimización para tres tipos de elementos de terminaciones: elementos unidimensionales, bidimensionales y misceláneos. Posteriormente, se realizó el estudio de los plazos y de los precios unitarios de cada partida, obteniendo el presupuesto total final. Después, se elaboró un programa de terminaciones usando la programación rítmica, y se obtuvo el plazo total final. Finalmente, se evaluaron ambas metodologías y se establecieron los lineamientos de implementación en obra.

Los resultados obtenidos muestran que el presupuesto y el plazo total disminuyeron en un 37% y 12%, respectivamente. Además, a partir de la evaluación final de ambas metodologías, se obtuvo un beneficio de un 58% por parte de la metodología propuesta, logrando así demostrar el beneficio económico y de plazo.

Este trabajo significa un gran aporte para la industria de la construcción, puesto que la metodología propuesta permite que la línea base sea calculada de una manera óptima, lo cual es crítico para un control de costos eficiente durante la ejecución del proyecto. Además, es de bastante utilidad para la gestión de los materiales y de la mano de obra dentro de una obra de construcción, ya que se propone la sectorización de estos, logrando así una comunicación eficiente con respecto al trabajo que debe ejecutarse, los operarios involucrados y el espacio de trabajo en donde se deben desarrollar las faenas.

ABSTRACT

Finish work in a construction project involves a great variety of material resources, as well as the planning of a lot of activities. Regarding finish work materials, loss analysis and optimization studies have been carried out, however, a concrete and practical methodology that manages to optimize all of these elements in finish work hasn't been proposed yet. Because of that, the main purpose of this report is to analyze two topics: on the one hand, the use of material optimization of the Cuadro Huevo (Egg Table), which is a matrix that relates the housing units with the finish materials; on the other, the use of a planning methodology, known as repetitive scheduling, which is used in repetitive construction projects. Likewise, it is proposed to determine the economic benefit and the benefit in the project deadline by using this methodology. The case study is an apartment typology of a building project in the finishing phase, called Mirador del Parque.

The methods consisted of reviewing the project background, in addition to initial data acquisition, such as the quantity takeoffs of the activities and the Egg Table. Then, the initial budget and initial deadline were calculated. Subsequently, the final quantity takeoffs and the final material quantities of the Egg Table were calculated, by using the optimization method. For this, optimization methodologies were designed for three kind of finish work elements: one-dimensional elements, two-dimensional elements and miscellaneous elements. Then, the deadline analysis and the unit price cost estimating were made, thus obtaining the final budget. Afterwards, a finish work schedule was made by using the repetitive scheduling method, and the final deadline was obtained. At last, both methods were evaluated and on-site implementation guidelines were established.

The results obtained showed that the budget and the deadline were reduced by 37% and 12%, respectively. Furthermore, from the final evaluation of both methodologies, a 58% benefit was obtained by the proposed methodology, thus demonstrating the economic benefit and the benefit in the project deadline.

This report is a great contribution for the construction industry, because the proposed methodology allows the baseline to be calculated in an optimal way, which is critical for an efficient cost control during the construction period. Also, it's quite useful for materials and labor management in a construction project, because the sectorization of these elements is proposed, thus achieving an efficient communication regarding the work that has to be done, the labor involved and the workspace where the activities have to be executed.

ÍNDICE GENERAL

1	Introducción	1
1.1	Antecedentes generales	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Alcance.....	3
1.4	Metodología	3
2	Marco teórico	5
2.1	El Cuadro Huevo	5
2.2	Productividad y rendimiento	7
2.3	Análisis de precios unitarios	9
2.4	Materia prima de terminaciones	11
2.5	Optimización de recursos	33
2.6	Programación rítmica	50
3	Caso de estudio – Obra Mirador del Parque	52
3.1	Antecedentes	52
3.2	Descripción del caso de estudio	53
4	Cálculos	63
4.1	Definición de las actividades.....	63
4.2	Planeación de las actividades	64
4.3	Cálculos.....	64
5	Resultados	83
5.1	Cubicaciones de las partidas	83
5.2	Materiales del Cuadro Huevo.....	83
5.3	Presupuesto de una unidad de vivienda.....	84
5.4	Programa de terminaciones	84
5.5	Evaluación de las metodologías	85
6	Análisis de los resultados	88
6.1	Cubicaciones de las partidas	88
6.2	Materiales del Cuadro Huevo.....	88
6.3	Presupuesto de una unidad de vivienda.....	89
6.4	Programa de terminaciones	90
6.5	Evaluación de las metodologías	91

7	Conclusiones	92
8	Referencias	95
9	Anexos A. Tablas de Optimización	98
9.1	Tabiquería.....	98
9.2	Poligyp	105
9.3	Enlucido yeso C+B.....	107
9.4	Impermeabilización	107
9.5	Cerámicas de piso.....	108
9.6	Cerámicas de muro.....	110
9.7	Pintura cocina y baño	112
10	Anexos B. Tablas de cálculo de las Leyes Sociales	113

1 Introducción

1.1 Antecedentes generales

La etapa de terminaciones en la industria de la construcción está compuesta por diversas actividades que requieren ser planificadas y controladas lo más óptimamente posible. A su vez, se requiere de una adecuada administración de recursos humanos, financieros y materiales, puesto que generan un impacto directo en los costos del proyecto. Con respecto a los recursos materiales, estos son manipulados por operadores que poseen distintos niveles de experiencia en el rubro y, por lo tanto, ejecutan las faenas con un nivel de conocimiento y un criterio determinados. Debido a esto, existe un componente que corresponde al uso efectivo que se le da al material en una partida determinada, como también, un componente de pérdida del material, el cual está destinado a ser desechado. Respecto a lo anterior, Bravo (2018) menciona que en la etapa de terminaciones las principales pérdidas materiales son “debido al corte por dimensionamiento, el trabajo mal hecho, el mal acopio de materiales y la falta de control de material” (p. 44).

Por otra parte, la rama de la investigación de operaciones ha estado estudiando la optimización del uso de los materiales a través de la aplicación de algoritmos y de la programación dinámica. Es así como Rivero et al. (2005) logran minimizar el desperdicio de barras de acero para hormigón, mediante el uso de un algoritmo y de la programación dinámica, alcanzando así una disminución en los costos directos. Asimismo, Bustamante et al. (2022) optimizan los materiales para un tipo de vivienda unifamiliar, a través del análisis de los cortes de perfiles de acero galvanizado (Metalcon) y de planchas de yeso cartón, mediante la utilización de softwares computacionales, logrando así minimizar los costos directos.

En la presente memoria, se estudia un proyecto de edificación en altura, denominado **Mirador del Parque**, el cual se encuentra en proceso de ejecución. Este proyecto considera ocho torres y una sede social, está ubicado en Curauma, Valparaíso. Con respecto al caso de estudio, este corresponde a una tipología de departamento, la cual está presente en una torre que presenta la finalización de su obra gruesa. En cuanto a la metodología de trabajo, se considera la optimización de los recursos que están presentes en el Cuadro Huevo, el estudio de los costos directos asociados y la utilización de la programación rítmica en la elaboración de un programa de fase de terminaciones para determinar el plazo total.

En relación al Cuadro Huevo, este corresponde a una matriz de los materiales necesarios para el proyecto, es decir, es una planilla que relaciona los departamentos con los materiales requeridos. El objetivo de optimizar los recursos del Cuadro Huevo, es la elaboración de un listado de materiales, cuya cubicación sea efectuada lo más eficientemente posible.

En cuanto a la programación rítmica, esta se utiliza para obtener un programa de terminaciones detallado, controlable y visualmente simple de analizar. Su aplicabilidad es factible para proyectos de naturaleza repetitiva, puesto que se establece un ritmo de trabajo para las distintas actividades. Para el caso de estudio de esta memoria, la utilización de esta metodología es óptima, puesto que se está trabajando con unidades de vivienda que son iguales en sus características, por lo tanto, se pueden obtener grandes beneficios en la planeación y la programación. Según Serpell y Alarcón (2015) “el objetivo de la programación rítmica es lograr un proceso continuo similar a la producción en serie, para unidades iguales de obra” (p. 126).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Analizar el uso de la optimización de los materiales del Cuadro Huevo y la utilización de la programación rítmica en las actividades de una obra de edificación en altura, durante la fase de terminaciones, demostrando el beneficio económico y de plazo que se obtiene con respecto a una cubicación y programación de obra tradicionales.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir y caracterizar el Cuadro Huevo para la fase de terminaciones.
- Diseñar y proponer una metodología de optimización de materiales del Cuadro Huevo para la fase de terminaciones.
- Definir y caracterizar la programación rítmica.
- Aplicar la metodología de optimización de materiales y la programación rítmica al caso de estudio.
- Comparar la metodología de cubicación y de programación tradicionales, con la metodología propuesta en la presente memoria; a través de una evaluación económica, técnica y de plazo.

1.3 Alcance

En la presente memoria se analiza la optimización de los materiales del Cuadro Huevo y se estudia la programación rítmica en las partidas de terminaciones de una obra de edificación en altura. El estudio abarca una torre del proyecto **Mirador del Parque**, la cual presenta la completitud en su Obra Gruesa. Además, se trabaja con una tipología de departamento.

Asimismo, se estudian los plazos y los presupuestos iniciales de las partidas de terminaciones, y se comparan con los plazos y presupuestos finales, demostrando las ventajas que tiene la optimización de materiales y la programación rítmica en los costos y en los plazos.

Por otra parte, es preciso señalar que el comparativo de los plazos se realiza sobre las dos metodologías de planificación de todas las partidas de terminaciones, por lo tanto, se consideran todos los departamentos presentes en la torre de estudio, de manera que se involucra a las 24 unidades de vivienda que componen dicho edificio. Por otro lado, el comparativo económico se realiza respecto a un departamento, puesto que es más práctico evaluar una unidad de vivienda, ya que todas consideran los mismos elementos, y como consecuencia, los mismos costos directos.

1.4 Metodología

En primer lugar, se explica el procedimiento y posteriormente se presenta un diagrama de flujo (ver Figura 1-1) para exponer esquemáticamente dicho procedimiento.

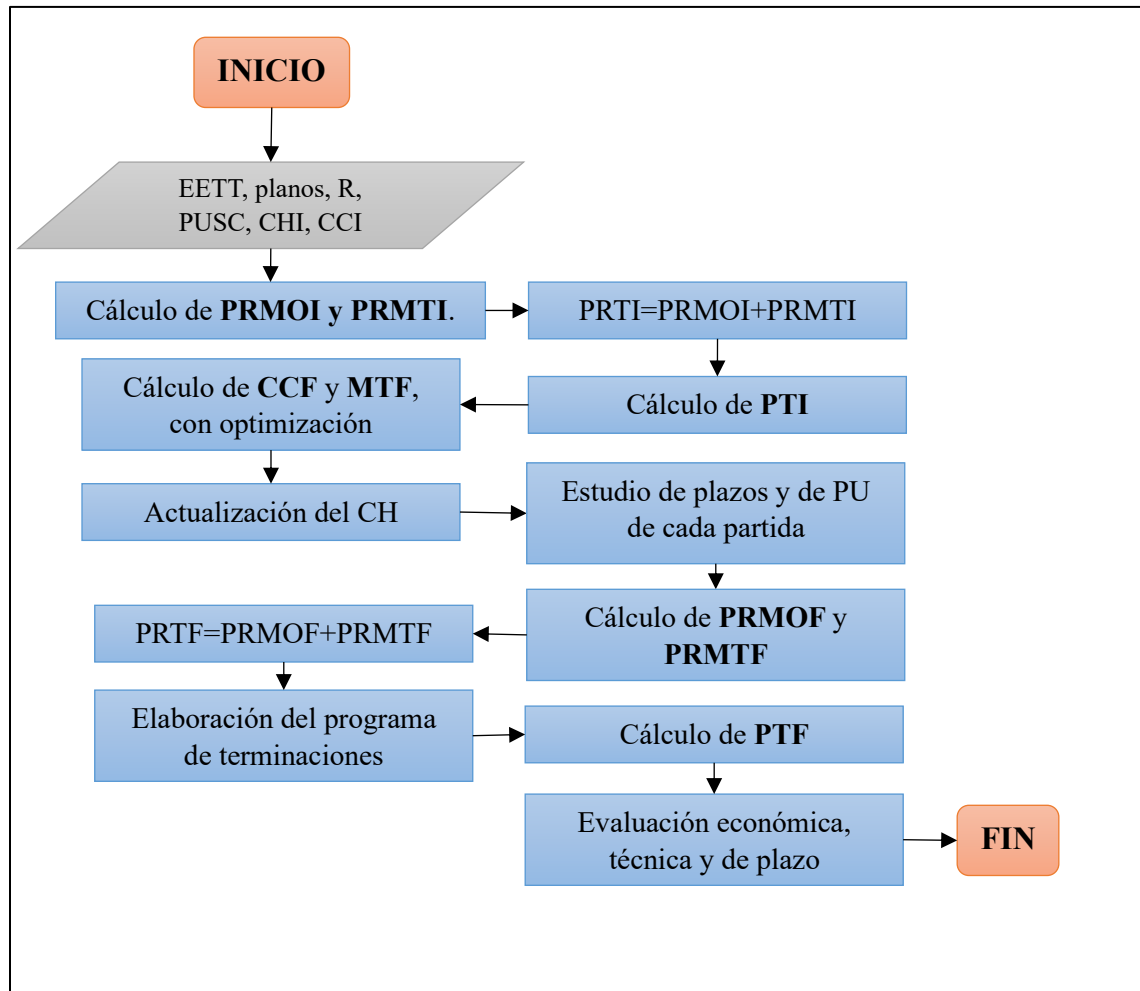
Primero, se estudian los antecedentes de terminaciones del proyecto, tales como las especificaciones técnicas y los planos. Después, se averiguan los rendimientos (**R**) de las cuadrillas. Además, dependiendo del tipo de mano de obra (de subcontrato o de la constructora OVAL), se averiguan los precios unitarios de los subcontratos (**PUSC**), y se calculan los presupuestos de la mano de obra de la empresa, obteniendo el presupuesto inicial de mano de obra (**PRMOI**). Después, se averiguan las cubicaciones iniciales de las partidas (**CCI**) y el Cuadro Huevo existente (**CHI**), el cual entrega el listado inicial de materiales (**MTI**). Posteriormente, se obtiene el presupuesto inicial de materiales (**PRMTI**). Después, se calcula el presupuesto total inicial (**PRTI**). Además, se averigua el programa inicial y se obtiene el plazo total inicial (**PTI**).

En segundo lugar, con respecto a los cálculos finales, se realiza la cubicación de cada partida de terminaciones (**CCF**). Después, se realiza la optimización de los materiales de cada partida. Posteriormente, se genera el listado final de materiales a comprar (**MTF**). Finalmente, se actualiza el Cuadro Huevo con las unidades comerciales finales (**CHF**).

La tercera etapa tiene como objetivo obtener el plazo individual y el precio unitario (PU) de cada partida. Se inicia por la programación rítmica individual para obtener el plazo individual. Posteriormente, se realiza el estudio de los precios unitarios, obteniendo así los presupuestos finales de mano de obra (**PRMOF**) y de los materiales (**PRMTF**). De esta forma, se obtiene el presupuesto

total final (**PRTF**). La cuarta etapa consiste en la elaboración de un programa de fase de terminaciones mediante la programación rítmica masiva, obteniendo el plazo total final (**PTF**). La última etapa es el desarrollo y la aplicación de una metodología de evaluación económica, técnica y de plazo, con el objetivo de poder analizar el beneficio que se logra al aplicar la metodología que se plantea en esta memoria.

Figura 1-1. Flujograma de la metodología de trabajo



2 Marco teórico

2.1 El Cuadro Huevo

2.1.1 Definición del Cuadro Huevo

El cuadro huevo (CH) corresponde a la cantidad total de los materiales para cada unidad de vivienda (UV) del proyecto. El CH se ordena mediante una matriz de materiales, en donde la fila superior muestra un listado de los materiales que se deben utilizar en cada UV y la columna izquierda muestra los datos de las unidades de vivienda (torre, piso, tipología de departamento y el número de departamento).

Un ejemplo de lo anterior se muestra en la Tabla 2-1, en donde se presenta el CH de los artefactos sanitarios del departamento piloto del proyecto **Mirador del Parque**.

Tabla 2-1. Cuadro Huevo de los Artefactos Sanitarios del departamento piloto

CUADRO HUEVO DE MATERIALES				Lavaplatos	Lavamanos	Inodoro	Lavadero	Tina
Torre	Piso	Tipo	Depto	Unid	Unid	Unid	Unid	Unid
D	0	A	004	1	1	1	1	1

Nota. Adaptado de *Cuadro Huevo*, por Constructora OVAL, 2023.

Existen dos fases principales del CH. En primer lugar, está la **fase inicial del CH**, en la cual está la **elaboración del CH**. En esta fase, la oficina técnica (OT) desarrolla las cubicaciones para el CH, se agendan reuniones para la actualización de las cantidades con los supervisores de terminaciones (STer) y para el ajuste de los formatos finales de compra con el jefe de bodega (JB).

Posteriormente, está la **fase de ejecución del CH**, la que corresponde a la determinación de las cantidades de los materiales que se piden por vales y al cálculo de los saldos de los materiales, según la cantidad del CH. En esta etapa participa nuevamente OT, con los supervisores y con el JB, tomando este último especial importancia, puesto que es el encargado (junto con sus asistentes) de mantener la organización de los vales, y asimismo, de calcular las cantidades de los materiales que se piden.

2.1.2 Desarrollo del Cuadro Huevo

El CH se elabora en la OT de la obra, en donde la persona responsable es el Jefe de Oficina Técnica (JOT). Adicionalmente, la persona encargada de llevar a cabo los cálculos (cubicaciones),

generalmente es el Asistente de Oficina Técnica (AOT) o el Practicante (PRCT) que se encuentre en obra.

Durante la **fase inicial**, se realiza la lectura de los planos y de las especificaciones técnicas (EETT) del proyecto de terminaciones, después se llevan a cabo las **cubicaciones** para cada material. Posteriormente, se debe realizar la **rectificación** de las cantidades obtenidas, a partir de la experiencia que poseen los supervisores, quienes indican los **ajustes** necesarios. Después, OT **actualiza** el CH a partir de las **correcciones**. Finalmente, el JB, en conjunto con el AOT y el PRCT, señalan los **formatos comerciales** recomendables para adquirir los materiales, definiendo las **unidades** que deben tener los recursos en el CH.

Por otra parte, durante la **fase de ejecución del CH**, se lleva a cabo la **emisión de vales** por parte de los supervisores para la adquisición y el retiro de las cantidades de los materiales que se requieren colocar en terreno. Una vez realizada la emisión del vale, sigue la **recepción** del mismo por parte de los encargados de bodega. Durante este proceso se **compara** lo que piden los supervisores en los vales con el material disponible, según CH. Posteriormente, se realiza la entrega del material y el **informe de la salida de los materiales**, lo cual se indica en la planilla de control de la salida de material (MT) del CH. Después, se calcula el **saldo de MT**, el cual corresponde a la diferencia entre el **total disponible** y la **cantidad de MT que se entrega**. Finalmente, el JB **actualiza** el CH, según lo calculado previamente. Esta labor, debe ser revisada adicionalmente por el AOT y/o por el PRCT que esté en OT.

Se presenta la **matriz de responsabilidades** del CH en la Tabla 2-2, en donde se definen las tareas de cada personal. En dicha matriz, tanto el **PRCT** como el **AOT** tienen el deber de efectuar las cubicaciones, de actualizar el CH y, además, debido a sus competencias en procesos constructivos, deben determinar formatos comerciales óptimos para la adquisición de los recursos; labor realizada en conjunto con el **JB**.

Tabla 2-2. Matriz de responsabilidades del Cuadro Huevo

	CUADRO HUEVO								
	FASE INICIAL				FASE DE EJECUCIÓN				
	Elaboración	Rectificación	Actualización	Formatos comerciales	Emisión de vales	Recepción de vales		Saldo de MT	Actualización
	Cubicaciones	Ajuste cubicaciones	Corrección CH	Unidad de MT	Cantidad requerida	Entrega MT	Informe salida MT	Cálculo de cantidades	Salidas y saldos de MT
JB				X		X	X	X	X
STer		X			X				
PRCT	X		X	X					X
AOT	X		X	X					X

2.2 Productividad y rendimiento

Productividad corresponde al cociente de la división (ver ecuación (2-1)) entre la producción obtenida (dividendo) y los recursos requeridos para obtenerla (divisor). Cuando se requiere de una mayor productividad, se deben balancear los recursos, utilizando la optimización (Sánchez, 1997). Los recursos pueden ser: recursos humanos, recursos materiales, recursos financieros, maquinaria, entre otros.

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Recursos} \quad (2-1)$$

La **productividad** también puede ser definida como “la velocidad o tasa de producción de una persona o equipo, con la que se han ejecutado las unidades de obra en un intervalo de tiempo” (Servicios Industriales PIM, 2019).

Adicionalmente, se definen dos conceptos; la **eficacia** y la **eficiencia**. El primero de ellos se define como la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera, y se puede expresar como el cociente de la división entre los resultados obtenidos y las acciones realizadas (ver ecuación (2-2)). La eficiencia, por su parte, es la capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos, se puede expresar como el cociente de la división entre las acciones realizadas y los recursos empleados (ver ecuación (2-3)), por lo tanto, la productividad es el producto entre la eficiencia y la eficacia (Marrero, 2022).

$$Eficacia = \frac{Resultados\ obtenidos}{Acciones\ realizadas} \quad (2-2)$$

$$Eficiencia = \frac{Acciones\ realizadas}{Recursos\ empleados} \quad (2-3)$$

Ahora bien, es importante definir el concepto de **rendimiento**, el cual “es el inverso de la productividad, representando la cantidad total de recursos para ejecutar una unidad de medida de una obra” (Servicios Industriales PIM, 2019).

En base a las definiciones de productividad y rendimiento, expuestas en los párrafos anteriores, es posible definir cuatro conceptos, en función de la utilidad que se requiere. Estos conceptos se enlistan a continuación:

- **Productividad respecto a recursos materiales (PrMT):** Es el cociente de la división entre la producción y los recursos materiales requeridos. Algunos ejemplos de este tipo de productividad son: las piezas de cerámica por caja (pieza/caja), los cortes que se pueden obtener a partir de una tira de un material (corte/tira), entre otros.

- **Productividad relativa al tiempo (PrTo):** Es el cociente de la división entre la producción y el tiempo requerido para producirla. Esta productividad es la que se utiliza para los trabajadores y las maquinarias en la construcción, ya que refleja la cantidad de obra que ejecutan por una cantidad de tiempo determinada. Algunos ejemplos son: los metros cuadrados de tabiquería que ejecuta una cuadrilla de tabiquería al día ($m^2/día$), los metros cuadrados que un maestro pintor puede ejecutar por hora ($m^2/hora$), entre otros.
- **Rendimiento respecto a recursos materiales (RMT):** Es el cociente de la división entre los recursos materiales y la producción. Algunos ejemplos son: los galones de pintura para cubrir un metro cuadrado de partida (gal/m^2), la cantidad de sacos de yeso requeridos para enlucir un metro cuadrado de partida ($saco/m^2$), entre otros.
- **Rendimiento relativo al tiempo (RTo):** Es el cociente de la división entre el tiempo requerido y la producción. Este rendimiento, se utiliza para los trabajadores y las maquinarias en construcción, ya que, indica la cantidad de tiempo que demoran en ejecutar una cantidad unitaria de una actividad. Algunos ejemplos son: la cantidad de horas que requiere un pintor para ejecutar un metro cuadrado de obra ($hora/m^2$), los días que tarda una cuadrilla en ejecutar un metro cuadrado de tabiquería ($día/m^2$), entre otros.

A continuación, se presentan las fórmulas asociadas al rendimiento y a la productividad. Por una parte, existen fórmulas temporales, y por otro, hay fórmulas relativas a los materiales.

2.2.1.1 Fórmulas temporales

Las ecuaciones (2-4) y (2-5) representan las fórmulas de productividad y rendimiento temporales, respectivamente. Las variables Qp y Rc, significan cantidad de producción (o cantidad de obra) y recursos, respectivamente.

$$PrTo \left[\frac{\text{unidad partida}}{\text{tiempo} * \text{cantidad}} \right] = \frac{Qp[\text{unidad partida}]}{Rc[\text{tiempo} * \text{cantidad}]} \quad (2-4)$$

$$RTo \left[\frac{\text{tiempo} * \text{cantidad}}{\text{unidad partida}} \right] = \frac{Rc[\text{tiempo} * \text{cantidad}]}{Qp[\text{unidad partida}]} \quad (2-5)$$

Con respecto a la cantidad total a utilizar de recursos, ya sea de mano de obra o de maquinaria, se plantea la ecuación (2-6), la cual permite obtener las cantidades totales de dichos recursos.

$$Qop[\text{cantidad}] = \frac{Rc[\text{tiempo} * \text{cantidad}]}{d[\text{tiempo}]} \quad (2-6)$$

2.2.1.2 Fórmulas respecto a los materiales

Las ecuaciones (2-7) y (2-8) representan las fórmulas de productividad y rendimiento de los materiales, respectivamente. Qp es la cantidad de producción o cantidad de obra y Rc es la cantidad total de recursos requeridos.

$$Pr_{MT} \left[\frac{\text{unidad partida}}{\text{cantidad Rc}} \right] = \frac{Qp[\text{unidad partida}]}{Rc[\text{cantidad Rc}]} \quad (2-7)$$

$$R_{MT} \left[\frac{\text{cantidad Rc}}{\text{unidad partida}} \right] = \frac{Rc[\text{cantidad Rc}]}{Qp[\text{unidad partida}]} \quad (2-8)$$

El cálculo de la cantidad de recursos se puede hacer de dos formas. La primera, utilizando la productividad (ecuación (2-9)) y la segunda, ocupando el rendimiento (ecuación (2-10)).

$$Rc[\text{cantidad Rc}] = \frac{Qp[\text{unidad partida}]}{Pr_{MT} \left[\frac{\text{unidad partida}}{\text{cantidad Rc}} \right]} \quad (2-9)$$

$$Rc[\text{cantidad Rc}] = R_{MT} \left[\frac{\text{cantidad Rc}}{\text{unidad partida}} \right] * Qp[\text{unidad partida}] \quad (2-10)$$

2.3 Análisis de precios unitarios

El precio unitario de una partida de obra es la suma de los precios unitarios de la mano de obra, de los materiales y de la maquinaria (ver ecuación (2-11)). Este valor se mide en cantidades de pesos chilenos (CLP) por una cantidad unitaria de obra (U).

$$\text{Precio unitario} \left[\frac{\text{CLP}}{U} \right] = P_{UMO} \left[\frac{\text{CLP}}{U} \right] + P_{UMT} \left[\frac{\text{CLP}}{U} \right] + P_{UMQ} \left[\frac{\text{CLP}}{U} \right] \quad (2-11)$$

Para efectos de la presente memoria, se descarta el precio unitario por concepto de maquinaria, puesto que no se analizan dichos recursos dentro de este estudio.

Primero, respecto a la mano de obra, se debe determinar el **tipo de partida** y el **tipo de mano de obra** que se va a requerir. Después, se verifica si la mano de obra es por subcontrato (SC) o de la empresa constructora (EC). En caso de ser mano de obra por subcontrato, se consulta por el precio unitario, el cual se mide en unidades de peso chileno por unidades de obra (CLP/U). Por otro lado, en caso de que se trate de mano de obra contratada por la empresa constructora, se debe obtener el sueldo base y hacer un análisis de las leyes sociales (LLSS) para así obtener el **costo empresa**, el **sueldo líquido** y el **factor de leyes sociales (LLSS)**. Posteriormente, se determina el plazo de la partida y se calcula el costo total de la mano de obra. Después, se calcula el precio

unitario por concepto de mano de obra como el cociente de la división entre el costo total de mano de obra y la cubicación de la partida.

El **análisis de las leyes sociales** implica el cálculo de una serie de valores, los cuales están relacionados con conceptos económicos importantes.

A continuación, se presenta una lista de conceptos para el análisis de las leyes sociales, definidos por Cifuentes (2018):

- Sueldo Base (SB): Es la remuneración que acuerda el empleador con el trabajador, la cual no podrá ser inferior al ingreso mínimo legal.
- Gratificación (Gr): Es el producto entre el porcentaje de gratificación y el sueldo base.
- Sueldo imponible (SI): Es la remuneración sobre la cual el empleador hace los descuentos de previsión y de salud. Para ello, resta del sueldo bruto aquellas prestaciones que no constituyen remuneración (colación y movilización). Su cálculo se muestra en la ecuación (2-12).

$$SI[CLP] = SB[CLP] + Gr[CLP] \quad (2-12)$$

- Ítems no imponibles: Col (colación) y Mov (movilización).
- Sueldo bruto (SBr): Es la suma entre el sueldo base, las gratificaciones (Gr), los bonos de colación (Co), la movilización (Mov) y las horas extras. Su cálculo se muestra en la ecuación (2-13).

$$SBr[CLP] = SI[CLP] + Col[CLP] + Mov[CLP] \quad (2-13)$$

- Aportes del trabajador (AT): AFP (previsión social), Sld (previsión de salud) y SCAT (aporte del trabajador del seguro de cesantía). Cada uno de estos aportes se calcula como el producto entre su porcentaje y el sueldo imponible.
- Aportes del empleador (AE): SCAE (aporte del empleador del seguro de cesantía), SIS (seguro de invalidez y sobrevivencia), Mtd (seguro de accidentes del trabajo) y VVPP (vacaciones proporcionales). Cada uno de estos aportes se calcula como el producto entre su porcentaje y el sueldo imponible.
- Total costo empresa (TCE): Es el costo total que el empleador debe pagar por concepto de mano de obra. Es la suma entre el sueldo bruto y los aportes del empleador (ver ecuación (2-14)).

$$TCE[CLP] = SBr[CLP] + SCAE[CLP] + SIS[CLP] + Mtd[CLP] + VVPP[CLP] \quad (2-14)$$

- Sueldo líquido (SL): Es el sueldo que recibe el trabajador a final de mes. Es la diferencia entre el sueldo bruto y los aportes del trabajador (ver ecuación (2-15)).

$$SL[CLP] = SBr[CLP] - (AFP[CLP] + Sld[CLP] + SCAT[CLP]) \quad (2-15)$$

- Leyes sociales (LLSS): Se calcula como la variación porcentual entre el sueldo líquido y el total costo empresa (ver ecuación (2-16)).

$$LLSS[\%] = \frac{TCE[CLP] - SL[CLP]}{SL[CLP]} * 100\% \quad (2-16)$$

En segundo término, el cálculo del precio unitario de los materiales implica, en primer lugar, determinar si la mano de obra es por subcontrato o por la empresa constructora. Esto es así, debido a que existen subcontratistas que ejecutan por obra vendida (OV), lo cual implica el suministro de material y la ejecución de la partida. Lo primero que se debe realizar es determinar el tipo de partida, los tipos materiales requeridos y los precios unitarios comerciales del material, sin el impuesto al valor agregado (IVA). En segundo lugar, se debe verificar si la mano de obra es por subcontrato o no. En caso de que sea por subcontrato, se verifica si es por obra vendida o no. Si es por obra vendida, no se requiere realizar una cubicación de materiales para el Cuadro Huevo, puesto que es el subcontratista quien suministra el material. Por otra parte, en caso de que la mano de obra sea por subcontrato, pero no por obra vendida, o también, en caso de que sea mano de obra de la empresa constructora, entonces se deben realizar la cubicación y la optimización de los materiales, para así obtener el costo total por concepto de materiales y el precio unitario.

2.4 Materia prima de terminaciones

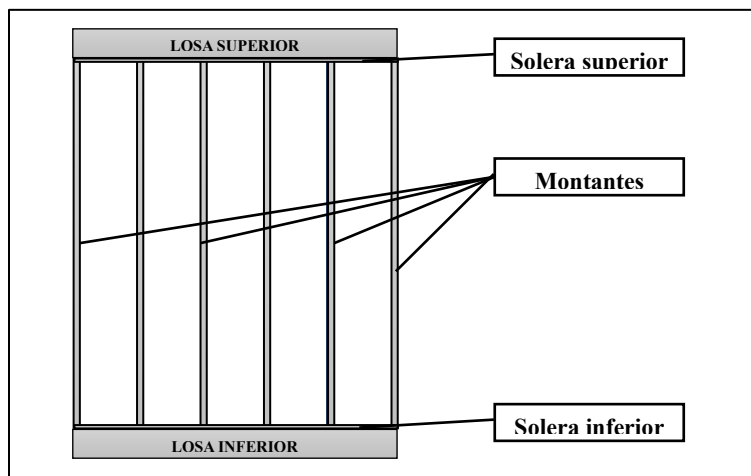
En este apartado se introducen los materiales de terminaciones que forman parte del presente estudio. En primer lugar, se define una metodología de clasificación para cada elemento de terminaciones, la cual se basa en la forma en que se consume o se utiliza la materia prima respectiva.

Por una parte, se tienen los elementos unidimensionales, los cuales se desarrollan en una dirección y sus cortes son, asimismo, en una dirección. Dichos elementos se venden comercialmente en tiras. En segundo término, se tienen los elementos bidimensionales, los cuales deben servir como revestimiento y se desarrollan en dos direcciones. Además, sus cortes pueden ejecutarse también en dos direcciones. El formato de venta de estos elementos es en placas o planchas. Por último, existen elementos que, debido a su naturaleza, no pertenecen a ninguna de las dos clasificaciones anteriores, por lo tanto, se propone la clasificación de elementos misceláneos. Tales materiales corresponden a elementos cuyos formatos de venta pueden ser: cajas, rollos, cintas, sacos y tinetas.

2.4.1 Elementos unidimensionales

Corresponden a elementos que se desarrollan en una dimensión, y cuya función es la de cubrir longitudes unitarias determinadas. Se distribuyen comercialmente como tiras, las cuales tienen longitudes específicas, dependiendo del material y del proveedor. Algunos ejemplos de estos elementos en terminaciones son los perfiles de acero galvanizado, usados para los entramados de tabiquerías, y las tiras de madera que se usan para reforzar algunos puntos singulares de las tabiquerías. Los elementos unidimensionales están presentes en los entramados de tabiquería del proyecto. Como puede verse en la Figura 2-1, existen tres tipos de elementos principales, entre los cuales están las soleras inferiores (horizontales), los montantes (verticales) y las soleras superiores (horizontales).

Figura 2-1. Vista frontal de un entramado de acero galvanizado de tabiquería



2.4.1.1 Elementos unidimensionales

Con respecto a la perfilería de acero galvanizado, se tiene el siguiente listado:

- Montantes económicos (C38x38x0,5x2400mm)
- Montantes estructurales (C60x38x8x0,85x2400mm y C90x38x0,85x2400mm).
- Canales económicos (U39x20x0,5x3000mm)
- Canales estructurales (U62x25x0,85x3000mm y U92x30x0,85x3000mm).

Por otro lado, con respecto a la madera, se tienen tiras de madera de pino de 32x32x3200mm.

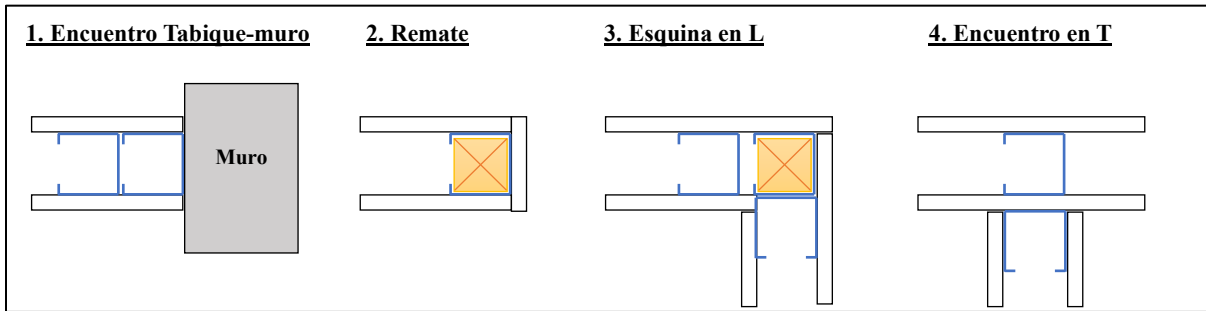
2.4.1.2 Cubicación de montantes

Los montantes deben cubrir una longitud determinada, conocida como **largo a cubrir (Lc)**. Además, existe un **espaciamiento (e)** de 0,40 m entre los montantes. De acuerdo con lo anterior, se puede obtener la cantidad total (Q) de montantes a partir de la ecuación (2-17). El valor que se obtiene de Lc/e se debe redondear al entero mayor y posteriormente sumarle “1”.

$$Q [\text{corte}] = \frac{Lc}{e} + 1 \quad (2-17)$$

Existen puntos singulares para la cuantificación de los montantes. Como se aprecia en la Figura 2-2, están los **encuentros tabique-muro**, **remates**, **esquina en L**, **encuentro en T**. Como norma general, se debe agregar un montante más por cada punto singular que exista. Entonces, planteando las letras M, R, L y T para los encuentros tabique-muro, remates, esquina en L y encuentro en T, respectivamente, se formula la ecuación (2-18), en donde se muestra la cantidad adicional de montantes (ad).

Figura 2-2. Puntos singulares en tabiquería



Nota. Adaptado de *Solución Constructiva Volcometal – Manual de Instalación para Constructores* (pp. 19-21), por Volcan, s.f.

$$ad [\text{corte}] = M + R + L + T \quad (2-18)$$

Finalmente, la cantidad total de montantes se muestra en la ecuación (2-19), en donde la cantidad final de cortes es igual a la suma entre la cantidad inicial y los cortes adicionales.

$$Qf [\text{corte}] = Qi + ad \quad (2-19)$$

La fórmula mostrada anteriormente indica la cantidad de cortes totales que se necesitan, sin embargo, para obtener la cantidad de unidades a comprar (tiras), se debe conocer el **largo unitario (Lu)** de cada corte, cuya unidad de medida es **metro/corte**, y el **largo comercial o largo inicial (Li)**, el cual corresponde a la longitud que posee la tira comercial en cuestión y se mide en **metro/unidad**. Conociendo el Lu y el Li, es posible obtener la **productividad (Pr)** que tiene una

tira comercial, con respecto a los cortes que se pueden obtener a partir de esta. Esta productividad (ver ecuación (2-20)) se calcula como el cociente de la división entre el largo inicial (dividendo) y el largo unitario (divisor). Este resultado se redondea al entero inferior más próximo, para así obtener la cantidad efectiva de cortes que se pueden obtener a partir de una tira comercial.

$$Pr\left[\frac{\text{corte}}{\text{unidad}}\right] = \frac{Li\left[\frac{m}{\text{unidad}}\right]}{Lu\left[\frac{m}{\text{corte}}\right]} \quad (2-20)$$

Finalmente, la cantidad a comprar es el cociente de la división entre Qf (dividendo) y Pr (divisor), según la fórmula (2-21). Dicha fórmula se debe redondear al entero superior más próximo.

$$Qcom[\text{unidad}] = \frac{Qf[\text{corte}]}{Pr\left[\frac{\text{corte}}{\text{unidad}}\right]} \quad (2-21)$$

2.4.1.3 Cubicación de soleras

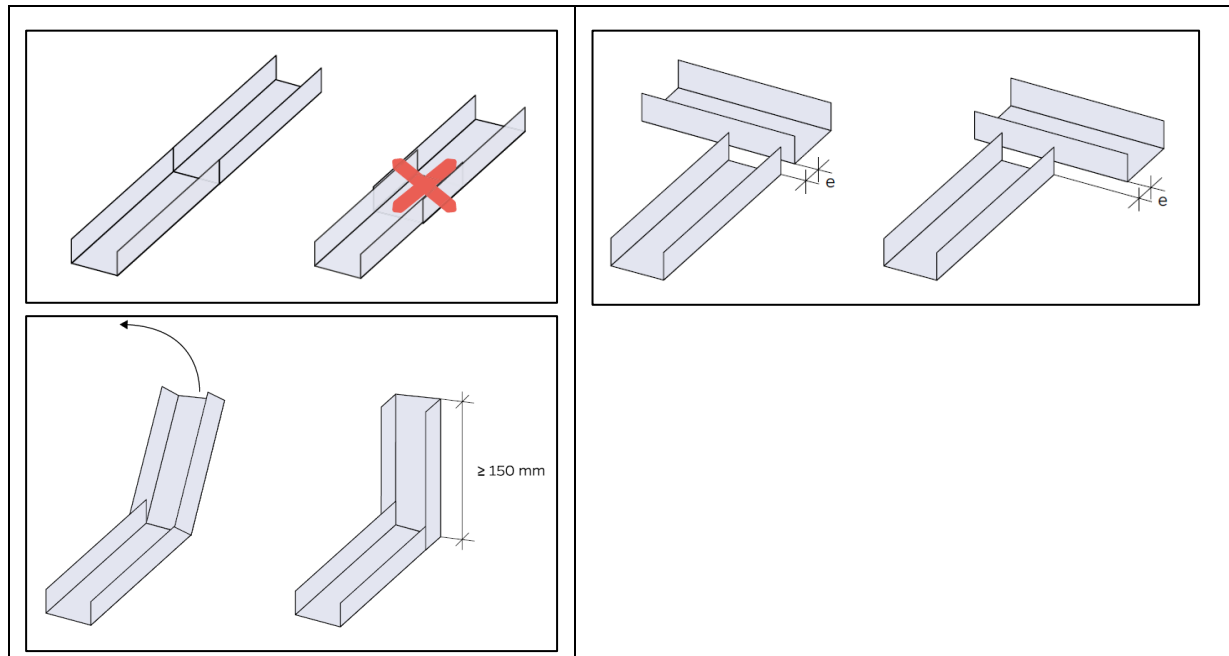
Las soleras tienen la característica de que su largo unitario (Lu) coincide con el largo a cubrir (Lc) de los montantes. En base a esto, para cubicar las soleras, se requiere conocer el largo unitario de las mismas y la longitud de las tiras comerciales. Adicionalmente, se debe verificar el tipo de solera que se está cubicando (superior o inferior) para evitar errores posteriores. Siguiendo la lógica de cubicación, expuesta para los montantes, el valor Q (cortes) es “1”, puesto que se está analizando un corte. Posteriormente, se calcula la productividad que tiene una tira comercial, según la fórmula (2-20). Después, se obtiene la cantidad de unidades comerciales que se requiere, a partir de la fórmula (2-22). Finalmente, se redondea el valor obtenido al entero superior más próximo.

$$Qcom[\text{unidad}] = \frac{1[\text{corte}]}{Pr\left[\frac{\text{corte}}{\text{unidad}}\right]} \quad (2-22)$$

Por otra parte, existen consideraciones adicionales (ver Figura 2-3) para la cubicación de las soleras como son:

- Continuidad es a tope y no por solape.
- En los cruces y esquinas de los tabiques, las soleras están separadas a una distancia igual al espesor de la placa.
- En las zonas de vanos, las soleras inferiores deben doblarse a 90°, con el objetivo de tener una parte vertical con una altura mayor o igual a 150 mm.

Figura 2-3. Continuidad (sup. Izquierda), separación (sup. Derecha) y doblez de las soleras (inf. Izquierda)



Nota. Tomado de *Manual Técnico de Instalación de Sistemas en Placas de Yeso* (p. 64), por Gyptec Ibérica, 2017.

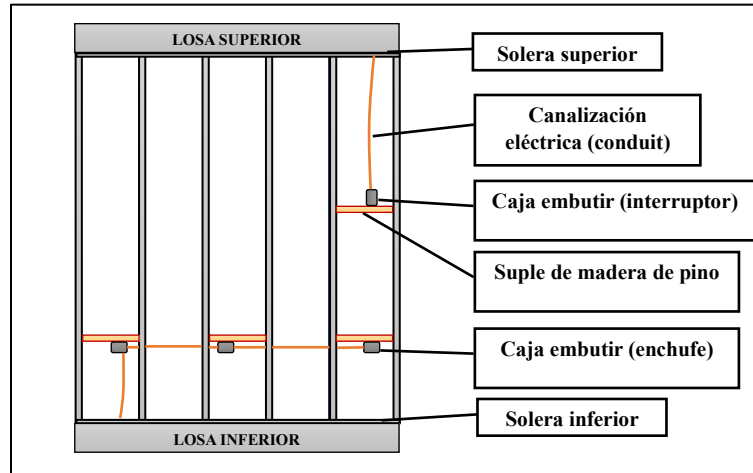
2.4.1.4 Cubicación de refuerzos y suples de madera

Los refuerzos de madera corresponden a listones de pino bruto de 32x32 mm. Estos listones, cumplen dos funciones, la primera es la de reforzar remates y esquinas en L de tabiquerías (ver Figura 2-2); la segunda función es la de servir de suples para interruptores y enchufes, tal y como se muestra en la Figura 2-4. Es importante mencionar que la longitud de los suples de pino es igual al espaciamiento de los montantes, el cual corresponde a 40 cm.

Para la cubicación de los refuerzos de montantes, se deben determinar las zonas en donde se requiere el refuerzo de pino. Dichas zonas son simples de obtener a partir de la cubicación de los montantes de acero galvanizado.

Por otro lado, para cubicar los suples, se deben estudiar los planos eléctricos disponibles y determinar la cantidad de cajas de embutir que existan en la tabiquería. Aquello va a determinar la cantidad de cortes Q . Por otro lado, el largo unitario (Lu) es de 40 cm. Además, conociendo la longitud comercial de las tiras (Li), es posible determinar la productividad de una tira comercial (ver ecuación (2-20)), redondeando el valor obtenido al entero inferior más próximo. Posteriormente, es posible obtener la cantidad comercial (Q_{com}), a partir de la fórmula (2-21); **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Dicho valor se redondea al entero mayor más próximo.

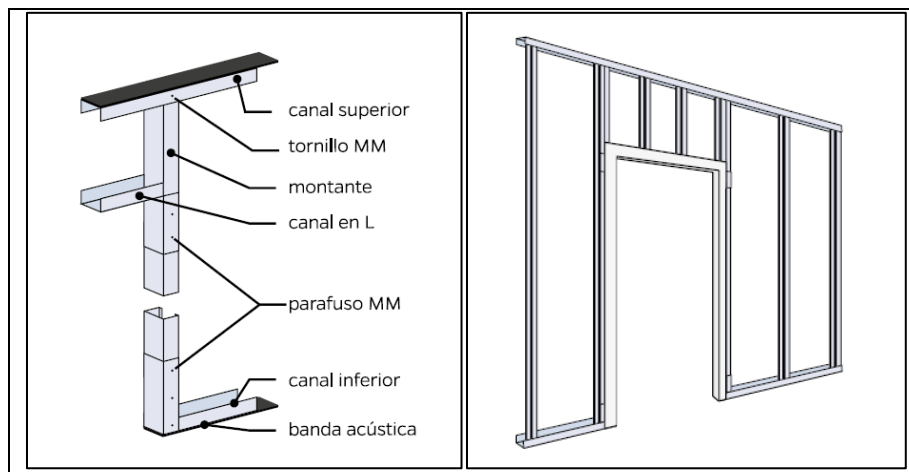
Figura 2-4. Suples de pino distribuidos en el entramado de acero galvanizado



2.4.1.5 Cubicación en zonas de vanos

Respecto a la cubicación de los elementos unidimensionales en zonas de vanos, existen algunas consideraciones adicionales. En la Figura 2-5 se presenta la solución de la estructuración para los vanos. La figura izquierda muestra una solera inferior, la cual debe tener un doblé a 90° en el extremo y unirse a la jamba mediante el tramo vertical que queda, el cual debe ser mayor o igual a 150 mm. Respecto a la solera superior, su posición no sufre modificaciones. En relación con la solera del dintel, esta debe tener un doblé a 90° y poseer un desarrollo mayor o igual a 150 mm, uniéndose así a la jamba. Respecto a la figura derecha, esta presenta un ejemplo esquemático de la estructuración en acero galvanizado de la zona del vano.

Figura 2-5. Estructura metálica en vano de puerta



Nota. Tomado de *Manual Técnico de Instalación de Sistemas en Placas de Yeso* (p. 71), por Gyptec Ibérica, 2017.

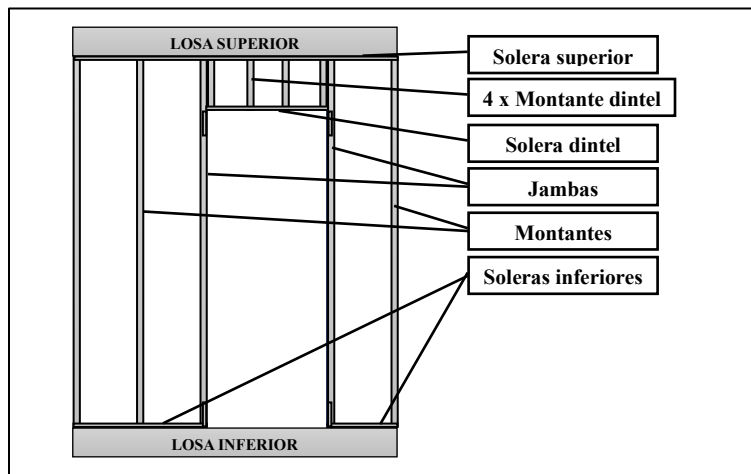
A continuación, se presenta un ejemplo tipo de la estructuración en perfil de acero galvanizado de un vano (Figura 2-6). Las cubicaciones para las **soleras inferiores** (ecuación (2-23)) y para la **solera dintel** (ecuación (2-24)) se ejecutan, obteniendo los largos unitarios (L_u) a partir de la suma entre la longitud horizontal (L_h) y la longitud vertical (L_v), asumiéndose esta última como 150 mm. La diferencia radica en que el largo vertical (L_v) de la solera dintel, se multiplica por dos, ya que debe unirse a ambas jambas.

$$L_u = L_h + L_v \quad (2-23)$$

$$L_u = L_h + 2 * L_v \quad (2-24)$$

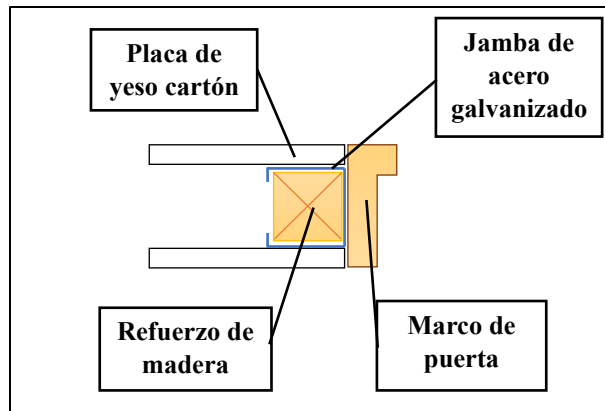
Se consideran cuatro montantes en el dintel, para conferirle una mayor rigidez y permitir la óptima colocación de las placas. Sus largos unitarios son iguales a la altura que tiene el dintel.

Figura 2-6. Solución constructiva de perfilería de acero galvanizado para el vano de una puerta



Las jambas requieren un refuerzo de madera (listón de 32x32 mm) para mantener la rigidez en el vano (ver Figura 2-7).

Figura 2-7. Solución de vano de una de las jambas



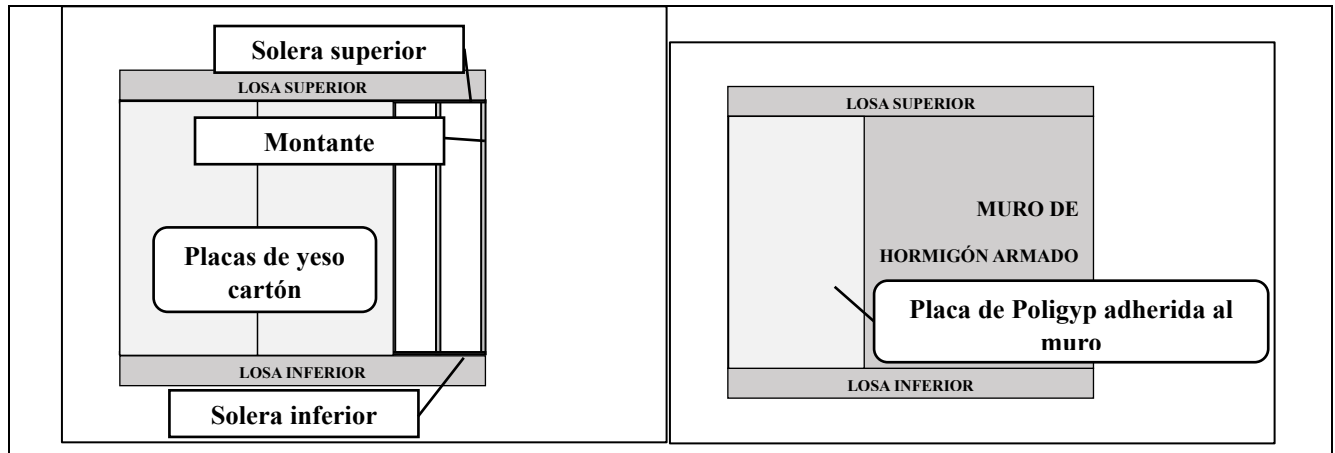
Nota. Adaptado de *Solución Constructiva Volcometal – Manual de Instalación para Constructores* (p. 20), por Volcan, s.f.

2.4.2 Elementos bidimensionales

Corresponden a los elementos que se desarrollan en dos dimensiones, cuya función es la de cubrir superficies. Tales elementos se distribuyen comercialmente como placas, las cuales pueden utilizarse tal y como vienen de fábrica o ser cortadas en una o dos direcciones, dependiendo de las dimensiones requeridas a revestir. Las placas están presentes en partidas de tabiquería y de trasdosado del proyecto. Dentro de las placas de tabiquería, están las placas de yeso cartón, de fibrocemento y las placas de OSB. Por otro lado, con respecto al trasdosado, se tienen las placas de Poligyp, las cuales corresponden a placas de yeso cartón unidas a placas de poliestireno expandido (EPS), y se utilizan para mejorar la resistencia térmica y acústica de un departamento.

En la Figura 2-8 se muestra un ejemplo del posicionamiento de dos placas de yeso cartón estándar (figura de la izquierda) en un entramado de acero galvanizado. En cuanto a los trasdosados, en la figura derecha se ejemplifica este sistema para una placa de Poligyp. Los trasdosados se colocan por los muros perimetrales del departamento mediante una pasta de agarre, con el objetivo de mejorar la resistencia térmica de la envolvente.

Figura 2-8. Posicionamiento de dos placas de yeso cartón (izquierda) y de Poligyp (derecha)



2.4.2.1 Elementos bidimensionales

Dentro de las **placas de yeso cartón**, se tiene:

- Estándar de 10 mm de espesor (YCST10 1200x2400x10 mm)
- Estándar de 12,5 mm de espesor (YCST12,5 1200x2400x12,5 mm)
- Resistente a la humedad de 12,5 mm de espesor (YCRH12,5 1200x2400x12,5 mm)
- Resistente al fuego de 15 mm de espesor (YCRF15 1200x2400x15 mm)

Respecto a las **placas de Poligyp**, se tiene lo siguiente:

- Estándar de 10 mm de espesor (PGST10 1200x2400x10 mm)
- Resistente a la humedad de 12,5 mm de espesor (PGRH12,5 1200x2400x12,5 mm)

En relación con las **placas de fibrocemento**, existen dos tipos:

- Placa Aquapanel de 8 mm de espesor (AP8 1200x2400x8 mm)
- Placa Volcanboard de 6 mm de espesor (VB6 1200x2400x6 mm)

Finalmente, la **placa de madera es de OSB** de 9,5 mm de espesor (1220x2440x9,5 mm)

2.4.2.2 Cubicación de placas de yeso cartón

La placa de yeso cartón posee un largo comercial inicial (Li) y una altura comercial inicial (Hi). Existen dos casos de utilización de esta placa: el primero corresponde al revestimiento del desarrollo regular de la tabiquería y el segundo, es el posicionamiento en puntos singulares; como vanos, en donde se requieren cortes horizontales y verticales de la placa.

Para el primer caso, la placa cubre longitudes de espaciamiento entre montantes, por lo tanto, lo principal es determinar la longitud unitaria requerida (L_u) de la solera de desarrollo y así ubicar la cantidad necesaria de placas. Considerando que no hay una variación en la altura, el problema puede relacionarse con los elementos unidimensionales, ya que el enfoque es hacia el largo a cubrir. Existe, por lo tanto, un largo a cubrir (L_c), el cual corresponde a la longitud total que deben cubrir los cortes de las placas de ciertos largos unitarios (L_u). A partir de esto, se puede definir la ecuación (2-25), la cual debe redondearse al entero mayor más próximo para así obtener los cortes totales necesarios.

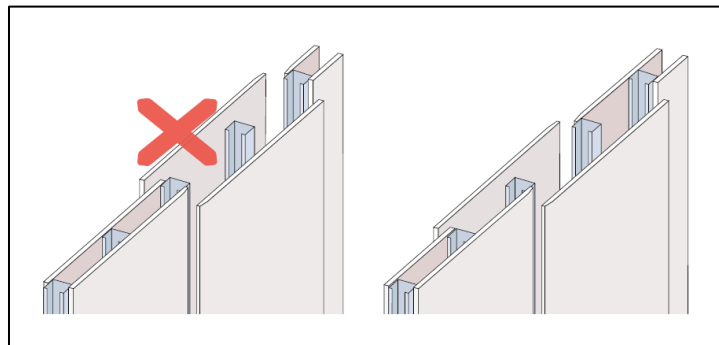
$$Q[\text{corte}] = \frac{L_c[m]}{L_u \left[\frac{m}{\text{corte}} \right]} \quad (2-25)$$

Posteriormente, se determina la productividad (ecuación (2-26)) que tiene una placa comercial, respecto a los largos unitarios (L_u). Es decir, se determina la cantidad de cortes posibles para una placa de un determinado largo comercial (L_i). La ecuación (2-26) se redondea al entero menor más próximo.

$$Pr \left[\frac{\text{corte}}{\text{unidad}} \right] = \frac{L_i \left[\frac{m}{\text{unidad}} \right]}{L_u \left[\frac{m}{\text{corte}} \right]} \quad (2-26)$$

Al momento de ubicar las placas, un elemento importante a considerar es que “las juntas de las placas, tanto en la dirección transversal y en la dirección longitudinal, no deben ser coincidentes en la misma línea horizontal entre dos placas contiguas” (Gyptec Ibérica, 2017, p. 73). Lo anterior se visualiza en la Figura 2-9.

Figura 2-9. Juntas longitudinales en tabique de placa simple

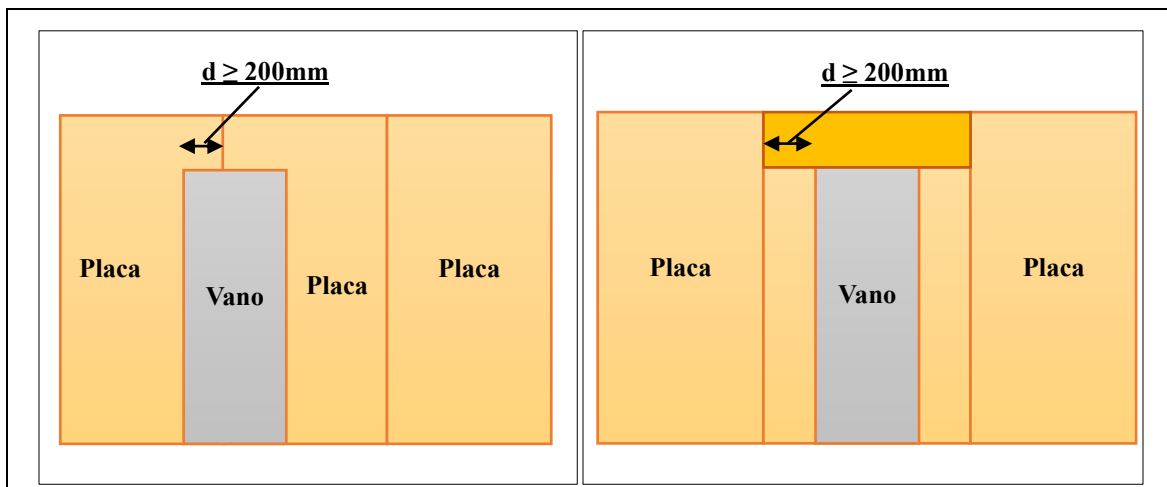


Nota. Tomado de *Manual Técnico de Instalación de Sistemas en Placas de Yeso* (p. 73), por Gyptec Ibérica, 2017.

En lo que respecta a la zona de los vanos, es importante mencionar las soluciones técnicas disponibles. En primer lugar, existen dos posibles soluciones (Figura 2-10), la primera de ellas corresponde al sistema de bandera (figura izquierda), el cual implica efectuar un corte en forma de “L”, teniendo cuidado de que la junta longitudinal en la zona del dintel quede a una distancia mayor o igual a 200 mm del límite de apertura (Gyptec Ibérica, 2017). Lo anterior, debido a que en la zona de los vértices de los marcos se concentra la mayor cantidad de esfuerzos, lo que podría ocasionar una fisura a futuro (Gyplac, 2022).

En caso de no poder ejecutarse la solución del sistema de bandera, se puede optar por utilizar el sistema de la figura de la derecha, el cual corresponde a una placa dispuesta entre los montantes inmediatamente posteriores a las jambas (Gyptec Ibérica, 2017). Además, la distancia respecto a la apertura del vano debe ser mayor o igual a 200 mm (Gyplac, 2022).

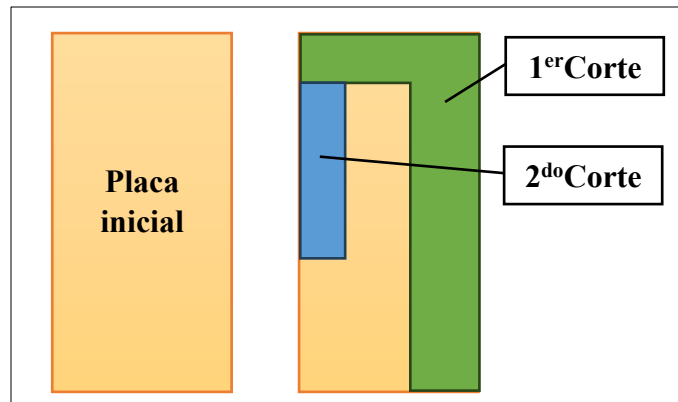
Figura 2-10. Sistema de bandera para vanos (izquierda) y la solución alternativa (derecha)



Nota. Adaptado de *Manual Técnico de Instalación de Sistemas en Placas de Yeso* (p. 75), por Gyptec Ibérica, 2017.

Para zonas de vanos, se realiza un esquema como el de las figuras anteriores y se determinan los largos unitarios (Lu), las alturas unitarias (Hu) y las áreas unitarias (Au). Se determinan los cortes efectivos para una placa comercial, cuya longitud comercial es Li. En la Figura 2-11 se muestra la subdivisión de una placa en los cortes requeridos, para así determinar el rendimiento real de la placa. Como se visualiza, existe un primer corte que corresponde a un sistema bandera (color verde) y un segundo corte, el cual aparece de color azul y servirá para el segundo sistema de solución de vano, el cual abarca un ancho mayor al del vano.

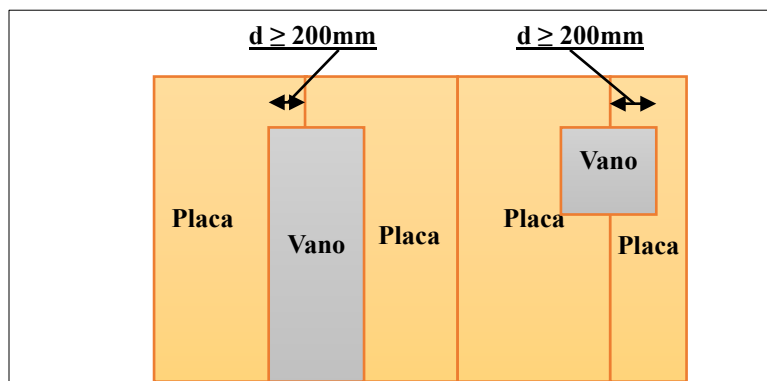
Figura 2-11. Ejemplo de los cortes posibles en una placa comercial



2.4.2.3 Cubicación de placas de Poligyp

La cubicación de Poligyp se realiza de una manera muy similar a las placas de yeso cartón. La diferencia radica en que las placas de Poligyp, al ser utilizadas para trasdosado, tienen que recercar tanto vanos de puertas como de ventanas (Figura 2-12). Además, de manera similar al sistema de placas de yeso cartón, al requerir recercar vanos, se debe utilizar, de preferencia, el sistema de bandera (Figura 2-12). La distancia desde la junta de la placa hasta la apertura del vano debe ser mayor o igual a 200 mm (Gyptec Ibérica, 2017).

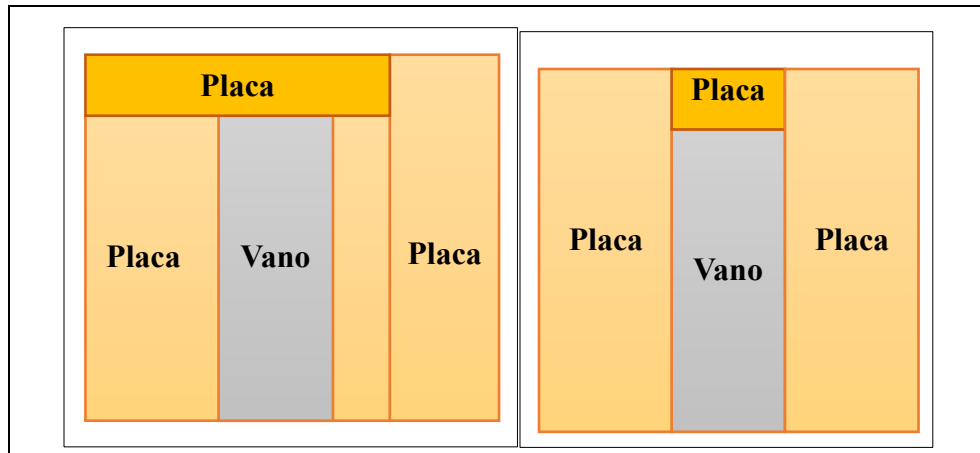
Figura 2-12. Sistema de bandera para vanos de trasdosados



Nota. Adaptado de *Manual Técnico de Instalación de Sistemas en Placas de Yeso* (p. 79), por Gyptec Ibérica, 2017.

En caso de no poder utilizar el sistema anterior (ver Figura 2-13), se puede posicionar una placa que tenga una longitud mayor al ancho del vano (figura de la izquierda) o que sea de la misma longitud que el ancho del vano (figura de la derecha), sobre la apertura o debajo de ella, dependiendo si se trata de un vano de puerta o de ventana (Gyptec Ibérica, 2017).

Figura 2-13. Placa con una anchura superior (izquierda) e igual (derecha) a la del vano

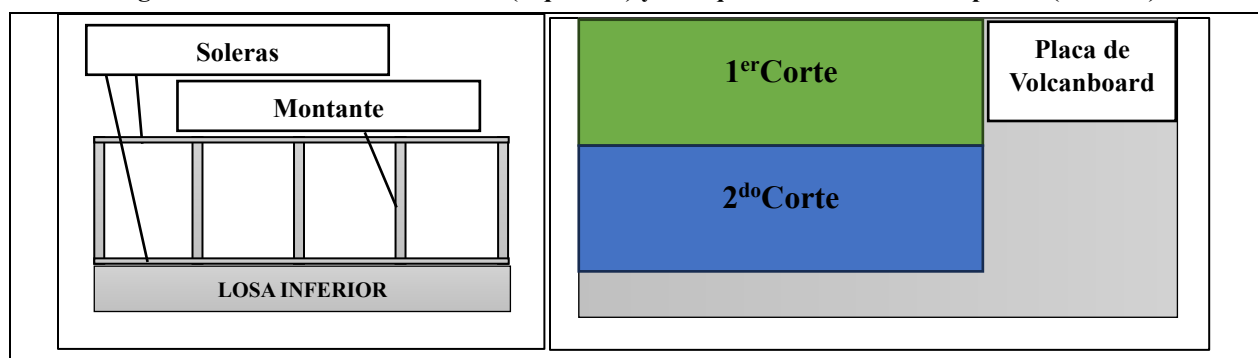


Nota. Adaptado de *Manual Técnico de Instalación de Sistemas en Placas de Yeso* (p. 79), por Gyptec Ibérica, 2017.

2.4.2.4 Cubicación de placas de fibrocemento

La cubicación de estas placas es muy similar a las de yeso cartón. En primer lugar, el Aquapanel corresponde a una placa de fibrocemento de 8 mm utilizada para la tabiquería exterior entre la logia y el balcón. La perfilaría de acero galvanizado que se ocupa es estructural y corresponde a montantes de C60x38 y soleras de U62x25. Por otra parte, la placa de Volcanboard es una placa de fibrocemento de 6 mm usada para el faldón de la tina y se debe cubicar de manera especial, teniendo en cuenta la estructuración de la tina, la cual se ejecuta mediante perfilaría de acero galvanizado con perfiles económicos. Se debe hacer un esquema de cortes para obtener el rendimiento de una placa de Volcanboard. En la Figura 2-14 se muestra un esquema de ejemplo de la estructura de una tina de perfilaría de acero galvanizado (izquierda) y el esquema de los cortes de la placa de Volcanboard (derecha).

Figura 2-14. Perfilaría de una tina (izquierda) y el esquema de cortes de las placas (derecha)



2.4.2.5 Cubicación de placas de OSB

Las placas de OSB se ocupan para la tabiquería del tablero eléctrico, más conocido como TDA (Tablero de Distribución del Alumbrado). Específicamente, estas placas se ocupan para la zona del TDA que limita con el área húmeda (el baño, en el caso de la tipología de departamento del caso de estudio). La perfilería de acero galvanizado que se ocupa es estructural, con montantes de C90x38 y soleras de U92x30. Para el proceso de cubicación se debe realizar un esquema de cortes para la placa de OSB, de manera similar al subcapítulo anterior.

2.4.3 Elementos misceláneos

Se denomina elementos misceláneos a todos aquellos elementos que no pertenecen ni a la categorización de **unidimensional** ni a la de **bidimensional**. Estos elementos comprenden formatos de venta, tales como: **caja, rollo, cinta, saco y tineta**. Debido a su naturaleza diversa, poseen distintas formas de medición y de cubicación.

2.4.3.1 Elementos misceláneos.

Dentro del formato de **caja**, se tiene lo siguiente:

- Cerámica gris de piso de 33x33 cm (CEGR33)
- Cerámica blanca de pared de 20x30 cm (CEBL20)

Con respecto al formato de **rollo**, se tiene:

- Lana de vidrio - Rollo Libre - 40 mm de espesor (RL 1,2 x 24 m)
- Lana de vidrio - Rollo papel Kraft en una cara - 40 mm de espesor (RP 1,2 x 24 m)
- Filtro de 15lbs de 40 m² (FL 1,0 x 40 m)
- Foil de aluminio – malla de fibra de vidrio – papel Kraft de 30 m² (FSK 1,0 x 30 m)

El tercer formato corresponde a la **cinta**, dentro de la cual se tiene:

- Cinta de fibra de vidrio Joint Gard – 5 cm x 45 m (CFV JG)
- Cinta de fibra de vidrio Fugenband - 10 cm x 50 m (CFV FGB)
- Cinta de butilo laminado reforzado Fleeceband – 10 cm x 10 m (BLR FB)

El cuarto formato es del tipo **saco**, dentro del cual se tiene lo siguiente:

- Saco de 25 kg de pasta de agarre para placas de Poligyp – Volcafix (VF25)
- Saco de 25 kg de yeso (YS25)

- Saco de 25 kg de impermeabilizante (IMP25)
- Saco de 25 kg de adhesivo Bekron DA para cerámica de piso (AdDA25)
- Bolsa de 5 kg de fragüe gris para cerámica de piso (FrG5)
- Bolsa de 5 kg de fragüe blanco para cerámica de muro (FrB5)

Finalmente, el último formato corresponde a la **tineta**:

- Tineta de 5 galones - Pintura de Esmalte al agua blanco (PIEB5)
- Tineta de 20 kg - Puente adherente de yeso (PYS20)
- Tineta de 25 kg - Adhesivo Bekron AC para cerámica de pared (AdAC25)

2.4.3.2 *Cubicación de cajas de cerámica*

La cubicación de cajas de cerámica se realiza, conociendo el tipo de cerámica a utilizar (tipo de pieza y dimensiones), la cantidad de piezas de cerámica por caja y el espacio donde se deben instalar dichas piezas.

En primer lugar, se hace un análisis unidimensional, puesto que se deben ir instalando las piezas en una longitud determinada a cubrir (L_c). La cantidad de las piezas (Q) que se deben colocar depende de la longitud inicial comercial (L_i) de las mismas. A partir de lo anterior, se tienen los siguientes datos iniciales: L_i (largo inicial comercial de una pieza) y L_c (largo cubrir). Posteriormente, se puede calcular la cantidad de piezas requeridas, a partir de la ecuación (2-27). Con respecto al cálculo de Q , se debe redondear al entero menor más próximo, ya que, puede que exista un espacio que no logre ser usado por una pieza en su totalidad, por lo cual, se tendrá que utilizar una parte de una pieza, no un elemento completo.

$$Q[\text{pieza}] = \frac{L_c[\text{cm}]}{L_i \left[\frac{\text{cm}}{\text{pieza}} \right]} \quad (2-27)$$

A continuación, se muestra un ejemplo práctico de aplicación de la metodología anterior.

Ejemplo 2.1. En primer lugar, se supondrá que se deben colocar cerámicas de piso de 33x33 cm sobre una plataforma de hormigón armado (Figura 2-15). El largo a cubrir (L_c) es de 140,5 cm. Se consideran dos corridas de cerámicas para ejemplificar de mejor manera la cubicación de las piezas.

Primero, se hace el cálculo mediante la ecuación (2-27). Se obtiene lo siguiente: $Q = 4,26$ piezas. Dicho valor se redondea al entero menor más próximo, llegando al valor de 4 piezas. Debido

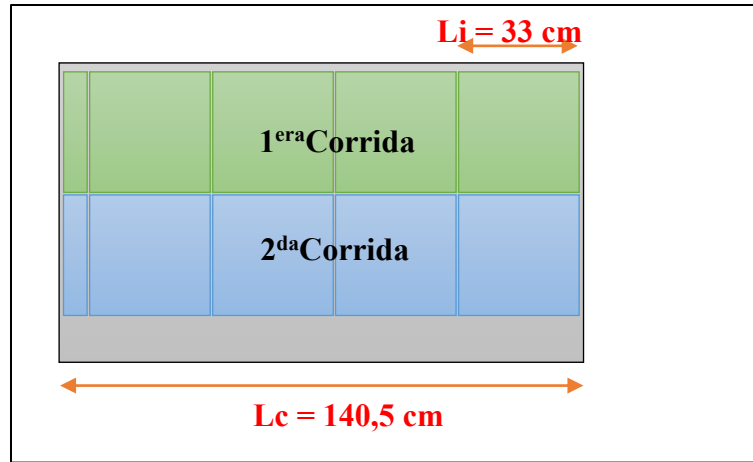
a que se consideran dos corridas, se tienen en total 8 piezas enteras. Después, se deben analizar las singularidades, en donde no se utiliza una pieza completa. Dichos puntos pueden analizarse a partir del uso efectivo que se le da a una pieza completa. Este análisis se efectúa en función de la longitud unitaria requerida (Lur) y la longitud inicial comercial (Li). Estos dos valores se ocupan para obtener un consumo (C) efectivo de la pieza, a partir de la ecuación (2-28).

$$C = \frac{Lur \left[\frac{cm}{pieza} \right]}{Li \left[\frac{cm}{pieza} \right]} \quad (2-28)$$

En el caso del ejemplo, Lur es 6,5 cm, por lo tanto, $C = 0,20$. Es decir, se requiere un 20% de la longitud de la pieza completa para cubrir uno de los puntos singulares. Como se tienen dos corridas, entonces se ocupará un 40% de una pieza, es decir, la cubicación debe agregar 1 pieza adicional, por lo tanto, se tienen 9 piezas de cerámica en total. Suponiendo que las cajas de cerámicas tienen 18 unidades, se utiliza la ecuación (2-29) para calcular el total de cajas ($Qcom$). Redondeando el valor $Qcom$ al entero superior más cercano, se puede calcular el total de cajas para la orden de compra. Para el ejemplo, $Q = 9$ piezas, la productividad de una caja (Pr) es de 18 piezas/caja, por lo tanto, el consumo efectivo de la caja es de un 50%, puesto que se utiliza solamente la mitad de las piezas, sin embargo, para el pedido de materiales se debe adquirir 1 unidad comercial, puesto que se hace el redondeo al entero superior más próximo.

$$Qcom[caja] = \frac{Q[piezas]}{Pr \left[\frac{piezas}{caja} \right]} \quad (2-29)$$

Figura 2-15. Ejemplo 2.1 de cerámica de pisos



2.4.3.3 Cubicación de rollos

Los rollos deben ubicarse, conociendo la longitud inicial comercial (Li) y la altura inicial comercial (Hi). Además, se deben conocer las dimensiones de los cortes, para así obtener la productividad y la cantidad a comprar.

Ejemplo 2.2. Como ejemplo práctico se va a utilizar un rollo de lana de vidrio de 1,2 x 24 m. Esta lana se utiliza como aislación para la tabiquería de la Figura 2-16. El largo unitario (Lu) es de 0,40 m (espaciamiento entre montantes), la altura unitaria (Hu) es de 2,40 m. El largo inicial comercial es de 24 m y la altura inicial comercial es de 1,20 m. Según los requerimientos y las dimensiones disponibles, se calculan los cortes transversales posibles:

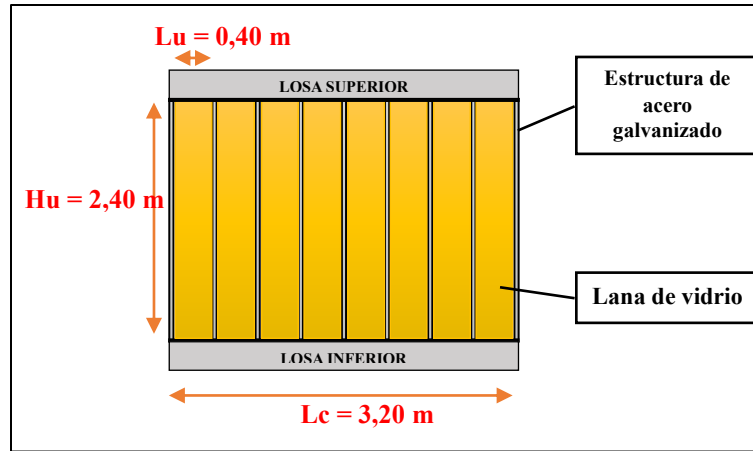
$$Qt[corte] = \frac{Li[m]}{Hu \left[\frac{m}{corte} \right]} \quad (2-30)$$

La división de la ecuación (2-30) se redondea al entero menor más próximo. Se obtienen 10 cortes transversales. Posteriormente, se calculan los cortes longitudinales disponibles, a partir de la ecuación (2-31).

$$Ql[corte] = \frac{Hi[m]}{Lu \left[\frac{m}{corte} \right]} \quad (2-31)$$

La división de la ecuación (2-31) se redondea al entero menor más próximo. Se obtienen 3 cortes longitudinales. Debido a que se tienen 10 cortes transversales y 3 cortes longitudinales, el rollo de lana de vidrio genera 30 cortes unitarios en total, de 0,40 x 2,40 m.

Figura 2-16. Ejemplo 2.2 de lana de vidrio



Posteriormente, según el esquema que se presenta en la Figura 2-16, se ve que son 8 cortes los necesarios para esa tabiquería. Sin embargo, para determinar los cortes de una manera más eficiente, se define el concepto de rendimiento de pared (R_p) el cual indica los cortes requeridos por metro de avance de tabiquería (tabiquería completa, sin vanos). Su unidad de medida es corte/m. Para el ejemplo 2.2, R_p se puede definir como se muestra en la ecuación (2-32), que por cada corte hay 0,40 m de avance de tabiquería.

$$R_p \left[\frac{\text{corte}}{\text{m}} \right] = \frac{1[\text{corte}]}{0,40[\text{m}]} = 2,5 \left[\frac{\text{corte}}{\text{m}} \right] \quad (2-32)$$

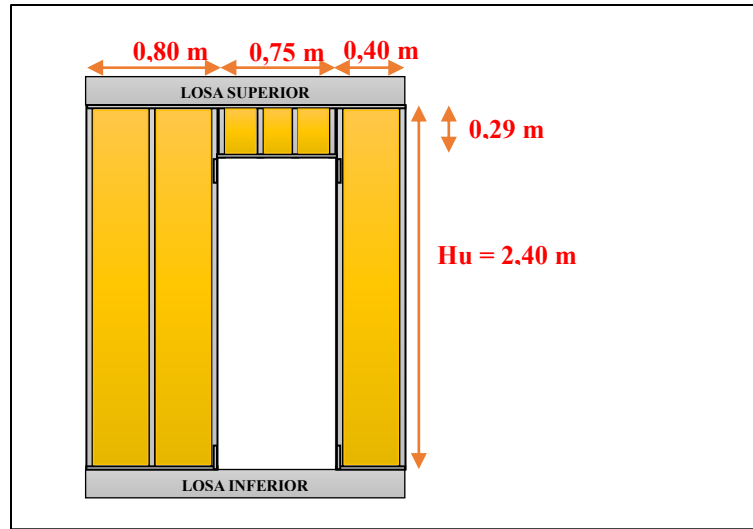
Por lo tanto, ahora se pueden ubicar los cortes que se requieren por metro lineal de avance de tabiquería a partir de la fórmula (2-33).

$$Q[\text{corte}] = R_p \left[\frac{\text{corte}}{\text{m}} \right] * L_c[\text{m}] \quad (2-33)$$

Es decir, bajo las condiciones iniciales, solamente se necesita el largo a cubrir (L_c) para poder obtener los cortes totales de lana de vidrio. Utilizando la ecuación (2-33) para $L_c=3,20 \text{ m}$, se tienen 8 cortes, por lo tanto, sobran 22 cortes.

Con respecto a una zona de vanos, en caso de tener que ubicar la estructura de la Figura 2-17, se deben hacer las mediciones de los paños por separado.

Figura 2-17. Ejemplo 2.2 de lana de vidrio en zona de vano



En primer lugar, se cubican los paños de tabiquería regular (pared completa), los cuales tienen un largo total a cubrir (L_c) de 1,20 m. Usando las ecuaciones (2-32) y (2-33), se obtienen 3 cortes de lana de vidrio.

En la zona del vano se define el concepto de rendimiento de vano (R_v), cuyo cálculo se muestra en la ecuación (2-34). En dicha ecuación se hace una relación entre el área del vano a cubrir y los metros lineales del vano. Esta división se multiplica por la relación entre 1 corte y el área que cubre dicho corte.

Considerando una altura de vano de 0,29 m y una longitud de 0,75 m, se realiza el cálculo en la ecuación (2-35), obteniendo un valor de $R_v = 0,3 \text{ corte/m}$. Es decir, por cada metro lineal de vano que se ejecuta, se utilizan 0,3 cortes de $0,40 \times 2,40 \text{ m}$.

$$R_v \left[\frac{\text{corte}}{\text{m}} \right] = \frac{A_{\text{vano}}[\text{m}^2]}{L_{\text{vano}}[\text{m}]} * \frac{1[\text{corte}]}{0,40[\text{m}] * 2,40[\text{m}]} \quad (2-34)$$

$$R_v \left[\frac{\text{corte}}{\text{m}} \right] = \frac{0,29[\text{m}] * 0,75[\text{m}]}{0,75[\text{m}]} * \frac{1[\text{corte}]}{0,40[\text{m}] * 2,40[\text{m}]} = 0,3 \left[\frac{\text{corte}}{\text{m}} \right] \quad (2-35)$$

Posteriormente, se realiza el cálculo de los cortes necesarios para dicho vano, utilizando la ecuación (2-33). Se obtiene el valor de $Q = 0,23 \text{ cortes}$ (ver ecuación (2-36)).

$$Q[\text{corte}] = 0,3 \left[\frac{\text{corte}}{\text{m}} \right] * 0,75[\text{m}] = 0,23[\text{corte}] \quad (2-36)$$

En base a lo anterior, para el paño de la Figura 2-17, se requieren $Q = 3,23 \text{ cortes}$.

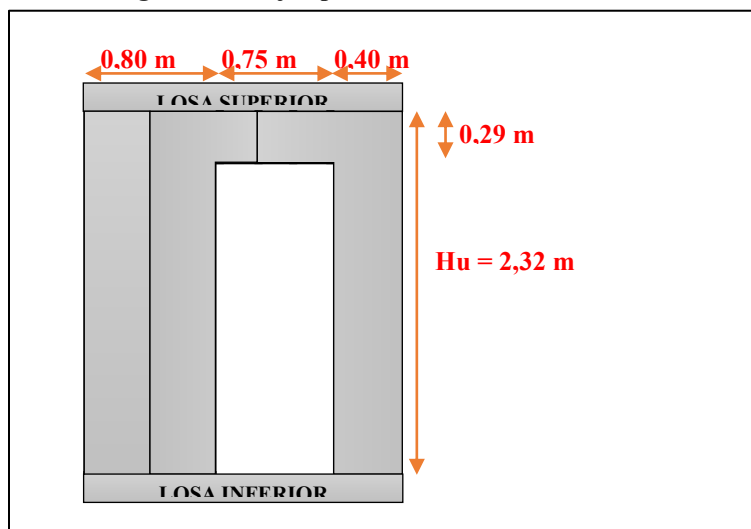
2.4.3.4 Cubicación de cintas

La cubicación de cintas resulta similar a la cubicación de rollos, aunque es ligeramente más simple, puesto que el análisis no involucra áreas, sino más bien, metros lineales. Se debe conocer la longitud inicial comercial (L_i) y la altura inicial comercial (H_i) de la cinta. Además, es necesario considerar que los cortes que se realizan a las cintas son transversales, y la longitud de dichos cortes corresponde a la altura unitaria requerida (H_u). Por lo tanto, para el cálculo de los cortes se va a utilizar la ecuación (2-30).

La función de las cintas es la de cubrir las uniones entre las placas, ya sean de yeso cartón, fibrocemento o de Poligyp. Para la explicación de la metodología de cubicación, se presenta un ejemplo a continuación.

Ejemplo 2.3. Se presenta la Figura 2-18, la cual muestra tres placas de yeso cartón posicionadas sobre un entramado de perfilería de acero galvanizado, en una zona de vano y otra de pared. La cinta que se utiliza es la cinta Joint Gard, la cual posee dimensiones comerciales de 0,1 x 45 m, es decir, el largo comercial inicial es de 45 m. Por simple inspección, se requieren tapar dos uniones entre placas. La primera, es la unión de la placa rectangular con la placa en L izquierda; la segunda, es la unión sobre el dintel entre ambas placas en L. La altura unitaria (H_u) se considera de 2,32 m.

Figura 2-18. Ejemplo 2.3 de cubicación de cintas



En primer lugar, se calculan los cortes transversales posibles. Se muestra el cálculo en la ecuación (2-37). El resultado se redondea al entero menor más próximo, obteniendo así 19 cortes.

$$Qt[corte] = \frac{45[m]}{2,32 \left[\frac{m}{corte} \right]} = 19,40 \rightarrow 19[cortes] \quad (2-37)$$

Posteriormente, tal y como se desarrolla para el caso de la cubicación de la lana de vidrio, se calculan los valores del rendimiento en pared (Rp) y del rendimiento en vano (Rv). En el caso del Rp, el valor es la cantidad de cortes de cinta de 2,32 m por cada unión de placa (ver ecuación (2-38)).

$$Rp \left[\frac{corte}{upl} \right] = \frac{1[corte]}{1[upl]} = 1 \left[\frac{corte}{upl} \right] \quad (2-38)$$

Con respecto al vano, el rendimiento en vano (Rv) se puede expresar como se muestra en la ecuación (2-39). Se obtiene que, por cada unión en un dintel de 0,29 m de altura, se utilizan 0,13 cortes de 2,32 m.

$$Rv \left[\frac{corte}{upl} \right] = \frac{Hupl[m]}{1[upl]} * \frac{1[corte]}{2,32[m]} = \frac{0,29[m]}{1[upl]} * \frac{1[corte]}{2,32[m]} = 0,13 \left[\frac{corte}{upl} \right] \quad (2-39)$$

Finalmente, se calculan los cortes totales (ver ecuación (2-40)).

$$Q[corte] = Rp \left[\frac{corte}{upl} \right] * 1[upl] + Rv \left[\frac{corte}{upl} \right] * 1[upl] = 1,13[corte] \quad (2-40)$$

Es decir, se requiere 1 corte de 2,32 m para la unión de las placas de la pared y 0,13 de corte de 2,32 m para la unión de las placas en el dintel.

2.4.3.5 Cubicación de sacos

Para la cubicación de los sacos se debe contar con el rendimiento que ofrece la ficha técnica del producto, el cual se mide en kilogramos de producto por metros cuadrados de partida. Aquello indica que, teniendo la cubicación de la superficie a aplicar, se pueden calcular los kilogramos de producto que se necesitan. Se debe hacer un hincapié en los sacos de adhesivo para cerámica, puesto que estos productos tienen un rendimiento definido en los kilogramos de producto por los metros cuadrados en donde se debe aplicar y, además, por los milímetros de espesor que tendrá la carga de adhesivo.

En base a lo anterior, se va a analizar la cubicación de sacos de productos como **Volcafix**, **yesso**, **impermeabilizante** y **fragüe** en un grupo A; y los sacos de **adhesivo para cerámica** en un grupo B.

En primer lugar, respecto al grupo A, la cubicación es simple, puesto que se cuenta con una ficha técnica del producto, la cual otorga el rendimiento (R) en kilogramos de producto por metros cuadrados. Por lo tanto, se debe cubicar una superficie (L x H) en donde se aplica dicho producto, para así obtener la cantidad (Q) de kilogramos requeridos del mismo. En la ecuación (2-41) se muestra la fórmula general para este tipo de productos.

$$Q[kg] = R \left[\frac{kg}{m^2} \right] * L[m] * H[m] \quad (2-41)$$

En segundo término, para la cubicación de adhesivo DA para cerámica de piso (grupo B), es importante considerar el área de las losetas de cerámica y el espesor de la carga de adhesivo (e), el cual se mide en milímetros. Por lo tanto, la fórmula general para este tipo de cubicaciones se presenta en la ecuación (2-42).

$$Q[kg] = R \left[\frac{kg}{m^2 * mm} \right] * Li[m] * Hi[m] * e[mm] \quad (2-42)$$

Con respecto a la ecuación (2-42), se debe aclarar que Li es el largo inicial de la pieza de cerámica y Hi es el ancho inicial, por lo tanto, para obtener la superficie total de las losetas de cerámica se debe multiplicar la superficie unitaria (Li x Hi) por la cantidad total de piezas.

2.4.3.6 Cubicación de tinetas

La cubicación de tinetas se puede dividir en dos grupos, uno A y otro B. El grupo A comprende productos cuyo rendimiento es en galones por metro cuadrado, como lo es la **pintura de esmalte al agua blanco**. Por otra parte, el grupo B posee rendimientos en kilogramos por metro cuadrado, como son las tinetas de **punto adherente de yeso** y de **adhesivo cerámico para paredes**.

Para la cubicación del grupo A se debe contar con el rendimiento R y la superficie (L x H) a revestir por dicho producto. A continuación, se presenta la ecuación (2-43) para la cubicación de este tipo de elementos.

$$Q[gal] = R \left[\frac{gal}{m^2} \right] * L[m] * H[m] \quad (2-43)$$

Con respecto a las **pinturas**, se debe verificar que el rendimiento corresponde para una cantidad de manos de pintura determinada, ya que, en el caso de que dicho rendimiento esté considerado para una mano, se tendrá que multiplicar por la cantidad de manos que esté especificada en el proyecto.

2.5 Optimización de recursos

En primer lugar, se debe definir el concepto de optimización. Desde el punto de vista matemático, optimización es “una parte de la matemática que se ocupa del estudio de los problemas de decisión, con el fin de determinar, entre las diferentes posibles alternativas, aquella que resulta mejor respecto de objetivos preestablecidos” (Flores-Bazán, 2011).

En segundo término, desde una perspectiva empresarial, la optimización de recursos “se refiere a la gestión eficiente y efectiva de los recursos disponibles de una empresa, a través del conjunto de procesos y métodos, con el fin de hacer coincidir los recursos disponibles [...] con las necesidades de la organización” (SAPIMSA PERÚ, 2024). Asimismo, en conjunto con la definición anterior, se puede especificar aún más el concepto de optimizar, considerando que, para llevar a cabo una optimización de recursos, se debe utilizar cada uno de estos según la cantidad que corresponda, sin necesidad de excederse en su uso. De esa manera, se logra una mejora en la productividad de una empresa (Billin, s.f.).

2.5.1 Optimización de recursos materiales

La optimización de recursos materiales busca mejorar la productividad de una determinada partida, a través del manejo eficiente de sus recursos. La gestión eficiente de los recursos permite disminuir el uso de estos, sin mermar en la calidad de la ejecución de las actividades. Por lo tanto, manteniendo la producción como una constante y disminuyendo los recursos utilizados, se logra un aumento en la productividad. Por otro lado, el proceso de la optimización de materiales consiste en desarrollar una cubicación lo más eficientemente posible, es decir, se minimizan los recursos, dentro de lo posible, obteniendo así la cantidad optimizada, pudiendo ser elementos unidimensionales, bidimensionales y misceláneos. Para los dos primeros, se tienen que realizar cortes que minimicen el desperdicio de material. Según Rivero et al. (2005), el desperdicio está asociado a un costo directo, el cual se minimiza con patrones de corte eficientes.

2.5.2 Optimización de elementos unidimensionales

En este apartado se presenta la propuesta de la metodología de optimización para los elementos unidimensionales. A continuación, se definen los conceptos que se utilizan.

- **Conceptos cualitativos:** F (fila en la tabla), Sc (sector del departamento), Ubi (ubicación colindante al sector considerado), Z (zona o posición del elemento), Ct (número de corte), ID (código del corte), pID (ID del corte al cual pertenece el despunte) y uD (consulta sobre la utilización del despunte).
- **Conceptos cuantitativos:** Li (largo inicial comercial), Lu (largo unitario del corte), Lc (largo a cubrir por los cortes), e (espaciamiento de los cortes), Qi (cantidad inicial de cortes), ad

(cantidad adicional de cortes), Qf (cantidad final de cortes), Pr (productividad de una tira comercial), K (cociente de la división entre los cortes y la productividad. Se usa para calcular el largo unitario útil), Lut (largo unitario útil de una tira comercial), Lud (largo unitario del despunte) y Qcom (cantidad comercial que se debe comprar).

En la Tabla 2-3 se muestra a la propuesta de la planilla de optimización para los elementos unidimensionales. Su uso se explica en la Figura 2-19. Dicha figura muestra el proceso de una fila de la Tabla 2-3, en donde se deben ingresar los datos iniciales de identificación, tales como: nombre de la partida, elemento que se está optimizando, materialidad del elemento, dimensiones, etc. Además, se deben ingresar datos cualitativos, como son: Sc, Ubi, Z, el número de corte y su ID. Posteriormente, en base a las mediciones de los planos, se obtienen los valores: Lu, Lc y e.

Con respecto a los cálculos de la Figura 2-19, el primero de ellos es la cantidad de cortes totales (Q[c]), la cual corresponde al cociente de la división entre el Lc (dividiendo) y e (divisor). Este valor se redondea al entero superior más próximo y se le suma 1, obteniendo Qi. Después, en función del tipo de elemento que se esté optimizando, se pueden agregar cortes adicionales (ad), los cuales están en función del tipo de estructuración. Particularmente, dentro de la planilla, **ad** corresponde a la suma de #M, #R, #L y #T; siendo los significados de estas letras: muro, remate, encuentro en L y encuentro en T, respectivamente. De esta manera, se obtiene el valor Qf a partir de la suma entre **Qi** y **ad**. De manera subsiguiente, se calcula Pr, como el cociente de la división entre Li y Lu. Este valor se redondea al entero inferior más próximo, con el objetivo de obtener la producción real de cortes de cada unidad de tira comercial.

Se prosigue calculando K, el cual es el cociente de la división entre la cantidad de cortes (Q) y la Pr. K se utiliza para calcular Lut. Existen dos casos posibles para aplicar el valor K, el primero de ellos corresponde a $K \geq 1$. En dicho caso, se hace el producto que se muestra en la ecuación (2-44).

$$Lut[m] = Lu \left[\frac{m}{c} \right] \times Pr \left[\frac{c}{u} \right] \times 1[u] \quad (2-44)$$

Por otra parte, en caso de tener un valor $K < 1$, se utiliza la ecuación (2-45).

$$Lut[m] = Lu \left[\frac{m}{c} \right] \times Pr \left[\frac{c}{u} \right] \times K[u] \quad (2-45)$$

Las ecuaciones anteriores, indican dos casos, por una parte, en la ecuación (2-44) se muestra la situación en la que se necesita una o más unidades de tiras comerciales, por lo tanto, se debe analizar el caso de una tira (1[u]). Por otra parte, la ecuación (2-45) corresponde al caso en que, a partir de una tira comercial, se pueden obtener varios cortes de longitudes unitarias.

Posteriormente, se calcula el largo unitario del despunte ($Lud[m]$) como la diferencia entre el largo inicial comercial y el largo unitario útil.

Finalmente, se calcula $Qcom$, por lo cual, se plantean dos casos: si los cortes se obtienen a partir de una tira comercial inalterada ($pID=0$), o si los cortes provienen de un despunte (en cuyo caso $Qcom=0$, puesto que se están utilizando despoints). En caso de que los cortes provengan de una tira comercial inalterada, se calcula $Qcom$ como el cociente de la división entre Qf y Pr . Lo anterior se redondea al entero superior más próximo.

El flujograma de la Figura 2-19 muestra el funcionamiento de una fila de la planilla de optimización de elementos unidimensionales. El proceso de decisión entre la elección de una tira comercial inalterada o de un despunte de algún corte anterior se muestra en la Figura 2-20. Dicho flujograma inicia definiendo las variables pID_F y Li_F , las cuales indican el corte al cual pertenece el despunte que podría usarse en esta fila y el largo inicial a utilizar (puede ser comercial o un despunte), respectivamente. Después, se calcula el largo total ($Lt_F[m]$) de los cortes, según los largos unitarios y la cantidad total de cortes. Posteriormente, se busca algún largo unitario de despunte que sea mayor o igual al largo total. En caso de hallar uno, se comprueba si este despunte ya ha sido asignado ($uD_{F-1}=OK$) o si está aún disponible ($uD_{F-1}=NO$). En caso de estar disponible aún, se determina que el largo inicial a utilizar (Li_F) es igual al largo unitario del despunte de dicho corte (Lud_{F-1}). Posteriormente, se asigna a pID_F el valor de la posición de la fila al cual pertenece el despunte ($pID_F=Ct_{F-1}$). En caso de no haber un largo unitario de despunte o de no haber disponibilidad de algún despunte requerido, se utiliza un largo de formato comercial como largo inicial a utilizar. Notar que se utiliza el subíndice **F** al referirse a un concepto de la fila actual, y se usa el subíndice **F-1** para un concepto de una fila anterior.

Tabla 2-3. Propuesta de planilla de optimización de elementos unidimensionales

Partida																			
Elemento																			
Material				Tipo								Dimensiones							
F	Sc	Ubi	Z	Li	Ct	ID	pID	Lu	Lc	e	Qi	ad	Qf	Pr	K	Lut	Lud	Qcom	uD
				[m/u]				[m/c]	[m]	[m]	[c]	[c]	[c]	[c/u]	[u]	[m]	[m]	[u]	

Figura 2-19. Flujograma de una fila de la planilla de optimización de elementos unidimensionales

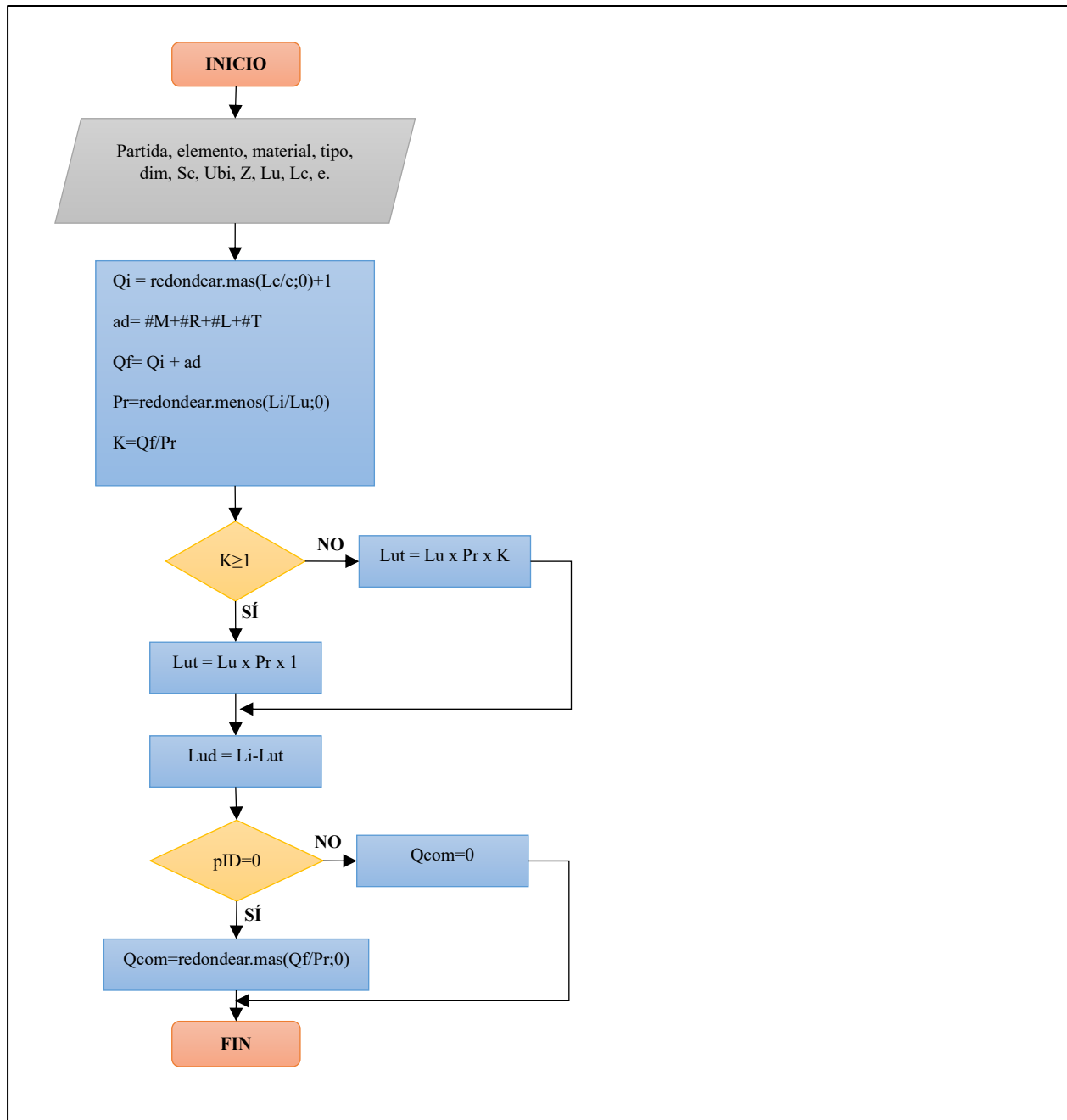
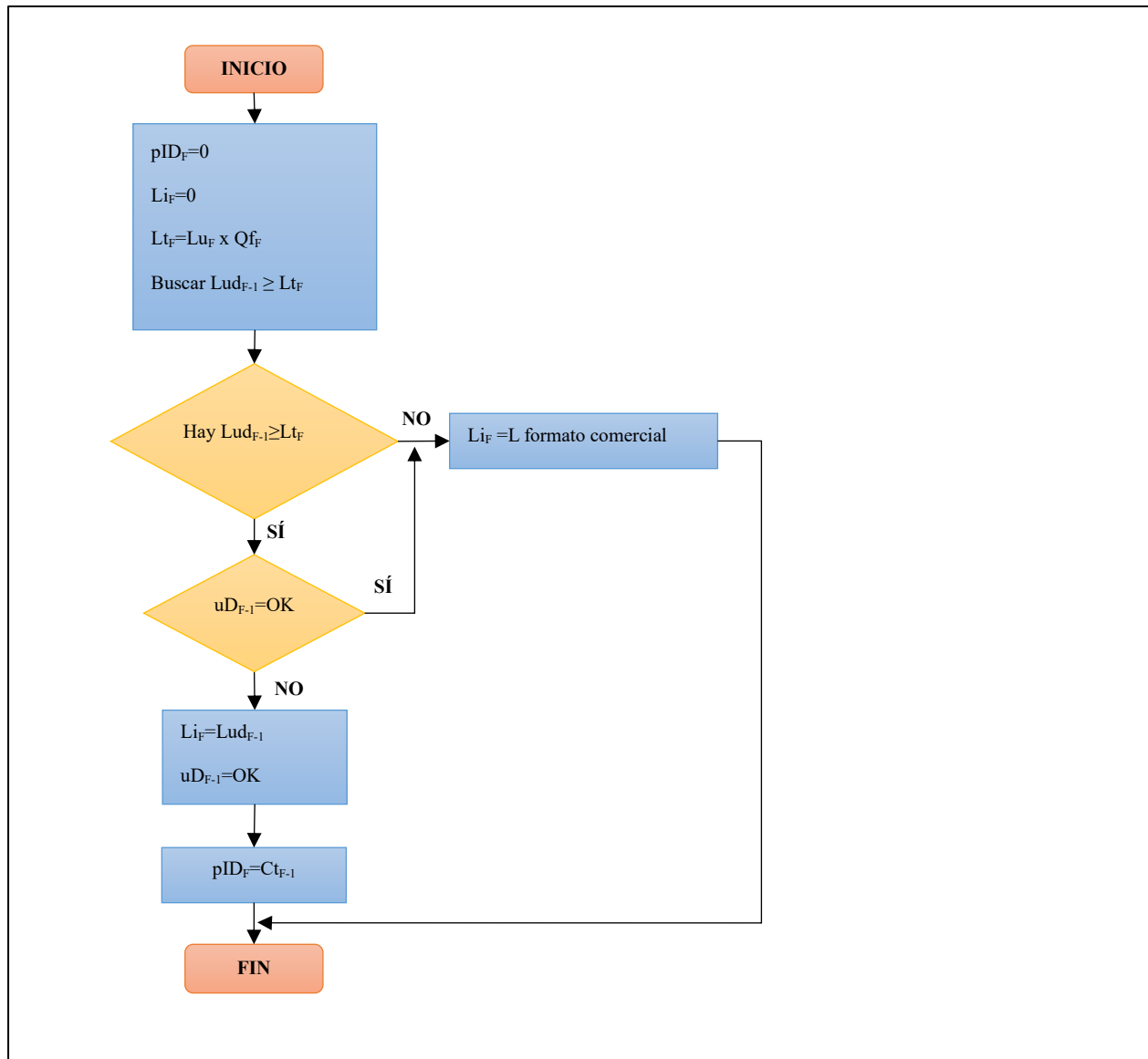


Figura 2-20. Flujograma del proceso de decisión de tiras unidimensionales



2.5.3 Optimización de elementos bidimensionales

En este apartado se presenta la metodología de optimización para los elementos bidimensionales. A continuación, se definen los conceptos a utilizar.

- **Conceptos cualitativos:** pID (es el ID del corte al cual pertenece del despunte).
- **Conceptos cuantitativos:** Li (largo inicial comercial de la placa), Hi (altura inicial comercial de la placa), Lu (largo unitario del corte), Hu (altura unitaria del corte), Au (superficie unitaria del corte), Lc (largo a cubrir por los cortes de las placas), Q (cantidad de cortes de placas), Pr

(productividad de una placa comercial. Corresponde a los cortes efectivos a partir de una placa comercial), K (cociente de la división entre la cantidad de cortes y la productividad de una placa comercial. Se utiliza para calcular el largo unitario útil de las zonas de **Pared**), Lut (largo unitario útil de una placa comercial), Hut (altura unitaria útil de una placa comercial), Lud (largo unitario del despunte de una placa), Hud (altura unitaria del despunte de una placa) y Aud (superficie unitaria del despunte de una placa).

Se presenta la planilla de optimización de los elementos bidimensionales en la Tabla 2-4. El cálculo de una fila se muestra en el diagrama de flujo de la Figura 2-21. Se proponen dos procesos. El proceso de la izquierda involucra la colocación de placas de una altura constante (zona = pared) y de un largo variable, por lo tanto, el análisis se basa en la teoría de los elementos unidimensionales. En segundo término, el proceso de la derecha corresponde a zonas de vanos, en donde el análisis de los cortes se hace de manera bidimensional. Se debe hacer un esquema de los cortes para así visualizar y cuantificar sus medidas dentro de una placa determinada. En función de lo anterior, se definen los valores: Lu y Hu, para calcular Au. A partir de un corte se pueden obtener cortes adicionales, los cuales presentan formas que no son necesariamente rectangulares (Aut), por lo tanto, se hace una diferencia de áreas, entre el área del primer corte (Au) y el área del corte de despunte (Aud), para así obtener el área útil (Aut) (ver ecuación (2-46)).

$$Aut = Au - Aud \quad (2-46)$$

El proceso de decisión entre una placa comercial inalterada y un despunte de un corte de una placa se presenta en la Figura 2-22. El diagrama de flujo inicia definiendo las variables pID_F, Li_F y Hi_F, las cuales corresponden al corte al cual pertenece el despunte que podría usarse en esta fila, el largo inicial a utilizar y la altura inicial a utilizar (estas dos últimas pueden provenir de un despunte o de una placa comercial inalterada). Posteriormente, se buscan despunte de placas que posean su largo unitario de despunte y su altura unitaria de despunte, mayores o iguales al largo unitario requerido y a la altura unitaria requerida, respectivamente. En caso de encontrar un despunte que satisfaga dichas condiciones, se verifica que no esté en uso (uD_{F-1}=NO) y, posteriormente, se asignan los valores unitarios de despunte (Lud_{F-1} y Hud_{F-1}) a los valores iniciales (Li_F y Hi_F). Después, se asigna a uD_{F-1}=OK (puesto que ya está siendo usado) y se asigna pID_F=F-1 (se coloca el número de fila al cual pertenece el despunte). Por otro lado, en caso de no encontrar un despunte que cumpla las condiciones requeridas o de no estar disponible, se utiliza una placa comercial inalterada.

Tabla 2-4. Propuesta de planilla de optimización de elementos bidimensionales

Partida																			
Elemento																			
Material				Tipo								Dimensiones							
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	ID	pID	Lu	Hu	Au	Lc	Q	Pr	Lut	Hut	Lud	Hud	Aud	Qcom
				[m/u]	[m/u]			[m/c]	[m/c]	[m ² /c]	[m]	[c]	[c/u]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	[u]

Figura 2-21. Flujograma de una fila de la planilla de optimización de elementos bidimensionales

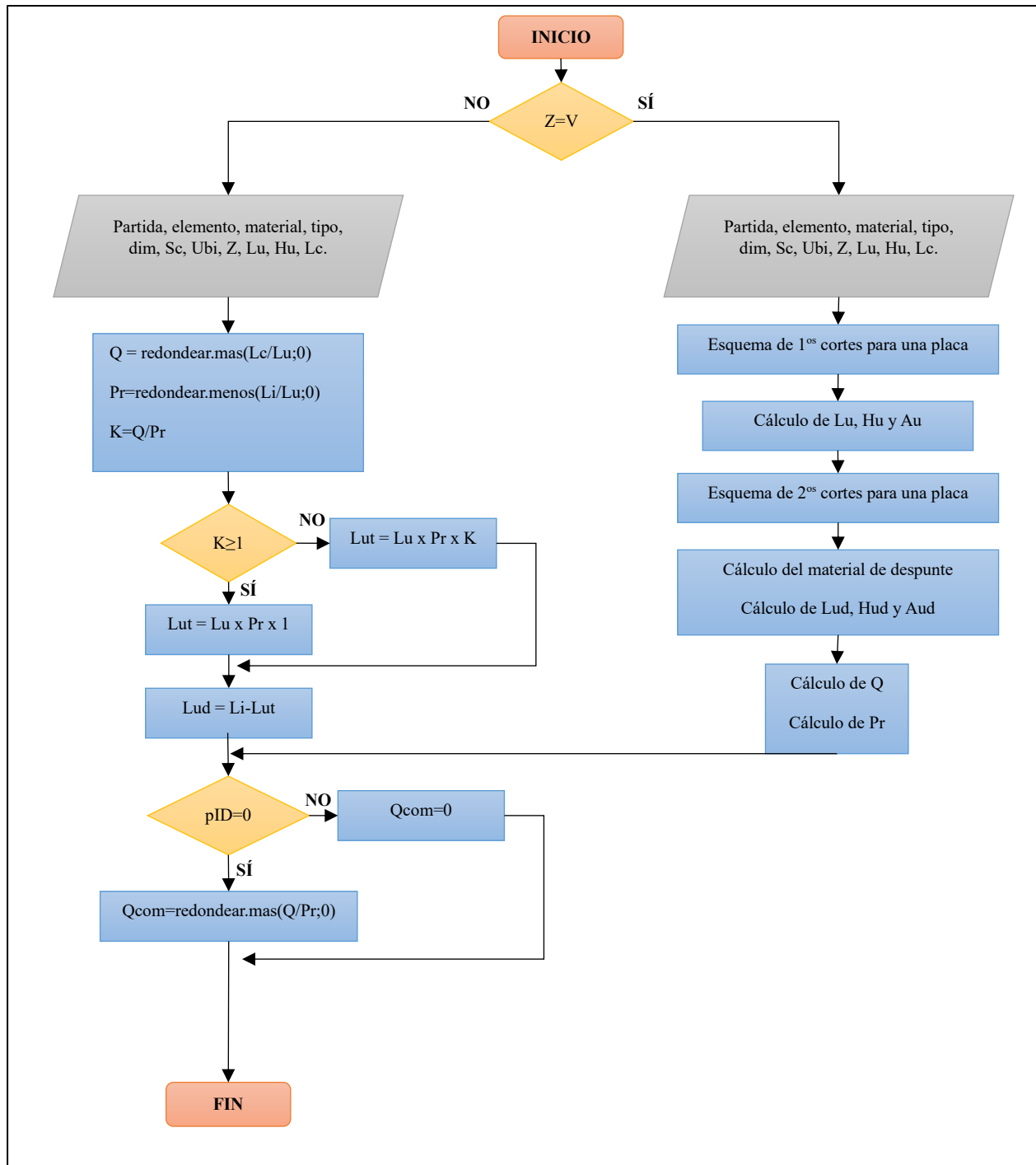
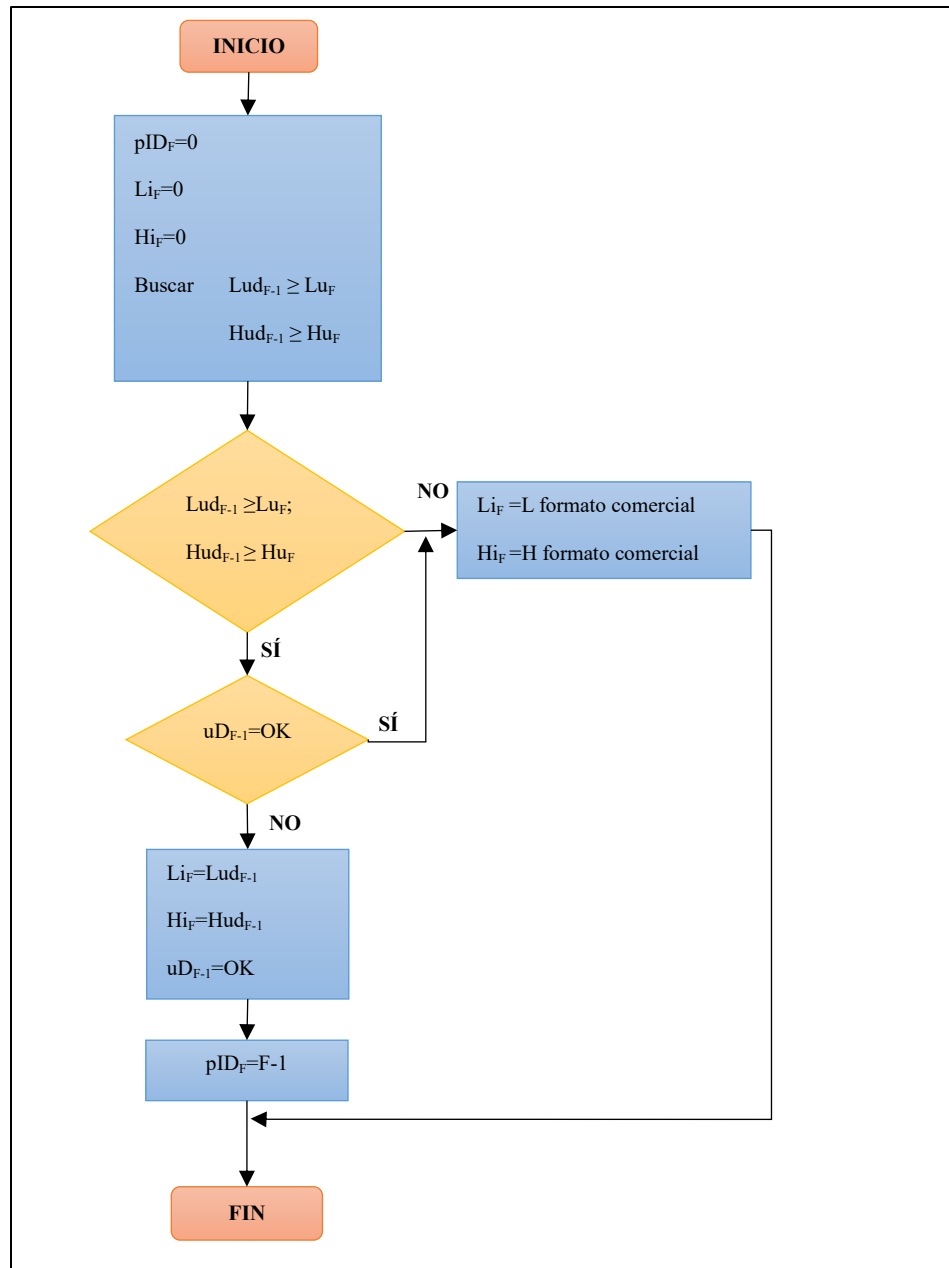


Figura 2-22. Flujograma del proceso de decisión de placas comerciales



2.5.4 Optimización de elementos misceláneos

Para la metodología de optimización de elementos misceláneos, se proponen algunos conceptos adicionales, los cuales se explican a continuación:

- **Conceptos cualitativos:** Uni (unidad de medida del producto), N (número de producto que se está utilizando).

- **Conceptos cuantitativos:** Qd (cantidad del producto disponible para su utilización), Pr (productividad), R (rendimiento), Qp (producción), Lc (largo a cubrir), Qr (cantidad requerida), Lu (largo unitario), Hu (altura unitaria), At (área total), Rqi (cantidad requerida inicial), Rqf (cantidad requerida final) y Sob (cantidad sobrante).

Se presentan tres tipos de elementos: **elementos misceláneos A**, para las piezas de cerámica, **elementos misceláneos B**, para los rollos y las cintas, y, por último, los **elementos misceláneos C**, a los elementos que se miden en kilogramos o en galones, los cuales corresponden a los de faenas húmedas (sacos y tinetas).

2.5.4.1 Elementos misceláneos A

Los elementos misceláneos A comprenden las piezas de cerámica, las cuales se miden en unidades de cortes. La planilla de optimización para estos elementos se presenta en la Tabla 2-5. El proceso de cálculo de la planilla se muestra en el flujograma de la Figura 2-23.

Primero, se ingresan los datos correspondientes al elemento misceláneo a optimizar. Posteriormente, se designa el número de fila (F) como 1. Después, se iguala la cantidad disponible (Qd) a la cantidad inicial comercial (Qi), es decir, la cantidad disponible es igual a los elementos iniciales disponibles inalterados que han sido adquiridos (piezas de cerámica totales dentro de una caja). Además, se designa a N como 1, puesto que se está trabajando con la primera caja de cerámica. De manera subsiguiente, se designa a $pID_F = 0$.

En segundo término, se consulta si se está trabajando en la primera fila (**1^{er} condicional: $F=1$**) o no. En caso de estar en la primera fila, se calcula la cantidad requerida de esta fila (Q_{rF}) como el cociente de la división entre Lc y Li, cuyo resultado se redondea al entero inferior más próximo, ya que, se deben analizar las piezas enteras que caben para luego determinar las piezas cortadas. Se procede con el cálculo del área total requerido en la fila (A_{tF}) como el producto de la cantidad requerida por las dimensiones unitarias de la pieza necesaria ($L_{uF} \times H_{uF}$). Después, se calcula la cantidad requerida inicial de la fila F (R_{qiF}) como el cociente de la división de A_{tF} y de la superficie de la pieza de cerámica inicial ($L_i \times H_i$), redondeándose este valor hacia arriba a la centésima. Ahora bien, volviendo al **1^{er} condicional de $F=1$** y considerando que **no** se está trabajando en la primera fila, entonces se debe buscar alguna pieza que posea un largo y una altura unitarios, mayores al largo unitario requerido (L_{uF}) y a la altura unitaria requerida (H_{uF}), respectivamente, además de verificar de que existan piezas sobrantes de esas características ($Sob_X > 0$). Según lo anterior y considerando el **2^{do} condicional** como afirmativo, se iguala $pID_F = ID_X$, y se iguala la cantidad disponible actual (Q_{dF}) al sobrante de la fila en cuestión (Sob_X). Posteriormente, se calcula la cantidad requerida como el cociente de la división entre Lc y Li, y se redondea al entero menor más próximo. Después, se calcula el área total como el producto entre la cantidad requerida y la superficie unitaria de la pieza requerida ($L_{uF} \times H_{uF}$). Por otra parte, en caso

de que el **2^{do} condicional** sea negativo, entonces se va al **3^{er} condicional**, el cual verifica que la cantidad sobrante de la fila anterior sea mayor a cero ($Sob_{F-1} > 0$). En caso de existir una cantidad sobrante, entonces la cantidad disponible actual (Qd_F) se iguala a la cantidad del sobrante, sin embargo, si no existe una cantidad sobrante, entonces la cantidad disponible actual (Qd_F) se iguala a la cantidad inicial comercial (Qi) y al valor N se le suma 1 unidad ($N=N+1$). Esto significa que se va a utilizar otra caja de cerámica, por lo tanto, la cantidad disponible es igual al total disponible de una caja y a N se le adiciona 1. Posteriormente, sea cual fuere el resultado del **3^{er} condicional**, se prosigue con el cálculo de Qr_F como el cociente de la división entre Lc y Li , redondeando este valor al entero menor más próximo, y posteriormente, se calcula At como el producto entre Qr_F , Lu_F y Hu_F .

A continuación, se prosigue con el **4^{to} condicional**, el cual consulta si la cantidad pendiente de la fila anterior es cero ($Rqf_{F-1}=0$). En caso, de existir una cantidad pendiente (NO), la cantidad requerida inicial actual (Rqi_F) es igual a la cantidad pendiente de la fila anterior (Rqf_{F-1}), por lo tanto, se debe ocupar el producto actual en la cantidad requerida que está pendiente de la fila anterior. Por el contrario, si no existe ninguna cantidad pendiente (SÍ), la cantidad requerida inicial se calcula como el cociente de la división entre At_F y el producto entre Li y Hi , redondeando este valor hacia arriba a la centésima.

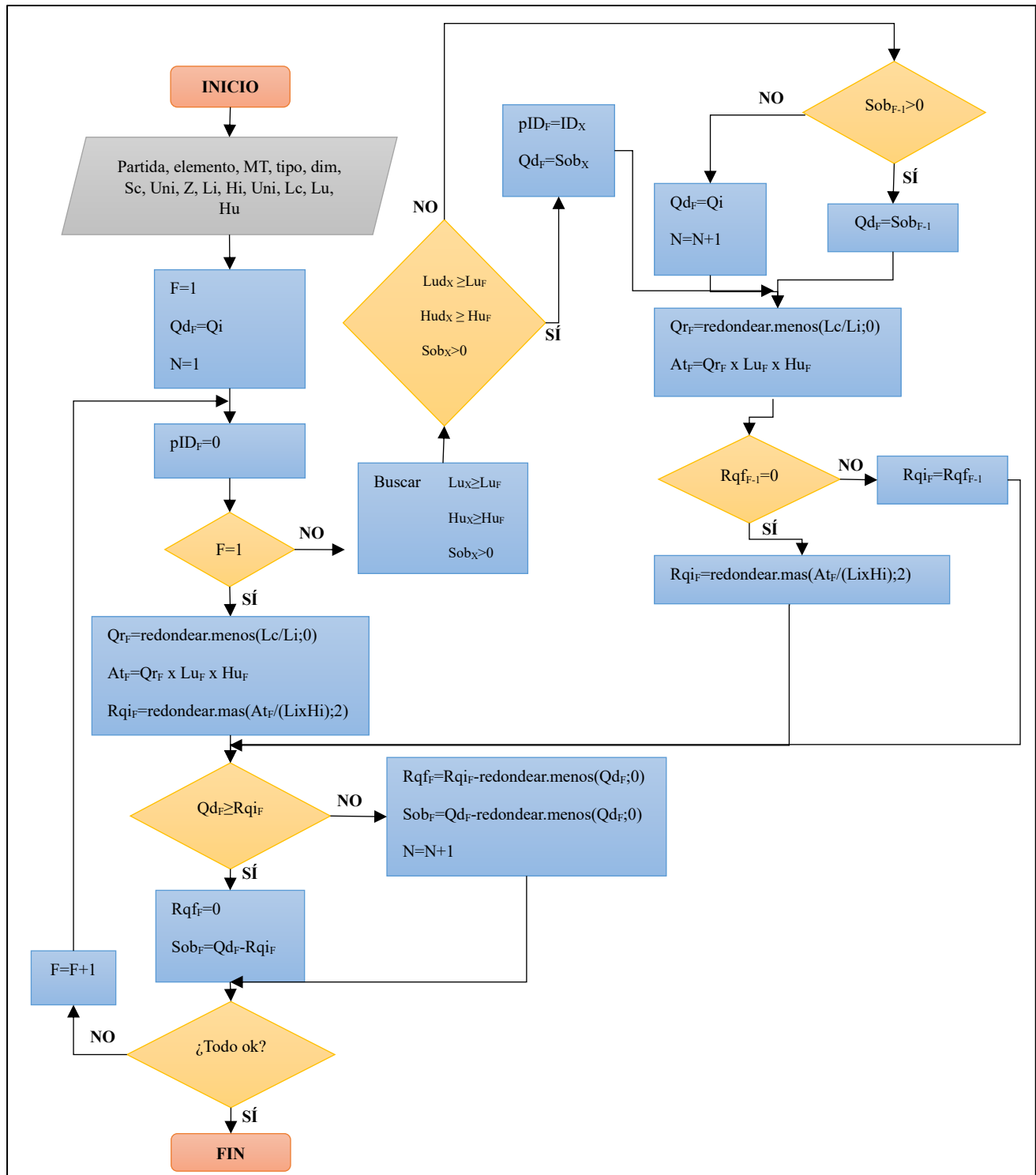
Posteriormente, se continúa con el **5^{to} condicional**, el cual verifica que la cantidad disponible actual (Qd_F) sea mayor a la cantidad requerida inicial (Rqi_F), en cuyo caso, se iguala la cantidad requerida final a cero ($Rqf_F=0$), puesto que no existe ninguna cantidad pendiente, sino más bien, una cantidad sobrante, la cual es igual a la diferencia entre la cantidad disponible actual y la cantidad requerida actual ($Sob_F=Qd_F-Rqi_F$). Si la condición anterior es negativa implica que la cantidad disponible no es mayor que la cantidad requerida, por lo tanto, la cantidad requerida final es la diferencia entre la cantidad requerida inicial y el valor de Qd redondeado al entero inferior más próximo, además, el sobrante corresponde a la diferencia entre Qd y el valor de Qd redondeado al entero inferior más próximo. Se utiliza el valor de Qd redondeado al entero inferior más cercano, ya que, en caso de que Qd sea un número decimal, interesa utilizar en los cálculos su parte entera, para así dejar de sobrante la parte decimal para cortes especiales. Después, se le suma 1 a N .

Finalmente, el **6^{to} condicional** consulta acerca de la decisión de terminar con la optimización o de seguir (SÍ y NO, respectivamente). En caso de ser negativo, se continúa con la optimización, sumando 1 unidad a F . En cambio, si es positivo, se finaliza con el flujo de trabajo.

Tabla 2-5. Propuesta de planilla de optimización de elementos misceláneos A

Partida																			
Elemento																			
Material		Tipo										Dimensiones							
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	Pr	N	ID	pID	Lc	Qr	Lu	Hu	At	Rqi	Rqf	Sob
				[cm]	[cm]	u	[c]	[c/u]				[cm]	[u]	[cm]	[cm]	[cm ²]	[u]	[u]	[u]

Figura 2-23. Flujograma de la planilla de optimización de elementos misceláneos A



2.5.4.2 Elementos misceláneos B

Los elementos misceláneos B comprenden los elementos que se venden en rollos y cintas. Estos se miden en unidades de cortes. La propuesta de la planilla de optimización para estos elementos se divide en dos modelos de tablas. Por una parte, está la Tabla 2-6 para elementos que se venden en rollos, como la lana de vidrio. Por otra parte, está la Tabla 2-7, para elementos que se distribuyen en cintas. Es importante mencionar que para el cálculo de los cortes requeridos (Q_r), se multiplica el rendimiento (R) por la producción (Q_p), la cual puede ser el largo a cubrir o las juntas entre placas. Para el caso de los rollos, el rendimiento se mide en cortes/m, lo cual significa que, por cada metro lineal de producción, se requerirá una cierta cantidad de cortes. Por otro lado, para el caso de las cintas, el rendimiento se mide en cortes/upl, lo cual significa que por cada unión de placa (upl) habrá una cierta cantidad de cortes. Los procesos de cálculo de las planillas de rollos y de cintas se presentan en la Figura 2-24.

El primer paso consiste en ingresar los datos correspondientes al elemento misceláneo a optimizar. Posteriormente, se designa el número de fila (F) como 1. Después, se iguala la cantidad disponible (Q_{dF}) a la cantidad inicial comercial (Q_i), es decir, la cantidad disponible es igual a los elementos iniciales disponibles inalterados que han sido adquiridos (cortes de rollos o de cintas). Además, se designa a N como 1, puesto que se está trabajando con el primer elemento.

En segundo término, se consulta si se está trabajando en la primera fila (**1^{er} condicional: $F=1$**) o no. En caso de estar en la primera fila, se calcula la cantidad requerida de esta fila (Q_{rF}) como el producto entre el rendimiento (R_F) y la producción (Q_{pF}). Se procede con el cálculo del área total requerido en la fila (A_{tF}) como el producto de la cantidad requerida (Q_{rF}) por las dimensiones unitarias ($L_{uF} \times H_{uF}$). Después, se iguala la cantidad requerida inicial de la fila F (R_{qiF}) a la cantidad requerida de la fila (Q_{rF}).

Ahora bien, volviendo al **1^{er} condicional** de $F=1$ y considerando que **no** se está trabajando en la primera fila, entonces se debe ir al **2^{do} condicional**, el cual verifica que la cantidad sobrante de la fila anterior sea mayor a cero ($Sob_{F-1} > 0$). En caso de existir una cantidad sobrante, entonces la cantidad disponible actual (Q_{dF}) se iguala a la cantidad del sobrante (Sob_{F-1}), sin embargo, si no existe una cantidad sobrante, entonces la cantidad disponible actual (Q_{dF}) se iguala a la cantidad inicial comercial (Q_i) y al valor N se le suma 1 unidad ($N=N+1$). Esto, significa que se va a utilizar un nuevo elemento, por lo tanto, la cantidad disponible es igual al total disponible de cortes en un formato comercial y a N se le adiciona 1. Posteriormente, sea cual fuere el resultado del **2^{do} condicional**, se prosigue con el cálculo de Q_{rF} como el producto entre el rendimiento (R_F) y la producción (Q_{pF}), posteriormente, se calcula A_{tF} , como el producto entre Q_{rF} , L_{uF} y H_{uF} .

A continuación, se prosigue con el **3^{er} condicional**, el cual consulta si la cantidad pendiente de la fila anterior es cero ($R_{qf_{F-1}}=0$). En caso de existir una cantidad pendiente (NO), entonces la

cantidad requerida inicial actual (R_{qiF}) es igual a la cantidad pendiente de la fila anterior ($R_{qf_{F-1}}$), por lo tanto, se debe ocupar el producto actual en la cantidad requerida que está pendiente de la fila anterior. Por el contrario, si no existe ninguna cantidad pendiente (SÍ), entonces la cantidad requerida inicial (R_{qiF}) es igual a la cantidad requerida de la fila (Q_{rF}).

Posteriormente, se continúa con el **4^{to} condicional**, el cual verifica que la cantidad disponible actual (Q_{dF}) sea mayor a la cantidad requerida inicial (R_{qiF}), en cuyo caso, se iguala la cantidad requerida final a cero ($R_{qfF}=0$), puesto que no existe una cantidad pendiente, sino más bien, una cantidad sobrante, la cual es igual a la diferencia entre la cantidad disponible actual y la cantidad requerida actual ($Sob_F=Q_{dF}-R_{qiF}$). En cambio, si la condición anterior es negativa, implica que la cantidad disponible no es mayor que la cantidad requerida, por lo tanto, la cantidad requerida final (R_{qfF}) es igual a la diferencia entre la cantidad requerida inicial (R_{qiF}) y Q_{dF} , además, el sobrante es igual a cero ($Sob_F=0$). Posteriormente, debido a que en este caso se debe utilizar un nuevo rollo o una nueva cinta, se le adiciona 1 unidad a N ($N=N+1$).

Finalmente, el **5^{to} condicional** consulta acerca de la decisión de terminar con la optimización o de seguir (SÍ y NO, respectivamente). En caso de ser negativo, se continúa con la optimización, sumando 1 unidad a F ($F=F+1$), ya que se va a trabajar en otra fila adicional. En cambio, si es positivo, se finaliza con el flujo de trabajo.

Con respecto al diagrama de flujo para la optimización de cintas, el esquema de trabajo es muy similar, con la salvedad de que no se trabajan con alturas ni áreas, solamente se utilizan longitudes.

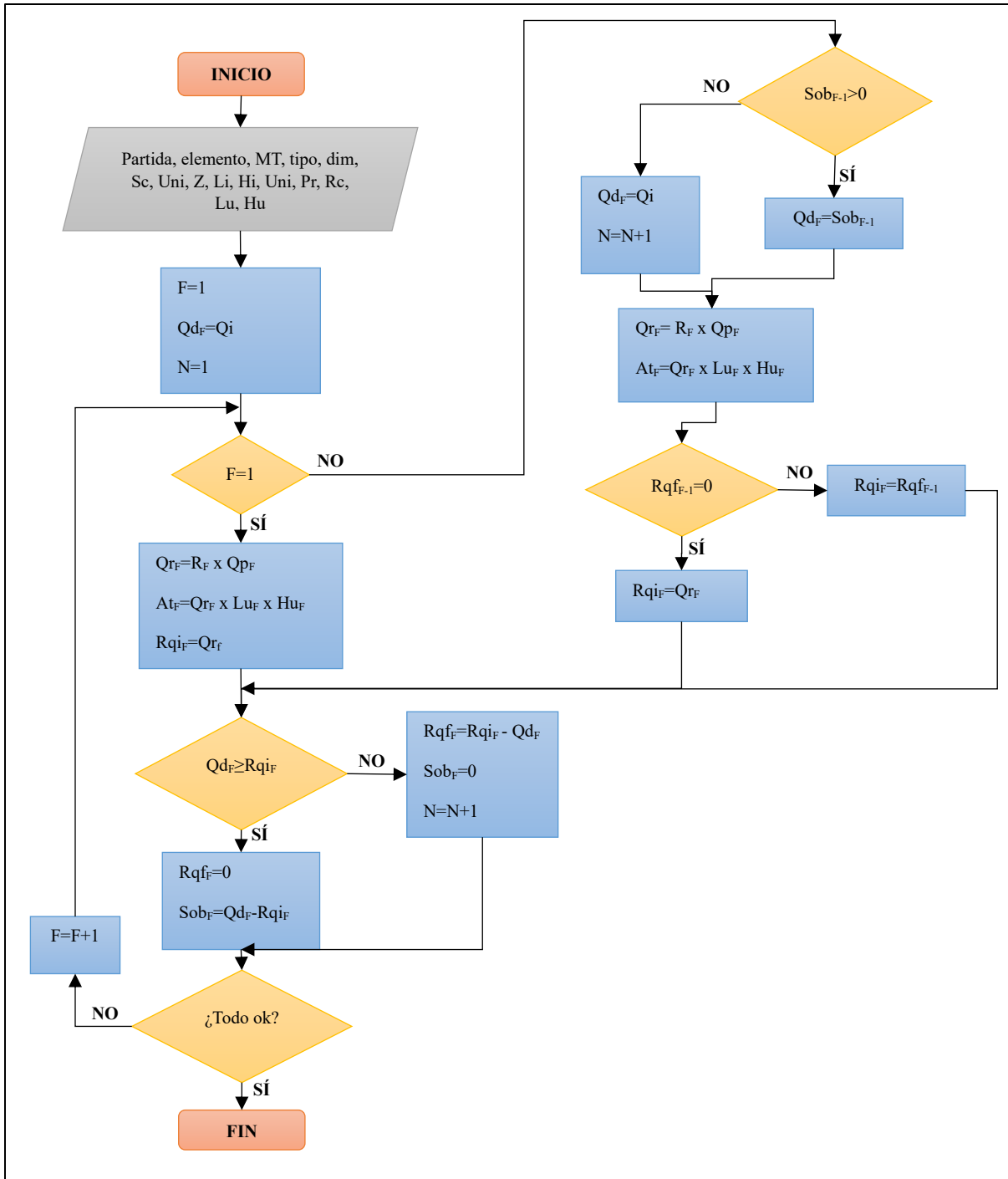
Tabla 2-6. Propuesta de planilla de optimización de elementos misceláneos B – Rollos

Partida																			
Elemento																			
Material				Tipo							Dimensiones								
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	R	N	ID	pID	Qp	Qr	Lu	Hu	At	Rqi	Rqf	Sob
				[m]	[m]		[c]	[c/m]				[m]	[c]	[m]	[m]	[m ²]	[c]	[c]	[c]

Tabla 2-7. Propuesta de planilla de optimización de elementos misceláneos B - Cintas

Partida														
Elemento														
Material					Tipo					Dimensiones				
F	Sc	Ubi	Z	Li	Uni	Qd	R	N	ID	pID	Qp	Qr	Lu	Rqi
				[m]		[c]	[c/upl]				[upl]	[c]	[m]	[c]

Figura 2-24. Flujograma de la planilla de optimización de elementos misceláneos B



2.5.4.3 Elementos misceláneos C

Los elementos misceláneos C corresponden a los elementos que se venden en sacos y tinetas. El estudio de la optimización de estos elementos implica analizar las cantidades en kilogramos o en galones, según corresponda cada caso. La propuesta de la planilla de optimización se divide en dos tablas. Por una parte, está la Tabla 2-8 para elementos que se miden unitariamente en kilogramos y se venden en sacos o en tinetas, como es el saco de Volcafix, el saco de yeso y la tineta de adhesivo Bekron AC. Por otra parte, está la Tabla 2-9 para elementos que se miden unitariamente en galones y se venden solamente en tinetas, como son las tinetas de pintura.

Con respecto a los cálculos, en todos los casos se tienen que cubrir superficies, por lo tanto, la cantidad unitaria de obra se mide en metros cuadrados. Asimismo, Q_d se mide en las unidades que se estén trabajando (kilogramos o galones), mientras que Q_r es la cantidad de paños a cubrir de unas determinadas dimensiones ($L_u \times H_u$). Por lo tanto, para obtener la cantidad requerida inicial (R_{qi}), se debe obtener, en primer lugar, el área total (A_t) como el producto entre el área unitaria ($L_u \times H_u$) y la cantidad de paños (Q_r), y así, posteriormente, realizar el producto entre el rendimiento (R) y el área total (A_t), obteniendo la cantidad requerida inicial en unidades de kilogramos o de galones. El proceso de cálculo de las planillas se muestra en el flujograma de la Figura 2-25.

El primer paso, consiste en ingresar los datos correspondientes al elemento misceláneo a optimizar. Posteriormente, se designa el número de fila (F) como 1. Después, se iguala la cantidad disponible (Q_d) a la cantidad inicial comercial (Q_i), es decir, la cantidad disponible es igual a los elementos iniciales disponibles inalterados que han sido adquiridos (kilogramos o galones). Además, se designa a N como 1, puesto que se está trabajando con el primer elemento.

En segundo término, se consulta si se está trabajando en la primera fila (**1^{er} condicional: $F=1$**) o no. En caso de estar en la primera fila, se determina la cantidad de paños a cubrir (Q_{rF}). Luego, se calcula el área total requerido en la fila (A_{tF}) como el producto de la cantidad requerida de paños (Q_{rF}) por las dimensiones unitarias ($L_{uF} \times H_{uF}$). Después, se calcula la cantidad requerida inicial de la fila F (R_{qiF}), como el producto entre el rendimiento (R) y el área total requerido de la fila (A_{tF}).

Ahora bien, volviendo al **1^{er} condicional** de $F=1$ y considerando que **no** se está trabajando en la primera fila, entonces se debe ir al **2^{do} condicional**, el cual verifica que la cantidad sobrante de la fila anterior sea mayor a cero ($Sob_{F-1} > 0$). En caso de existir una cantidad sobrante, entonces la cantidad disponible actual (Q_{dF}) se iguala a la cantidad del sobrante (Sob_F), sin embargo, si no existe una cantidad sobrante, entonces la cantidad disponible actual (Q_{dF}) se iguala a la cantidad inicial comercial (Q_i) y al valor N se le suma 1 unidad ($N=N+1$). Esto significa que se va a utilizar un nuevo elemento, por lo tanto, la cantidad disponible es igual al total disponible de kilogramos o

de galones en un formato comercial determinado, y a N se le adiciona 1. Posteriormente, sea cual fuere el resultado del **2^{do} condicional**, se prosigue con el cálculo de At_F como el producto entre los paños requeridos (Qr_F) y el área unitaria del paño ($Lu_F \times Hu_F$).

A continuación, se prosigue con el **3^{er} condicional**, el cual consulta si la cantidad pendiente de la fila anterior es cero ($Rq_{f_{F-1}}=0$). En caso de existir una cantidad pendiente (NO), entonces la cantidad requerida inicial actual (Rq_{iF}) es igual a la cantidad pendiente de la fila anterior ($Rq_{f_{F-1}}$), por lo tanto, se debe ocupar el producto actual en la cantidad requerida que está pendiente de la fila anterior. Por el contrario, si no existe ninguna cantidad pendiente (SÍ), entonces la cantidad requerida inicial (Rq_{iF}) es igual al producto entre el rendimiento (R) y el área total (At_F).

Posteriormente, se continúa con el **4^{to} condicional**, el cual verifica que la cantidad disponible actual (Qd_F) sea mayor a la cantidad requerida inicial (Rq_{iF}), en cuyo caso, se iguala la cantidad requerida final a cero ($Rq_{fF}=0$), puesto que no existe una cantidad pendiente, sino más bien, una cantidad sobrante, la cual es igual a la diferencia entre la cantidad disponible actual y la cantidad requerida actual ($Sob_F=Qd_F-Rq_{iF}$). En cambio, si la condición anterior es negativa, implica que la cantidad disponible (Qd_F) no es mayor que la cantidad requerida (Rq_{iF}), por lo tanto, la cantidad requerida final (Rq_{fF}) es igual a la diferencia entre la cantidad requerida inicial (Rq_{iF}) y Qd_F , además, el sobrante es igual a cero ($Sob_F=0$). Posteriormente, debido a que en este caso se debe utilizar un nuevo saco o una nueva tineta, se le adiciona 1 unidad a N ($N=N+1$).

Finalmente, el **5^{to} condicional** consulta acerca de la decisión de terminar con la optimización o de seguir (SÍ y NO, respectivamente). En caso de ser negativo, se continúa con la optimización, sumando 1 unidad a F ($F=F+1$), ya que se va a trabajar en otra fila adicional. En cambio, si es positivo, se finaliza con el flujo de trabajo.

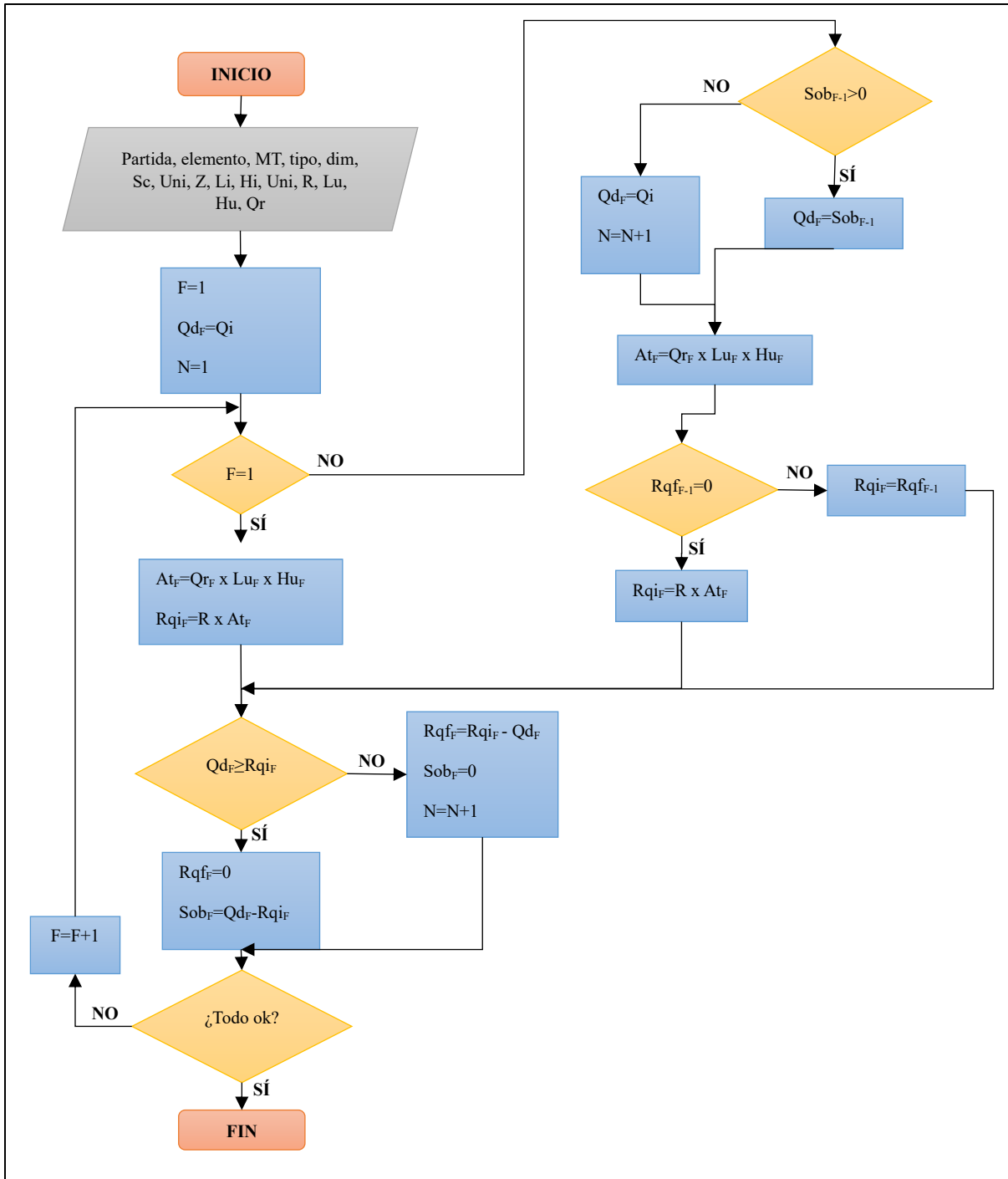
Tabla 2-8. Propuesta de planilla de optimización de elementos misceláneos C en kilogramos

Partida																			
Elemento																			
Material				Tipo								Dimensiones							
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	R	N	ID	pID	Lu	Hu	Qr	At	Rqi	Rqf	Sob	
				[m]	[m]		[kg]	[kg/m ²]				[m]	[m]	[u]	[m ²]	[kg]	[kg]	[kg]	

Tabla 2-9. Propuesta de planilla de optimización de elementos misceláneos C en galones

Partida																			
Elemento																			
Material				Tipo								Dimensiones							
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	R	N	ID	pID	Lu	Hu	Qr	At	Rqi	Rqf	Sob	
				[m]	[m]		[gal]	[gal/m ²]				[m]	[m]	[u]	[m ²]	[gal]	[gal]	[gal]	

Figura 2-25. Flujograma de la planilla de optimización de elementos misceláneos C



2.6 Programación rítmica

Primeramente, según Serpell y Alarcón (2015) “la programación rítmica es una técnica que se utiliza en proyectos de naturaleza repetitiva o para aquellas partes de un proyecto que lo sean” (p. 113). Además, otro elemento importante de este tipo de programación es que “todas las operaciones o actividades que intervienen en la construcción de cada uno de estos elementos repetitivos se realizan en un tiempo común llamado ritmo” (Serpell & Alarcón, 2015, p. 113).

Por otro lado, es importante mencionar la correlación entre la programación rítmica y la producción industrial, ya que el propósito de la primera, en obras de construcción, es lograr una mayor productividad, a través de la generación de operaciones rítmicas, de manera que se logre una industrialización en los procesos constructivos, relacionando elementos como: la coordinación dimensional, la optimización de recursos, la prefabricación y la programación (Sánchez, 1997).

Las ventajas de la programación rítmica según Sánchez (1997) son las siguientes:

- Introduce el concepto de rutina, o sea que el trabajador repite muchas veces la misma operación, mejorando su rendimiento y su productividad en el proceso constructivo.
- El empleo óptimo de los recursos, evitando pérdidas por tiempos muertos o inhábiles y evitando transportes innecesarios.
- Logra que la ejecución de las obras se lleve a cabo dentro del plazo programado y estudiado, lo cual implica la utilización al máximo del capital invertido en dicho proceso, evitando lucros cesantes de capital y altos intereses.
- Coordinación de programas financieros: pago a contratistas, pago a subcontratistas, cancelación de cuentas y mejora en los servicios de financiación. (pág. 148)

Con respecto a los conceptos que intervienen en este tipo de programación, se explican a continuación:

- Operaciones (Opc): Corresponden a las actividades que se deben ejecutar, respecto a un determinado programa de trabajo.
- Ritmo (Rtm): Corresponde al tiempo común de construcción de los elementos repetitivos. Se determina, generalmente, como la duración de mayor frecuencia dentro de las actividades.
- Elementos (N): Corresponde a las unidades de obra que se deben ejecutar.

Los conceptos anteriores se utilizan en un diagrama de barras para la representación gráfica de las unidades de obra, cada una de las cuales posee una cantidad determinada de operaciones, las

cuales se ejecutan bajo un ritmo específico. Un diagrama que se propone es el que se muestra en el ejemplo de la Tabla 2-10. Dicho ejemplo muestra un programa de cuatro elementos de obra, cada uno de los cuales posee seis operaciones (A, B, C, D, E y F). Cada una de estas operaciones se demora 1 día en cada elemento (elementos 1, 2, 3 y 4), por lo tanto, el ritmo es de 1 día.

Tabla 2-10. Propuesta de diagrama de barras para la programación rítmica

Id	Ne	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	A	4	1	2	3	4						
2	B	4		1	2	3	4					
3	C	4			1	2	3	4				
4	D	4				1	2	3	4			
5	E	4					1	2	3	4		
6	F	4						1	2	3	4	

2.6.1 Programación rítmica unitaria

En el análisis de precios unitarios, se propone el uso de este tipo de programación para determinar el plazo unitario de cada partida. Esta metodología corresponde a la aplicación de la programación rítmica en los procesos que componen cada partida de obra de manera individual. Es decir, los procesos de cada partida de obra corresponden a las **operaciones (Opc)**, y se establece un **ritmo de trabajo (Rtm)** para dichos procesos. Para lograr lo anterior, se debe realizar una sectorización (dividir por sectores el espacio físico de la partida), de manera que cada sector corresponda a un **elemento (N)** de la programación rítmica. En base a esto, se debe hacer un estudio de rendimientos de cada sector y así determinar un plazo idéntico para cada elemento, es decir, se debe ajustar un **ritmo de trabajo**.

2.6.2 Programación rítmica masiva

Es la metodología de programación rítmica aplicada en todas las partidas de un proyecto de construcción determinado. Es decir, es la definición de un programa rítmico para todos los paquetes de trabajo de un proyecto, en donde cada paquete corresponde a un elemento que puede ser medido y controlado. El concepto de **elemento (N)** para este tipo de metodología corresponde a una **unidad de vivienda (UV)**, ya que, se está considerando la programación de todo el proyecto.

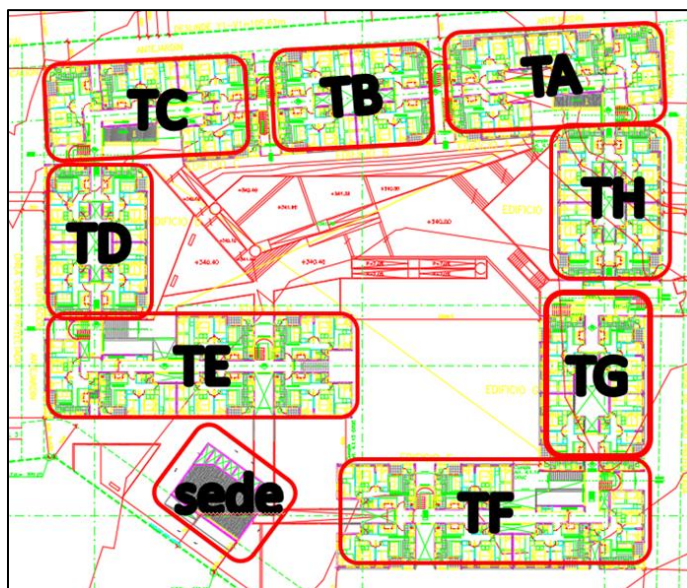
3 Caso de estudio – Obra Mirador del Parque

3.1 Antecedentes

3.1.1 Descripción general

El caso de estudio corresponde al condominio **Mirador del Parque**, el cual es un proyecto habitacional social DS N°49. Esta obra consiste en ocho torres (A, B, C, D, E, F, G y H) y una sede social. La cantidad total de departamentos es de 200 unidades de vivienda. Dentro de este proyecto existen siete tipologías de departamentos (tipo A, B, C, D1, D2, E y F). La empresa constructora a cargo de ejecutar este proyecto es **Constructora OVAL**. A continuación, se presenta una planta general de emplazamiento de los edificios de la obra (Figura 3-1).

Figura 3-1. Planta general de emplazamiento de los edificios



Nota. Adaptado de *Plano de emplazamiento de las viviendas*, por Constructora OVAL, 2022.

3.1.2 Tipologías de departamentos

Existen 7 tipologías de departamento, las cuales están distribuidas en las torres del proyecto. A continuación, se presenta la Tabla 3-1, en donde se visualizan los nombres de las tipologías y las cantidades de cada una. Además, se muestra la naturaleza del departamento, es decir, si es de tipo regular o para personas con Movilidad Reducida (MR). En dicha tabla, la tipología que más se repite es la Tipo A, con 153 unidades, siendo un 76,5% del total de departamentos (200 unidades). Por otro lado, la cantidad total de departamentos MR es de 7 unidades, representando un 3,5% del total.

Tabla 3-1. Tipologías de los departamentos y sus cantidades

Tipología	Naturaleza	Cantidad
A	Regular	153
B	Regular	21
C	Regular	19
D1	MR	2
D2	MR	1
E	MR	1
F	MR	3

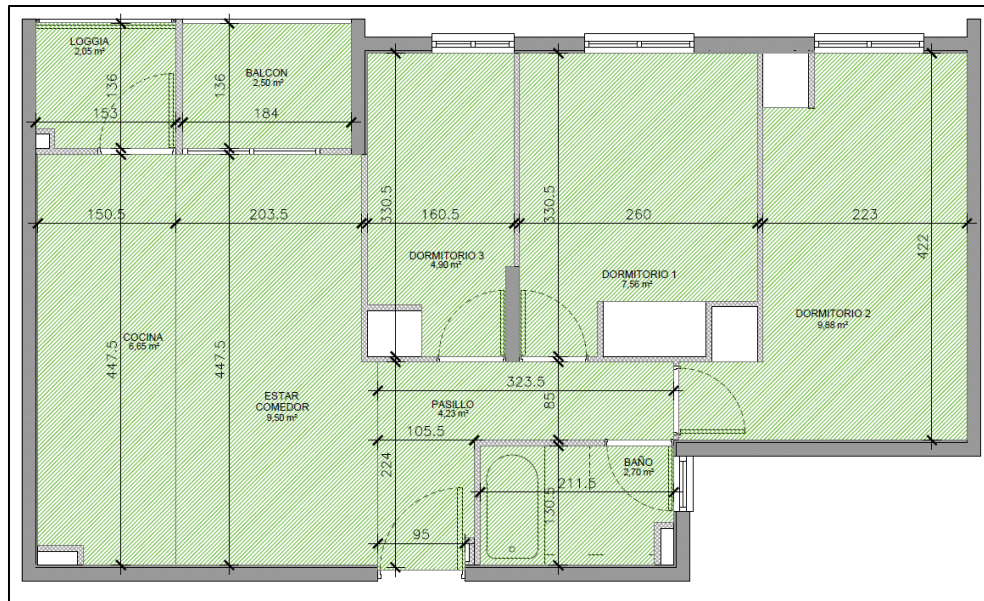
3.2 Descripción del caso de estudio

Para el caso de estudio, se está considerando el Cuadro Huevo de las Terminaciones, por lo tanto, se estudia una torre que presenta la finalización de su Obra Gruesa, la cual corresponde a la Torre G. Este edificio posee 24 departamentos, cada uno de los cuales corresponde a la tipología A.

3.2.1 Tipología A

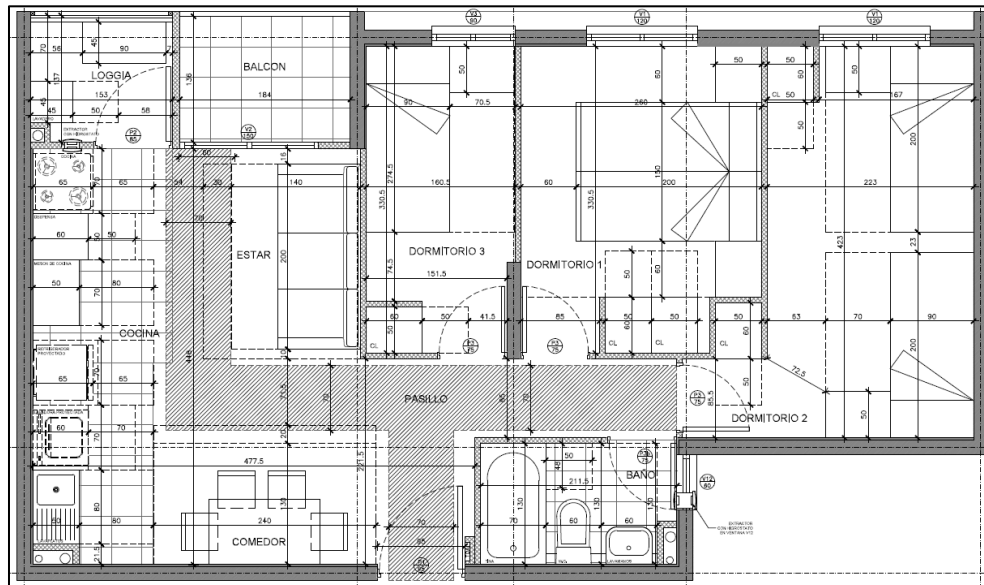
Este tipo de departamento (ver Figura 3-3) posee 3 dormitorios, 1 baño, 1 cocina, 1 sala de estar/comedor, 1 logia y 1 balcón. La superficie útil total es de 49,97 m² (ver Figura 3-2). El proyecto (Mirador del Parque) contempla **Obra gruesa habitable**, es decir, no se consideran revestimientos (exceptuando los revestimientos de yeso cartón para las tabiquerías y las placas de yeso cartón con poliestireno expandido para la envolvente térmica) ni pavimentos interiores, dejando a la vista el hormigón de la obra gruesa y las planchas de yeso cartón de las tabiquerías. Existen excepciones a lo anterior, las cuales corresponden al baño y a la cocina, en donde se contemplan revestimientos y pavimentos cerámicos, además de pintura en zonas donde no van las cerámicas y de enlucido de yeso para el cielo. Adicionalmente, el cielo de todas las habitaciones (exceptuando cocina y baño) deja el hormigón de la losa a la vista. Por otra parte, las tabiquerías interiores contemplan el sistema de entramados de acero galvanizado y de revestimientos de placas de yeso cartón. La tabiquería exterior (separación entre la logia y el balcón) es de acero galvanizado estructural con revestimiento de fibrocemento. Además, se contempla trasdosado para la envolvente térmica del departamento (en esta partida, se usan placas de yeso cartón con poliestireno expandido, conocidas como Poligyp). Además, se considera la instalación de puertas, ventanas y artefactos sanitarios, a gas y eléctricos.

Figura 3-2. Planta de superficies tipo A



Nota. Tomado de *Plantas de la unidad de la vivienda – Depto tipo A*, por Constructora OVAL, 2022.

Figura 3-3. Planta de tipología A



Nota. Tomado de *Plantas de la unidad de la vivienda – Depto tipo A*, por Constructora OVAL, 2022.

3.2.2 Partidas de obra

Las partidas pertenecientes al caso de estudio son las que forman parte del Cuadro Huevo del proyecto. A continuación, se presenta una tabla adaptada (Tabla 3-2) del Cuadro Huevo de la fase

de terminaciones. En la adaptación que se ve en la Tabla 3-2, se muestra el Cuadro Huevo de la tipología A de la Torre G, además, se detalla el nombre de cada material, la unidad de medida y las cantidades. Es preciso recalcar que las cubicaciones son entregadas por la empresa, junto con la unidad de medida, por lo tanto, en el capítulo posterior (4 Cálculos) se hacen las correcciones pertinentes. Otro elemento que vale la pena recordar, es que, no todos los materiales que aparecen en el Cuadro Huevo requieren de una optimización; por ejemplo: las ventanas, las puertas, los artefactos sanitarios, los artefactos eléctricos y las celosías. Esto es así, debido a que la cubicación de estos elementos no requiere de una mayor complejidad, puesto que implica contar las cantidades según el plano de la tipología A. En base a lo anterior, la materia prima de terminaciones que se debe optimizar es la del tipo unidimensional, bidimensional y miscelánea. Por otra parte, con respecto al análisis de precios unitarios de las partidas, se incluye toda la materia prima del Cuadro Huevo.

Tabla 3-2. Cuadro Huevo inicial de terminaciones de Mirador del Parque

ID	NOMBRE	UNIDAD	CANTIDAD
1	Yeso	saco	8
2	Puente adherente Yeso (rinde: 8deptos)	tineta	0,125
3	Pintura esmalte al agua blanco	tineta	0,125
4	Geotextil	rollo	0,1
5	Impermeabilizante cocina	saco	1
6	Impermeabilizante baño	saco	0,5
7	Canal metalcon 40	unid	16
8	Canal metalcon 60	unid	1
9	Canal metalcon 90	unid	1
10	Montante metalcon 38	unid	110
11	Montante metalcon 60	unid	7
12	Montante metalcon 90	unid	2
13	Pino 32x32	unid	15
14	Volcanita ST 10 mm	unid	10
15	Volcanita ST 12,5mm	unid	22
16	Volcanita RH 12,5 mm	unid	10
17	Volcanita RF 15 mm	unid	8
18	Lana mineral rollo libre 40mm	rollo	1
19	Lana mineral papel 1 cara 40mm	rollo	0
20	Cinta Joint Gard	unid	0,1
21	Aquapanel	plancha	3
22	Fibrocemento 6 mm	plancha	0,5
23	OSB 9,5 mm (TDA)	plancha	0,5
24	Poligyp ST 10 mm	plancha	16
25	Poligyp RH 12,5 mm	plancha	3
26	Cinta Fleeceband	unid	6
27	Adhesivo Poligyp (Volcafix)	saco	6
28	Cocina Cerámica piso 33x33cm	Caja	3,22
29	Baño Cerámica piso 33x33cm	Caja	0,94
30	Cocina Cerámica muro 20x30cm	Caja	0,28
31	Baño Cerámica muro 20x30cm	Caja	3,88

32	Adhesivo piso	saco	3
33	Adhesivo muro	tineta	1
34	Fragüe gris (5 kg)	bolsa	1
35	Fragüe blanco (5 kg)	bolsa	1
36	P1 95X203cm - Acceso	unid	1
37	P2 85X203cm - Loggia	unid	1
38	P3 75X203cm - Dormitorio	unid	3
39	P3 75X203cm - Baño	unid	1
40	Cerradura Puerta Acceso	unid	1
41	Cerradura interior	unid	4
42	Cerradura loggia	unid	1
43	Perillón acceso	unid	1
44	Tope de puerta	unid	6
45	Silicona transparente neutra	unid	2
46	Sello elastomérico	unid	3
47	Tina	unid	1
48	Bota aguas (PVC)	unid	1
49	Mueble de cocina	unid	1
50	Lavaplatos	unid	1
51	Lavamanos	unid	1
52	Inodoro	unid	1
53	Lavadero	unid	1
54	Calefont	unid	1
55	Celosía faldón tina	unid	1
56	Celosía Shaft	unid	3
57	Celosía ventilación gas	unid	2
58	Grifería lavamanos	unid	1
59	Grifería tina	unid	1
60	Grifería Lavaplatos	unid	1
61	Grifería Lavadero	unid	2
62	Ventilador higroestato	unid	2
63	Ventana V1 (1,20X1,43m)	unid	1
64	Ventana V3 (0,90X1,43m)	unid	1
65	Ventana V4 (0,60X0,72m)	unid	1
66	Ventana V5 (0,60X0,57m)	unid	2
67	Ventana V6 (1,20X1,79m)	unid	2
68	Ventana V7 (0,90X1,79m)	unid	1
69	Ventana V8 (0,70X0,61m)	unid	2
70	Ventana V12 (0,60X0,72m)	unid	2

Nota. Adaptado de *Cuadro Huevo*, por Constructora OVAL, 2023.

A continuación, se describen las partidas de terminaciones que se consideran para el caso de estudio, junto con las especificaciones técnicas respectivas.

3.2.2.1 *Tabiquería*

Corresponde a tabiques interiores, tabiques térmicos, tabiques exteriores y tabique de instalaciones eléctricas (TDA). Además, se presentan dos tablas (Tabla 3-3 y Tabla 3-4), las cuales

son adaptaciones de las especificaciones técnicas, correspondientes a los elementos unidimensionales, los elementos bidimensionales y los elementos misceláneos para tabiquería.

Tabla 3-3. Especificaciones técnicas de tabiquería

ÍTEM	NOMBRE	MATERIAL	MONTANTE	SOLERA	DETALLES
B.3.4.1	Tabiques interiores F-15 T1/Closet	Acero galvanizado	38 x 38 x 0,5 mm@40cm	39 x 20 x 0,5 mm	YC ST 10mm
	Tabique térmico F-30 Tt1	Acero galvanizado	38 x 38 x 0,5 mm@40cm	39 x 20 x 0,5 mm	YC RH 12,5mm
	Recintos: Cocina/Logia, Baño/Dormitorio, Baño/Estar, Baño/Pasillo, Baño/Cocina, Sala				Lana de vidrio 40 mm
	Estar/Balcón, Dintel Puerta Acceso.				Lámina de fieltro
					Papel Kraft
	Tabiques interiores F-30 T2/Recintos secos interiores	Acero galvanizado	38 x 38 x 0,5 mm@40 cm	39 x 20 x 0,5 mm	YC ST 12,5mm
					Lana de vidrio 40 mm
	Tabiques exteriores entre logia y terrazas	Acero galvanizado	60 x 38 x 8 x 0,85 mm@40cm	62 x 25 x 0,85 mm	Fibrocemento 8 mm (Aquapanel)
	Tabique Instalaciones Eléctricas T4	Acero galvanizado	90 x 38 x 12 x 0,85 mm@40cm	92 x 30 x 0,85 mm	YC ST 10mm
					OSB 9,5 mm
					FSK (papel Kraft + foil alum)

Nota. Adaptado de *Especificaciones Técnicas – Obra Gruesa* (p. 5), por Constructora OVAL, 2022.

Tabla 3-4. Especificaciones técnicas de tabiquería

ÍTEM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
C.1.1.4	Aquapanel	Fibrocemento de 8 mm. Recinto: Balcón/Logia
C.1.2.2	Yeso cartón	ST 10 mm, ST 12,5 mm, RH 12,5 mm
C.1.3.2	Volcanboard	Fibrocemento de 6 mm. Recinto: Faldón tina.
C.1.3.3	Yeso cartón RF –Shaft RF F-60	RF 15 mm, ST 10 mm

C.2.3	Lana de vidrio	Lana de vidrio e = 40 mm (Tabique Tt1 y T2). Considera papel Kraft en cara interior y fieltro de 15 lbs como barrera de humedad
-------	----------------	--

Nota. Adaptado de *Especificaciones Técnicas – Obras de Terminación* (pp. 1-3), por Constructora OVAL, 2022.

3.2.2.2 *Trasdosado*

Corresponde a la aplicación de aislación térmica interior en la envolvente de los departamentos, mediante la instalación de placas de Poligyp en los muros perimetrales de las unidades de vivienda. La placa de Poligyp consiste en una placa de poliestireno expandido (15 mm) unida a una placa de yeso cartón (YC ST 10 mm). Se adhiere a los muros por la cara del poliestireno expandido mediante un adhesivo, denominado Volcafix (**VF25**). En las juntas de las placas de Poligyp se utiliza la cinta **Fleeceband (BLR FB)**.

3.2.2.3 *Enlucido yeso*

Corresponde a la aplicación de un puente adherente para yeso (PYS20) y la posterior aplicación de enlucido de yeso (YS25) en el cielo de los recintos de cocina y baño, cuyo espesor es de 1 cm.

3.2.2.4 *Impermeabilización*

Esta partida considera la aplicación de impermeabilizante (IMP25) sobre la losa de los recintos húmedos, tales como el baño y la cocina. Además, se considera un retorno de 10 cm.

3.2.2.5 *Cerámicas*

En la partida de cerámicas, para las cerámicas de piso se requiere cerámica gris de 33 x 33 cm (CEGR33). Asimismo, el fragüe a utilizar para el piso es de color gris (FrG5). El adhesivo que se utiliza para el pavimento es el Adhesivo Bekron DA (AdDA25). Por otra parte, las palmetas cerámicas para los muros son blancas de 20 x 30 cm (CEBL20). El fragüe es blanco (FrB5) y el adhesivo es el Adhesivo Bekron AC (AdAC25).

3.2.2.6 *Puertas*

Las puertas que se utilizan en el proyecto corresponden a puertas precolgadas, las cuales ya vienen montadas en los marcos. Por otra parte, existen tres tipos de puertas: la puerta de acceso de 0,95 x 2,00 m (P1-95), la puerta de la logia de 0,85 x 2,00 m (P2-85) y las puertas de los dormitorios y del baño de 0,75 x 2,00 m (P3-75). La quincallería que se utiliza corresponde a: CEO301 (Cerradura de embutir Odis 301), MO9380 (Manilla tipo palanca Odis 9380) y POD200 (Perillón de acceso Odis D200) para la puerta de acceso; CCO201 (Cerradura de embutir Odis 201) para las

puertas de los dormitorios, del baño y de la logia; CO502 (Cerrojo Odis 502) para la logia y TG25 (Tope de goma de 25 mm) para todas las puertas.

3.2.2.7 *Carpintería exterior metálica*

Esta partida incluye la instalación de las ventanas de aluminio de la línea económica para vidrio simple. La adquisición de estas ventanas y de los sellos correspondientes corre por cuenta de la constructora. Las siglas que se utilizan para las ventanas son: V2-150, V3-90, V1-120 y V12-60, las cuales corresponden a las ventanas de: 1,50 x 2,27 m; 0,90 x 1,36 m; 1,20 x 1,36 m y 0,60 x 0,65 m, respectivamente. Adicionalmente, se incluye el sello interior de las ventanas, el cual es silicona transparente neutra (STN), y el sello exterior, correspondiente al sello elastomérico de poliuretano (SEP).

3.2.2.8 *Pinturas*

Con respecto a las pinturas, se utilizan dos manos de esmalte al agua blanco (PIEB5) en los muros del baño y de la cocina.

3.2.2.9 *Artefactos*

- **Artefactos sanitarios**

- a) Componentes de tina: T13070 (tina de 1,30 x 0,70 m), BA300 (botaguas de PVC blanco de 3,00 m), C50X40 (capuchón reducción 50 x 40 mm) y LLBoMT (Monomando tina-ducha. Marca Täümm, modelo Colomba).
- b) Componentes de inodoro: WCFANP (WC descarga a piso. Marca Fanaloza, modelo Pronto 6 l), SVWC (sello antifuga vertical para WC descarga a piso) y LLaFIWC (kit: llave angular + flexible de 35 cm + adaptador + embellecedor).
- c) Componentes de lavamanos: LMFP (lavamanos, marca Fanaloza, modelo Pronto, 5 l), C40X32 (capuchón reducción 40 x 32 mm) y LLLoMT (monomando Lavamanos. Marca Täümm, modelo Colomba).
- d) Componentes de lavaplatos: LP (lavaplatos acero inoxidable, 1 secador + 1 cubeta, 80 x 50 cm. Marca Splendid), C50X40 (capuchón reducción 50 x 40 mm), SIFLP (sifón PVC 1 ¼". Marca Hoffens), LLLPMT (monomando lavaplatos. Marca Täümm, modelo Colomba) y MbLP (mueble lavaplatos melamina blanca 80 x 50 cm. Marca Khor).
- e) Componentes de lavadero: LVFV (lavadero de fibra de vidrio, 14 l), C50X40 (capuchón reducción 50 x 40 mm), SIFBOT (sifón PVC 1 ¼". Marca Hoffens) y LLLVL (llave de jardín ½" HE bronce. Marca Stretto).

- **Artefactos a gas**

El artefacto a gas que se incluye en esta sección corresponde a un calefont de 7 l. Se presentan los siguientes recursos: Calefont de 7 l (Co7LAT), tubo de acero galvanizado de 4” (TAcG4) y tubo corrugado de aluminio de 4” (TCrrAl4).

- **Artefactos eléctricos**

El artefacto eléctrico es un extractor de aire con higrostat de 5” y 10W de potencia, el cual va en la cocina y en el baño.

3.2.3 Programa de terminaciones inicial

La adaptación del programa inicial de terminaciones se presenta en la Tabla 3-5. Este programa es una matriz que relaciona los departamentos de la Torre G con las fechas de término de las partidas.

Tabla 3-5. Programa de terminaciones inicial

Id	To	Pi	Tp	Dp	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1	G	Z	A1	001	04-08	07-08	10-08	13-08	16-08	19-08	22-08	25-08	28-08	31-08	03-09	06-09	09-09	12-09	15-09	18-09	21-09	24-09	27-09	30-09	03-10	06-10	09-10	12-10	15-10	18-10
2	G	Z	A1	002	05-08	08-08	11-08	14-08	17-08	20-08	23-08	26-08	29-08	01-09	04-09	07-09	10-09	13-09	16-09	19-09	22-09	25-09	28-09	01-10	04-10	07-10	10-10	13-10	16-10	19-10
3	G	Z	A1	003	06-08	09-08	12-08	15-08	18-08	21-08	24-08	27-08	30-08	02-09	05-09	08-09	11-09	14-09	17-09	20-09	23-09	26-09	29-09	02-10	05-10	08-10	11-10	14-10	17-10	20-10
4	G	Z	A1	004	07-08	10-08	13-08	16-08	19-08	22-08	25-08	28-08	31-08	03-09	06-09	09-09	12-09	15-09	18-09	21-09	24-09	27-09	30-09	03-10	06-10	09-10	12-10	15-10	18-10	21-10
5	G	1	A1	101	08-08	11-08	14-08	17-08	20-08	23-08	26-08	29-08	01-09	04-09	07-09	10-09	13-09	16-09	19-09	22-09	25-09	28-09	01-10	04-10	07-10	10-10	13-10	16-10	19-10	22-10
6	G	1	A1	102	10-08	13-08	16-08	19-08	22-08	25-08	28-08	31-08	03-09	06-09	09-09	12-09	15-09	18-09	21-09	24-09	27-09	30-09	03-10	06-10	09-10	12-10	15-10	18-10	21-10	24-10
7	G	1	A1	103	11-08	14-08	17-08	20-08	23-08	26-08	29-08	01-09	04-09	07-09	10-09	13-09	16-09	19-09	22-09	25-09	28-09	01-10	04-10	07-10	10-10	13-10	16-10	19-10	22-10	25-10
8	G	1	A1	104	12-08	15-08	18-08	21-08	24-08	27-08	30-08	02-09	05-09	08-09	11-09	14-09	17-09	20-09	23-09	26-09	29-09	02-10	05-10	08-10	11-10	14-10	17-10	20-10	23-10	26-10
9	G	2	A1	201	13-08	16-08	19-08	22-08	25-08	28-08	31-08	03-09	06-09	09-09	12-09	15-09	18-09	21-09	24-09	27-09	30-09	03-10	06-10	09-10	12-10	15-10	18-10	21-10	24-10	27-10
10	G	2	A1	202	14-08	17-08	20-08	23-08	26-08	29-08	01-09	04-09	07-09	10-09	13-09	16-09	19-09	22-09	25-09	28-09	01-10	04-10	07-10	10-10	13-10	16-10	19-10	22-10	25-10	28-10
11	G	2	A1	203	16-08	19-08	22-08	25-08	28-08	31-08	03-09	06-09	09-09	12-09	15-09	18-09	21-09	24-09	27-09	30-09	03-10	06-10	09-10	12-10	15-10	18-10	21-10	24-10	27-10	30-10
12	G	2	A1	204	17-08	20-08	23-08	26-08	29-08	01-09	04-09	07-09	10-09	13-09	16-09	19-09	22-09	25-09	28-09	01-10	04-10	07-10	10-10	13-10	16-10	19-10	22-10	25-10	28-10	31-10
13	G	3	A1	301	18-08	21-08	24-08	27-08	30-08	02-09	05-09	08-09	11-09	14-09	17-09	20-09	23-09	26-09	29-09	02-10	05-10	08-10	11-10	14-10	17-10	20-10	23-10	26-10	29-10	01-11
14	G	3	A1	302	19-08	22-08	25-08	28-08	31-08	03-09	06-09	09-09	12-09	15-09	18-09	21-09	24-09	27-09	30-09	03-10	06-10	09-10	12-10	15-10	18-10	21-10	24-10	27-10	30-10	02-11
15	G	3	A1	303	20-08	23-08	26-08	29-08	01-09	04-09	07-09	10-09	13-09	16-09	19-09	22-09	25-09	28-09	01-10	04-10	07-10	10-10	13-10	16-10	19-10	22-10	25-10	28-10	31-10	03-11
16	G	3	A1	304	22-08	25-08	28-08	31-08	03-09	06-09	09-09	12-09	15-09	18-09	21-09	24-09	27-09	30-09	03-10	06-10	09-10	12-10	15-10	18-10	21-10	24-10	27-10	30-10	02-11	05-11
17	G	4	A1	401	23-08	26-08	29-08	01-09	04-09	07-09	10-09	13-09	16-09	19-09	22-09	25-09	28-09	01-10	04-10	07-10	10-10	13-10	16-10	19-10	22-10	25-10	28-10	31-10	03-11	06-11
18	G	4	A1	402	24-08	27-08	30-08	02-09	05-09	08-09	11-09	14-09	17-09	20-09	23-09	26-09	29-09	02-10	05-10	08-10	11-10	14-10	17-10	20-10	23-10	26-10	29-10	01-11	04-11	07-11
19	G	4	A1	403	25-08	28-08	31-08	03-09	06-09	09-09	12-09	15-09	18-09	21-09	24-09	27-09	30-09	03-10	06-10	09-10	12-10	15-10	18-10	21-10	24-10	27-10	30-10	02-11	05-11	08-11
20	G	4	A1	404	26-08	29-08	01-09	04-09	07-09	10-09	13-09	16-09	19-09	22-09	25-09	28-09	01-10	04-10	07-10	10-10	13-10	16-10	19-10	22-10	25-10	28-10	31-10	03-11	06-11	09-11

21	G	5	A1	501	28-08	31-08	03-09	06-09	09-09	12-09	15-09	18-09	21-09	24-09	27-09	30-09	03-10	06-10	09-10	12-10	15-10	18-10	21-10	24-10	27-10	30-10	02-11	05-11	08-11	11-11
22	G	5	A1	502	29-08	01-09	04-09	07-09	10-09	13-09	16-09	19-09	22-09	25-09	28-09	01-10	04-10	07-10	10-10	13-10	16-10	19-10	22-10	25-10	28-10	31-10	03-11	06-11	09-11	12-11
23	G	5	A1	503	30-08	02-09	05-09	08-09	11-09	14-09	17-09	20-09	23-09	26-09	29-09	02-10	05-10	08-10	11-10	14-10	17-10	20-10	23-10	26-10	29-10	01-11	04-11	07-11	10-11	13-11
24	G	5	A1	504	31-08	03-09	06-09	09-09	12-09	15-09	18-09	21-09	24-09	27-09	30-09	03-10	06-10	09-10	12-10	15-10	18-10	21-10	24-10	27-10	30-10	02-11	05-11	08-11	11-11	14-11

Nota. Adaptado de *Programa de Terminaciones*, por Constructora OVAL, 2023.

Las actividades se ordenan de manera alfabética, además, todas tienen una duración de 3 días, a excepción de la actividad A, la cual es un hito. Las actividades son las siguientes: A (entrega F0), B (tabiquerías 1 cara), C (instalaciones en tabiques), D (tabiquerías 2 cara y Poligyp), E (enlucido yeso cocina), F (enlucido yeso baño), G (impermeabilización cocina), H (impermeabilización baño), I (colocación tinas), J (faldón de tina), K (cerámica cocina), L (cerámica baño), M (puertas interiores), N (puerta de acceso), O (puerta de logia), P (cerraduras), Q (ventanas), R (sellos de ventanas), S (1° mano pintura cocina), T (1° mano pintura baño), U (artefactos de baño), V (mueble cocina con lavaplatos), W (calefont), X (griferías y accesorios eléctricos), Y (2° mano pintura cocina) y Z (2° mano pintura baño).

3.2.4 Cubicaciones iniciales de partidas

Las cubicaciones iniciales de las partidas de la empresa constructora son las que se presentan desde la Tabla 3-6 a la Tabla 3-11.

Tabla 3-6. Cubicación inicial de tabiquería

Id	Descripción	Cantidad [m²]
1.0.0	Revestimientos muros y tabiques	
1.1.0	Interior zona seca	
1.1.1	Tabiques ST	36,08
1.2.0	Interior zona húmeda	
1.2.1	Fibro cemento (faldón tina)	0,91
1.2.2	Tabiques RH	8,68
1.2.3	Tabiques RF	4,87
1.2.4	Fibro cemento (Logia)	3,26
TOTAL		53,8

Nota. Adaptado de *Cubicaciones de Terminaciones*, por Constructora OVAL, 2023.

Tabla 3-7. Cubicación inicial de Poligyp

Id	Descripción	Cantidad [m²]
1.0.0	Aislación térmica muros	
1.1.0	Aislación térmica muros	
1.1.1	Poligyp	49
TOTAL		49

Nota. Adaptado de *Cubicaciones de Terminaciones*, por Constructora OVAL, 2023.

Tabla 3-8. Cubicación inicial de Enlucido de yeso

Id	Descripción	Cantidad [m²]
1.0.0	Cielo	
1.1.0	Enlucido losa	
1.1.1	Cielo Cocinas	6,24
1.1.2	Cielo Baño	2,87
TOTAL		9,11

Nota. Adaptado de *Cubicaciones de Terminaciones*, por Constructora OVAL, 2023.

Tabla 3-9. Cubicación inicial de impermeabilización

Id	Descripción	Cantidad [m²]
1.0.0	Cocina	8,42
1.1.0	Impermeabilización piso	
1.1.1	Impermeabilización piso	8,42
2.0.0	Baño	3,87
2.1.0	Impermeabilización piso	
2.1.1	Impermeabilización piso	3,87

Nota. Adaptado de *Cubicaciones de Terminaciones*, por Constructora OVAL, 2023.

Tabla 3-10. Cubicación inicial de cerámicas

Id	Descripción	Cantidad [m²]
1.0.0	Cocina	6,66
1.1.0	Revestimiento piso	
1.1.1	Cerámicas de piso	6,24
1.2.0	Revestimiento muro	
1.2.1	Cerámicas de muro	0,42
2.0.0	Baño	7,67
2.1.0	Revestimiento piso	
2.1.1	Cerámicas de piso	1,83
2.2.0	Revestimiento muro	
2.2.1	Cerámicas de muro	5,84

Nota. Adaptado de *Cubicaciones de Terminaciones*, por Constructora OVAL, 2023.

Tabla 3-11. Cubicación inicial de pinturas

Id	Descripción	Cantidad [m²]
1.0.0	Pintura	
1.1.0	Esmalte blanco	
1.1.1	Muro cocina	16,96
1.1.2	Muro baño	9,79
TOTAL		26,75

Nota. Adaptado de *Cubicaciones de Terminaciones*, por Constructora OVAL, 2023.

4 Cálculos

4.1 Definición de las actividades

Para el caso de estudio se consideran 12 actividades, las cuales corresponden a: A (tabiquería), B (poligyp), C (enlucido yeso cocina y baño), D (impermeabilización de cocina), E (impermeabilización de baño), F (cerámicas de cocina), G (cerámicas de baño), H (puertas), I (ventanas), J (1° mano de pintura de cocina y baño), K (2° mano de pintura de cocina y baño) y L (artefactos sanitarios, a gas y eléctricos). Se presenta el itemizado de estas actividades en la Tabla 4-1. Dicho itemizado muestra las partidas y sus unidades de medida.

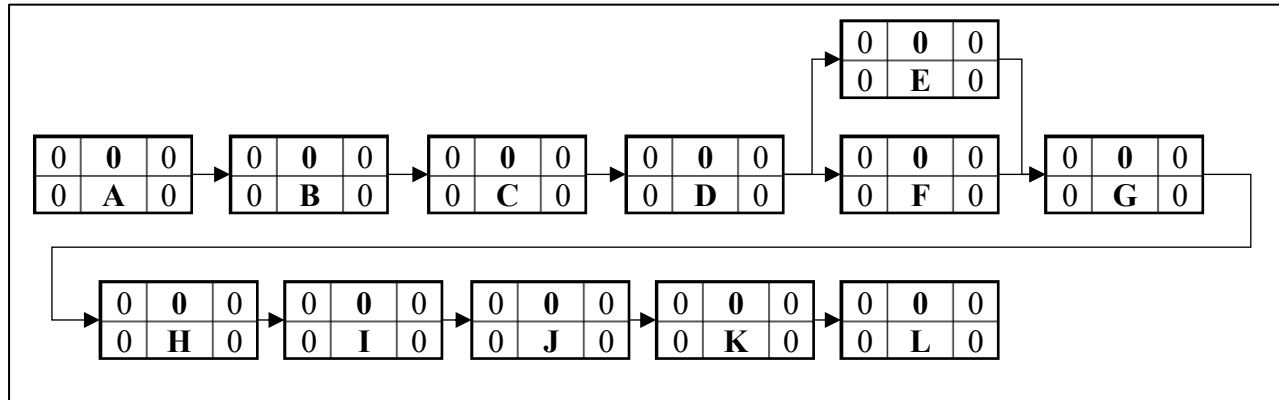
Tabla 4-1. Itemizado de las partidas de terminaciones

Código	Abreviatura	Nombre	Unidad
1.0.0	Ter	Terminaciones	
1.1.0	TBQ	Tabiquería	
1.1.1	TBQ	Tabiquería	m ²
1.2.0	TDS	Trasdosado	
1.2.1	PG	Poligyp	m ²
1.3.0	EYS	Enlucido yeso	
1.3.1	EYS C+B	Enlucido yeso cocina y baño	m ²
1.4.0	Imp	Impermeabilización	
1.4.1	Imp C	Impermeabilización de cocina	m ²
1.4.2	Imp B	Impermeabilización de baño	m ²
1.5.0	CER	Cerámicas	
1.5.1	CER C	Cerámicas de cocina	m ²
1.5.2	CER B	Cerámicas de baño	m ²
1.6.0	PT	Puertas	
1.6.1	PT	Puertas	gl
1.7.0	CEM	Carpintería exterior metálica	
1.7.1	VT	Ventanas	gl
1.8.0	P 1Mo	Pintura primera mano	
1.8.1	P C+B	Pintura 1°M de cocina y de baño	m ²
1.9.0	P 2Mo	Pintura segunda mano	
1.9.1	P C+B	Pintura 2°M de cocina y de baño	m ²
1.10.0	ATF	Artefactos	
1.10.1	SGE	Artefactos sanitarios, a gas y eléctricos	gl

A partir de las partidas que se muestran en la Tabla 4-1, se desarrolla la planeación de estas (ver Figura 4-1). Se considera una secuencia constructiva que permita una óptima ejecución de cada partida. En la Figura 4-1 todas las partidas consideran una relación de término-comienzo sin desfase. Cabe destacar que después del término de la partida de Impermeabilización cocina (D), se puede ejecutar tanto la Impermeabilización baño (E), como las Cerámicas de cocina (F). Los valores en cero que se muestran en los recuadros del diagrama están de esa manera debido a que este proceso consiste en la planeación de las actividades. Después, se le da el factor de tiempo y se lleva a cabo la programación de las partidas.

4.2 Planeación de las actividades

Figura 4-1. Planeación de las actividades de terminaciones



4.3 Cálculos

4.3.1 Cubicación inicial de las partidas (CCI)

A continuación (Tabla 4-2) se presenta un resumen de las cubicaciones iniciales (de la Oficina Técnica de Mirador del Parque) de las partidas de terminaciones. Cabe destacar que en estas cubicaciones no se muestran las partidas de elementos unitarios (Puertas, ventanas y artefactos), puesto que la cubicación de dichas partidas no presenta ninguna diferencia respecto a las cubicaciones finales. Esto es así, debido a la baja complejidad en la cubicación que presentan las actividades antes mencionadas, ya que su cálculo se ejecuta a través de la inspección de planos y del conteo de los elementos.

Tabla 4-2. Cubicaciones iniciales de las partidas

Actividad	Descripción	Cantidad [m²]
A	Tabiquería	53,8
B	Poligyp	49
C	Enlucido yeso C+B	9,11
D	Impermeabilización cocina	8,42
E	Impermeabilización baño	3,87
F	Cerámicas de cocina	6,66
G	Cerámicas de baño	7,67
J	Pintura primera mano C+B	26,75
K	Pintura segunda mano C+B	26,75

4.3.2 Plazo total inicial (PTI)

El plazo total inicial (PTI) del programa de terminaciones inicial (ver Tabla 3-5) corresponde a la diferencia entre la fecha final (14 de noviembre) y la fecha inicial (04 de agosto), en donde se obtiene un total de 103 días (ver Tabla 4-3).

Tabla 4-3. Plazo total inicial

Id	Nombre	d [días]
1	Plazo del programa de terminaciones	103

Con el objetivo de obtener los plazos individuales de cada partida del itemizado (Tabla 4-1) en función de las fechas que se muestran en el programa de terminaciones inicial de la Tabla 3-5, se presenta la Tabla 4-4. La obtención de cada uno de estos plazos, se realiza a partir de la combinación de algunas partidas del programa de terminaciones inicial, en una sola partida, con el fin de obtener un plazo total. De esta manera, los plazos que se muestran en la Tabla 4-4 pueden ser utilizados para determinar costos directos de mano de obra que está contratada por la empresa.

Tabla 4-4. Plazos iniciales de cada partida de terminaciones

Id	Nombre	d [días]
A	Tabiquería	9
B	Poligyp	3
C	Enlucido yeso C+B	6
D	Impermeabilización cocina	3
E	Impermeabilización baño	3
F	Cerámicas cocina	3
G	Cerámicas baño	3
H	Puertas	12
I	Ventanas	6
J	Pintura 1M C+B	6
K	Pintura 2M C+B	6
L	Artefactos sanitarios, a gas y eléctricos	15

4.3.3 Cubicación final de las partidas (CCF)

A continuación, se presentan los cálculos de las cubicaciones finales de las partidas (CCF) desde la Tabla 4-5 a la Tabla 4-12. Dichas cubicaciones se ejecutan de una manera coherente, en relación con los sectores, las ubicaciones y las zonas existentes en la tipología de departamento A.

4.3.3.1 Tabiquería

Tabla 4-5. Cubicación final de Tabiquería

Sc	Ubi	Z	Tabique			Vano			Dcto	Final
			Lu	H	At	Lu	H	Av	Ad	Af
			[m]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]
D2	CL21	Pd	0,6	2,32	1,39	0	0	0	0	1,39
D2	D1	Pd	3,38	2,32	7,84	0	0	0	0	7,84
D2	CL22	Pd	1,1	2,32	2,55	0	0	0	0	2,55
D2	P	V	0,86	2,32	2	0,75	2,03	1,52	0	2
SUBTOTAL D2										13,78
D1	P	Pd	2,1	2,32	4,87	0,75	2,03	1,52	0	4,87
D1	D3	Pd	2,36	2,32	5,48	0	0	0	0	5,48
SUBTOTAL D1										10,35
D3	CL31	Pd	0,6	2,32	1,39	0	0	0	0	1,39
D3	E	Pd	2,2	2,32	5,1	0	0	0	0	5,1

D3	P	Pd	1,52	2,32	3,53	0,75	2,03	1,52	0	3,53
SUBTOTAL D3										10,02
B	P	Pd	2,12	2,32	4,92	0,75	2,03	1,52	0	4,92
B	P	Pd	1,3	2,32	3,02	0	0	0	0	3,02
B	S	Pd	0,71	2,32	1,65			0	0	1,65
B	TDA	Pd	0,3	2,32	0,7			0	0	0,7
B	Ti	Pd	1,3	0,5	0,65					0,65
B	Ti	Pd	1,3	0,5	0,65					0,65
B	Ti	Pd	0,62	0,5	0,31					0,31
B	Ti	Pd	0,62	0,5	0,31					0,31
SUBTOTAL B										12,21
C	S	Pd	0,72	2,32	1,67			0	0	1,67
C	L	Pd	1,53	2,32	3,55	0,85	2,03	1,73	0	3,55
L	S	Pd	0,5	2,32	1,16			0	0	1,16
L	B	Pd	1,37	2	2,74			0	0	2,74
E	B	Pd	0,34	2,32	0,79			0	0	0,79
P	Ex	Pd	0,95	0,29	0,28			0	0	0,28
SUBTOTAL L+C										10,19
TOTAL										56,55

4.3.3.2 *Trasdosado – Poligyp*

Tabla 4-6. Cubicación final de Poligyp

Sc	Ubi	Z	Lu	H	At
			[m]	[m]	[m ²]
C	Eje A	Pared	4,26	2,32	9,88
SUBTOTAL C1					9,88
C	Eje 3	Pared	3,22	2,32	7,47
SUBTOTAL C2					7,47
D2	Eje 2	Pared	3,6	2,32	8,35
D2	Eje 1	Pared	0,47	2,32	1,09
D2	Eje 1	Pared	1,2	0,89	1,07
SUBTOTAL D2					10,51
D3	Eje B	Pared	1,13	2,32	2,62
D3	Eje 1	Pared	0,71	2,32	1,65
D1	Eje 1	Pared	1,2	0,89	1,07
D1	Eje 1	Pared	1,42	2,32	3,29
SUBTOTAL D1+D3					8,63
B	Eje 3	Pared	2,07	2,32	4,8
B	Eje D	Pared	0,3	2,32	0,7
B	Eje 1	Pared	0,6	1,67	1
SUBTOTAL B					6,5
TOTAL					42,99

4.3.3.3 *Enlucido yeso C+B*

Tabla 4-7. Cubicación final de Enlucido de yeso

Sector	Ubicación	Zona	Lu[m]	h[m]	At[m ²]
C	Cocina	Losa	1,51	4,48	6,76
SUBTOTAL C					6,76

B	Baño	Losa	1,31	2,12	2,78
SUBTOTAL B					2,78
TOTAL					9,54

4.3.3.4 Impermeabilización cocina

Tabla 4-8. Cubicación final de Impermeabilización cocina

Sector	Ubicación	Zona	Lu[m]	h[m]	At[m ²]
C	Cocina	Piso	1,51	4,48	6,76
C	Cocina	Retorno	6,51	0,1	0,65
SUBTOTAL C					7,41
TOTAL					7,41

4.3.3.5 Impermeabilización baño

Tabla 4-9. Cubicación final de Impermeabilización baño

Sector	Ubicación	Zona	Lu[m]	h[m]	At[m ²]
B	Baño	Piso	1,31	2,12	2,78
B	Baño	Retorno	6,09	0,1	0,61
SUBTOTAL B					3,39
TOTAL					3,39

4.3.3.6 Cerámicas de cocina

Tabla 4-10. Cubicación final de Cerámicas de cocina

Sector	Ubicación	Zona	Lu[m]	h[m]	At[m ²]
C	Cocina	Piso	1,51	4,48	6,76
C	Cocina	Retorno	6,51	0,1	0,65
SUBTOTAL C1					7,41
C	Cocina	Muro	0,8	0,3	0,24
L	Logia	Muro	0,4	0,3	0,12
SUBTOTAL C2					0,36
TOTAL					7,77

4.3.3.7 Cerámicas de baño

Tabla 4-11. Cubicación final de Cerámicas de baño

Sector	Ubicación	Zona	Lu[m]	h[m]	At[m ²]
B	Baño	Piso	1,31	2,12	2,78
B	Baño	Retorno	6,09	0,1	0,61
SUBTOTAL B1					3,39
B	A01	Muro	0,7	1,5	1,05
B	A02	Muro	0,7	1,5	1,05
B	A02	Lo	0,6	0,3	0,18
B	A03	Muro	1,3	1,5	1,95
B	A03	Tina	1,3	0,5	0,65

SUBTOTAL	
B2	4,88
TOTAL	8,27

4.3.3.8 Pintura C+B

Tabla 4-12. Cubicación final de Pintura

Sector	Ubicación	Zona	At[m²]
C	Cocina	Pared	15,16
SUBTOTAL C			15,16
B	Baño	Pared	5,41
SUBTOTAL B			5,41
TOTAL			20,57

Finalmente, se presenta un resumen consolidado de las cubicaciones finales de las partidas en la Tabla 4-13.

Tabla 4-13. Cubicaciones finales de las partidas

Actividad	Descripción	Cantidad [m²]
A	Tabiquería	56,55
B	Poligyp	42,99
C	Enlucido yeso C+B	9,54
D	Impermeabilización cocina	7,41
E	Impermeabilización baño	3,39
F	Cerámicas de cocina	7,77
G	Cerámicas de baño	8,27
J	Pintura primera mano C+B	20,57
K	Pintura segunda mano C+B	20,57

4.3.4 Presupuesto de los materiales

Se presenta el presupuesto de los materiales desde la tabla 4-14 hasta la tabla 4-26. Es importante mencionar que se presenta el presupuesto inicial (PTi) y el presupuesto final (PTf) para cada partida, a excepción de Puertas, Ventanas y Artefactos, ya que estos últimos no presentan variación en sus cantidades materiales, por lo tanto su costo directo por concepto de materiales no varía. El presupuesto inicial se obtiene a partir de las cantidades iniciales del Cuadro Huevo inicial (ver Tabla 3-2), mientras que el presupuesto final se obtiene a partir de las cantidades finales, las cuales se calculan en la sección 9 Anexos A. Tablas de Optimización.

4.3.4.1 Tabiquería

Tabla 4-14. Presupuesto total de materiales de Tabiquería

Id	Nombre	Unidad	Cantidad inicial	Cantidad final	PU[CLP/u]	PTi[CLP]	PTf[CLP]
A.1.1	U39	tira	16	21	\$1.420	\$22.720	\$29.820
A.1.2	U62	tira	1	1	\$3.353	\$3.353	\$3.353
A.1.3	U92	tira	1	1	\$5.034	\$5.034	\$5.034

A.1.4	C38	tira	110	98	\$1.252	\$137.720	\$122.696
A.1.5	C60	tira	7	5	\$3.185	\$22.295	\$15.925
A.1.6	C90	tira	2	3	\$5.286	\$10.572	\$15.858
A.1.7	P32	tira	15	12	\$1.252	\$18.780	\$15.024
A.1.8	YCST10	placa	10	5	\$4.613	\$46.130	\$23.065
A.1.9	YCST12	placa	22	24	\$9.908	\$217.976	\$237.792
A.1.10	YCRH12	placa	10	7	\$13.437	\$134.370	\$94.059
A.1.11	YCRF15	placa	8	4	\$12.849	\$102.792	\$51.396
A.1.12	AP8	placa	3	3	\$20.160	\$60.480	\$60.480
A.1.13	VB6	placa	0,5	1	\$10.412	\$5.206	\$10.412
A.1.14	OB9	placa	0,5	1	\$11.168	\$5.584	\$11.168
A.1.15	JG	uni	0,1	0,3	\$2.345	\$235	\$704
A.1.16	FGB	uni	0	0,1	\$67.218	\$0	\$6.722
A.1.17	RL	rollo	1	1	\$36.378	\$36.378	\$36.378
A.1.18	RP	rollo	0	0,35	\$66.462	\$0	\$23.262
A.1.19	FSK	rollo	0	0,03	\$34.286	\$0	\$1.029
A.1.20	Cs20	uni	1	1	\$1.840	\$1.840	\$1.840
A.1.21	Cs17	uni	5	5	\$2.681	\$13.405	\$13.405
A.1.22	FL	rollo	0,1	0,3	\$25.034	\$2.503	\$7.510
TOTAL						\$847.373	\$786.932
PU[CLP/m²]						\$15.750	\$13.916

4.3.4.2 Poligyp

Tabla 4-15. Presupuesto total de materiales de Poligyp

Id	Nombre	Unidad	Cantidad inicial	Cantidad final	PU[CLP/u]	PTi[CLP]	PTf[CLP]
B.1.1	VF9	saco	6	5	\$14.277	\$85.662	\$71.385
B.1.2	PGST10	placa	16	16	\$18.330	\$293.280	\$293.280
B.1.3	PGRH12	placa	3	3	\$25.375	\$76.125	\$76.125
B.1.4	FB10	uni	6	6	\$14.358	\$86.148	\$86.148
TOTAL						\$541.215	\$526.938
PU[CLP/m²]						\$11.045	\$12.257

4.3.4.3 Enlucido de yeso C+B

Tabla 4-16. Presupuesto total de materiales de Enlucido de yeso cocina y baño

Id	Nombre	Unidad	Cantidad inicial	Cantidad final	PU[CLP/u]	PTi[CLP]	PTf[CLP]
C.1.1	PYS20	saco	0,125	0,1	\$70.580	\$8.823	\$7.058
C.1.2	YS25	saco	8	6	\$4.361	\$34.888	\$26.166
TOTAL						\$43.711	\$33.224
PU[CLP/m²]						\$4.798	\$4.915

4.3.4.4 Impermeabilización cocina

Tabla 4-17. Presupuesto total de materiales de Impermeabilización cocina

Id	Nombre	Unidad	Cantidad inicial	Cantidad final	PU[CLP/u]	PTi[CLP]	PTf[CLP]
D.1.1	IMP25	saco	1	1,25	\$32.765	\$32.765	\$40.956

TOTAL	\$32.765	\$40.956
PU[CLP/m²]	\$3.891	\$5.527

4.3.4.5 Impermeabilización baño

Tabla 4-18. Presupuesto total de materiales de Impermeabilización baño

Id	Nombre	Unidad	Cantidad inicial	Cantidad final	PU[CLP/u]	PTi[CLP]	PTf[CLP]
E.1.1	IMP25	saco	0,5	0,5	\$32.765	\$16.383	\$16.383
TOTAL						\$16.383	\$16.383
PU[CLP/m²]						\$4.233	\$4.833

4.3.4.6 Cerámicas

Tabla 4-19. Piezas de cerámicas

Cocina	Li[cm]	Hi[cm]	Qd[u/caja]	Qcr[caja]	Qr[u]
Piso	33	33	18	3,22	58
Muro	20	30	25	0,28	7
Baño	Li[cm]	Hi[cm]	Qd[u/caja]	Qcr[caja]	Qr[u]
Piso	33	33	18	0,94	17
Muro	20	30	25	3,88	97
Total piso					75
Total muro					104

Tabla 4-20. Sacos y tinetas

Cocina	Qr[u]	QAdDA[saco]	QFrG[saco]	QAdAC[tineta]	QFrB[saco]
Piso	58	2,32	0,75		
Muro	7			0,07	0,07
Baño	Qr[u]	QAdDA[saco]	QFrG[saco]	QAdAC[tineta]	QFrB[saco]
Piso	17	0,68	0,25		
Muro	97			0,93	0,93

Tabla 4-21. Presupuesto total de materiales de Cerámicas de cocina

Id	Nombre	Unidad	Cantidad inicial	Cantidad final	PU[CLP/u]	PTi[CLP]	PTf[CLP]
F.1.1	CEGR33	caja	3,22	3,72	\$13.160	\$42.375	\$48.955
F.1.2	AdDA25	saco	2,32	1,85	\$11.756	\$27.274	\$21.749
F.1.3	FrG5	bolsa	0,75	0,6	\$5.034	\$3.776	\$3.020
F.1.4	CEBL20	caja	0,28	0,24	\$6.290	\$1.761	\$1.510
F.1.5	AdAC25	tineta	0,07	0,1	\$19.319	\$1.352	\$1.932
F.1.6	FrB5	bolsa	0,07	0,05	\$5.034	\$352	\$252
TOTAL						\$76.890	\$77.418
PU[CLP/m²]						\$11.545	\$9.964

Tabla 4-22. Presupuesto total de materiales de Cerámicas de baño

Id	Nombre	Unidad	Cantidad inicial	Cantidad final	PU[CLP/u]	PTi[CLP]	PTf[CLP]
G.1.1	CEGR33	caja	0,94	1,28	\$13.160	\$12.370	\$16.845
G.1.2	AdDA25	saco	0,68	0,65	\$11.756	\$7.994	\$7.641
G.1.3	FrG5	bolsa	0,25	0,2	\$5.034	\$1.259	\$1.007
G.1.4	CEBL20	caja	3,88	3,36	\$6.290	\$24.405	\$21.134
G.1.5	AdAC25	tineta	0,93	0,9	\$19.319	\$17.967	\$17.387
G.1.6	FrB5	bolsa	0,93	0,45	\$5.034	\$4.682	\$2.265
TOTAL						\$68.677	\$66.279
PU[CLP/m²]						\$8.954	\$8.014

4.3.4.7 Puertas

Tabla 4-23. Presupuesto total de materiales de Puertas

Id	Nombre	Unidad	Cantidad	PU[CLP/u]	PT[CLP]
H.1.1	P195	uni	1	\$75.650	\$75.650
H.1.2	P285	uni	1	\$65.258	\$65.258
H.1.3	P375	uni	4	\$57.983	\$231.932
H.1.4	CEO301	uni	1	\$33.605	\$33.605
H.1.5	MO9380	uni	1	\$14.277	\$14.277
H.1.6	POD200	uni	1	\$14.277	\$14.277
H.1.7	CCO201	uni	5	\$10.076	\$50.380
H.1.8	CO502	uni	1	\$14.277	\$14.277
H.1.9	TG25	uni	6	\$336	\$2.014
TOTAL					\$501.670
PU[CLP/gl]					\$501.670

4.3.4.8 Ventanas

Tabla 4-24. Presupuesto total de materiales de Ventanas

Id	Nombre	Unidad	Cantidad	PU[CLP/u]	PT[CLP]
I.1.1	V2150	uni	1	\$226.891	\$226.891
I.1.2	V390	uni	1	\$37.815	\$37.815
I.1.3	V1120	uni	2	\$42.008	\$84.016
I.1.4	V1260	uni	1	\$47.899	\$47.899
I.1.5	STN	uni	2	\$2.345	\$4.690
I.1.6	SEP	uni	3	\$3.798	\$11.394
TOTAL					\$412.705
PU[CLP/gl]					\$412.705

4.3.4.9 Pintura C+B

Tabla 4-25. Presupuesto total de materiales de Pintura cocina y baño

Id	Nombre	Unidad	Cantidad inicial	Cantidad final	PU[CLP/u]	PTi[CLP]	PTf[CLP]
J.1.1	PIEB5	tineta	0,065	0,125	\$58.739	\$3.818	\$7.342
TOTAL						\$3.818	\$7.342
PU[CLP/m²]						\$143	\$357

4.3.4.10 Artefactos sanitarios, a gas y eléctricos

Tabla 4-26. Presupuesto total de materiales de Artefactos sanitarios, a gas y eléctricos

Id	Nombre	Unidad	Cantidad	PU[CLP/u]	PT[CLP]
L.1.1	T13070	uni	1	\$54.613	\$54.613
L.1.2	BA300	uni	1	\$4.370	\$4.370
L.1.3	C50X40	uni	1	\$719	\$719
L.1.4	LLBoMT	uni	1	\$14.277	\$14.277
L.1.5	WCFANP	uni	1	\$52.513	\$52.513
L.1.6	SVWC	uni	1	\$1.336	\$1.336
L.1.7	LLaFIWC	uni	1	\$6.714	\$6.714
L.1.8	LMFP	uni	1	\$37.807	\$37.807
L.1.9	C40X32	uni	1	\$1.084	\$1.084
L.1.10	LLLoMT	uni	1	\$7.555	\$7.555
L.1.11	LP	uni	1	\$21.000	\$21.000
L.1.12	C50X40	uni	1	\$719	\$719
L.1.13	SIFLP	uni	1	\$2.261	\$2.261
L.1.14	LLLPMT	uni	1	\$9.235	\$9.235
L.1.15	MbLP	uni	1	\$37.807	\$37.807
L.1.16	LVFV	uni	1	\$33.605	\$33.605
L.1.17	C50X40	uni	1	\$719	\$719
L.1.18	SIFBOT	uni	1	\$2.092	\$2.092
L.1.19	LLVL	uni	1	\$2.513	\$2.513
L.1.20	Co7LAT	uni	1	\$97.471	\$97.471
L.1.21	TAcG4	uni	1	\$4.109	\$4.109
L.1.22	TCrrAl4	uni	1	\$3.353	\$3.353
L.1.23	EXH5	uni	2	\$12.899	\$25.798
TOTAL					\$421.670
PU[CLP/gl]					\$421.670

4.3.5 Análisis de plazos unitarios

En este apartado se presenta el estudio de los plazos unitarios de las partidas de terminaciones, a través de la programación rítmica unitaria (desde la Tabla 4-27 hasta la Tabla 4-50). Después, se presenta el resumen de los plazos individuales de cada partida (ver Tabla 4-51).

4.3.5.1 Tabiquería

Tabla 4-27. Estudio de plazos por sectores de la partida de Tabiquería

Id	Sector	PrTo[m ² /día]	Qp[m ²]	d[día]	daj[día]
1	D2	18	13,76	0,77	0,6
2	D1	18	10,35	0,58	0,6
3	D3	18	10,01	0,56	0,6
4	B	18	12,21	0,68	0,6
5	L+C	18	10,18	0,57	0,6
TOTAL			56,55	3,16	3

Tabla 4-28. Programación rítmica unitaria de Tabiquería

Id	Ne	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Tabiquería	3	1	2	3	4	5					

4.3.5.2 Poligyp

Tabla 4-29. Estudio de plazos por sectores de la partida de Poligyp

Id	Sector	PrTo[m ² /día]	Qp[m ²]	d[día]	daj[día]
1	C1	25	9,88	0,4	0,4
2	C2	25	7,47	0,3	0,4
3	D2	25	10,51	0,42	0,4
4	D1+D3	25	8,63	0,35	0,4
5	B	25	6,5	0,26	0,4
TOTAL			42,99	1,72	2

Tabla 4-30. Programación rítmica unitaria de Poligyp

Id	Ne	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Poligyp	2	1	2	3	4	5					

4.3.5.3 Enlucido de yeso – Cocina y baño

Tabla 4-31. Estudio de plazos por sectores de la aplicación de Puente adherente de yeso

Id	Sector	PrTo[m ² /día]	Qp[m ²]	d[día]	daj[día]
1	C1	44	2,25	0,05	0,05
2	C2	44	2,25	0,05	0,05
3	C3	44	2,26	0,05	0,05
4	B	55	2,78	0,05	0,05
TOTAL			9,54	0,2	0,2

Tabla 4-32. Estudio de plazos por sectores de la aplicación de Enlucido de yeso

Id	Sector	PrTo[m ² /día]	Qp[m ²]	d[día]	daj[día]
1	C1	11	2,25	0,2	0,2
2	C2	11	2,25	0,2	0,2
3	C3	11	2,26	0,21	0,2
4	B	14	2,78	0,2	0,2
TOTAL			9,54	0,81	0,8

Tabla 4-33. Programación rítmica unitaria de Enlucido de yeso

Id	Ne	d	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Puente YS	0,2	1					2					3					4				
2	Enlucido YS	0,8		1	1	1	1		2	2	2	2		3	3	3	3		4	4	4	4

4.3.5.4 Impermeabilización cocina

Tabla 4-34. Estudio de plazos por sectores de Impermeabilización cocina

Id	Sector	PrTo[m ² /día]	Qp[m ²]	d[día]	daj[día]
1	C	30	7,41	0,247	0,25
TOTAL			7,41	0,247	0,25

Tabla 4-35. Programación rítmica unitaria de Impermeabilización cocina

Id	Ne	d	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Impermeabilización	0,25	1																			
2	Curado	2,75		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1								

4.3.5.5 Impermeabilización baño

Tabla 4-36. Estudio de plazos por sectores de Impermeabilización baño

Id	Sector	PrTo[m ² /día]	Qp[m ²]	d[día]	daj[día]
1	B	17	3,39	0,2	0,2
TOTAL			3,39	0,2	0,2

Tabla 4-37. Programación rítmica unitaria de Impermeabilización baño

Id	Ne	d	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Impermeabilización	0,2	1																			
2	Curado	1,8		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1									

4.3.5.6 Cerámicas de cocina

La programación rítmica de esta partida posee tres operaciones, las cuales se describen a continuación. Operación A: cerámicas de piso y de zócalo; operación B: tiempo de fraguado; y operación C: fragüe de piso y de zócalo, cerámicas de muro, tiempo de fraguado y fragüe de muro.

Tabla 4-38. Estudio de plazos por sectores de Cerámicas de cocina

Id	Sector	PrTo[m ² /día]	Qp[m ²]	d[día]	daj[día]
1	C	15	7,77	0,52	0,5
TOTAL			7,77	0,52	0,5

Tabla 4-39. Programación rítmica unitaria de Cerámicas de cocina

Id	Ne	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	A	0,5	1									
2	B	1		1	1							
3	C	1,5				1	1	1				

4.3.5.7 Cerámicas de baño

La programación rítmica de esta partida posee tres operaciones, las cuales se describen a continuación. Operación A: cerámicas de muro, de piso y de zócalo, y tiempo de fraguado; operación B: fragüe de muro, de piso y de zócalo; y operación C: tiempo de fraguado.

Tabla 4-40. Estudio de plazos por sectores de Cerámicas de baño

Id	Sector	PrTo[m ² /día]	Qp[m ²]	d[día]	daj[día]
1	B	15	8,27	0,52	0,5
TOTAL			8,27	0,52	0,5

Tabla 4-41. Programación rítmica unitaria de Cerámicas de baño

Id	Ne	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	A	1,5	1	1	1							
2	B	0,5				1						
3	C	1					1	1				

4.3.5.8 Puertas

Tabla 4-42. Estudio de plazos por sectores de Puertas

Id	Sector	Tipo	PrTo[un/día]	Qp[un]	d[día]	daj[día]
1	Po	P1	2	1	0,5	0,5
2	C	P2	2	1	0,5	0,5
3	D1,D2	P3	4	2	0,5	0,5
4	D3,B	P3	4	2	0,5	0,5
TOTAL				6	2	2

Tabla 4-43. Programación rítmica unitaria de Puertas

Id	Ne	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Inst. puertas	2	1	2	3	4						

4.3.5.9 Ventanas

Tabla 4-44. Estudio de plazos por sectores de Ventanas

Id	Sector	Tipo	PrTo[un/día]	Qp[un]	d[día]	daj[día]
1	E	V2	5	1	0,2	0,2
2	D3	V3	6	1	0,17	0,2
3	D1	V1	6	1	0,17	0,2
4	D2	V1	6	1	0,17	0,2
5	B	V12	6	1	0,17	0,2
TOTAL				5	0,88	1

Tabla 4-45. Programación rítmica unitaria de Ventanas

Id	Ne	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Inst. ventanas	1	1	2	3	4	5					

4.3.5.10 Pintura. Cocina y baño.

Tabla 4-46. Estudio de plazos por sectores de Pintura

Id	Sector	PrTo[m ² /día]	Qp[m ²]	d[día]	daj[día]
1	C1	20	5,05	0,25	0,25
2	C2	20	5,05	0,25	0,25
3	C3	20	5,06	0,25	0,25

4	B	20	5,41	0,27	0,25
TOTAL			20,57	1,02	1

Tabla 4-47. Programación rítmica unitaria de Pintura

Id	Ne	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pintura	1	1	2	3	4						

4.3.5.11 Artefactos sanitarios, a gas y eléctricos

Tabla 4-48. Estudio inicial de plazos por sectores de Artefactos sanitarios, a gas y eléctricos

Id	Sector	Tipo	PrTo[un/día]	Qp[un]	d[día]	daj[día]
1	B	Bo	2	1	0,5	0,5
2	B	WC	2	1	0,5	0,5
3	B	Lo	4	1	0,25	0,25
4	C	LP	4	1	0,25	0,25
5	L	LV	8	1	0,125	0,125
6	L	Co	4	1	0,25	0,25
7	B, C	EXH5	16	2	0,125	0,125
TOTAL					2	2

Tabla 4-49. Estudio final de plazos por sectores de Artefactos sanitarios, a gas y eléctricos

Id	Sector	Tipo	PrTo[un/día]	Qp[un]	d[día]	daj[día]
1	B	Bo	2	1	0,5	0,5
2	B	WC	2	1	0,5	0,5
3	B,C	Lo,LP	4	2	0,5	0,5
4	B,C,L	LV,Co,EXH5	6	3	0,5	0,5
TOTAL					2	2

Tabla 4-50. Programación rítmica unitaria de Artefactos sanitarios, a gas y eléctricos

Id	Ne	d	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Instalación artefactos	2	1	2	3	4																

Tabla 4-51. Plazos finales de las partidas de terminaciones.

Id	Nombre	d [días]
A	Tabiquería	3
B	Poligyp	2
C	Enlucido yeso C+B	1
D	Impermeabilización cocina	3
E	Impermeabilización baño	2
F	Cerámicas cocina	3
G	Cerámicas baño	3
H	Puertas	2
I	Ventanas	1
J	Pintura 1M C+B	1
K	Pintura 2M C+B	1
L	Artefactos sanitarios, a gas y eléctricos	2

4.3.6 Presupuesto de mano de obra

4.3.6.1 Mano de obra de subcontrato

Se presentan el presupuesto total inicial y final de la mano de obra de subcontrato (ver Tabla 4-52).

Tabla 4-52. Presupuesto de mano de obra de subcontrato

Id	Nombre	Unidad	Cantidad inicial	Cantidad final	PU[CLP/m ²]	PTi[CLP]	PTf[CLP]
A.2.1	SC Tabiquería	m ²	53,8	56,55	\$6.750	\$363.150	\$381.713
B.2.1	SC Trasdoso	m ²	49	42,99	\$5.500	\$269.500	\$236.445
C.2.1	SC Enlucido yeso	m ²	9,11	9,54	\$12.500	\$113.875	\$119.250
F.2.1	SC Cerámica	m ²	6,66	7,77	\$5.500	\$36.630	\$42.735
G.2.1	SC Cerámica	m ²	7,67	8,27	\$5.500	\$42.185	\$45.485
J.2.1	SC Pintura	m ²	26,75	20,57	\$5.500	\$147.125	\$113.135
K.2.1	SC Pintura	m ²	26,75	20,57	\$5.500	\$147.125	\$113.135
TOTAL						\$1.119.590	\$1.051.898

4.3.6.2 Mano de obra de OVAL

El presupuesto total inicial de la mano de obra de OVAL se presenta en la Tabla 4-53, mientras que el presupuesto total final de la mano de obra de OVAL está en la Tabla 4-54.

Tabla 4-53. Presupuesto inicial de mano de obra de OVAL

Id	Ne	Op	TCE	Mes	PD	Plazo	PT	Unidad	Cantidad	PU
		[Op]	[CLP/M/Op]	[D/M]	[CLP/D]	[D]	[CLP]			[CLP/u]
D.2.1	Jornal	1	\$809.666	20	\$40.483	3	\$121.450	m ²	8,42	\$14.424
E.2.1	Jornal	1	\$809.666	20	\$40.483	3	\$121.450	m ²	3,87	\$31.382
H.2.1	M1C	1	\$1.021.991	20	\$51.100	12	\$613.195	gl	1	\$613.195
H.2.2	AyC	1	\$880.441	20	\$44.022	12	\$528.265	gl	1	\$528.265
I.2.1	M1C	1	\$1.021.991	20	\$51.100	6	\$306.597	gl	1	\$306.597
I.2.2	AyC	1	\$880.441	20	\$44.022	6	\$264.132	gl	1	\$264.132
L.2.1	M1G	1	\$1.021.991	20	\$51.100	12	\$613.195	gl	1	\$613.195
L.2.2	M1E	1	\$1.021.991	20	\$51.100	3	\$153.299	gl	1	\$153.299
L.2.2	AyG	1	\$880.441	20	\$44.022	12	\$528.265	gl	1	\$528.265
TOTAL							\$3.249.848			

Tabla 4-54. Presupuesto final de mano de obra de OVAL

Id	Ne	Op	TCE	Mes	PD	Plazo	PT	Unidad	Cantidad	PU
		[Op]	[CLP/M/Op]	[D/M]	[CLP/D]	[D]	[CLP]			[CLP/u]
D.2.1	Jornal	1	\$809.666	20	\$40.483	3	\$121.449	m ²	7,41	\$16.390
E.2.1	Jornal	1	\$809.666	20	\$40.483	2	\$80.966	m ²	3,39	\$23.884
H.2.1	M1C	1	\$1.021.991	20	\$51.100	2	\$102.200	gl	1	\$102.200
H.2.2	AyC	1	\$880.441	20	\$44.022	2	\$88.044	gl	1	\$88.044
I.2.1	M1C	1	\$1.021.991	20	\$51.100	1	\$51.100	gl	1	\$51.100
I.2.2	AyC	1	\$880.441	20	\$44.022	1	\$44.022	gl	1	\$44.022
L.2.1	M1G	1	\$1.021.991	20	\$51.100	1,875	\$95.813	gl	1	\$95.813
L.2.2	M1E	1	\$1.021.991	20	\$51.100	0,125	\$6.388	gl	1	\$6.388
L.2.2	AyG	1	\$880.441	20	\$44.022	1,875	\$82.541	gl	1	\$82.541

TOTAL	\$672.522
--------------	------------------

4.3.7 Presupuesto total inicial (PRTI)

Tabla 4-55. Presupuesto total inicial

Id	Ne	Unidad	Cantidad	MT		MO		TOTAL	
				PU [CLP/u]	PT [CLP]	PU [CLP/u]	PT [CLP]	PU [CLP/u]	PT [CLP]
1.0.0	Ter								
1.1.0	TBQ								
1.1.1	TBQ	m ²	53,8	\$15.750	\$847.373	\$6.750	\$363.150	\$22.500	\$1.210.523
1.2.0	TDS								
1.2.1	PG	m ²	49	\$11.045	\$541.215	\$5.500	\$269.500	\$16.545	\$810.715
1.3.0	EYS								
1.3.1	EYS C+B	m ²	9,11	\$4.798	\$43.711	\$12.500	\$113.875	\$17.298	\$157.586
1.4.0	Imp								
1.4.1	Imp C	m ²	8,42	\$3.891	\$32.765	\$14.424	\$121.450	\$18.315	\$154.215
1.4.2	Imp B	m ²	3,87	\$4.233	\$16.383	\$31.382	\$121.450	\$35.616	\$137.833
1.5.0	CER								
1.5.1	CER C	m ²	6,66	\$11.545	\$76.890	\$5.500	\$36.630	\$17.045	\$113.520
1.5.2	CER B	m ²	7,67	\$8.954	\$68.677	\$5.500	\$42.185	\$14.454	\$110.862
1.6.0	PT								
1.6.1	PT	gl	1	\$501.670	\$501.670	\$1.141.460	\$1.141.460	\$1.643.130	\$1.643.130
1.7.0	CEM								
1.7.1	VT	gl	1	\$412.705	\$412.705	\$570.729	\$570.729	\$983.434	\$983.434
1.8.0	P1Mo								
1.8.1	P C+B	m ²	26,75	\$143	\$3.818	\$5.500	\$147.125	\$5.643	\$150.943
1.9.0	P2Mo								
1.9.1	P C+B	m ²	26,75	\$143	\$3.818	\$5.500	\$147.125	\$5.643	\$150.943
1.10.0	ATF								
1.10.1	SGE	gl	1	\$421.670	\$421.670	\$1.294.759	\$1.294.759	\$1.716.429	\$1.716.429
TOTAL				\$2.970.695		\$4.369.438		\$7.340.133	

4.3.8 Presupuesto total final (PRTF)

Tabla 4-56. Presupuesto total final

Id	Ne	Unidad	Cantidad	MT		MO		TOTAL	
				PU [CLP/u]	PT [CLP]	PU [CLP/u]	PT [CLP]	PU [CLP/u]	PT [CLP]
1.0.0	Ter								
1.1.0	TBQ								
1.1.1	TBQ	m ²	56,55	\$13.916	\$786.932	\$6.750	\$381.713	\$20.666	\$1.168.645
1.2.0	TDS								
1.2.1	PG	m ²	42,99	\$12.257	\$526.938	\$5.500	\$236.445	\$17.757	\$763.383
1.3.0	EYS								
1.3.1	EYS C+B	m ²	9,54	\$4.915	\$46.887	\$12.500	\$119.250	\$17.415	\$166.137
1.4.0	Imp								
1.4.1	Imp C	m ²	7,41	\$5.527	\$40.956	\$16.390	\$121.450	\$21.917	\$162.406
1.4.2	Imp B	m ²	3,39	\$4.833	\$16.383	\$23.884	\$80.967	\$28.717	\$97.350
1.5.0	CER								
1.5.1	CER C	m ²	7,77	\$9.964	\$77.418	\$5.500	\$42.735	\$15.464	\$120.153

1.5.2	CER B	m ²	8,27	\$8.014	\$66.279	\$5.500	\$45.485	\$13.514	\$111.764
1.6.0	PT								
1.6.1	PT	gl	1	\$501.670	\$501.670	\$190.243	\$190.243	\$691.913	\$691.913
1.7.0	CEM								
1.7.1	VT	gl	1	\$412.705	\$412.705	\$95.122	\$95.122	\$507.827	\$507.827
1.8.0	P1Mo								
1.8.1	P C+B	m ²	20,57	\$357	\$7.342	\$5.500	\$113.135	\$5.857	\$120.477
1.9.0	P2Mo								
1.9.1	P C+B	m ²	20,57	\$357	\$7.342	\$5.500	\$113.135	\$5.857	\$120.477
1.10.0	ATF								
1.10.1	SGE	gl	1	\$421.670	\$421.670	\$184.740	\$184.740	\$606.410	\$606.410
TOTAL					\$2.912.522		\$1.724.420		\$4.636.942

4.3.9 Programación de las actividades

En la Figura 4-2 se presenta la programación de las partidas para un departamento. Posteriormente, en función de esta programación se elabora el diagrama de barras (ver Tabla 4-57). Después, se desarrolla la programación rítmica masiva de los 24 departamentos (ver Tabla 4-58), en donde los elementos se enumeran desde el 1 hasta el 24 y las operaciones corresponden a las 12 partidas de terminaciones. A partir de este programa, el plazo total final es de 91 días (ver Tabla 4-59).

Figura 4-2. Programación de las partidas de terminaciones

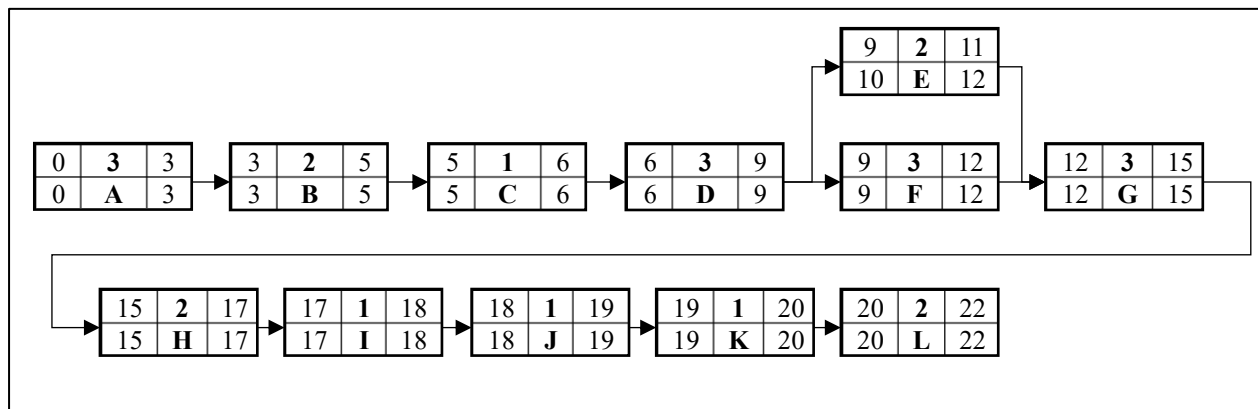


Tabla 4-57. Diagrama de barras de una unidad de vivienda

Id	Ne	d	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	A	3																									
2	B	2																									
3	C	1																									
4	D	3																									
5	E	2																									
6	F	3																									
7	G	3																									
8	H	2																									
9	I	1																									
10	J	1																									
11	K	1																									
12	L	2																									

Tabla 4-58. Programación rítmica masiva de la fase de terminaciones

0	Id	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	Ne	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	3	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	4	3	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
1	1	4	3	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0
1	2	4	0	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0
1	3	5	4	0	3	2	2	1	0	0	0	0	0
1	4	5	4	0	3	2	2	1	0	0	0	0	0
1	5	5	0	4	3	0	2	1	0	0	0	0	0
1	6	6	5	0	4	3	3	2	1	0	0	0	0
1	7	6	5	0	4	3	3	2	1	0	0	0	0
1	8	6	0	5	4	0	3	2	0	1	0	0	0
1	9	7	6	0	5	4	4	3	2	0	1	0	0
2	0	7	6	0	5	4	4	3	2	0	0	1	0
2	1	7	0	6	5	0	4	3	0	2	0	0	1
2	2	8	7	0	6	5	5	4	3	0	2	0	1
2	3	8	7	0	6	5	5	4	3	0	0	2	0
2	4	8	0	7	6	0	5	4	0	3	0	0	2
2	5	9	8	0	7	6	6	5	4	0	3	0	2
2	6	9	8	0	7	6	6	5	4	0	0	3	0
2	7	9	0	8	7	0	6	5	0	4	0	0	3
2	8	10	9	0	8	7	7	6	5	0	4	0	3
2	9	10	9	0	8	7	7	6	5	0	0	4	0
3	0	10	0	9	8	0	7	6	0	5	0	0	4

3	1	11	10	0	9	8	8	7	6	0	5	0	4
3	2	11	10	0	9	8	8	7	6	0	0	5	0
3	3	11	0	10	9	0	8	7	0	6	0	0	5
3	4	12	11	0	10	9	9	8	7	0	6	0	5
3	5	12	11	0	10	9	9	8	7	0	0	6	0
3	6	12	0	11	10	0	9	8	0	7	0	0	6
3	7	13	12	0	11	10	10	9	8	0	7	0	6
3	8	13	12	0	11	10	10	9	8	0	0	7	0
3	9	13	0	12	11	0	10	9	0	8	0	0	7
4	0	14	13	0	12	11	11	10	9	0	8	0	7
4	1	14	13	0	12	11	11	10	9	0	0	8	0
4	2	14	0	13	12	0	11	10	0	9	0	0	8
4	3	15	14	0	13	12	12	11	10	0	9	0	8
4	4	15	14	0	13	12	12	11	10	0	0	9	0
4	5	15	0	14	13	0	12	11	0	10	0	0	9
4	6	16	15	0	14	13	13	12	11	0	10	0	9
4	7	16	15	0	14	13	13	12	11	0	0	10	0
4	8	16	0	15	14	0	13	12	0	11	0	0	10
4	9	17	16	0	15	14	14	13	12	0	11	0	10
5	0	17	16	0	15	14	14	13	12	0	0	11	0
5	1	17	0	16	15	0	14	13	0	12	0	0	11
5	2	18	17	0	16	15	15	14	13	0	12	0	11
5	3	18	17	0	16	15	15	14	13	0	0	12	0
5	4	18	0	17	16	0	15	14	0	13	0	0	12
5	5	19	18	0	17	16	16	15	14	0	13	0	12
5	6	19	18	0	17	16	16	15	14	0	0	13	0
5	7	19	0	18	17	0	16	15	0	14	0	0	13
5	8	20	19	0	18	17	17	16	15	0	14	0	13
5	9	20	19	0	18	17	17	16	15	0	0	14	0
6	0	20	0	19	18	0	17	16	0	15	0	0	14
6	1	21	20	0	19	18	18	17	16	0	15	0	14
6	2	21	20	0	19	18	18	17	16	0	0	15	0
6	3	21	0	20	19	0	18	17	0	16	0	0	15
6	4	22	21	0	20	19	19	18	17	0	16	0	15
6	5	22	21	0	20	19	19	18	17	0	0	16	0
6	6	22	0	21	20	0	19	18	0	17	0	0	16
6	7	23	22	0	21	20	20	19	18	0	17	0	16
6	8	23	22	0	21	20	20	19	18	0	0	17	0
6	9	23	0	22	21	0	20	19	0	18	0	0	17
7	0	24	23	0	22	21	21	20	19	0	18	0	17
7	1	24	23	0	22	21	21	20	19	0	0	18	0
7	2	24	0	23	22	0	21	20	0	19	0	0	18
7	3	0	24	0	23	22	22	21	20	0	19	0	18
7	4	0	24	0	23	22	22	21	20	0	0	19	0
7	5	0	0	24	23	0	22	21	0	20	0	0	19
7	6	0	0	0	24	23	23	22	21	0	20	0	19
7	7	0	0	0	24	23	23	22	21	0	0	20	0
7	8	0	0	0	24	0	23	22	0	21	0	0	20
7	9	0	0	0	0	24	24	23	22	0	21	0	20
8	0	0	0	0	0	24	24	23	22	0	0	21	0

8	1	0	0	0	0	0	24	23	0	22	0	0	21
8	2	0	0	0	0	0	0	24	23	0	22	0	21
8	3	0	0	0	0	0	0	24	23	0	0	22	0
8	4	0	0	0	0	0	0	24	0	23	0	0	22
8	5	0	0	0	0	0	0	0	24	0	23	0	22
8	6	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	23	0
8	7	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	23
8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	23
8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.3.9.1 *Plazo total final (PTF)*

Tabla 4-59. Plazo total final

Id	Nombre	d [días]
1	Plazo total final del programa de terminaciones	91

5 Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de los cálculos realizados. Estos resultados corresponden a las cantidades iniciales, las cantidades finales y las variaciones porcentuales existentes (ver subcapítulos 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4). Además, se propone y se aplica un sistema de evaluación mediante factores ponderados, a través del cual se le asigna un puntaje determinado a cada una de las metodologías vistas en la presente memoria (ver subcapítulo 5.5).

5.1 Cubicaciones de las partidas

Tabla 5-1. Cubicaciones iniciales y finales de las partidas

Actividad	Descripción	Cantidad inicial [m ²]	Cantidad final [m ²]	Variación porcentual
A	Tabiquería	53,8	56,55	5%
B	Poligyp	49	42,99	-12%
C	Enlucido yeso C+B	9,11	9,54	5%
D	Impermeabilización cocina	8,42	7,41	-12%
E	Impermeabilización baño	3,87	3,39	-12%
F	Cerámicas de cocina	6,66	7,77	17%
G	Cerámicas de baño	7,67	8,27	8%
J	Pintura primera mano C+B	26,75	20,57	-23%
K	Pintura segunda mano C+B	26,75	20,57	-23%

5.2 Materiales del Cuadro Huevo

En la Tabla 5-2 se presentan las cantidades iniciales de los materiales, las cuales se extraen a partir del Cuadro Huevo inicial. Además, se presentan las cantidades finales, las cuales son obtenidas a partir de la metodología de la optimización. Después, se presenta la variación porcentual para cada uno de los elementos. Es preciso señalar que en este listado se incluyen los elementos unidimensionales, bidimensionales y misceláneos.

Tabla 5-2. Cantidades iniciales y finales de los materiales del Cuadro Huevo

Id	Nombre	Unidad	Cantidad inicial	Cantidad final	Variación porcentual
1	YS25	saco	8	6	-25%
2	PYS20	tineta	0,125	0,1	-20%
3	PIEB5	tineta	0,125	0,25	100%
4	FL	rollo	0,1	0,3	200%
5	IMP25 Cocina	saco	1	1,25	25%
6	IMP25 Baño	saco	0,5	0,5	0%
7	U39X20	tira	16	21	31%
8	U62X25	tira	1	1	0%
9	U92X30	tira	1	1	0%
10	C38X38	tira	110	98	-11%
11	C60X38	tira	7	5	-29%
12	C90X38	tira	2	3	50%
13	P32X32	tira	15	12	-20%
14	YCST10	placa	10	5	-50%

15	YCST12,5	placa	22	24	9%
16	YCRH12,5	placa	10	7	-30%
17	YCRF15	placa	8	4	-50%
18	RL	rollo	1	1	0%
19	RP	rollo		0,35	-
20	CFV JG	cinta	0,1	0,3	200%
21	AP8	placa	3	3	0%
22	VB6	placa	0,5	1	100%
23	OSB9,5	placa	0,5	1	100%
24	PGST10	placa	16	16	0%
25	PGRH12,5	placa	3	3	0%
26	BLR FB	cinta	6	6	0%
27	VF25	saco	6	5	-17%
28	Cocina CEGR33	unid	58	67	16%
29	Baño CEGR33	unid	17	23	35%
30	Cocina CEBL20	unid	7	6	-14%
31	Baño CEBL20	unid	97	84	-13%
32	AdDA25	saco	3	2,5	-17%
33	AdAC25	tineta	1	1	0%
34	FrG5	bolsa	1	0,8	-20%
35	FrB5	bolsa	1	0,5	-50%

5.3 Presupuesto de una unidad de vivienda

A continuación, se presenta la Tabla 5-3, la cual muestra el presupuesto inicial y el presupuesto final de una unidad de vivienda del proyecto. Además, se presenta la variación porcentual entre estos valores.

Tabla 5-3. Presupuestos totales iniciales y finales de una unidad de vivienda

Ne	PRTI [CLP]	PRTE [CLP]	Variación porcentual
TBQ	\$1.210.523	\$1.168.645	-3%
PG	\$810.715	\$763.383	-6%
EYS C+B	\$157.586	\$166.137	5%
ImpC	\$154.215	\$162.406	5%
ImpB	\$137.833	\$97.350	-29%
CER C	\$113.520	\$120.153	6%
CER B	\$110.862	\$111.764	1%
PT	\$1.643.130	\$691.913	-58%
VT	\$983.434	\$507.827	-48%
P1 C+B	\$150.943	\$120.477	-20%
P2 C+B	\$150.943	\$120.477	-20%
SGE	\$1.716.429	\$606.410	-65%
TOTAL	\$7.340.133	\$4.636.942	-37%

5.4 Programa de terminaciones

En la Tabla 5-4 se muestran las duraciones individuales iniciales y finales de las partidas de terminaciones. Los cálculos de las duraciones iniciales se realizan a partir de las fechas que se muestran en el programa inicial de terminaciones de la empresa OVAL, las cuales dan como

resultado las duraciones de cada actividad del programa inicial. Posteriormente, esas duraciones obtenidas se agrupan y se suman en las partidas correspondientes a la planeación.

Tabla 5-4. Duraciones iniciales y finales de las partidas

Actividad	Descripción	Plazo inicial [días]	Plazo final [días]	Variación porcentual
A	Tabiquería	9	3	-67%
B	Poligyp	3	2	-33%
C	Enlucido yeso C+B	6	1	-83%
D	Impermeabilización cocina	3	3	0%
E	Impermeabilización baño	3	2	-33%
F	Cerámicas de cocina	3	3	0%
G	Cerámicas de baño	3	3	0%
H	Puertas	12	2	-83%
I	Ventanas	6	1	-83%
J	Pintura 1M C+B	6	1	-83%
K	Pintura 2M C+B	6	1	-83%
L	Artefactos	15	2	-87%

Con respecto al comparativo de los programas de terminaciones, a partir del programa de terminaciones inicial, se obtiene un plazo inicial de 103 días. Por otro lado, después de la utilización de la programación rítmica masiva, se obtiene un plazo final de 91 días (ver Tabla 5-5).

Tabla 5-5. Plazo inicial y plazo final de terminaciones

Ne	Plazo inicial [días]	Plazo final [días]	Variación porcentual
Terminaciones	103	91	-12%

5.5 Evaluación de las metodologías

El sistema de evaluación de las metodologías considera una escala de puntuación del 0 al 100, siendo 0 el puntaje mínimo y 100 el puntaje máximo. Respecto a las metodologías a evaluar, la metodología A corresponde al sistema que utiliza OVAL, mientras que la metodología B es la metodología propuesta. En la evaluación económica y en la evaluación de plazo se otorga el puntaje máximo a la metodología que presenta el costo directo mínimo y el plazo mínimo, respectivamente. Por otra parte, la puntuación menor se calcula como la diferencia entre el puntaje máximo y la variación porcentual de ambas metodologías, teniendo como valor inicial a la metodología que presenta el puntaje máximo (ver ecuación (5-1)) y como valor final a la metodología que presenta el puntaje menor. Para las evaluaciones económica y de plazo, estos valores corresponden al costo directo y al plazo, respectivamente (ver Tabla 5-6 y Tabla 5-7).

$$Puntuación\ menor = 100 - \left[100 * \frac{Valor\ final - Valor\ inicial}{Valor\ inicial} \right] \quad (5-1)$$

Por otra parte, la evaluación técnica contempla siete elementos de evaluación, los cuales corresponden a: Cubicaciones de partidas, Cuadro Huevo, Optimización de materiales, Mano de

obra, Plazo unitario de las partidas, Análisis de precios unitarios y Programa de terminaciones. Cada uno de estos elementos posee distintos criterios de evaluación (ver Tabla 5-8).

Existen tres formas de asignación de puntaje a estos criterios, dependiendo del grado de cumplimiento de estos: cumplimiento completo (puntaje máximo), cumplimiento incompleto (una parte del puntaje) y no cumplimiento (se asigna un puntaje de cero).

Una vez evaluados los criterios, se tienen los puntajes totales de cada elemento, los cuales poseen, a su vez, una ponderación determinada (expresada en porcentaje) dentro de la evaluación técnica. El cálculo de la puntuación de la evaluación técnica corresponde a la suma de los productos de cada uno de los elementos evaluados por su ponderación correspondiente (Tabla 5-9).

Por último, en la evaluación final, se asignan ponderaciones a las evaluaciones económica, de plazo y técnica, correspondientes a 30%, 30% y 40%, respectivamente. La puntuación se calcula como la suma de los productos entre las evaluaciones por su ponderación correspondiente (ver Tabla 5-10).

Tabla 5-6. Evaluación económica de las metodologías

Metodología	Costo Directo [CLP]			Puntuación
	Mano de obra	Materiales	Total	
A	\$4.369.438	\$2.970.695	\$7.340.133	42
B	\$1.724.420	\$2.912.522	\$4.636.942	100

Tabla 5-7. Evaluación del plazo de las metodologías

Metodología	Plazo [días]	Puntuación
A	103	87
B	91	100

Tabla 5-8. Elementos para la evaluación técnica

	Descripción	Puntaje
E1	Cubicaciones de partidas	100
	Coherencia entre las cubicaciones, las especificaciones técnicas y los planos.	50
	Cumplimiento de la norma chilena NCh353.Of2000 en el cálculo de las cubicaciones de las partidas.	50
E2	Cuadro Huevo	100
	Coherencia en la clasificación de los materiales del Cuadro Huevo, con respecto a las especificaciones técnicas y los planos.	50
	Coherencia en la cantidad de los materiales del Cuadro Huevo, con respecto a las especificaciones técnicas y los planos.	50
E3	Optimización de materiales	100
	Utilización de metodología de optimización de materiales del Cuadro Huevo.	100
E4	Mano de obra.	100
	Coherencia en la clasificación y la cantidad de mano de obra.	50
	Coherencia en el rendimiento de la mano de obra.	50
E5	Plazo unitario de las partidas	100

	Obtención del plazo de cada partida a través de una metodología de planificación.	50
	Estimación del plazo para la mano de obra.	50
E6	Análisis de precios unitarios	100
	Coherencia en el análisis de precios unitarios de materiales.	25
	Coherencia en el análisis de precios unitarios de mano de obra.	25
	Cálculo de los costos directos materiales.	25
	Cálculo de los costos directos de mano de obra.	25
E7	Programa de terminaciones	100
	Utilización de metodología de planificación para el programa de terminaciones.	25
	Coherencia entre las partidas a ejecutar.	25
	Calidad del programa de terminaciones.	25
	Uso de la programación rítmica.	25

Tabla 5-9. Evaluación técnica de las metodologías

Metodología	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Puntuación
	15%	15%	20%	10%	15%	10%	15%	
A	100	75	0	100	50	100	25	58
B	100	100	100	100	100	100	75	96

5.5.1 Evaluación final

Tabla 5-10. Evaluación final de las metodologías

Metodología	EE	EP	ET	TOTAL
	30%	30%	40%	
A	42	87	58	62
B	100	100	96	98

6 Análisis de los resultados

6.1 Cubicaciones de las partidas

Se presentan las variaciones porcentuales entre las cubicaciones finales y las cubicaciones iniciales. Por una parte, las actividades A, C, F y G presentan variaciones porcentuales positivas de 5%, 5%, 17% y 8%. Por otra parte, las actividades, B, D, E, J y K presentan variaciones porcentuales negativas de 12%, 12%, 12%, 23% y 23%. Estos valores indican las variaciones existentes entre las metodologías de cubicación y el grado de especificación en la determinación de los valores. Dichas variaciones inciden en el costo directo por concepto de mano de obra por subcontrato, ya que, la mayor parte de estas partidas (a excepción de la D y la E) presentan este tipo de mano de obra, cuyo precio unitario se mide por metro cuadrado. Además, estas variaciones afectan en los plazos individuales de las partidas, puesto que la productividad de la mano de obra se mide en metros cuadrados por unidades de tiempo.

6.2 Materiales del Cuadro Huevo

El cálculo inicial de la cantidad de materiales del Cuadro Huevo se ejecuta a través de las cubicaciones de las partidas y de los rendimientos que poseen los materiales. Por otra parte, el cálculo final de la cantidad de materiales se realiza a través de la metodología de optimización de materiales, logrando un grado de precisión de las cantidades mucho mayor que la metodología tradicional. Además, a través de esta técnica, se realiza una sectorización de los recursos, permitiendo un mejor control para la distribución de los materiales desde la bodega de obra hasta el sector de ejecución.

Los elementos de las partidas de Puertas, Ventanas y Artefactos sanitarios, a gas y eléctricos, no difieren entre los cálculos, puesto que corresponden a materiales cuya cubicación es de muy baja complejidad. El cálculo de estos materiales puede realizarse por conteo, a través de la inspección de los planos y de la lectura de las especificaciones técnicas.

Con respecto a las variaciones porcentuales entre las cantidades iniciales y finales de los materiales del Cuadro Huevo, es importante destacar algunos elementos. En primer lugar, la cantidad de pintura varía en un 100% debido a que, por simple inspección, la cantidad inicial considera una mano de pintura, mientras que el cálculo final, después de la optimización, considera las dos manos de pintura especificadas. Por otra parte, el rollo de fieltro varía en un 200%, debido a que, probablemente, para los cálculos iniciales no se consideraron todos los sectores en los que se utiliza este material. Finalmente, otro elemento a destacar es la cinta de fibra de vidrio Joint Gard (CFV JG), la cual varía en un 200%, ya que, posiblemente no se consideraron todas las uniones entre placas que deberían haberse analizado.

6.3 Presupuesto de una unidad de vivienda

El presupuesto final de una unidad de vivienda es menor que el presupuesto inicial, en la mayoría de las partidas de terminaciones. Dentro de las mayores disminuciones porcentuales, están las partidas de Artefactos sanitarios, a gas y eléctricos, Puertas y Ventanas; las cuales poseen disminuciones de 65%, 58% y 48%, respectivamente. Esto se explica por dos elementos importantes; por una parte, los trabajadores de estas partidas están contratados por la empresa OVAL, por lo tanto, el costo directo por concepto de mano de obra está en función del plazo de dichas partidas. Asimismo, debido a que los plazos finales son menores que los plazos iniciales (ver Tabla 5-4), el presupuesto de mano de obra final es menor. Por otro lado, los costos directos de los materiales son iguales, ya que no hay variaciones en las cantidades.

Con respecto al resto de las partidas, la actividad de **Tabiquería** presenta un aumento de un 5% en las cubicaciones, por lo tanto, siendo su mano de obra por subcontrato, se genera un aumento en el costo directo por concepto de mano de obra de un 5%, sin embargo, debido a la optimización de los materiales, el costo directo total disminuye en un 3%. De manera subsiguiente, está la partida de **Poligyp**, la cual presenta una disminución de un 12% en las cubicaciones, generándose así una disminución en el costo directo por concepto de mano de obra de un 12% (mano de obra por subcontrato). Asimismo, a partir de la optimización de materiales, ocurre una disminución del saco de Volcafix de un 17%, generándose así una disminución en el costo directo por concepto de materiales. Finalmente, la disminución en el costo directo total es de un 6%.

Por otro lado, la partida de **Enlucido yeso cocina y baño** presenta un aumento de un 5% en las cubicaciones, causando un aumento de un 5% en el costo directo de la mano de obra, debido a que sus trabajadores son de subcontrato. Posteriormente, una vez hecha la optimización, ocurre una disminución en los materiales de dicha partida, sin embargo, el costo directo total aumenta en un 5%.

Respecto a las partidas de **Impermeabilización cocina e Impermeabilización baño**, cada una de estas presenta una disminución de un 12% en las cubicaciones. Por otra parte, la mano de obra que ejecuta estas partidas es de OVAL. Además, es preciso señalar que las duraciones inicial y final para **Impermeabilización cocina**, son iguales, por lo tanto, el costo por mano de obra es igual. Por otra parte, la duración final de **Impermeabilización baño** es menor, por lo tanto, el costo de mano de obra se reduce. Esta reducción en la duración es de un 33% (ver Tabla 5-4), por lo tanto, el costo directo de la mano de obra se reduce en un 33%. Con respecto al costo directo de los materiales, el impermeabilizante para la cocina aumenta en un 25%, por lo tanto, hay un aumento de un 25% en el costo directo por concepto de materiales. Por otra parte, el impermeabilizante para el baño se mantiene en la misma cantidad, manteniéndose los costos directos de materiales. Finalmente, el presupuesto aumenta en un 5% para la cocina y disminuye en un 29% para el baño.

Las cubicaciones de las **Cerámicas de cocina** y de **baño** aumentan en un 17% y en un 8%, respectivamente, lo cual genera el mismo incremento porcentual en el costo directo por mano de obra, ya que se utiliza una empresa subcontratista. Con respecto a los materiales del Cuadro Huevo, las cantidades de las cerámicas de piso aumentan, tanto para el baño como para la cocina. Sumado a eso, existe una disminución en las cantidades de las cerámicas de muro. Respecto a los adhesivos, existe una disminución de un 17% del adhesivo para cerámicas de piso, mientras que no hay ninguna variación para el adhesivo de cerámicas de muro. Asimismo, las bolsas de fragüe experimentan una disminución en sus cantidades. Finalmente, las partidas de **Cerámicas de cocinan** y de **baño** experimentan un aumento en sus costos directos totales en un 6% y un 1%, respectivamente.

En relación con las partidas de **Pintura primera mano** y **Pintura segunda mano**, existe una disminución de un 23% para las cubicaciones de cada una de las partidas. Aquello ocasiona la misma disminución porcentual en su costo directo por concepto de mano de obra (empresa que ejecuta la partida es subcontrato). Respecto a los materiales del Cuadro Huevo, las tinetas de pintura aumentan en un 100%, es decir, el costo directo por concepto de materiales aumenta el doble. En lo concerniente al presupuesto total, este disminuye en un 20% para cada una de las partidas.

Finalmente, el presupuesto total inicial de una unidad de vivienda es de \$7.340.133, mientras que el presupuesto total final es de \$4.636.942, por lo tanto, la disminución porcentual que se genera es de un 37%.

6.4 Programa de terminaciones

El programa de terminaciones inicial que posee la empresa OVAL corresponde a una matriz que relaciona las actividades del programa de terminaciones con los departamentos. A dichas actividades se les asigna un ritmo y una fecha de término específica. Esta metodología, si bien muestra la relación entre las partidas que se deben ejecutar en una fecha específica con respecto a cada departamento, presenta algunas irregularidades, como son: la falta de claridad en la secuencia de las actividades y en sus duraciones, la dificultad en el seguimiento y control de las partidas del proyecto, debido a la incapacidad en visualizar el alcance del proyecto, y también, se podría generar una desorganización en la coordinación de los grupos de trabajo. Este programa inicial posee una duración de 103 días.

Los problemas presentados anteriormente se superan al utilizar un sistema de planificación confiable, como es la programación rítmica. Tal y como se ve en la Tabla 4-58, se visualizan las operaciones totales que deben ejecutarse y las relaciones entre ellas. Además, se observan los elementos, correspondientes a las unidades de vivienda, los cuales están numerados del 1 al 24. Dichos elementos forman parte de la matriz que relaciona el día de ejecución con la operación que

se lleva a cabo. A partir de la programación rítmica se logra un programa de terminaciones de 91 días, generándose una reducción de un 12% (Ver Tabla 5-5).

Es importante mencionar, que las actividades B, C, E, H, I, J, K y L presentan intermitencias en sus ejecuciones, las cuales corresponden a los espacios en donde no se ejecuta la actividad. Esto se produce debido a alargamientos en las duraciones de las actividades predecesoras, lo cual ocasiona que las actividades sucesoras se tengan que programar con intermitencias. A modo de ejemplo, las actividades A y B presentan plazos unitarios de 3 y 2 días, respectivamente. Tal y como se ve en la Tabla 4-58, una vez que finaliza la operación A del departamento 1, se prosigue con la actividad A del departamento 2 y con la actividad B del departamento 1, debido a la relación término-comienzo entre A y B. Asimismo, una vez que finaliza la actividad B para el departamento 1, hay una intermitencia debido a que aún no se puede ejecutar la actividad B del departamento 2, producto de su relación de término-comienzo con la actividad A del departamento 2, la cual aún está en ejecución, por lo tanto, se genera una intermitencia de 1 día.

6.5 Evaluación de las metodologías

La evaluación económica y la evaluación de plazo otorgan a la metodología B la puntuación máxima (ver Tabla 5-6 y Tabla 5-7), puesto que es la que logra un menor costo directo total y una menor duración del programa de terminaciones. La evaluación técnica (ver Tabla 5-9) muestra que la puntuación por E1 es igual para ambas metodologías, ya que en las dos se cumple este criterio. Con respecto a E2, se hace un descuento en la metodología A (puntuación de 75), puesto que tiene ciertas incoherencias en algunas cantidades, como son: la consideración de una mano de pintura, dando como resultado una subestimación en la cantidad de tinetas; la subestimación en la cantidad del rollo de fieltro; la subestimación en la cantidad de cinta de fibra de vidrio Joint Gard; y por último, la no consideración de lana de vidrio con papel Kraft (RP), la cual está especificada como una barrera de vapor en zonas húmedas. Por otra parte, con respecto a E3, la metodología A no considera optimización alguna de materiales, por lo tanto, tiene una puntuación de cero. Con respecto a E4, se cumplen las tres condiciones presentes para este factor. Siguiendo con E5, se otorga una nota de 50 a la metodología A, debido a que no se utiliza ninguna metodología de planificación para obtener el plazo individual de cada partida de terminaciones. Después, con respecto a E6, ambas metodologías cumplen con los criterios establecidos. Finalmente, en relación con E7, la metodología A cumple solamente con el criterio de **Coherencia entre las partidas a ejecutar**, otorgándosele un puntaje de 25. Por otra parte, la metodología B obtiene un puntaje de 75, debido a que es posible mejorar la calidad en el programa de terminaciones y el nivel de detalle también.

Por último, la evaluación final (ver Tabla 5-10) para las metodologías A y B, es de 62 y 98, respectivamente, lo cual significa que la metodología B presenta un 58% más de beneficios que la metodología A, resultando así en la mejor alternativa entre las dos opciones.

7 Conclusiones

En primer lugar, a partir del análisis de los resultados obtenidos sobre la utilización de la optimización de los materiales del Cuadro Huevo y de la programación rítmica en las partidas, se concluye que existe un beneficio económico y de plazo al implementar esta metodología. Considerando la evaluación económica, técnica y de plazo, el beneficio que se logra al aplicar este método es de un 58% con respecto a la metodología anterior.

En segundo lugar, con respecto al Cuadro Huevo, se definió satisfactoriamente el concepto de este, describiendo las dos fases esenciales para su desarrollo, estableciendo, además, las responsabilidades de cada personal involucrado y otorgando un ejemplo descriptivo para su entendimiento.

Posteriormente, se diseñó y se propuso exitosamente una metodología de optimización para tres tipos de elementos del Cuadro Huevo. Dentro de estos elementos se encuentran los elementos unidimensionales, los bidimensionales y los misceláneos. Para estos elementos se propusieron siete tipos de planillas de optimización: una para los elementos unidimensionales, una para los bidimensionales, una para los misceláneos A, dos para los misceláneos B y dos para los misceláneos C. Asimismo, se aplicó esta metodología al caso de estudio, utilizando las planillas de optimización propuestas para cada tipo de material consumible de terminaciones, logrando así calcular cantidades basadas en requerimientos técnicos reales, de una manera eficiente. Además, se llevó a cabo la sectorización de los materiales, lo cual resulta vital para la distribución de los materiales desde bodega al sitio de ejecución.

De la misma forma, se logró definir y caracterizar la metodología de planificación de proyectos denominada programación rítmica, la cual se utilizó de manera óptima, tanto en la determinación unitaria de los plazos de las partidas, como también en la elaboración del programa de terminaciones. Respecto a este apartado, la empresa constructora utiliza una matriz de fechas de término, la cual relaciona los departamentos con las fechas de término de cada una de las partidas de terminaciones. Sobre este programa, existe un plazo total inicial 103 días. Por otro lado, a partir de la aplicación de la metodología de programación rítmica, se obtiene un plazo total final de 91 días, logrando reducir en un 12% el plazo total del programa de terminaciones.

La disminución porcentual del plazo se debe, en primer lugar, a la utilización de la programación rítmica unitaria, ya que, al aplicar la programación rítmica de manera individual a cada partida, se pueden definir óptimamente las operaciones que forman parte de cada una de las partidas, de manera que se logra establecer una metodología constructiva coherente para cada actividad, y así obtener el plazo individual de cada partida. Posteriormente, se lleva a cabo la programación de las partidas de terminaciones para un departamento, en función de los plazos

individuales obtenidos. Finalmente, se aplica la programación rítmica masiva, es decir, se establece el programa de terminaciones completo de la Torre G, en donde se obtiene la duración de 91 días.

Con respecto al análisis comparativo del presupuesto de un departamento, el presupuesto total inicial que se obtiene, con respecto a los datos iniciales de la empresa constructora y a los cálculos iniciales realizados, es de \$7.340.133. Por otra parte, con respecto a los cálculos finales, se utilizó la metodología de la optimización de materiales del Cuadro Huevo y la programación rítmica unitaria para cada partida, logrando obtener un presupuesto total final de \$4.636.133, dando como resultado una disminución del presupuesto de un 37%.

La disminución porcentual del presupuesto se explica por el uso de la optimización de materiales del Cuadro Huevo, la coherencia en el cálculo final de las cubicaciones y la correcta aplicación de la metodología de la programación rítmica unitaria para cada partida. En primer lugar, la optimización de materiales del Cuadro Huevo impacta directamente en la variación de las cantidades de materiales, en donde en la mayoría de las partidas disminuyen, mientras que, en algunas aumentan. Es importante recalcar que la aplicación de la optimización de materiales se basa en el uso eficiente de los recursos sin mermar en la calidad del producto final que se debe construir, por lo tanto, en algunas ocasiones existe un aumento en la cantidad de material ya que, se siguen los lineamientos constructivos de cada partida y las especificaciones técnicas de este proyecto, en donde en algunos casos las cantidades calculadas inicialmente por la empresa constructora no correspondían a lo que debía colocarse en una partida en específico. En segundo lugar, respecto a las variaciones en las cubicaciones, existen tres partidas que no presentan variaciones en cantidades materiales y de partidas. Dichas partidas corresponden a Puertas, Ventanas y Artefactos sanitarios a gas y eléctricos. El resto de las partidas se mide por metro cuadrado y presentan variaciones porcentuales debido al criterio de la metodología de cubicación que se utiliza. Estas variaciones impactan directamente en el costo directo por concepto de mano de obra para las partidas que utilizan mano de obra por subcontrato. Además, afectan en las cantidades de los plazos individuales, puesto que la productividad temporal de la mano de obra de estas partidas se mide en metros cuadrados por unidades de tiempo. En tercer lugar, el uso de la programación rítmica unitaria implica la obtención de un plazo individual más realista y relacionado con un proceso que es medible y controlable. Adicionalmente, existen partidas cuya mano de obra es de la empresa constructora, por lo tanto, el costo directo por concepto de mano de obra depende directamente del plazo individual que posea la partida. Dichas actividades son Puertas, Ventanas, Artefactos, Impermeabilización cocina e Impermeabilización baño. Para estas partidas, el plazo disminuye al utilizar la programación rítmica unitaria, por lo tanto, el costo directo por concepto de mano de obra disminuye también. Una excepción a lo anterior es la partida de Impermeabilización cocina, en donde el plazo se mantiene igual al plazo inicial, manteniéndose constante el costo directo por concepto de mano de obra.

A partir de los resultados obtenidos en esta memoria, es evidente el beneficio que se obtiene al aplicar esta metodología de optimización y de planificación para un proyecto de construcción en fase de terminaciones. Además, es importante destacar su aplicabilidad en el seguimiento y control de una obra, puesto que, al sectorizar y generar un código específico para cada elemento de terminaciones se puede conocer la cantidad de material que se debe colocar, el sector al cual está destinada dicha cantidad y la zona o posición en la que debe colocarse.

Con respecto al contexto en el cual es posible aplicar esta metodología, es fundamental considerar el factor humano existente en este método, puesto que para poder llevar a cabo de manera exitosa este sistema de optimización y de planificación, es importante abarcar a todos los participantes que forman parte del desarrollo de esta metodología.

Por otra parte, los procedimientos de optimización de materiales y de programación rítmica pueden ser utilizados en otras etapas del proyecto, como son la etapa de factibilidad, la etapa de diseño y la etapa de planificación, puesto que, al estar en fases previas a la construcción, se puede anticipar el cálculo del presupuesto total y del establecimiento de un programa de terminaciones; elementos los cuales pueden ser ajustados en la medida que se requiera dentro del proyecto.

Finalmente, es preciso destacar el beneficio que se puede obtener al utilizar esta metodología en la elaboración de un programa financiero de un proyecto de construcción, ya que, se logra un cálculo preciso de cada uno de los presupuestos de las partidas de una obra. Con ello se puede establecer un presupuesto diario para cada una de las actividades, además de calcular el presupuesto acumulado, estableciendo así, una línea base para el control de costos de un proyecto.

8 Referencias

- Bekron. (2024). *Adhesivo en polvo Bekron DA*.
- Billin. (s.f.). *¿Qué es optimización de recursos?*. Billin.
<https://www.billin.net/glosario/definicion-optimizacion-de-recursos/>
- Bravo, F. (2018). *Análisis de las principales pérdidas de materiales en obras de edificación en etapa de terminaciones*. [Memoria de pregrado, Universidad Técnica Federico Santa María]. Repositorio USM. <https://repositorio.usm.cl/handle/123456789/6534>
- Bustamante, G., Pino, I., y Molina, C. (2022). Metodología de optimización para el uso de yeso cartón y Metalcon en un proyecto habitacional. *Obras y Proyectos* (32), 54-65.
<https://doi.org/10.21703/0718-51620202203206>
- ChileCubica SPA. (s.f.). *APU Análisis de Precios Unitarios*. ChileCubica.
<https://www.chilecubica.com/estudio-costos/a-p-u/>
- Cifuentes, G. (11 de Octubre de 2018). *Leyes Sociales*. ChileCubica.
<https://www.chilecubica.com/estudio-costos/leyes-sociales/>
- Constructora OVAL. (Mayo de 2021). *Detalles de celosías y generales* [Plano]. Planos de arquitectura y detalles de la vivienda.
- Constructora OVAL. (Mayo de 2022). *Detalles de muros y tabiques* [Plano]. Planos de arquitectura y detalles de la vivienda.
- Constructora OVAL. (Mayo de 2022). *Detalles de puertas y ventanas* [Plano]. Planos de arquitectura y detalles de la vivienda.
- Constructora OVAL. (Mayo de 2022). *Detalles de recintos - Depto Tipo A* [Plano]. Planos de arquitectura y detalles de la vivienda.
- Constructora OVAL. (Mayo de 2022). *Especificaciones Técnicas - Obra Gruesa* [Documento]. Especificaciones Técnicas de Viviendas - Mirador del Parque.
- Constructora OVAL. (Mayo de 2022). *Especificaciones Técnicas - Obras de Instalaciones* [Documento]. Especificaciones Técnicas de Viviendas - Mirador del Parque.
- Constructora OVAL. (Mayo de 2022). *Especificaciones Técnicas - Obras de Terminación* [Documento]. Especificaciones Técnicas de Viviendas - Mirador del Parque.
- Constructora OVAL. (Mayo de 2022). *Planta de emplazamiento* [Plano]. Plano de emplazamiento de las viviendas.
- Constructora OVAL. (Mayo de 2022). *Plantas de la unidad de la vivienda - Depto Tipo A* [Plano]. Planos de arquitectura y detalles de la vivienda.

- Constructora OVAL. (2023). *Cuadro Huevo* [Planilla de cálculo]. Archivos de Oficina Técnica.
- Constructora OVAL. (2023). *Cubicaciones de Terminaciones* [Planilla de cálculo]. Archivos de Oficina Técnica.
- Constructora OVAL. (2023). *Programa de Terminaciones* [Planilla de cálculo]. Archivos de Oficina Técnica.
- Constructora OVAL. (2023). *Tipologías de departamentos* [Planilla de cálculo]. Archivos de Oficina Técnica.
- Constructora OVAL. (s.f.). *Condominio Mirador del Parque*. Constructora OVAL.
<https://www.constructoraoval.cl/proyectos/condominio-mirador-del-parque/>
- Flores-Bazán, F. (2011). *Optimización Lineal: Una mirada introductoria*. Universidad de Concepción.
<https://repositorio.cmmedu.uchile.cl/Instructional%20design%20%28of%20materiales%20or%20pedagogical%20models%29./Herramientas%20para%20la%20formaci%C3%B3n%20de%20profesores%20de%20matem%C3%A1tica/04%20-%20Optimizaci%C3%B3n%20Lineal%20una%20mirada%20introductoria.pdf>
- Gyplac. (2022). *Guía de Instalación - Tabiques autosoportantes con placas de yeso cartón*.
- Gypotec Ibérica. (2017). *Manual Técnico de Instalación de Sistemas en Placas de Yeso* (3ª ed.).
- Instituto Nacional de Normalización. (2000). *Construcción - Cubicación de obras de edificación - Requisitos* (NCh353.Of2000).
- Marrero, M. (21 de Noviembre de 2022). *Eficiencia, eficacia y productividad*. Momo Marrero.
<https://momomarrero.com/2022/11/21/eficiencia-eficacia-y-productividad/>
- Rivero, F. J., Gómez, E., y Flores, A. (2005). Optimización de materiales mediante patrones de corte eficiente. *Construcción y tecnología*, (209), 45-49.
<http://www.imcyc.com/cyt/octubre05/TECNOLOGIA.pdf>
- Sánchez, J. C. (1997). *Manual de programación y control de programas de obra*. Universidad Nacional de Colombia.
- SAPIMSA PERÚ. (5 de Febrero de 2024). *Optimización de Recursos: el Secreto para un Rendimiento Máximo*. Linked In. <https://es.linkedin.com/pulse/optimizaci%C3%B3n-de-recursos-el-secreto-para-un-rendimiento-m%C3%A1ximo-lti6f>
- Serpell, A., y Alarcón, L. F. (2015). *Planificación y control de proyectos* (4ª ed.). Ediciones Universidad Católica de Chile.

Servicios Industriales PIM. (2 de Junio de 2019). *Producción, Rendimiento y Productividad en obras*. Servicios Industriales PIM. <https://sipim.cl/2019/06/02/produccion-rendimiento-y-productividad-en-obras/>

Soquina. (2024). *Esmalte al agua CP-70* (4ª ed.).

Volcan. (s.f.). *Solución Constructiva Volcometal - Manual de Instalación para Constructores*.

9 Anexos A. Tablas de Optimización

9.1 Tabiquería

9.1.1 Elementos unidimensionales

9.1.1.1 Montantes – C38X38.

Tabla 9-1. Optimización de montantes C38X38 de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																			
Elemento		Montante																			
Material		Acero Galvanizado										Tipo		C		Dimensiones 38X38X2400MM					
F	Sc	Ubi	Z	Li	Ct	ID	pID	Lu	Lc	e	Qi	ad	Qf	Pr	K	Lut	Lud	Qcom	uD		
				[m/u]				[m/c]	[m]	[m]	[c]	[c]	[c]	[c/u]	[u]	[m]	[m]	[u]			
01	D2	CL21	Pd	2,4	c011	D2C3801		2,32	0,6	0,4	3	1	4	1	4	2,32	0,08	4	NO		
02	D2	D1	Pd	2,4	c021	D2C3802		2,32	3,37	0,4	10	2	12	1	12	2,32	0,08	12	NO		
03	D2	CL22	Pd	2,4	c031	D2C3803		2,32	0,5	0,4	3	0	3	1	3	2,32	0,08	3	NO		
04	D2	CL22	Pd	2,4	c041	D2C3804		2,32	0,6	0,4	3	0	3	1	3	2,32	0,08	3	NO		
05	D2	Po	V	2,4	c051	D2C3805		2,32			2	0	2	1	2	2,32	0,08	2	NO		
06	D2	Po	V	2,4	c061	D2C3806		0,29	0,75	0,25	4	0	4	8	0,5	1,16	1,24	1	OK		
07	D1	Po	V	1,24	c072	D1C3807	c061	0,29	0,75	0,25	4	0	4	4	1	1,16	0,08	0	NO		
08	D1	Po	Pd	2,4	c081	D1C3808		2,32	1,35	0,4	5	2	7	1	7	2,32	0,08	7	NO		
09	D1	CL11	Pd	2,4	c091	D1C3809		2,32	0,6	0,4	3	0	3	1	3	2,32	0,08	3	NO		
10	D1	D3	Pd	2,4	c101	D1C3810		2,32	2,33	0,4	7	2	9	1	9	2,32	0,08	9	NO		
11	D3	E	Pd	2,4	c111	D3C3811		2,32	2,26	0,4	7	2	9	1	9	2,32	0,08	9	NO		
12	D3	CL31	Pd	2,4	c121	D3C3812		2,32	0,6	0,4	3	0	3	1	3	2,32	0,08	3	NO		
13	D3	Po	Pd	2,4	c131	D3C3813		2,32	0,77	0,4	3	0	3	1	3	2,32	0,08	3	NO		
14	D3	Po	V	2,4	c141	D3C3814		0,29	0,75	0,25	4	0	4	8	0,5	1,16	1,24	1	OK		
15	B	Po	V	1,24	c152	BC3815	c141	0,29	0,75	0,25	4	0	4	4	1	1,16	0,08	0	NO		
16	B	TDA	Pd	2,4	c161	BC3816		2,32	1,37	0,4	5	1	6	1	6	2,32	0,08	6	NO		
17	B	TDA	Pd	2,4	c171	BC3817		2,32	1,37	0,4	5	1	6	1	6	2,32	0,08	6	NO		
18	E	Bc	Pd	2,4	c181	EC3818		2,32	0,34	0,4	2	1	3	1	3	2,32	0,08	3	NO		
19	C	L	Pd	2,4	c191	CC3819		2,32	0,68	0,4	3	1	4	1	4	2,32	0,08	4	NO		
20	C	L	V	2,4	c201	CC3820		0,29	0,85	0,3	4	0	4	8	0,5	1,16	1,24	1	OK		
21	L	S	Pd	2,4	c211	LC3821		2,32	0,21	0,4	2	0	2	1	2	2,32	0,08	2	NO		
22	L	S	Pd	2,4	c221	LC3822		2,32	0,15	0,4	2	0	2	1	2	2,32	0,08	2	NO		
23	C	S	Pd	2,4	c231	CC3823		2,32	0,22	0,4	2	0	2	1	2	2,32	0,08	2	NO		
24	C	S	Pd	2,4	c241	CC3824		2,32	0,43	0,4	3	0	3	1	3	2,32	0,08	3	NO		
25	B	S	Pd	2,4	c251	BC3825		2,32	0,2	0,4	2	0	2	1	2	2,32	0,08	2	NO		
26	B	S	Pd	2,4	c261	BC3826		2,32	0,4	0,4	2	0	2	1	2	2,32	0,08	2	NO		
27	L	S	V	1,24	c272	LC3827	c201	0,2			2	0	2	6	0,33	0,4	0,84	0	OK		
28	C	S	V	0,84	c283	CC3828	c272	0,2			2	0	2	4	0,5	0,4	0,44	0	OK		
29	B	S	V	0,44	c294	BC3829	c283	0,2			2	0	2	2	1	0,4	0,04	0	NO		
30	Ti	B	Pd	2,4	c301	TiC3830		0,5	0,8	0,4	3	1	4	4	1	2	0,4	1	NO		
31	Ti	B	Pd	2,4	c311	TiC3831		0,5	0,2	0,4	2	0	2	4	0,5	1	1,4	1	OK		
32	Ti	B	Pd	1,4	c322	TiC3832	c311	0,5	0,2	0,4	2	0	2	2	1	1	0,4	0	NO		
33	Ti	B	Pd	2,4	c331	TiC3833		0,5	0,8	0,4	3	1	4	4	1	2	0,4	1			
34	Ti	B	Pd	2,4	c341	TiC3834		0,5	0,62	0,4	3	0	3	4	0,75	1,5	0,9	1	OK		
35	Ti	B	Pd	0,9	c351	TiC3835	c341	0,5	0,62	0,4	1	0	1	1	1	0,5	0,4	0	NO		
36	Ti	B	Pd	2,4	c361	TiC3836		0,5	0,62	0,4	2	0	2	4	0,5	1	1,4	1	OK		
37	Po	Ex	V	1,4	c372	PC3837	c361	0,29	0,95	0,4	4	0	4	4	1	1,16	0,24	0	NO		
TOTAL																		98			

9.1.1.2 Montantes – C60X38.

Tabla 9-2. Optimización de montantes C60X38 de Tabiquería.

Partida	Tabiquería									
Elemento	Montante									
Material	Acero Galvanizado	Tipo	C	Dimensiones	60X38X8X0,5X2400MM					

F	Sc	Ubi	Z	Li	Ct	ID	pID	Lu	Lc	e	Qi	ad	Qf	Pr	K	Lut	Lud	Qcom	uD	
				[m/u]					[m/c]	[m]	[m]	[c]	[c]	[c]	[c/u]	[u]	[m]	[m]	[u]	
01	L	Bc	Pd	2,4	c011	LC6001		2	1,48	0,4	5	0	5	1	5	2	0,4	5	NO	
TOTAL																		5		

9.1.1.3 Montantes – C90X38.

Tabla 9-3. Optimización de montantes C90X38 de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																			
Elemento		Montante																			
Material		Acero Galvanizado						Tipo		C		Dimensiones								90X38X12X0,85X2400MM	
F	Sc	Ubi	Z	Li	Ct	ID	pID	Lu	Lc	e	Qi	ad	Qf	Pr	K	Lut	Lud	Qcom	uD		
				[m/u]					[m/c]	[m]	[m]	[c]	[c]	[c]	[c/u]	[u]	[m]	[m]	[u]		
01	TDA	Po	Pd	2,4	c011	TDAC9001		2,32	0,3	0,4	2	1	3	1	3	2,32	0,08	3	NO		
TOTAL																		3			

9.1.1.4 Soleras – U39X20.

Tabla 9-4. Optimización de soleras U39X20 de Tabiquería.

Partida		Tabiquería															
Elemento		Solera															
Material		Acero Galvanizado				Tipo		U	Dimensiones 39X20X0,5X3000MM								
F	Sc	Ubi	Z	Li	Ct	ID	pID	Lu	Qf	Pr	K	Lut	Lud	Qcom	uD		
				[m/u]					[m/c]	[c]	[c/u]	[u]	[m]	[m]	[u]		
01	D2	CL21	Pd	3	c011	D2U3901		0,6	1	5	0,2	0,6	2,4	1	OK		
02	D2	CL21	Pd	2,4	c022	D2U3902	c011	0,6	1	4	0,25	0,6	1,8	0	OK		
03	D2	D1	Pd	3	c031	D2U3903		3	1	1	1	3	0	1			
04	D2	D1	Pd	1,8	c043	D2U3904	c022	0,37	1	4	0,25	0,37	1,43	0	OK		
05	D2	D1	Pd	3	c051	D2U3905		3	1	1	1	3	0	1			
06	D2	D1	Pd	1,43	c064	D2U3906	c043	0,37	1	3	0,33	0,37	1,06	0	OK		
07	D2	CL22	Pd	1,06	c075	D2U3907	c064	0,5	1	2	0,5	0,5	0,56	0	OK		
08	D2	CL22	Pd	0,56	c086	D2U3908	c075	0,5	1	1	1	0,5	0,06	0	OK		
09	D2	Po	V	3	c091	D2U3909		0,86	1	3	0,33	0,85	2,15	1	OK		
10	D2	Po	V	2,14	c102	D2U3910	c091	0,2	1	10	0,1	0,2	1,95	0	OK		
11	D2	Po	V	1,94	c113	D2U3911	c102	0,21	1	9	0,11	0,21	1,74	0	OK		
12	D2	Po	V	1,73	c124	D2U3912	c113	1,05	1	1	1	1,05	0,69	0	OK		
13	D1	Po	VPd	3	c131	D1U3913		2,1	1	1	1	2,1	0,9	1	OK		
14	D1	Po	VPd	1,58	c142	D1U3914	c131+c124	1,5	1	1	1	1,5	0,09	0	NO		
15	D1	Po	VPd	3	c151	D1U3915		1,05	1	2	0,5	1,05	1,95	1	OK		
16	D1	CL11	Pd	1,95	c162	D1U3916	c151	0,6	1	3	0,33	0,59	1,36	0	OK		
17	D1	CL11	Pd	1,35	c173	D1U3917	c162	0,6	1	2	0,5	0,6	0,76	0	OK		
18	D1	D3	Pd	3	c181	D1U3918		2,33	1	1	1	2,33	0,67	1	OK		
19	D1	D3	Pd	3	c191	D1U3919		2,33	1	1	1	2,33	0,67	1	OK		
20	D3	E	Pd	3	c201	D3U3920		2,26	1	1	1	2,26	0,74	1	OK		
21	D3	E	Pd	3	c211	D3U3921		2,26	1	1	1	2,26	0,74	1	OK		
22	D3	CL31	Pd	0,67	c222	D3U3922	c181	0,6	1	1	1	0,6	0,07	0	NO		
23	D3	CL31	Pd	0,67	c232	D3U3923	c191	0,6	1	1	1	0,6	0,07	0	NO		
24	D3	Po	PdV	1,55	c244	D3U3924	c086+c173+c201	1,52	1	1	1	1,52	0,04	0	NO		
25	D3	Po	PdV	3	c251	D3U3925		0,92	1	3	0,33	0,91	2,09	1	OK		
26	D3	Po	PdV	2,08	c262	D3U3926	c251	1,05	1	1	1	1,05	1,04	0	OK		
27	B	TDA	Pd	1,77	c273	BU3927	c211+c262	1,37	1	1	1	1,37	0,41	0	OK		
28	B	TDA	Pd	3	c281	BU3928		1,37	1	2	0,5	1,37	1,63	1	OK		
29	B	Po	PdV	3	c291	BU3929		2,12	1	1	1	2,12	0,88	1	OK		
30	B	Po	PdV	1,63	c302	BU3930	c281	1,52	1	1	1	1,52	0,11	0	NO		
31	B	Po	PdV	3	c311	BU3931		1,05	1	2	0,5	1,05	1,95	1	OK		
32	E	Bc	Pd	0,4	c324	EU3932	c273	0,34	1	1	1	0,34	0,07	0	NO		
33	E	Bc	Pd	0,88	c332	EU3933	c291	0,34	1	2	0,5	0,34	0,54	0	OK		
34	C	L	PdV	1,95	c342	CU3934	c311	1,53	1	1	1	1,53	0,42	0	OK		
35	C	L	PdV	0,96	c353	CU3935	c332+c342	0,83	1	1	1	0,83	0,13	0	NO		
36	C	L	PdV	3	c361	CU3936		1,15	1	2	0,5	1,15	1,85	1	OK		
37	L	S	Pd	1,85	c372	LU3937	c361	0,21	1	8	0,13	0,22	1,63	0	OK		

38	L	S	Pd	1,64	c383	LU3938	c372	0,21	1	7	0,14	0,21	1,42	0	OK
39	L	S	Pd	1,43	c394	LU3939	c383	0,15	1	9	0,11	0,15	1,27	0	OK
40	L	S	Pd	1,28	c405	LU3940	c394	0,15	1	8	0,13	0,16	1,11	0	OK
41	C	S	Pd	1,13	c416	CU3941	c405	0,22	1	5	0,2	0,22	0,89	0	OK
42	C	S	Pd	0,91	c427	CU3942	c416	0,22	1	4	0,25	0,22	0,67	0	OK
43	C	S	Pd	0,69	c438	CU3943	c427	0,43	1	1	1	0,43	0,24	0	OK
44	C	S	Pd	0,5	c449	CU3944	c302+c353+c438	0,43	1	1	1	0,43	0,05	0	OK
45	B	S	Pd	3	c451	BU3945		0,4	1	7	0,14	0,39	2,61	1	OK
46	B	S	Pd	2,6	c462	BU3946	c451	0,4	1	6	0,17	0,41	2,2	0	OK
47	B	S	Pd	2,2	c473	BU3947	c462	0,2	1	11	0,09	0,2	2	0	OK
48	B	S	Pd	2	c484	BU3948	c473	0,2	1	10	0,1	0,2	1,8	0	OK
49	D2	CL22	Pd	1,06	c495	D2U3949	c064	0,6	1	1	1	0,6	0,46	0	OK
50	D2	CL22	Pd	0,56	c506	D2U3950	c075	0,56	1	1	1	0,55	0,01	0	OK
51	Ti	B	Pd	3	c511	TiU3951		1,3	1	2	0,5	1,3	1,7	1	OK
52	Ti	B	Pd	1,7	c522	TiU3952	c511	1,3	1	1	1	1,3	0,4	0	OK
53	Ti	B	Pd	3	c531	TiU3953		1,3	1	2	0,5	1,3	1,7	1	OK
54	Ti	B	Pd	1,7	c542	TiU3954	c531	1,3	1	1	1	1,3	0,4	0	OK
55	Ti	B	Pd	3	c557	TiU3955		0,62	1	4	0,25	0,62	2,38	1	NO
56	Ti	B	Pd	2,38	c561	TiU3956	c557	0,62	1	3	0,33	0,61	1,77	0	OK
57	Ti	B	Pd	1,76	c573	TiU3957	c561	0,62	1	2	0,5	0,62	1,15	0	NO
58	Ti	B	Pd	1,14	c582	TiU3958	c573	0,62	1	1	1	0,62	0,53	0	OK
59	L	S	V	0,52	c593	LU3959	c582	0,31	1	1	1	0,31	0,22	0	OK
60	L	S	V	3	c604	LU3960		0,31	1	9	0,11	0,31	2,69	1	Ok
61	C	S	V	2,69	c615	CU3961	c604	0,53	1	5	0,2	0,53	2,16	0	OK
62	C	S	V	2,16	c626	CU3962	c615	0,53	1	4	0,25	0,53	1,63	0	NO
63	B	S	V	1,63	c631	BU3963	c626	0,5	1	3	0,33	0,5	1,13	0	OK
64	B	S	V	1,13	c642	BU3964	c631	0,5	1	2	0,5	0,5	0,63	0	OK
65	Po	Ex	V	3	c653	PU3965		0,95	1	3	0,33	0,94	2,06	1	NO
66	Po	Ex	V	2,05	c661	PU3966	c653	1,25	1	1	1	1,25	0,81	0	NO
TOTAL														21	

9.1.1.5 Soleras – U62X25.

Tabla 9-5. Optimización de soleras U62X25 de Tabiquería.

Partida		Tabiquería													
Elemento		Solera													
Material		Acero Galvanizado				Tipo		U		Dimensiones 62X25X0,85X3000MM					
F	Sc	Ubi	Z	Li	Ct	ID	pID	Lu	Qf	Pr	K	Lut	Lud	Qcom	uD
				[m/u]					[m/c]	[c]	[c/u]	[u]	[m]	[m]	[u]
01	L	Bc	Pd	3	c001	LU6201		1,48	1	2	0,5	1,48	1,52	1	OK
02	L	Bc	Pd	1,52	c002	LU6202	c001	1,48	1	1	1	1,48	0,04	0	NO
TOTAL														1	

9.1.1.6 Soleras – U92X30.

Tabla 9-6. Optimización de soleras U92X30 de Tabiquería.

Partida		Tabiquería													
Elemento		Solera													
Material		Acero Galvanizado				Tipo		U		Dimensiones 92X30X0,85X3000MM					
F	Sc	Ubi	Z	Li	Ct	ID	pID	Lu	Qf	Pr	K	Lut	Lud	Qcom	uD
				[m/u]					[m/c]	[c]	[c/u]	[u]	[m]	[m]	[u]
01	TDA	Po	Pd	3	c001	TDAU9201		0,3	1	10	0,1	0,3	2,7	1	OK
02	TDA	Po	Pd	2,7	c002	TDAU9202	c001	0,3	1	9	0,11	0,3	2,4	0	NO
TOTAL														1	

9.1.1.7 Refuerzo – P32X32.

Tabla 9-7. Optimización de refuerzo P32X32 de Tabiquería.

Partida		Tabiquería													
Elemento		Refuerzo													

Material		Madera				Tipo		P	Dimensiones						32X32X3200MM				
F	Sc	Ubi	Z	Li	Ct	ID	pID	Lu	Qf	Pr	K	Lut	Lud	Qcom	uD				
				[m/u]				[m/c]	[c]	[c/u]	[u]	[m]	[m]		[u]				
01	D2	CL21	Rm	3,2	c011	D2P3201		2,32	1	1	1	2,32	0,88	1	OK				
02	D2	D1	Eq	3,2	c021	D2P3202		2,32	1	1	1	2,32	0,88	1	OK				
03	D2	CL22	Rm	3,2	c031	D2P3203		2,32	1	1	1	2,32	0,88	1	OK				
04	D2	CL22	Eq	3,2	c041	D2P3204		2,32	1	1	1	2,32	0,88	1	OK				
05	D2	Po	V	3,2	c051	D2P3205		2,32	2	1	2	2,32	0,88	2	OK				
06	D2	Po	V	0,88	c062	D2P3206	c011	0,75	1	1	1	0,75	0,13	0	OK				
07	D2	CL22	Pd	0,88	c072	D2P3207	c021	0,55	1	1	1	0,55	0,33	0	OK				
08	D2	CL22	Pd	0,88	c082	D2P3208	c031	0,4	1	2	0,5	0,4	0,48	0	OK				
09	D2	D1	Pd	0,48	c093	D2P3209	c082	0,4	1	1	1	0,4	0,08	0	NO				
10	D2	D1	Pd	0,88	c102	D2P3210	c041	0,4	1	2	0,5	0,4	0,48	0	OK				
11	D1	D3	Pd	0,48	c113	D1P3211	c102	0,4	1	1	1	0,4	0,08	0	NO				
12	D1	CL11	Pd	0,88	c122	D1P3212	c051	0,4	1	2	0,5	0,4	0,48	0	OK				
13	D1	CL11	Pd	0,13	c133	D1P3213	c062	0,13	1	1	1	0,13	0	0					
14	D3	E	Pd	0,88	c142	D3P3214	c051	0,4	2	2	1	0,8	0,08	0	NO				
15	D3	E	Pd	0,48	c153	D3P3215	c122	0,4	1	1	1	0,4	0,08	0	NO				
16	D1	CL11	Rm	3,2	c161	D1P3216		2,32	1	1	1	2,32	0,88	1	OK				
17	D3	E	Pd	0,88	c172	D3P3217	c161	0,4	1	2	0,5	0,4	0,48	0	OK				
18	D3	E	Pd	0,48	c183	D3P3218	c172	0,4	1	1	1	0,4	0,08	0	NO				
19	D3	E	Pd	0,33	c193	D3P3219	c072	0,15	1	2	0,5	0,15	0,18	0	NO				
20	D1	Po	V	3,2	c201	D1P3220		2,32	1	1	1	2,32	0,88	1	OK				
21	D1	Po	V	0,88	c212	D1P3221	c201	0,75	1	1	1	0,75	0,13	0	NO				
22	D3	Po	V	3,2	c221	D3P3222		2,32	1	1	1	2,32	0,88	1	OK				
23	D3	Po	V	0,88	c232	D3P3223	c221	0,75	1	1	1	0,75	0,13	0	NO				
24	D3	Po	Eq	3,2	c241	D3P3224		2,32	1	1	1	2,32	0,88	1	OK				
25	D3	CL31	Rm	3,2	c251	D3P3225		2,32	1	1	1	2,32	0,88	1	OK				
26	D3	Po	Pd	0,88	c262	D3P3226	c241	0,55	1	1	1	0,55	0,33	0	NO				
27	D3	Po	Pd	0,88	c272	D3P3227	c251	0,4	1	2	0,5	0,4	0,48	0	OK				
28	B	Po	Pd	0,48	c283	BP3228	c272	0,4	1	1	1	0,4	0,08	0	NO				
29	B	Po	Pd	3,2	c291	BP3229		0,55	1	5	0,2	0,55	2,65	1	OK				
30	B	Po	Pd	2,65	c302	BP3230	c291	0,55	1	4	0,25	0,55	2,1	0	NO				
TOTAL														12					

9.1.2 Elementos bidimensionales

9.1.2.1 Fibrocemento – Aquapanel 8 mm.

Tabla 9-8. Optimización de Aquapanel 8 mm de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																	
Elemento		Aquapanel																	
Material		Fibrocemento				Tipo	AP	Dimensiones 1200X2400X8MM										Qcom	uD
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	ID	pID	Lu	Hu	Au	Lc	Q	Pr	Lut	Hut	Lud	Hud	Aud	
				[m/u]	[m/u]			[m/c]	[m/c]	[m ² /c]	[m]	[c]	[c/u]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	
01	L	Bc	Pd	1,2	2,4	LAP801		1,2	2	2,4	1,2	1	1	1,2	2	0	2,4	0	1
02	L	Bc	Pd	1,2	2,4	LAP802		0,28	2	0,56	0,28	1	4	0,28	2	0,92	2,4	2,21	1
03	L	Bc	Pd	1,2	2,4	LAP803		1,2	2	2,4	1,2	1	1	1,2	2	0	2,4	0	1
04	L	Bc	Pd	0,92	2,4	LAP804	02	0,28	2	0,56	0,28	1	3	0,28	2	0,64	2,4	1,54	0
TOTAL																			3

9.1.2.2 Fibrocemento – Volcanboard 6 mm.

Tabla 9-9. Optimización de Volcanboard 6 mm de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																	
Elemento		Volcanboard																	
Material		Fibrocemento				Tipo	VB	Dimensiones 1200X2400X6MM										Qcom	uD
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	ID	pID	Lu	Hu	Au	Lc	Q	Pr	Lut	Hut	Lud	Hud	Aud	
				[m/u]	[m/u]			[m/c]	[m/c]	[m ² /c]	[m]	[c]	[c/u]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	
01	Ti	B	Pd	1,2	2,4	TiVB601		1,2	0,5	0,6	0,5	1	4	1,2	0,5	1,2	1,9	2,28	1

02	Ti	B	Pd	1,2	1,9	TiVB602	1	0,5	0,1	0,05	0,5	1	38	0,5	0,1	1,2	1,8	2,16	0	NO
TOTAL																			1	

9.1.2.3 Madera – Tablero de OSB 9,5 mm.

Tabla 9-10. Optimización de Tablero de OSB 9,5 mm de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																						
Elemento		OSB																						
Material		Madera				Tipo				OB				Dimensiones							1220X2440X9,5MM			
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	ID	pID	Lu	Hu	Au	Lc	Q	Pr	Lut	Hut	Lud	Hud	Aud	Qcom	uD				
				[m/u]	[m/u]			[m/c]	[m/c]	[m²/c]	[m]	[c]	[c/u]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m²]	[u]					
01	TDA	B	Pd	1,22	2,44	TDAOB901		0,3	2,32	0,7	0,3	1	4	0,3	2,32	0,92	2,44	2,24	1	NO				
TOTAL																			1					

9.1.2.4 Yeso cartón – ST 10 mm.

Tabla 9-11. Optimización de Yeso Cartón ST 10 mm de Tabiquería.

Partida				Tabiquería																		
Elemento				Yeso cartón																		
Material				Yeso cartón				Tipo		YCST10		Dimensiones								1200X2400X10MM		
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	ID	pID	Lu	Hu	Au	Lc	Q	Pr	Lut	Hut	Lud	Hud	Aud	Qcom	uD		
				[m/u]	[m/u]			[m/c]	[m/c]	[m²/c]	[m]	[c]	[c/u]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m²]	[u]			
01	D2	CL21	Pd	1,2	2,4	D2ST1001		0,6	2,32	1,39	1,2	2	2	1,2	2,32	0	0,08	0	1	NO		
02	D1	CL11	Pd	1,2	2,4	D1ST1002		0,6	2,32	1,39	1,2	2	2	1,2	2,32	0	0,08	0	1	NO		
03	D3	CL31	Pd	1,2	2,4	D3ST1003		0,6	2,32	1,39	1,2	2	2	1,2	2,32	0	0,08	0	1	NO		
04	L	S	Pd	1,2	2,4	LST1004		0,2	2,32	0,46	0,4	2	6	0,4	2,32	0,8	2,4	1,92	1	OK		
05	C	S	Pd	0,8	2,4	CST1005	4	0,5	2,32	1,16	0,5	1	1	0,5	2,32	0,3	2,4	0,72	0	OK		
06	C	S	Pd	0,3	2,4	CST1006	5	0,2	2,32	0,46	0,2	1	1	0,2	2,32	0,1	2,4	0,24	0	NO		
07	D2	CL21	Rm	1,2	2,4	D2ST1007		0,06	2,32	0,14	0,06	1	20	0,06	2,32	1,14	2,4	2,74	1	OK		
08	D1	CL11	Rm	0,1	2,4	D1ST1008	6	0,06	2,32	0,14	0,06	1	1	0,06	2,32	0,04	2,4	0,1	0	OK		
09	D3	CL31	Rm	1,14	2,4	D3ST1009	8	0,06	2,32	0,14	0,06	1	19	0,06	2,32	1,08	2,4	2,59	0	OK		
010	TDA	Po	Pd	1,08	2,4	TDAST10010	9	0,3	2,32	0,7	0,3	1	3	0,3	2,32	0,78	2,4	1,87	0	OK		
011	TDA	Po	Pd	0,78	2,4	TDAST10011	10	0,1	2,32	0,23	0,1	1	7	0,1	2,32	0,68	2,4	1,63	0	NO		
TOTAL																			5			

9.1.2.5 Yeso cartón – ST 12,5 mm.

Tabla 9-12. Optimización de Yeso Cartón ST 12,5 mm de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																						
Elemento		Yeso cartón																						
Material		Yeso cartón				Tipo				YCST12,5				Dimensiones							1200X2400X12,5MM			
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	ID	pID	Lu	Hu	Au	Lc	Q	Pr	Lut	Hut	Lud	Hud	Aud	Qcom	uD				
				[m/u]	[m/u]			[m/c]	[m/c]	[m²/c]	[m]	[c]	[c/u]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m²]	[u]					
01	D2	D1	Pd	1,2	2,4	D2ST1201		1,2	2,32	2,78	2,4	2	1	1,2	2,32	0	2,4	0	2	NO				
02	D2	D1	Pd	1,2	2,4	D2ST1202		0,97	2,32	2,25	0,97	1	1	0,97	2,32	0,23	2,4	0,55	1	OK				
03	D2	D1	Pd	1,2	2,4	D2ST1203		1,2	2,32	2,78	2,4	2	1	1,2	2,32	0	2,4	0	2	NO				
04	D2	D1	Pd	1,2	2,4	D2ST1204		0,97	2,32	2,25	0,97	1	1	0,97	2,32	0,23	2,4	0,55	1	NO				
05	D2	CL22	Pd	1,2	2,4	D2ST1205		0,56	2,32	1,3	0,56	1	2	0,56	2,32	0,64	2,4	1,54	1	OK				
06	D2	CL22	Pd	0,64	2,4	D2ST1206	5	0,5	2,32	1,16	0,5	1	1	0,5	2,32	0,14	2,4	0,34	0	NO				
07	D2	CL22	Pd	1,2	2,4	D2ST1207		0,6	2,32	1,39	1,2	2	2	1,2	2,32	0	2,4	0	1	NO				
08	D2	Po	V	1,2	2,4	D2ST1208		0,3	2,32	0,7	0,3	1	4			0,25	2,03	0,51	1	NO				
09	D2	Po	V			D2ST1209	8			0						0,9	2,4	2,16	0	OK				
010	D2	Po	V	0,9	2,4	D2ST12010	9	0,56	2,32	1,3	0,56	1	1			0,5	2,03	1,02	0	NO				
011	D2	Po	V			D2ST12011	10			0						0,34	2,4	0,82	0	OK				
012	D2	Po	V	1,2	2,4	D2ST12012		0,3	2,32	0,7	0,3	1	4			0,25	2,03	0,51	1	NO				
013	D2	Po	V			D2ST12013	12			0						0,9	2,4	2,16	0	OK				
014	D2	Po	V	0,9	2,4	D2ST12014	13	0,56	2,32	1,3	0,56	1	1			0,5	2,03	1,02	0	NO				
015	D2	Po	V			D2ST12015	14			0						0,34	2,4	0,82	0	OK				
016	D1	Po	V	1,2	2,4	D1ST12016		1,17	2,32	2,71	1,17	1	1			0,75	2,03	1,52	1	OK				
017	D1	Po	V			D1ST12017	16			0						0,031	2,4	0,07	0	NO				

018	D1	Po	V	0,75	2,03	D1ST12018	16	2,03	0,29	0,59	1,17	1	0	1,17	0,29		0	0	NO	
019	D3	Po	V	1,2	2,4	D3ST12019		1,17	2,32	2,71	1,17	1	1			0,75	2,03	1,52	1	OK
020	D3	Po	V			D3ST12020	19			0						0,031	2,4	0,07	0	NO
021	D3	Po	V	0,75	2,03	D3ST12021	19	2,03	0,29	0,59	1,17	1	0	1,17	0,29			0	0	NO
022	D1	Po	Pd	1,2	2,4	D1ST12022		0,93	2,32	2,16	0,93	1	1	0,93	2,32	0,27	2,4	0,65	1	OK
023	D1	Po	Pd	1,2	2,4	D1ST12023		0,93	2,32	2,16	0,93	1	1	0,93	2,32	0,27	2,4	0,65	1	OK
024	D1	Po	Pd	0,27	2,4	D1ST12024	28	0,15	2,32	0,35	0,15	1	1	0,15	2,32	0,12	2,4	0,29	0	NO
025	D1	D3	Pd	1,2	2,4	D1ST12025		1,2	2,32	2,78	2,33	2	1	1,2	2,32	0	2,4	0	2	NO
026	D1	D3	Pd	0,34	2,4	D1ST12026	13	0,3	2,32	0,7	0,3	1	1	0,3	2,32	0,04	2,4	0,1	0	NO
027	D1	D3	Pd	1,2	2,4	D1ST12027		1,2	2,32	2,78	1,2	1	1	1,2	2,32	0	2,4	0	1	NO
028	D1	D3	Pd	1,2	2,4	D1ST12028		0,83	2,32	1,93	0,83	1	1	0,83	2,32	0,37	2,4	0,89	1	NO
029	D3	Po	Pd	1,2	2,4	D3ST12029		0,42	2,32	0,97	0,42	1	2	0,42	2,32	0,78	2,4	1,87	1	NO
030	D3	Po	Pd	1,2	2,4	D3ST12030		0,82	2,32	1,9	0,42	1	1	0,82	2,32	0,38	2,4	0,91	1	NO
031	D3	Estar	Pd	1,2	2,4	D3ST12031		1,2	2,32	2,78	2,2	2	1	1,2	2,32	0	2,4	0	2	NO
032	D1	Estar	Pd	1,2	2,4	D1ST12032		1,2	2,32	2,78	2,2	2	1	1,2	2,32	0	2,4	0	2	NO
033	D2	CL22	Rm	0,27	2,4	D2ST12033	30	0,06	2,32	0,14	0,06	1	4	0,06	2,32	0,21	2,4	0,5	0	NO
TOTAL																		24		

9.1.2.6 Yeso cartón – RH 12,5 mm.

Tabla 9-13. Optimización de Yeso Cartón RH 12,5 mm de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																		
Elemento		Yeso cartón																		
Material		Yeso cartón																		
		Tipo YCRH12,5 Dimensiones 1200X2400X12,5MM																		
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	ID	pID	Lu	Hu	Au	Lc	Q	Pr	Lut	Hut	Lud	Hud	Aud	Qcom	uD
				[m/u]	[m/u]			[m/c]	[m/c]	[m²/c]	[m]	[c]	[c/u]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m²]	[u]	
01	B	Po	V	1,2	2,4	BRH1201		1,17	2,32	2,71	1,17	1	1			0,75	2,03	1,52	1	OK
02	B	Po	V			BRH1202	1			0						0,03	2,4	0,07	0	NO
03	B	Po	V	0,75	2,03	BRH1203	1	2,03	0,29	0,59	1,17	1	0	1,17	0,29			0	0	NO
04	B	Po	Pd	1,2	2,4	BRH1204		0,26	2,32	0,6	0,42	2	4	0,52	2,32	0,68	2,4	1,63	1	OK
05	B	Po	Pd	1,2	2,4	BRH1205		0,68	2,32	1,58	0,42	1	1	0,68	2,32	0,52	2,4	1,25	1	OK
06	B	Po	Pd	1,2	2,4	BRH1206		1,2	2,32	2,78	1,2	1	1	1,2	2,32	0	2,4	0	1	NO
07	B	Po	Pd	0,68	2,4	BRH1207	4	0,16	2,32	0,37	0,16	1	4	0,16	2,32	0,52	2,4	1,25	0	OK
08	B	Po	Pd	1,2	2,4	BRH1208		1,2	2,32	2,78	1,2	1	1	1,2	2,32	0	2,4	0	1	NO
09	B	Po	Pd	0,52	2,4	BRH1209	5	0,16	2,32	0,37	0,16	1	3	0,16	2,32	0,36	2,4	0,86	0	OK
010	E	Bc	Pd	0,36	2,4	ERH12010	9	0,34	2,32	0,79	0,34	1	1	0,34	2,32	0,02	2,4	0,05	0	NO
011	E	Bc	Pd	0,52	2,4	ERH12011	7	0,34	2,32	0,79	0,16	1	1	0,34	2,32	0,18	2,4	0,43	0	OK
012	C	L	V	1,2	2,4	CRH12012		1,17	2,32	2,71	1,17	1	1			0,75	2,03	1,52	1	OK
013	C	L	V			CRH12013	12			0						0,03	2,4	0,07	0	NO
014	C	L	V	0,75	2,03	CRH12014	12	2,03	0,29	0,59	1,17	1	0	1,17	0,29			0	0	NO
015	C	L	Pd	1,2	2,4	CRH12015		0,78	2,32	1,81	0,42	1	1	0,78	2,32	0,42	2,4	1,01	1	OK
016	C	L	Pd	0,42	2,4	CRH12016	15	0,36	2,32	0,84	0,36	1	1	0,36	2,32	0,06	2,4	0,14	0	NO
017	C	L	Rm	0,18	2,4	CRH12017	11	0,08	2,32	0,19	0,08	1	2	0,08	2,32	0,1	2,4	0,24	0	NO
TOTAL																			7	

9.1.2.7 Yeso cartón – RF 15 mm.

Tabla 9-14. Optimización de Yeso Cartón RF 15 mm de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																		
Elemento		Yeso cartón																		
Material		Yeso cartón																		
		Tipo YCRF15 Dimensiones 1200X2400X15MM																		
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	ID	pID	Lu	Hu	Au	Lc	Q	Pr	Lut	Hut	Lud	Hud	Aud	Qcom	uD
				[m/u]	[m/u]			[m/c]	[m/c]	[m²/c]	[m]	[c]	[c/u]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m²]	[u]	
01	L	S	Pd	1,2	2,4	LRF1501		0,21	2,32	0,49	0,42	2	5	0,42	2,32	0,78	2,4	1,87	1	OK
02	L	S	Pd	0,78	2,4	LRF1502	1	0,2	2,32	0,46	0,4	2	3	0,4	2,32	0,38	2,4	0,91	0	OK
03	C	S	Pd	1,2	2,4	CRF1503		0,5	2,32	1,16	1	2	2	1	2,32	0,2	2,4	0,48	1	NO
04	C	S	Pd	0,38	2,4	CRF1504	2	0,2	2,32	0,46	0,2	1	1	0,2	2,32	0,18	2,4	0,43	0	OK
05	C	S	Pd	0,18	2,4	CRF1505	4	0,18	2,32	0,42	0,18	1	1	0,18	2,32	0	2,4	0	0	NO
06	B	S	Pd	1,2	2,4	BRF1506		0,47	2,32	1,09	0,94	2	2	0,94	2,32	0,26	2,4	0,62	1	OK
07	B	S	Pd	0,26	2,4	BRF1507	6	0,22	2,32	0,51	0,22	1	1	0,22	2,32	0,04	2,4	0,1	0	NO
08	B	S	Pd	1,2	2,4	BRF1508		0,22	2,32	0,51	0,22	1	5	0,22	2,32	0,98	2,4	2,35	1	OK
09	Po	Ex	V	0,98	2,4	PRF1509	8	0,29	0,95	0,28	0,22	2	3	0,58	0,95	0,4	2,4	0,96	0	NO

010	Po	Ex	V	PRF15010	9	0,58	1,45	0,84	0	NO
TOTAL									4	

9.1.3 Elementos misceláneos

9.1.3.1 Lana de vidrio – Rollo Libre $e = 40$ mm

Tabla 9-15. Optimización de Lana de vidrio - Rollo libre de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																	
Elemento		Rollo libre																	
Material		Lana de vidrio						Tipo Rollo		Dimensiones 1,2 x 2,4 m x 40 mm									
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	Pr	N	ID	pID	Rc	Qr	Lu	Hu	At	Rqi	Rqf	Sob
				[m]	[m]		[c]	[c/ml]				[ml]	[c]	[m]	[m]	[m²]	[c]	[c]	[c]
01	D2	D1	Pd	0,4	2,4	u	30	2,5	1	D2RL4001		3,37	8,43	0,4	2,4	8,09	8,43	0	21,57
02	D2	CL22	Pd	0,4	2,4	u	21,57	2,5	1	D2RL4002		1,1	2,75	0,4	2,4	2,64	2,75	0	18,82
03	D1	D3	Pd	0,4	2,4	u	18,82	2,5	1	D1RL4003		2,33	5,83	0,4	2,4	5,6	5,83	0	12,99
04	D3	E	Pd	0,4	2,4	u	12,99	2,5	1	D3RL4004		2,26	5,65	0,4	2,4	5,42	5,65	0	7,34
05	D3	Po	Pd	0,4	2,4	u	7,34	2,5	1	D3RL4005		0,77	1,93	0,4	2,4	1,85	1,93	0	5,41
06	D1	Po	Pd	0,4	2,4	u	5,41	2,5	1	D1RL4006		1,35	3,38	0,4	2,4	3,24	3,38	0	2,03
07	D2	Po	V	0,4	2,4	u	2,03	0,3	1	D2RL4007		0,75	0,23	0,4	2,4	0,22	0,23	0	1,8
08	D1	Po	V	0,4	2,4	u	1,8	0,3	1	D1RL4008		0,75	0,23	0,4	2,4	0,22	0,23	0	1,57
09	D3	Po	V	0,4	2,4	u	1,57	0,3	1	D3RL4009		0,75	0,23	0,4	2,4	0,22	0,23	0	1,34
10	Po	Ex	V	0,4	2,4	u	1,34	0,3	1	PRL4010		0,95	0,29	0,4	2,4	0,28	0,29	0	1,05

9.1.3.2 Lana de vidrio – Rollo papel en una cara $e = 40$ mm

Tabla 9-16. Optimización de Lana de vidrio - Rollo de papel en una cara de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																	
Elemento		Rollo papel en una cara																	
Material		Lana de vidrio																	
		Tipo Rollo								Dimensiones 1,2 x 2,4 m x 40 mm									
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	Pr	N	ID	pID	Rc	Qr	Lu	Hu	At	Rqi	Rqf	Sob
				[m]	[m]		[c]	[c/ml]				[ml]	[c]	[m]	[m]	[m²]	[c]	[c]	[c]
01	B	Po	Pd	0,4	2,4	u	30	2,5	1	BRP4001		1,37	3,43	0,4	2,4	3,29	3,43	0	26,57
02	B	Po	Pd	0,4	2,4	u	26,57	2,5	1	BRP4002		1,37	3,43	0,4	2,4	3,29	3,43	0	23,14
03	B	Po	V	0,4	2,4	u	23,14	0,3	1	BRP4003		0,75	0,23	0,4	2,4	0,22	0,23	0	22,91
04	E	Bc	Pd	0,4	2,4	u	22,91	2,5	1	ERP4004		0,34	0,85	0,4	2,4	0,82	0,85	0	22,06
05	C	L	Pd	0,4	2,4	u	22,06	2,5	1	CRP4005		0,68	1,7	0,4	2,4	1,63	1,7	0	20,36
06	C	L	V	0,4	2,4	u	20,36	0,3	1	CRP4006		0,85	0,26	0,4	2,4	0,25	0,26	0	20,1

9.1.3.3 Fieltro de 15 lbs.

Tabla 9-17. Optimización de Fieltro de 15 lbs de Tabiquería.

Partida	Tabiquería																		
Elemento	Fieltro 15 lbs																		
Material	Fieltro																		
		Tipo Rollo									Dimensiones 1,0 x 40 m								
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	Pr	N	ID	pID	Rc	Qr	Lu	Hu	At	Rqi	Rqf	Sob
				[m]	[m]		[c]	[c/ml]				[ml]	[c]	[m]	[m]	[m²]	[c]	[c]	[c]
01	B	Po	Pd	1	1	u	40	3	1	BFL1501		1,37	4,11	1	1	4,11	4,11	0	35,89
02	B	Po	Pd	1	1	u	35,89	3	1	BFL1502		1,43	4,29	1	1	4,29	4,29	0	31,6
03	E	Bc	Pd	1	1	u	31,6	3	1	EFL1503		0,34	1,02	1	1	1,02	1,02	0	30,58
04	C	L	Pd	1	1	u	30,58	3	1	CFL1504		0,68	2,04	1	1	2,04	2,04	0	28,54

9.1.3.4 Foil de aluminio – malla de fibra de vidrio – papel Kraft (FSK).

Tabla 9-18. Optimización de Foil FSK de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																		
Elemento		Foil FSK																		

Material		Aluminio-Fibra de vidrio-Kraft					Tipo Rollo				Dimensiones 1,0 x 30 m								
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	Pr	N	ID	pID	Rc	Qr	Lu	Hu	At	Rqi	Rqf	Sob
				[m]	[m]		[c]	[c/ml]				[ml]	[c]	[m]	[m]	[m ²]	[c]	[c]	[c]
01	TDA	B	Pd	0,3	1	u	100	10	1	TDAFSK801		0,3	3	0,3	1	0,9	3	0	97

9.1.3.5 Cinta fibra de vidrio – Joint Gard.

Tabla 9-19. Optimización de cinta Joint Gard de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																	
Elemento		Cinta Joint Gard																	
Material		Fibra de vidrio					Tipo Cinta				Dimensiones 5 cm x 45 m								
F	Sc	Ubi	Z	Li	Uni	Qd	Pr	N	ID	pID	Rc	Qr	Lu	Rqi	Rqf	Sob			
				[m]		[c]	[c/upl]				[upl]	[c]	[m]	[c]	[c]	[c]			
01	B	B	Pd	2,32	c	19	1	1	BJG2"01		2	2	2,32	2	0	17			
02	B	B	Pd	2,32	c	17	1	1	BJG2"02		2	2	2,32	2	0	15			
03	B	B	V	2,32	c	15	0,2	1	BJG2"03		1	0,2	2,32	0,2	0	14,8			
04	C	L	V	2,32	c	14,8	0,3	1	CJG2"04		1	0,3	2,32	0,3	0	14,5			
05	C	L	Pd	2,32	c	14,5	1	1	CJG2"05		1	1	2,32	1	0	13,5			

9.1.3.6 Cinta fibra de vidrio –Fugenband.

Tabla 9-20. Optimización de cinta Fugenband de Tabiquería.

Partida		Tabiquería																	
Elemento		Cinta Fugenband																	
Material		Fibra de vidrio					Tipo Cinta				Dimensiones 10 cm x 50 m								
F	Sc	Ubi	Z	Li	Uni	Qd	Pr	N	ID	pID	Rc	Qr	Lu	Rqi	Rqf	Sob			
				[m]		[c]	[c/upl]				[upl]	[c]	[m]	[c]	[c]	[c]			
01	L	Bc	Pd	2	c	25	1	1	LFGB1001		2	2	2	2	0	23			

9.2 Poligyp

9.2.1 Elementos bidimensionales

9.2.1.1 Poligyp ST 10 mm.

Tabla 9-21. Optimización de Poligyp ST 10 mm de Trasdosado - Poligyp.

Partida		Trasdosado																			
Elemento		Poligyp																			
Material		Poligyp					Tipo		PGST10		Dimensiones 1200X2400X10MM										
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	ID	pID	Lu	Hu	Au	Lc	Q	Pr	Lut	Hut	Lud	Hud	Aud	Qcom	uD	
				[m/u]	[m/u]			[m/c]	[m/c]	[m²/c]	[m]	[c]	[c/u]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m²]	[u]		
01	C	Eje A	Pd	1,2	2,4	CST1001		1,2	2,32	2,78	3,6	3	1	1,2	2,32	0	2,4	0	3	NO	
02	C	Eje 3	Pd	1,2	2,4	CST1002		1,2	2,32	2,78	2,4	2	1	1,2	2,32	0	2,4	0	2	NO	
03	D2	Eje 2	Pd	1,2	2,4	D2ST1003		1,2	2,32	2,78	2,4	3	1	1,2	2,32	0	2,4	0	3	NO	
04	D3	Eje B	Pd	1,2	2,4	D3ST1004		1,13	2,32	2,62	1,13	1	1	1,13	2,32	0,07	2,4	0,17	1	NO	
05	C	Eje 3	Pd	1,2	2,4	CST1005		0,82	2,32	1,9	0,82	1	1	0,82	2,32	0,38	2,4	0,91	1	NO	
06	C	Eje A	Pd	1,2	2,4	CST1006		0,66	2,32	1,53	0,66	1	1	0,66	2,32	0,54	2,4	1,3	1	OK	
07	D2	Eje 1	Pd	0,54	2,4	D2ST1007	6	0,47	2,32	1,09	0,47	1	1	0,47	2,32	0,07	2,4	0,17	0	NO	
08	D2	Eje 1	Atp	1,2	2,4	D2ST1008		1,2	0,89	1,07	1,2	1	1	1,2	0,89	1,2	1,51	1,81	1	OK	
09	D1	Eje 1	Atp	1,2	1,51	D1ST1009	8	1,2	0,89	1,07	1,2	1	1	1,2	0,89	1,2	0,62	0,74	0	NO	
010	D2	Eje 1	Pd	1,2	2,4	D2ST10010		0,5	2,32	1,16	0,5	1	2	0,5	2,32	0,7	2,4	1,68	1	OK	
011	D1	Eje 1	Pd	0,7	2,4	D1ST10011	10	0,7	2,32	1,62	0,7	1	1	0,7	2,32	0	2,4	0	0	NO	
012	D1	Eje 1	Pd	1,2	2,4	D1ST10012		0,71	2,32	1,65	0,71	1	1	0,71	2,32	0,49	2,4	1,18	1	NO	
013	D3	Eje 1	Pd	1,2	2,4	D3ST10013		0,71	2,32	1,65	0,71	1	1	0,71	2,32	0,49	2,4	1,18	1	NO	
014	D3	Eje 1	Atp	1,2	2,4	D3ST10014		0,9	0,89	0,8	0,9	1	1	0,9	0,89	1,2	1,51	1,81	1	NO	
015	D3	Eje 1	Pd			D3ST10015	14			0						0,3	0,89	0,27	0	NO	
TOTAL																			16		

9.2.1.2 Poligyp RH 12,5 mm.

Tabla 9-22. Optimización de Poligyp RH 12,5 mm de Trasdosado - Poligyp.

Partida		Trasdosado																		
Elemento		Poligyp																		
Material		Poligyp																		
		Tipo PGRH12,5 Dimensiones 1200X2400X12,5MM																		
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	ID	pID	Lu	Hu	Au	Lc	Q	Pr	Lut	Hut	Lud	Hud	Aud	Qcom	uD
				[m/u]	[m/u]			[m/c]	[m/c]	[m ² /c]	[m]	[c]	[c/u]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m ²]	[u]	
01	B	Eje 3	Pd	1,2	2,4	BRH1201		1,2	2,32	2,78	1,2	1	1	1,2	2,32	0	2,4	0	1	NO
02	B	Eje 3	Pd	1,2	2,4	BRH1202		0,87	2,32	2,02	0,87	1	1	0,87	2,32	0,33	2,4	0,79	1	OK
03	B	Eje D	Pd	0,33	2,4	BRH1203	2	0,18	2,32	0,42	0,18	1	1	0,18	2,32	0,15	2,4	0,36	0	OK
04	B	Eje D	Pd	0,15	2,4	BRH1204	3	0,12	2,32	0,28	0,12	1	1	0,12	2,32	0,03	2,4	0,07	0	NO
05	B	Eje D	Atp	1,2	2,4	BRH1205		0,6	1,67	1	0,6	1	2	0,6	1,67	1,2	0,73	0,88	1	NO
06	B	Eje D	Atp			BRH1206	5			0						0,6	1,67	1	0	NO
TOTAL																			3	

9.2.2 Elementos misceláneos

9.2.2.1 Cinta de butilo laminado – Fleeceband.

Tabla 9-23. Optimización de cinta Fleeceband de Trasdosado - Poligyp.

Partida		Trasdosado															
Elemento		Cinta Fleeceband															
Material		Butilo laminado															
		Tipo Cinta Dimensiones 10 cm x 10 m															
F	Sc	Ubi	Z	Li	Uni	Qd	Pr	N	ID	pID	Rc	Qr	Lu	Rqi	Rqf	Sob	
				[m]		[c]	[c/upl]				[upl]	[c]	[m]	[c]	[c]	[c]	
01	C	Eje A	Pd	2,32	c	4	1	1	CFB1001		5	5	2,32	5	1	0	
02	C	Eje A	Pd	2,32	c	4	1	2	CFB1002		1	1	2,32	1	0	3	
03	C	Eje 3	Pd	2,32	c	3	1	2	CFB1003		3	3	2,32	3	0	0	
04	D2	Eje 2	Pd	2,32	c	4	1	3	D2FB1004		3	3	2,32	3	0	1	
05	D2	Eje 1	Atp	2,32	C	1	0,4	3	D2FB1005		2	0,8	2,32	0,8	0	0,2	
06	D1	Eje 1	Pd	2,32	C	4	1	4	D1FB1006		2	2	2,32	2	0	2	
07	D1	Eje 1	Atp	2,32	C	2	0,4	4	D1FB1007		2	0,8	2,32	0,8	0	1,2	
08	D3	Eje 1	Atp	2,32	C	1,2	0,4	4	D3FB1008		2	0,8	2,32	0,8	0	0,4	
09	D3	Eje 1	Pd	2,32	C	4	1	5	D3FB1009		2	2	2,32	2	0	2	
010	B	Eje 3	Pd	2,32	C	2	1	5	BFB10010		3	3	2,32	3	1	0	
011	B	Eje 3	Pd	2,32	C	4	1	6	BFB10011		1	1	2,32	1	0	3	
012	B	Eje D	Pd	2,32	C	3	1	6	BFB10012		1	1	2,32	1	0	2	
013	B	Eje D	Atp	2,32	C	2	0,7	6	BFB10013		2	1,4	2,32	1,4	0	0,6	
014	P	Ex	V	2,32	C	0,6	0,13	6	PFB10014		2	0,25	2,32	0,25	0	0,35	

9.2.2.2 Saco de pasta de agarre – Volcafix.

Tabla 9-24. Optimización de Volcafix de Trasdosado - Poligyp.

Partida	Trasdosado																		
Elemento	Volcafix																		
Material	Volcafix																		
							Tipo Saco				Dimensiones				25 kg				
F	Sc	Ubi	Z		Li	Hi	Uni	Qd	R	N	ID	pID	Lu	Hu	Qr	At	Rqi	Rqf	Sob
					[m]	[m]		[kg]	[kg/m²]				[m]	[m]	[u]	[m²]	[kg]	[kg]	[kg]
01	C	Eje A	Pd		-	-	kg	25	2,5	1	CVF901		1,2	2,32	3	8,34	20,85	0	4,15
02	C	Eje 3	Pd		-	-	kg	4,15	2,5	1	CVF902		1,2	2,32	2	5,56	13,9	9,75	0
03	C	Eje 3	Pd		-	-	kg	25	2,5	2	CVF903						9,75	0	15,25
04	D2	Eje 2	Pd				kg	15,25	2,5	2	D2VF904		1,2	2,32	2	5,56	13,9	0	1,35
05	D3	Eje B	Pd				kg	1,35	2,5	2	D3VF905		1,13	2,32	1	2,62	6,55	5,2	0
06	D3	Eje B	Pd				kg	25	2,5	3	D3VF906						5,2	0	19,8
07	C	Eje 3	Pd				kg	19,8	2,5	3	CVF907		0,82	2,32	1	1,9	4,75	0	15,05
08	C	Eje A	Pd				kg	15,05	2,5	3	CVF908		0,66	2,32	1	1,53	3,83	0	11,22
09	D2	Eje 1	Pd				kg	11,22	2,5	3	D2VF909		0,47	2,32	1	1,09	2,73	0	8,49
10	D2	Eje 1	Atp				kg	8,49	2,5	3	D2VF910		1,2	0,89	1	1,07	2,68	0	5,81

11	D2	Eje 1	Atp	kg	5,81	2,5	3	D2VF911	1,2	0,89	1	1,07	2,68	0	3,13
12	D2	Eje 1	Pd	kg	3,13	2,5	3	D2VF912	0,5	2,32	1	1,16	2,9	0	0,23
13	D1	Eje 1	Pd	kg	0,23	2,5	3	D1VF913	0,7	2,32	1	1,62	4,05	3,82	0
14	D1	Eje 1	Pd	kg	25	2,5	4	D1VF914					3,82	0	21,18
15	D1	Eje 1	Pd	kg	21,18	2,5	4	D1VF915	0,71	2,32	1	1,65	4,13	0	17,05
16	D3	Eje 1	Pd	kg	17,05	2,5	4	D3VF916	0,71	2,32	1	1,65	4,13	0	12,92
17	D3	Eje 1	Atp	kg	12,92	2,5	4	D3VF917	0,9	0,89	1	0,8	2	0	10,92
18	B	Eje 3	Pd	kg	10,92	2,5	4	BVF918	1,2	2,32	1	2,78	6,95	0	3,97
19	B	Eje 3	Pd	kg	3,97	2,5	4	BVF919	0,87	2,32	1	2,02	5,05	1,08	0
20	B	Eje 3	Pd	kg	25	2,5	5	BVF920					1,08	0	23,92
21	B	Eje D	Pd	kg	23,92	2,5	5	BVF921	0,18	2,32	1	0,42	1,05	0	22,87
22	B	Eje D	Pd	kg	22,87	2,5	5	BVF922	0,12	2,32	1	0,28	0,7	0	22,17
23	B	Eje D	Atp	kg	22,17	2,5	5	BVF923	0,6	1,67	1	1	2,5	0	19,67

9.3 Enlucido yeso C+B

9.3.1 Elementos misceláneos

9.3.1.1 Puente adherente para yeso

Tabla 9-25. Optimización de Puente adherente para yeso de Enlucido de yeso.

Partida Enlucido yeso																			
Elemento Puente adherente para yeso																			
Material Puente adherente para yeso																			
Tipo Tineta																			
Dimensiones 20 kg																			
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	R	N	ID	pID	Lu	Hu	Qr	At	Rqi	Rqf	Sob	
				[m]	[m]		[kg]	[kg/m²]				[m]	[m]	[u]	[m²]	[kg]	[kg]	[kg]	
01	B	B	Ls	-	-	Kg	20	0,2	1	BPYS2001		1,31	2,12	1	2,78	0,56	0	19,44	
02	C	C	Ls	-	-	Kg	19,44	0,2	1	CPYS2002		1,51	4,48	1	6,76	1,35	0	18,09	

9.3.1.2 Yeso

Tabla 9-26. Optimización de Sacos de yeso de Enlucido de yeso.

Partida Enlucido yeso																			
Elemento Yeso																			
Material Yeso																			
Tipo Saco																			
Dimensiones 25 kg																			
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	R	N	ID	pID	Lu	Hu	Qr	At	Rqi	Rqf	Sob	
				[m]	[m]		[kg]	[kg/m²]				[m]	[m]	[u]	[m²]	[kg]	[kg]	[kg]	
01	B	B	Ls	-	-	kg	25	14,71	1	BYS2501		1,31	2,12	1	2,78	40,89	15,89	0	
02	B	B	Ls			kg	25	14,71	2	BYS2502		1,31	2,12	1	2,78	15,89	0	9,11	
03	C	C	Ls			kg	9,11	14,71	2	CYS2503		1,51	4,48	1	6,76	99,44	90,33	0	
04	C	C	Ls			kg	25	14,71	3	CYS2504		1,51	4,48	1	6,76	90,33	65,33	0	
05	C	C	Ls			kg	25	14,71	4	CYS2505		1,51	4,48	1	6,76	65,33	40,33	0	
06	C	C	Ls			kg	25	14,71	5	CYS2506		1,51	4,48	1	6,76	40,33	15,33	0	
07	C	C	Ls	-	-	kg	25	14,71	6	CYS2507		1,51	4,48	1	6,76	15,33	0	9,67	

9.4 Impermeabilización

9.4.1 Elementos misceláneos

9.4.1.1 Impermeabilizante

Tabla 9-27. Optimización del Impermeabilizante para la Impermeabilización.

Partida Impermeabilización																			
Elemento Impermeabilizante																			
Material Impermeabilizante																			
Tipo Saco																			
Dimensiones 25 kg																			
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	R	N	ID	pID	Lu	Hu	Qr	At	Rqi	Rqf	Sob	

				[m]	[m]		[kg]	[kg/m ²]			[m]	[m]	[u]	[m ²]	[kg]	[kg]	[kg]
01	B	B	Pi	-	-	kg	25	4	1	BIMP2501	1,31	2,12	1	2,78	11,12	0	13,88
02	B	B	Rtn	-	-	kg	13,88	4	1	BIMP2502	6,09	0,1	1	0,61	2,44	0	11,44
03	C	C	Pi			kg	11,44	4	1	CIMP2503	1,51	4,48	1	6,76	27,04	15,6	0
04	C	C	Pi			kg	25	4	2	CIMP2504					15,6	0	9,4
05	C	C	Rtn	-	-	kg	9,4	4	2	CIMP2505	6,51	0,1	1	0,65	2,6	0	6,8

9.5 Cerámicas de piso

9.5.1 Elementos misceláneos

9.5.1.1 Cerámica gris 33 x 33 cm

Tabla 9-28. Optimización de la Cerámica gris para las Cerámicas de piso.

Partida	Cerámica piso																		
Elemento	Cerámica gris																		
Material	Cerámica																		
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	Tipo	Caja	ID	pID	Dimensiones 33x33cm							
				[cm]	[cm]	u	[u]	[c/u]	N			Lc	Qr	Lu	Hu	At	Rqi	Rqf	Sob
												[cm]	[u]	[cm]	[cm]	[cm²]	[u]	[u]	[u]
01	B	H	Pi	33	33	u	18	na	1	BGR3301		140,5	4	33	33	4.356	4	0	14
02	B	H	Pi	33	33	u	14	na	1	BGR3302			1	6,5	33	215	0,2	0	13,8
03	B	H	Pi	33	33	u	13,8	na	1	BGR3303		140,5	4	33	33	4.356	4	0	9,8
04	B	H	Pi	33	33	u	9,8	na	1	BGR3304			1	6,5	33	215	0,2	0	9,6
05	B	H	Pi	33	33	u	9,6	na	1	BGR3305		140,5	4	33	33	4.356	4	0	5,6
06	B	H	Pi	33	33	u	5,6	na	1	BGR3306			1	6,5	33	215	0,2	0	5,4
07	B	H	Pi	33	33	u	5,4	na	1	BGR3307		140,5	4	33	33	4.356	4	0	1,4
08	B	H	Pi	33	33	u	1,4	na	1	BGR3308		140,5	4	33	28	3.696	3,4	2,4	0,4
09	B	H	Pi	33	33	u	18	na	2	BGR3309			1	6,5	33	215	2,4	0	15,6
10	B	Pd	Zo	33	33	u	15,6	3	2	BGR3310		140,5	4	33	10	1.320	1,22	0	14,38
11	B	Atp	Zo	33	33	u	14,38	3	2	BGR3311		129	3	33	10	990	0,91	0	13,47
12	B	Pd	Zo	33	33	u	13,47	3	2	BGR3312		80,5	2	33	10	660	0,61	0	12,86
13	B	Atp	Zo	33	33	u	12,86	3	2	BGR3313		33	1	33	10	330	0,31	0	12,55
14	B	Atp	Zo	33	33	u	12,55	15	2	BGR3314			2	6,5	10	130	0,12	0	12,43
15	C	H	Pi	33	33	u	12,43	na	2	CGR3315		152	4	33	33	4.356	4	0	8,43
16	C	H	Pi	33	33	u	8,43	na	2	CGR3316		152	4	33	33	4.356	4	0	4,43
17	C	H	Pi	33	33	u	4,43	na	2	CGR3317		152	4	33	33	4.356	4	0	0,43
18	C	H	Pi	33	33	u	18	na	3	CGR3318		152	4	33	33	4.356	4	0	14
19	C	H	Pi	33	33	u	14	na	3	CGR3319		152	4	33	33	4.356	4	0	10
20	C	H	Pi	33	33	u	10	na	3	CGR3320		152	4	33	33	4.356	4	0	6
21	C	H	Pi	33	33	u	6	na	3	CGR3321		152	4	33	33	4.356	4	0	2
22	C	H	Pi	33	33	u	2	na	3	CGR3322		152	4	33	33	4.356	4	2	0
23	C	H	Pi	33	33	u	18	na	4	CGR3323		152	4	33	33	4.356	2	0	16
24	C	H	Pi	33	33	u	16	na	4	CGR3324		130	3	33	33	3.267	3	0	13
25	C	H	Pi	33	33	u	13	na	4	CGR3325		130	3	33	33	3.267	3	0	10
26	C	H	Pi	33	33	u	10	na	4	CGR3326		130	3	33	33	3.267	3	0	7
27	C	H	Pi	33	33	u	7	na	4	CGR3327		130	3	33	33	3.267	3	0	4
28	C	H	Pi	33	33	u	4	na	4	CGR3328		130	3	33	33	3.267	3	0	1
29	C	H	Pi	33	33	u	1	na	4	CGR3329		130	3	33	33	3.267	3	2	0
30	C	H	Pi	33	33	u	18	na	5	CGR3330		130	3	33	33	3.267	2	0	16
31	C	H	Pi	33	33	u	16	na	5	CGR3331		66	2	33	21,5	1.419	1,31	0	14,69
32	C	H	Pi	33	33	u	14,69	na	5	CGR3332		230	6	33	33	6.534	6	0	8,69
33	C	H	Pi	33	33	u	8,69	na	5	CGR3333		230	6	33	33	6.534	6	0	2,69
34	C	Pd	Zo	33	33	u	2,69	3	5	CGR3334		318	9	33	10	2.970	3	1	0,69
35	C	L	Zo	33	33	u	0,69	3	5	CGR3335	CGR3334	68	2	33	10	660	0,67	0	0,02
36	C	Pd	Zo	33	33	U	0,4	3	1	CGR3336	BGR3308	40	1	33	10	330	0,33	0	0,07

9.5.1.2 Adhesivo Bekron DA

Tabla 9-29. Cálculo de los kilogramos de Adhesivo Bekron DA para Cerámicas de piso.

Au [cm ²]		1.089 Qi [u/caja]				18					
F	Sc	Ubi	Z	Uni	R	Pp	Pa	Ap	e	RqP	RqAc
					[kg/m ² /mm]	[caja]	[caja]	[cm ²]	[mm]	[kg]	[kg]
01	B	H	Pi	kg	1,6	0,22	0,22	4.312,44	4	2,76	2,76
02	B	H	Pi	kg	1,6	0,01	0,23	196,02	4	0,13	2,89
03	B	H	Pi	kg	1,6	0,22	0,45	4.312,44	4	2,76	5,65
04	B	H	Pi	kg	1,6	0,01	0,46	196,02	4	0,13	5,78
05	B	H	Pi	kg	1,6	0,22	0,68	4.312,44	4	2,76	8,54
06	B	H	Pi	kg	1,6	0,01	0,69	196,02	4	0,13	8,67
07	B	H	Pi	kg	1,6	0,22	0,91	4.312,44	4	2,76	11,43
08	B	H	Pi	kg	1,6	0,06	0,97	1.176,12	4	0,75	12,18
09	B	H	Pi	kg	1,6	0,13	1,1	2.548,26	4	1,63	13,81
10	B	Pd	Zo	kg	1,6	0,07	1,17	1.372,14	4	0,88	14,69
11	B	Atp	Zo	kg	1,6	0,05	1,22	980,10	4	0,63	15,32
12	B	Pd	Zo	kg	1,6	0,03	1,25	588,06	4	0,38	15,7
13	B	Atp	Zo	kg	1,6	0,02	1,27	392,04	4	0,25	15,95
14	B	Atp	Zo	kg	1,6	0,01	1,28	196,02	4	0,13	16,08
15	C	H	Pi	kg	1,6	0,22	1,5	4.312,44	4	2,76	18,84
16	C	H	Pi	kg	1,6	0,22	1,72	4.312,44	4	2,76	21,6
17	C	H	Pi	kg	1,6	0,22	1,94	4.312,44	4	2,76	24,36
18	C	H	Pi	kg	1,6	0,22	2,16	4.312,44	4	2,76	27,12
19	C	H	Pi	kg	1,6	0,22	2,38	4.312,44	4	2,76	29,88
20	C	H	Pi	kg	1,6	0,22	2,6	4.312,44	4	2,76	32,64
21	C	H	Pi	kg	1,6	0,22	2,82	4.312,44	4	2,76	35,4
22	C	H	Pi	kg	1,6	0,11	2,93	2.156,22	4	1,38	36,78
23	C	H	Pi	kg	1,6	0,11	3,04	2.156,22	4	1,38	38,16
24	C	H	Pi	kg	1,6	0,17	3,21	3.332,34	4	2,13	40,29
25	C	H	Pi	kg	1,6	0,17	3,38	3.332,34	4	2,13	42,42
26	C	H	Pi	kg	1,6	0,17	3,55	3.332,34	4	2,13	44,55
27	C	H	Pi	kg	1,6	0,17	3,72	3.332,34	4	2,13	46,68
28	C	H	Pi	kg	1,6	0,17	3,89	3.332,34	4	2,13	48,81
29	C	H	Pi	kg	1,6	0,06	3,95	1.176,12	4	0,75	49,56
30	C	H	Pi	kg	1,6	0,11	4,06	2.156,22	4	1,38	50,94
31	C	H	Pi	kg	1,6	0,07	4,13	1.372,14	4	0,88	51,82
32	C	H	Pi	kg	1,6	0,33	4,46	6.468,66	4	4,14	55,96
33	C	H	Pi	kg	1,6	0,33	4,79	6.468,66	4	4,14	60,1
34	C	Pd	Zo	kg	1,6	0,11	4,9	2.156,22	4	1,38	61,48
35	C	L	Zo	kg	1,6	0,04	4,94	784,08	4	0,5	61,98
36	C	Pd	Zo	kg	1,6	0,02	4,96	392,04	4	0,25	62,23

9.5.1.3 Fragüe gris

Tabla 9-30. Cálculo de los kilogramos de Fragüe gris para las Cerámicas de piso.

Au [cm²]		1.089			Qi [u/caja]		18			
F	Sc	Ubi	Z	Uni	R	Pp	Pa	Ap	RqP	RqAc
					[kg/m²]	[caja]	[caja]	[cm²]	[kg]	[kg]
01	B	H	Pi	kg	0,4	0,22	0,22	4.312,44	0,17	0,17
02	B	H	Pi	kg	0,4	0,01	0,23	196,02	0,01	0,18
03	B	H	Pi	kg	0,4	0,22	0,45	4.312,44	0,17	0,35
04	B	H	Pi	kg	0,4	0,01	0,46	196,02	0,01	0,36
05	B	H	Pi	kg	0,4	0,22	0,68	4.312,44	0,17	0,53
06	B	H	Pi	kg	0,4	0,01	0,69	196,02	0,01	0,54
07	B	H	Pi	kg	0,4	0,22	0,91	4.312,44	0,17	0,71
08	B	H	Pi	kg	0,4	0,06	0,97	1.176,12	0,05	0,76
09	B	H	Pi	kg	0,4	0,13	1,1	2.548,26	0,1	0,86
10	B	Pd	Zo	kg	0,4	0,07	1,17	1.372,14	0,05	0,91
11	B	Atp	Zo	kg	0,4	0,05	1,22	980,10	0,04	0,95
12	B	Pd	Zo	kg	0,4	0,03	1,25	588,06	0,02	0,97
13	B	Atp	Zo	kg	0,4	0,02	1,27	392,04	0,02	0,99

14	B	Atp	Zo	kg	0,4	0,01	1,28	196,02	0,01	1
15	C	H	Pi	kg	0,4	0,22	1,5	4.312,44	0,17	1,17
16	C	H	Pi	kg	0,4	0,22	1,72	4.312,44	0,17	1,34
17	C	H	Pi	kg	0,4	0,22	1,94	4.312,44	0,17	1,51
18	C	H	Pi	kg	0,4	0,22	2,16	4.312,44	0,17	1,68
19	C	H	Pi	kg	0,4	0,22	2,38	4.312,44	0,17	1,85
20	C	H	Pi	kg	0,4	0,22	2,6	4.312,44	0,17	2,02
21	C	H	Pi	kg	0,4	0,22	2,82	4.312,44	0,17	2,19
22	C	H	Pi	kg	0,4	0,11	2,93	2.156,22	0,09	2,28
23	C	H	Pi	kg	0,4	0,11	3,04	2.156,22	0,09	2,37
24	C	H	Pi	kg	0,4	0,17	3,21	3.332,34	0,13	2,5
25	C	H	Pi	kg	0,4	0,17	3,38	3.332,34	0,13	2,63
26	C	H	Pi	kg	0,4	0,17	3,55	3.332,34	0,13	2,76
27	C	H	Pi	kg	0,4	0,17	3,72	3.332,34	0,13	2,89
28	C	H	Pi	kg	0,4	0,17	3,89	3.332,34	0,13	3,02
29	C	H	Pi	kg	0,4	0,06	3,95	1.176,12	0,05	3,07
30	C	H	Pi	kg	0,4	0,11	4,06	2.156,22	0,09	3,16
31	C	H	Pi	kg	0,4	0,07	4,13	1.372,14	0,05	3,21
32	C	H	Pi	kg	0,4	0,33	4,46	6.468,66	0,26	3,47
33	C	H	Pi	kg	0,4	0,33	4,79	6.468,66	0,26	3,73
34	C	Pd	Zo	kg	0,4	0,11	4,9	2.156,22	0,09	3,82
35	C	L	Zo	kg	0,4	0,04	4,94	784,08	0,03	3,85
36	C	Pd	Zo	kg	0,4	0,02	4,96	392,04	0,02	3,87

9.6 Cerámicas de muro

9.6.1 Elementos misceláneos

9.6.1.1 Cerámica blanca 20 x 30 cm

Tabla 9-31. Optimización de la Cerámica blanca para Cerámicas de muro.

Partida	Cerámica muro																						
Elemento	Cerámica blanca																						
Material	Cerámica								Tipo	Caja	Dimensiones										20x30cm		
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	Pr	N	ID	pID	Lc	Qr	Lu	Hu	At	Rqi	Rqf	Sob				
				[cm]	[cm]	u	[u]	[c/u]				[cm]	[u]	[cm]	[cm]	[cm²]	[u]	[u]	[u]				
01	B	A03	1	20	30	u	25	na	1	BBL2001		130	6	20	30	3.600	6	0	19				
02	B	A03	1	20	30	u	19	na	1	BBL2002			1	7	30	210	0,35	0	18,65				
03	B	A03	2	20	30	u	18,65	na	1	BBL2003		130	6	20	30	3.600	6	0	12,65				
04	B	A03	2	20	30	u	12,65	na	1	BBL3304			1	7	30	210	0,35	0	12,3				
05	B	A03	3	20	30	u	12,3	na	1	BBL2005		130	6	20	30	3.600	6	0	6,3				
06	B	A03	3	20	30	u	6,3	na	1	BBL3306			1	7	30	210	0,35	0	5,95				
07	B	A03	4	20	30	u	5,95	na	1	BBL2007		130	6	20	30	3.600	6	1	0,95				
08	B	A03	4	20	30	u	25	na	2	BBL2008		130	6	20	30	3.600	1	0	24				
09	B	A03	4	20	30	u	0,95	na	1	BBL3309	BBL2007		1	7	30	210	0,35	0	0,6				
10	B	A03	5	20	30	u	24	na	2	BBL2010	BBL2008	130	6	20	30	3.600	6	0	18				
11	B	A03	5	20	30	u	0,6	na	1	BBL3311	BBL3309		1	7	30	210	0,35	0	0,25				
12	B	A01	1	20	30	u	18	na	2	BBL2012	BBL2010	70	3	20	30	1.800	3	0	15				
13	B	A01	1	20	30	u	15	na	2	BBL2013			1	10	30	300	0,5	0	14,5				
14	B	A01	2	20	30	u	14,5	na	2	BBL2014	BBL2012	70	3	20	30	1.800	3	0	11,5				
15	B	A01	2	20	30	u	11,5	na	2	BBL2015			1	10	30	300	0,5	0	11				
16	B	A01	3	20	30	u	11	na	2	BBL2016	BBL2014	70	3	20	30	1.800	3	0	8				
17	B	A01	3	20	30	u	8	na	2	BBL2017			1	10	30	300	0,5	0	7,5				
18	B	A01	4	20	30	u	7,5	na	2	BBL2018	BBL2016	70	3	20	30	1.800	3	0	4,5				
19	B	A01	4	20	30	u	4,5	na	2	BBL2019			1	10	30	300	0,5	0	4				
20	B	A01	5	20	30	u	4	na	2	BBL2020	BBL2018	70	3	20	30	1.800	3	0	1				
21	B	A01	5	20	30	u	1	na	2	BBL2021	BBL2019	70	3	20	30	1.800	3	2	0				
22	B	A01	5	20	30	u	25	na	3	BBL2022			1	10	30	300	2	0	23				
23	B	A02	1	20	30	u	23	na	3	BBL2023	BBL2021	70	3	20	30	1.800	3	0	20				
24	B	A02	1	20	30	u	20	na	3	BBL2024			1	10	30	300	0,5	0	19,5				
25	B	A02	2	20	30	u	19,5	na	3	BBL2025	BBL2023	70	3	20	30	1.800	3	0	16,5				
26	B	A02	2	20	30	u	16,5	na	3	BBL2026			1	10	30	300	0,5	0	16				

27	B	A02	3	20	30	u	16	na	3	BBL2027	BBL2025	70	3	20	30	1.800	3	0	13
28	B	A02	3	20	30	u	13	na	3	BBL2028			1	10	30	300	0,5	0	12,5
29	B	A02	4	20	30	u	12,5	na	3	BBL2029	BBL2027	70	3	20	30	1.800	3	0	9,5
30	B	A02	4	20	30	u	9,5	na	3	BBL2030			1	10	30	300	0,5	0	9
31	B	A02	5	20	30	u	9	na	3	BBL2031	BBL2029	70	3	20	30	1.800	3	0	6
32	B	A02	5	20	30	u	6	na	3	BBL2032			1	10	30	300	0,5	0	5,5
33	B	A03	1	20	30	u	5,5	na	3	BBL2033	BBL2031	130	6	20	30	3.600	6	1	0,5
34	B	A03	1	20	30	u	25	na	4	BBL2034	BBL2032	130	6	20	30	3.600	1	0	24
35	B	A03	2	20	30	u	24	na	4	BBL2035	BBL2033	130	6	20	30	3.600	6	0	18
36	B	A03	1	20	30	u	18	na	4	BBL2036			1	7	30	210	0,35	0	17,65
37	B	Lo	1	20	30	u	17,65	na	4	BBL2037			3	20	30	1.800	3	0	14,65
38	C	Lp	1	20	30	u	14,65	na	4	CBL2038			4	20	30	2.400	4	0	10,65
39	C	LV	1	20	30	u	10,65	na	4	CBL2039			2	20	30	1.200	2	0	8,65

9.6.1.2 Adhesivo Bekron AC

Tabla 9-32. Cálculo de los kilogramos de Adhesivo Bekron AC para Cerámicas de muro.

Au [cm²]		600		Qi [u/caja]		25							
F	Sc	Ubi	Z	Uni	R	Pp	Pa	Ap	e	RqP	RqAc		
					[kg/m²/mm]	[caja]	[caja]	[cm²]	[mm]	[kg]	[kg]		
01	B	A03	1	kg	1,5	0,24	0,24	3.600	3	1,62	1,62		
02	B	A03	1	kg	1,5	0,01	0,25	150	3	0,07	1,69		
03	B	A03	2	kg	1,5	0,24	0,49	3.600	3	1,62	3,31		
04	B	A03	2	kg	1,5	0,01	0,5	150	3	0,07	3,38		
05	B	A03	3	kg	1,5	0,24	0,74	3.600	3	1,62	5		
06	B	A03	3	kg	1,5	0,01	0,75	150	3	0,07	5,07		
07	B	A03	4	kg	1,5	0,2	0,95	3.000	3	1,35	6,42		
08	B	A03	4	kg	1,5	0,04	0,99	600	3	0,27	6,69		
09	B	A03	4	kg	1,5	0,01	1	150	3	0,07	6,76		
10	B	A03	5	kg	1,5	0,24	1,24	3.600	3	1,62	8,38		
11	B	A03	5	kg	1,5	0,01	1,25	150	3	0,07	8,45		
12	B	A01	1	kg	1,5	0,12	1,37	1.800	3	0,81	9,26		
13	B	A01	1	kg	1,5	0,02	1,39	300	3	0,14	9,4		
14	B	A01	2	kg	1,5	0,12	1,51	1.800	3	0,81	10,21		
15	B	A01	2	kg	1,5	0,02	1,53	300	3	0,14	10,35		
16	B	A01	3	kg	1,5	0,12	1,65	1.800	3	0,81	11,16		
17	B	A01	3	kg	1,5	0,02	1,67	300	3	0,14	11,3		
18	B	A01	4	kg	1,5	0,12	1,79	1.800	3	0,81	12,11		
19	B	A01	4	kg	1,5	0,02	1,81	300	3	0,14	12,25		
20	B	A01	5	kg	1,5	0,12	1,93	1.800	3	0,81	13,06		
21	B	A01	5	kg	1,5	0,04	1,97	600	3	0,27	13,33		
22	B	A01	5	kg	1,5	0,08	2,05	1.200	3	0,54	13,87		
23	B	A02	1	kg	1,5	0,12	2,17	1.800	3	0,81	14,68		
24	B	A02	1	kg	1,5	0,02	2,19	300	3	0,14	14,82		
25	B	A02	2	kg	1,5	0,12	2,31	1.800	3	0,81	15,63		
26	B	A02	2	kg	1,5	0,02	2,33	300	3	0,14	15,77		
27	B	A02	3	kg	1,5	0,12	2,45	1.800	3	0,81	16,58		
28	B	A02	3	kg	1,5	0,02	2,47	300	3	0,14	16,72		
29	B	A02	4	kg	1,5	0,12	2,59	1.800	3	0,81	17,53		
30	B	A02	4	kg	1,5	0,02	2,61	300	3	0,14	17,67		
31	B	A02	5	kg	1,5	0,12	2,73	1.800	3	0,81	18,48		
32	B	A02	5	kg	1,5	0,02	2,75	300	3	0,14	18,62		
33	B	A03	1	kg	1,5	0,2	2,95	3.000	3	1,35	19,97		
34	B	A03	1	kg	1,5	0,04	2,99	600	3	0,27	20,24		
35	B	A03	2	kg	1,5	0,24	3,23	3.600	3	1,62	21,86		
36	B	A03	1	kg	1,5	0,01	3,24	150	3	0,07	21,93		
37	B	Lo	1	kg	1,5	0,12	3,36	1.800	3	0,81	22,74		
38	C	Lp	1	kg	1,5	0,16	3,52	2.400	3	1,08	23,82		
39	C	LV	1	kg	1,5	0,08	3,6	1.200	3	0,54	24,36		

9.6.1.3 Fragüe blanco

Tabla 9-33. Cálculo de los kilogramos de Fragüe blanco para Cerámicas de muro.

Au [cm²]		600		Qi [u/caja]		25				
F	Sc	Ubi	Z	Uni	R	Pp	Pa	Ap	RqP	RqAc
					[kg/m²]	[caja]	[caja]	[cm²]	[kg]	[kg]
01	B	A03	1	kg	0,4	0,24	0,24	3.600	0,14	0,14
02	B	A03	1	kg	0,4	0,01	0,25	150	0,01	0,15
03	B	A03	2	kg	0,4	0,24	0,49	3.600	0,14	0,29
04	B	A03	2	kg	0,4	0,01	0,5	150	0,01	0,3
05	B	A03	3	kg	0,4	0,24	0,74	3.600	0,14	0,44
06	B	A03	3	kg	0,4	0,01	0,75	150	0,01	0,45
07	B	A03	4	kg	0,4	0,2	0,95	3.000	0,12	0,57
08	B	A03	4	kg	0,4	0,04	0,99	600	0,02	0,59
09	B	A03	4	kg	0,4	0,01	1	150	0,01	0,6
10	B	A03	5	kg	0,4	0,24	1,24	3.600	0,14	0,74
11	B	A03	5	kg	0,4	0,01	1,25	150	0,01	0,75
12	B	A01	1	kg	0,4	0,12	1,37	1.800	0,07	0,82
13	B	A01	1	kg	0,4	0,02	1,39	300	0,01	0,83
14	B	A01	2	kg	0,4	0,12	1,51	1.800	0,07	0,9
15	B	A01	2	kg	0,4	0,02	1,53	300	0,01	0,91
16	B	A01	3	kg	0,4	0,12	1,65	1.800	0,07	0,98
17	B	A01	3	kg	0,4	0,02	1,67	300	0,01	0,99
18	B	A01	4	kg	0,4	0,12	1,79	1.800	0,07	1,06
19	B	A01	4	kg	0,4	0,02	1,81	300	0,01	1,07
20	B	A01	5	kg	0,4	0,12	1,93	1.800	0,07	1,14
21	B	A01	5	kg	0,4	0,04	1,97	600	0,02	1,16
22	B	A01	5	kg	0,4	0,08	2,05	1.200	0,05	1,21
23	B	A02	1	kg	0,4	0,12	2,17	1.800	0,07	1,28
24	B	A02	1	kg	0,4	0,02	2,19	300	0,01	1,29
25	B	A02	2	kg	0,4	0,12	2,31	1.800	0,07	1,36
26	B	A02	2	kg	0,4	0,02	2,33	300	0,01	1,37
27	B	A02	3	kg	0,4	0,12	2,45	1.800	0,07	1,44
28	B	A02	3	kg	0,4	0,02	2,47	300	0,01	1,45
29	B	A02	4	kg	0,4	0,12	2,59	1.800	0,07	1,52
30	B	A02	4	kg	0,4	0,02	2,61	300	0,01	1,53
31	B	A02	5	kg	0,4	0,12	2,73	1.800	0,07	1,6
32	B	A02	5	kg	0,4	0,02	2,75	300	0,01	1,61
33	B	A03	1	kg	0,4	0,2	2,95	3.000	0,12	1,73
34	B	A03	1	kg	0,4	0,04	2,99	600	0,02	1,75
35	B	A03	2	kg	0,4	0,24	3,23	3.600	0,14	1,89
36	B	A03	1	kg	0,4	0,01	3,24	150	0,01	1,9
37	B	Lo	1	kg	0,4	0,12	3,36	1.800	0,07	1,97
38	C	Lp	1	kg	0,4	0,16	3,52	2.400	0,1	2,07
39	C	LV	1	kg	0,4	0,08	3,6	1.200	0,05	2,12

9.7 Pintura cocina y baño

9.7.1 Elementos misceláneos

9.7.1.1 Esmalte al agua blanco

Tabla 9-34. Optimización del Esmalte al agua blanco para la Pintura de cocina y baño.

Partida		Pintura																
Elemento		Pintura cocina y baño																
Material		Esmalte al agua blanco					Tipo		Tineta		Dimensiones			5 gal				
F	Sc	Ubi	Z	Li	Hi	Uni	Qd	R	N	ID	pID	Lu	Hu	Qr	At	Rqi	Rqf	Sob
				[m]	[m]		[gal]	[gal/m ²]				[m]	[m]	[u]	[m ²]	[gal]	[gal]	[gal]
01	C	A01	Pd	-	-	gal	5	0,03	1	CEB501		4,48	2,32	1	10,39	0,31	0	4,69
02	C	A05	Pd			gal	4,69	0,03	1	CEB502		1,3	2,32	1	3,02	0,09	0	4,6

03	C	A02	Pd	gal	4,6	0,03	1	CEB503	0,65	2,32	1	1,51	0,05	0	4,55
04	C	A02	Pd	gal	4,55	0,03	1	CEB504	0,86	0,29	1	0,25	0,01	0	4,54
05	B	A01	Pd	gal	4,54	0,03	1	BEB505	0,7	0,32	1	0,22	0,01	0	4,53
06	B	A01	Pd	gal	4,53	0,03	1	BEB506	0,6	2,22	1	1,33	0,04	0	4,49
07	B	A01	Pd	gal	4,49	0,03	1	BEB507	0,76	0,32	1	0,24	0,01	0	4,48
08	B	A02	Pd	gal	4,48	0,03	1	BEB508	1,44	2,22	1	3,02	0,09	0	4,39
09	B	A02	Pd	gal	4,39	0,03	1	BEB509	1,3	0,32	1	0,24	0,01	0	4,38
10	C	A01	Pd	gal	4,38	0,03	1	CEB510	4,48	2,32	1	10,39	0,31	0	4,07
11	C	A05	Pd	gal	4,07	0,03	1	CEB511	1,3	2,32	1	3,02	0,09	0	3,98
12	C	A02	Pd	gal	3,98	0,03	1	CEB512	0,65	2,32	1	1,51	0,05	0	3,93
13	C	A02	Pd	gal	3,93	0,03	1	CEB513	0,86	0,29	1	0,25	0,01	0	3,92
14	B	A01	Pd	gal	3,92	0,03	1	BEB514	0,7	0,32	1	0,22	0,01	0	3,91
15	B	A01	Pd	gal	3,91	0,03	1	BEB515	0,6	2,22	1	1,33	0,04	0	3,87
16	B	A01	Pd	gal	3,87	0,03	1	BEB516	0,76	0,32	1	0,24	0,01	0	3,86
17	B	A02	Pd	gal	3,86	0,03	1	BEB517	1,44	2,22	1	3,02	0,09	0	3,77
18	B	A02	Pd	gal	3,77	0,03	1	BEB518	1,3	0,32	1	0,24	0,01	0	3,76

10 Anexos B. Tablas de cálculo de las Leyes Sociales

Tabla 10-1. Cálculo de las leyes sociales.

	Id		1	2	3	4	5	6
	Ne		Jornal	M1 Carpintero	Ay Carpintero	M1 Gasfitería	M1 Electricidad	Ay Gasfitería
	SB		\$500.000	\$650.000	\$550.000	\$650.000	\$650.000	\$550.000
	Gr	25%	\$125.000	\$162.500	\$137.500	\$162.500	\$162.500	\$137.500
	SI		\$625.000	\$812.500	\$687.500	\$812.500	\$812.500	\$687.500
No imponible	Col		\$60.000	\$60.000	\$60.000	\$60.000	\$60.000	\$60.000
	Mov		\$30.000	\$30.000	\$30.000	\$30.000	\$30.000	\$30.000
Sueldo bruto	SBr		\$715.000	\$902.500	\$777.500	\$902.500	\$902.500	\$777.500
Aporte trabajador (AT)	AFP	11,50%	\$82.225	\$103.788	\$89.413	\$103.788	\$103.788	\$89.413
	Sld	7,00%	\$50.050	\$63.175	\$54.425	\$63.175	\$63.175	\$54.425
	SCAT	0,60%	\$4.290	\$5.415	\$4.665	\$5.415	\$5.415	\$4.665
Aporte empleador (AE)	SCAE	2,40%	\$17.160	\$21.660	\$18.660	\$21.660	\$21.660	\$18.660
	SIS	1,53%	\$10.940	\$13.808	\$11.896	\$13.808	\$13.808	\$11.896
	Mtd	3,48%	\$24.882	\$31.407	\$27.057	\$31.407	\$31.407	\$27.057
	VVPP	5,83%	\$41.685	\$52.616	\$45.328	\$52.616	\$52.616	\$45.328
	TCE	SBr+AE	\$809.666	\$1.021.991	\$880.441	\$1.021.991	\$1.021.991	\$880.441
	SL	SBr-AT	\$578.435	\$730.123	\$628.998	\$730.123	\$730.123	\$628.998
	LLSS	(TCE-SL)/SL	40%	40%	40%	40%	40%	40%