



Proyecto Luminarias LED – *BUSINESS CASE*

ANELL ESPAR, Josep
DELMÀS ORIACH, Eduard
GONZÁLEZ QUINTERO, Marc
MARTÍNEZ AZCONA, Mario
REBOLLO MARÍN, Arnau
RODRÍGUEZ RIQUERO, Fco. Javier

EQUIPO DEL PROYECTO

Josep Anell Espar



Eduard Delmàs Oriach



Marc González Quintero



Mario Martínez Azcona



Arnau Rebollo Marín



Fco. Javier Rodriguez Riquero



INTRODUCCIÓ

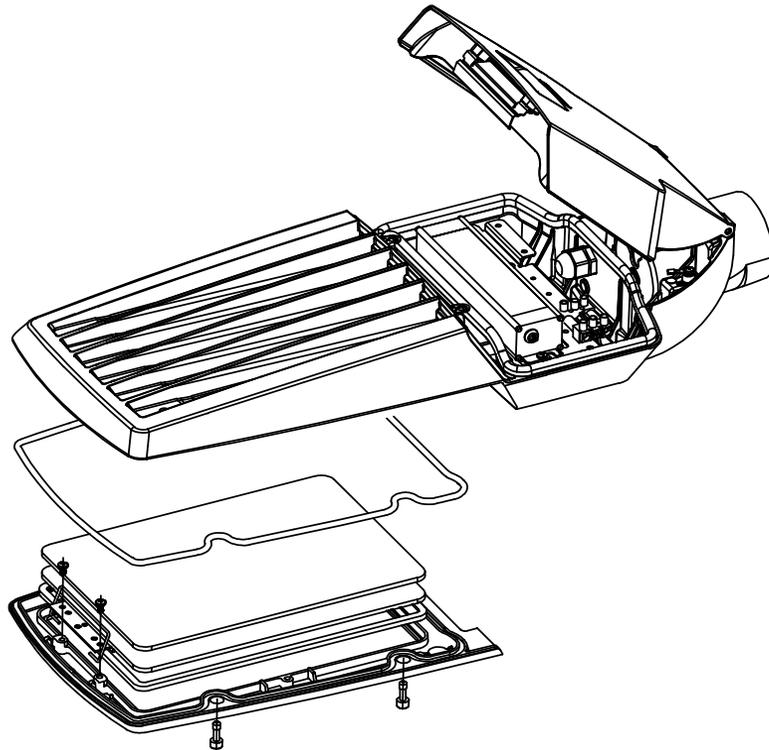
En el transcurso de la asignatura se ha desarrollado un proyecto en formato *Business Case* referente a una empresa de iluminación. El producto a desarrollar en dicha empresa trata de una luminaria LED ámbar basado en el modelo NATH INSTANIUM LED de la multinacional catalana SIMON.

La totalidad del trabajo constará de un seguido de actividades que conforman el proceso que parte en la elección del producto y finaliza con el establecimiento de un programa de operaciones para un plan de demanda concreto, pasando por la definición de recursos, la propuesta de diferentes planes de producción o el establecimiento de la lista de materiales del producto en función de las variantes del mismo, entre otros.

ÍNDICE

1. Producto, proceso y sistema productivo
2. Proyectos singulares
3. Planificación
4. MRP. Cálculo de necesidades de materiales
5. Gestión de stocks
6. Programación de operaciones

1. PRODUCTO, PROCESO Y SISTEMA PROD.



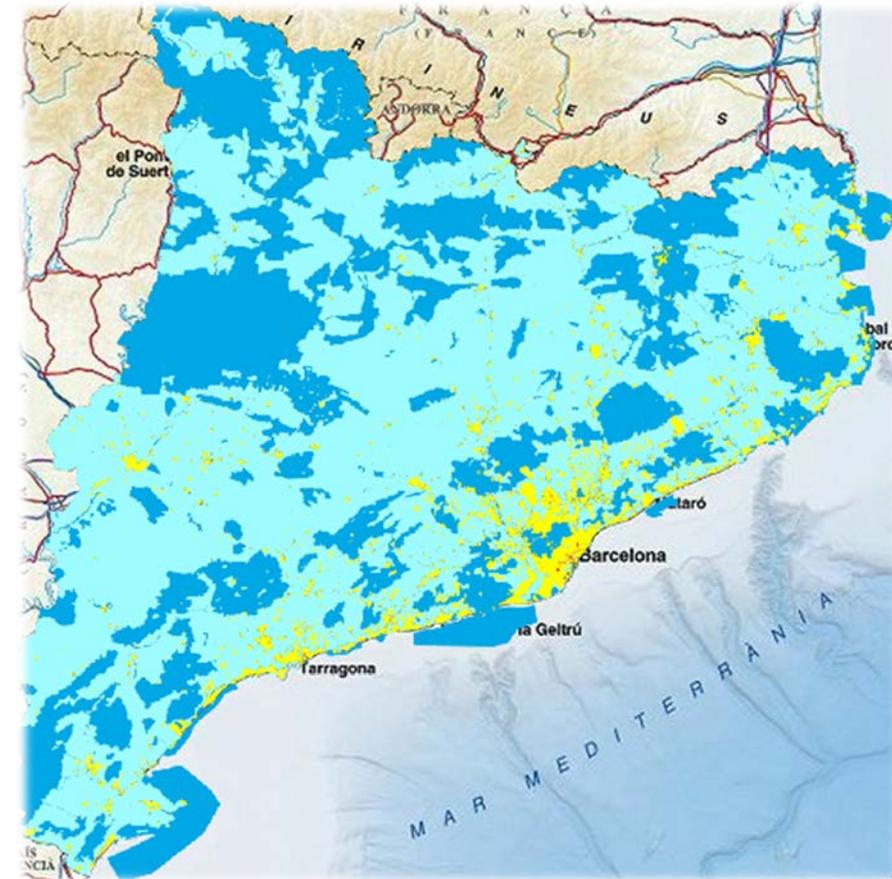
Inicialmente, se desea presentar el producto con todas sus variantes para poder tener conocimiento absoluto de este.

Para ello, se realizará un despiece del susodicho, una explicación del proceso necesario para su ensamblaje y el sistema productivo a seguir para obtener el resultado final.

1.1. PRODUCTO

El producto escogido cumple con estas características:

- En línea con el sector de la iluminación
- Diferentes alternativas
- Crear un espacio
- Pequeña demanda inicial con previsiones de crecimiento



1.1. PRODUCTO



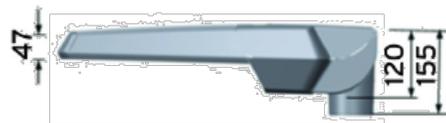
simon

NATH ISTANIUM® LED

CARACTERÍSTICAS

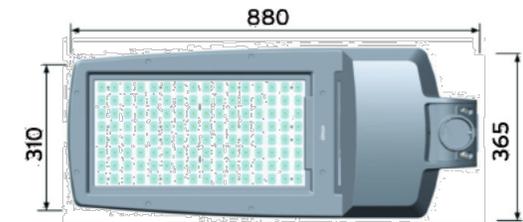
- LUMINARIA VIAL
- TEMPERATURA DE COLOR ÁMBAR
- INSTALACIÓN DE 3 A 12 METROS
- SOPORTE VERTICAL Y HORIZONTAL
- INCLINABLE
- APERTURA SIN HERRAMIENTAS

1.2. VARIACIONES



Se encontrarán las siguientes variaciones

Tamaño del modelo
Cantidad de LEDs
Potencia de luminaria
Proceso de ensamblaje



Elección entre 16, 24 y 40 LEDs

Base tamaño normal

27W 39W 64W

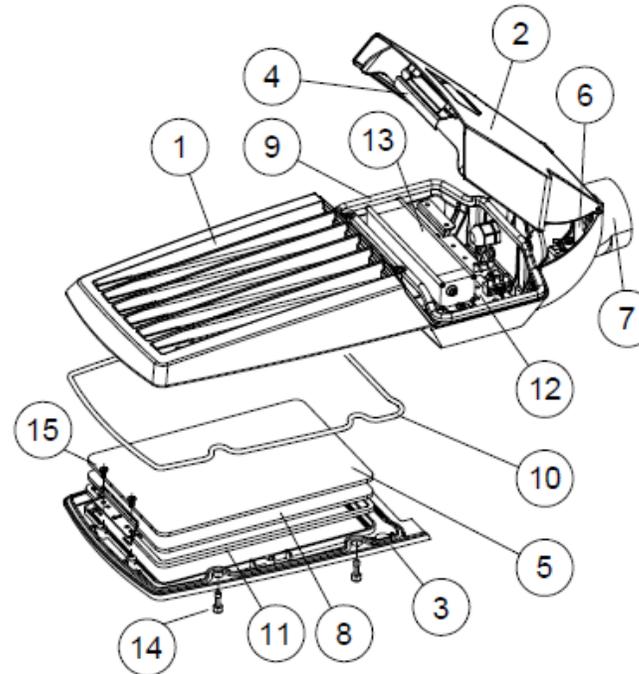
Elección entre 64 y 128 LEDs

Base tamaño grande

102W 204W

1.3. DESPIECE

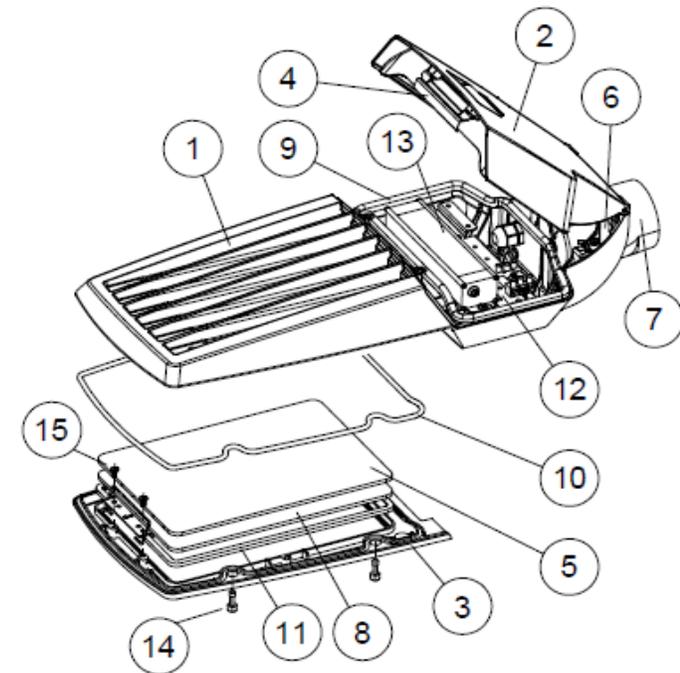
1. BASE
2. TAPA EQUIPO ELÉCTRICO
3. TAPA GRUPO ÓPTICO
4. PALANCA DE CIERRE
5. MÓDULO LED
6. PALANCA DE SEGURIDAD
7. ENCHUFABLE
8. VIDRIO DE CIERRE



9. JUNTA DE SILICONA
10. JUNTA DE SILICONA
11. JUNTA DE SILICONA
12. PLACA PORTAEQUIPOS
13. DRIVER
14. TORNILLO DOBLE ROSCA 8X80
15. TORNILLO M-4 X 10

1.4. PROCESO PRODUCTIVO

- Primera Línea – Ensamblaje grupo óptico
- Segunda Línea – Ensamblaje grupo eléctrico
- Tercera Línea – Ensamblaje grupo óptico – grupo eléctrico



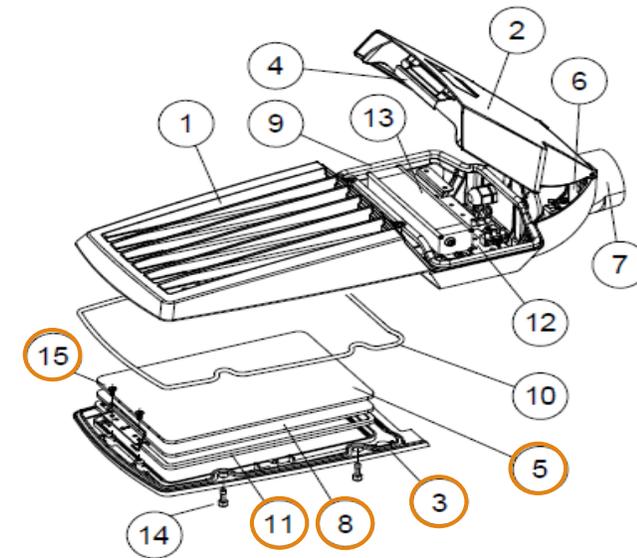
1.4. PROCESO PRODUCTIVO

Primera Línea – Ensamblaje grupo óptico



Recursos necesarios para la línea de producción:

- 5 estaciones conectadas por cintas transportadoras
- 3 operarios
- 2 robots colaborativos
- 1 máquina Control de Calidad



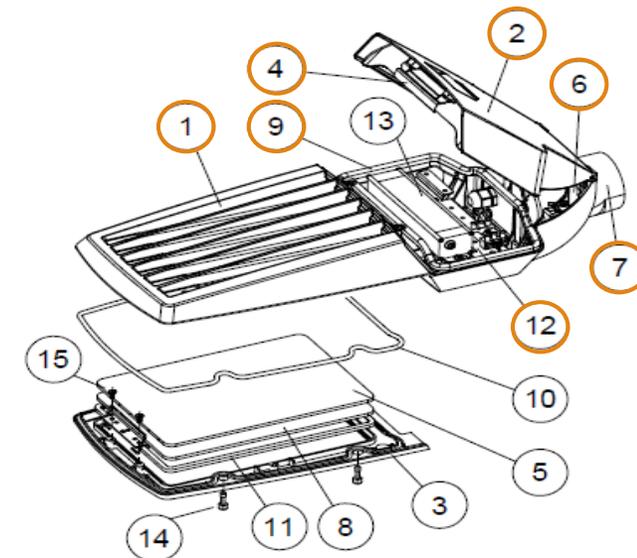
1.4. PROCESO PRODUCTIVO

Segunda Línea – Ensamblaje grupo eléctrico



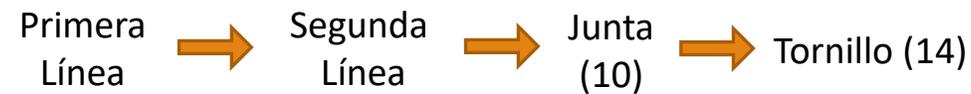
Recursos necesarios para la línea de producción:

- 5 estaciones conectadas por cintas transportadoras
- 4 operarios
- 1 robot colaborativo



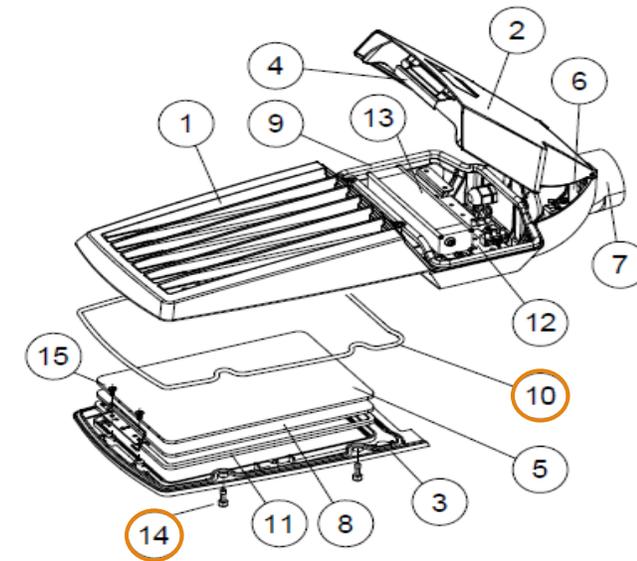
1.4. PROCESO PRODUCTIVO

Tercera Línea – Ensamblaje final



Recursos necesarios para la línea de producción:

- 2 AGV
- 1 operario
- 1 robot colaborativos
- 1 máquina de Control de Calidad



1.5. NORMATIVA

1.5.1 Normativa aplicada a la empresa



ISO 9001:2015 Gestión de Calidad

ISO 14001:2015 Gestión Ambiental



OHSAS 18001: Seguridad y salud Laboral

1.5. NORMATIVA

1.5.2 Normativa aplicada al producte

Requisitos de Seguridad

UNE EN 60598-1 Luminarias. Requisitos generales y ensayos

UNE EN 60598-2-3 Luminarias. Requisitos particulares. Luminarias de alumbrado público

UNE EN 62471:2009 Seguridad fotobiológica de lámparas y aparatos que utilizan lámparas

UNE EN 62504:2015 Iluminación general. Productos de diodos electroluminiscentes (LED) y equipos relacionados. Términos y definiciones.

Requisitos de compatibilidad electromagnética

UNE-EN 61000-3-2. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3-2: Límites. Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada 16A por fase)

UNE-EN 61000-3-3. Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 3: Límites. Sección 3: Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente de entrada 16A por fase y no sujetos a una conexión condicional.

UNE-EN 61547. Equipos para alumbrado de uso general. Requisitos de inmunidad CEM.

UNE-EN 55015. Límites y métodos de medida de las características relativas a la perturbación radioeléctrica de los equipos de iluminación y similares.

1.5. NORMATIVA

Componentes de las luminarias

UNE-EN 62031. Módulos LED para alumbrado general. Requisitos de seguridad.

UNE-EN 61347-2-13. Dispositivos de control de lámpara. Parte 2-13: Requisitos particulares para dispositivos de control electrónicos alimentados con corriente continua o corriente alterna para módulos LED.

UNE-EN 62384. Dispositivos de control electrónicos alimentados en corriente continua o corriente alterna para módulos LED. Requisitos de funcionamiento.

IEC 62717:2014. Módulos LED para iluminación general. Requisitos de funcionamiento

IEC 62722-1:2014. Características de funcionamiento de luminarias.

Requisitos generales

IEC 62722-2-1:2014. Características de funcionamiento de luminarias.

Requisitos particulares para luminarias LED. Ambas normas, 62722-1 y 62722-2-1, son de gran importancia porque exigen la clasificación de las luminarias en función de IRC, la dispersión de color, el mantenimiento del flujo y su eficacia en lm/W.

1.5. NORMATIVA

Mediciones y ensayos

UNE-EN 13032-1:2006. Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 1: Medición y formato de fichero.

EN 13032-4. Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos.

Lámparas LED, módulos y luminarias LED

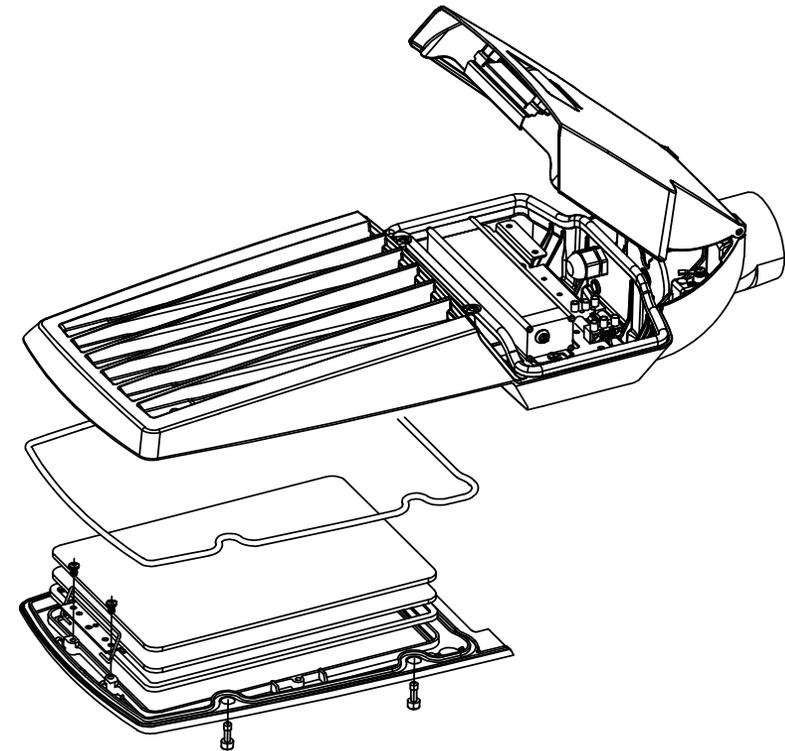
CIE S025/E:2015. Método de ensayo para lámparas LED, luminarias y módulos LED.

CIE 127-2007 Medición de los LED

2. PROYECTO SINGULAR

Iniciada la andadura de la companyia en el mercado y dado a su éxito, el cual se verá reflejado posteriormente en siguientes apartados con la gran demanda de luminaria que se cuenta, se decide realizar un proyecto singular de cara a poder atraer la atención de posibles futuros adquirentes de nuestro producto.

Este proyecto tendrá una producción limitada y vendrá dado por la variación del producto original.



2.1. DECISIÓN

El proyecto singular que vamos a abordar en este segundo Business Case consiste en una innovadora luminaria dotada de inteligencia artificial, es decir, que sea capaz de percibir cambios en su entorno y llevar a cabo acciones que optimicen su funcionalidad y el uso de recursos.

Para ello, a la nueva luminaria se le dotará de un sensor lumínico así como de un sensor de movimiento con el objetivo de que funciones únicamente a la intensidad óptima y en el momento necesario.

Este proyecto se desarrollará en un en unos niveles de madurez tecnológica intermedios (TRL 4 – TRL 7) y por tanto no se llegará a la producción en serie e introducción al mercado, el proyecto se dará por concluido una vez construido y testeado el prototipo.

2.2. ACTIVIDADES

Para llevar a cabo este proyecto con éxito, se implementarán una serie de actividades las cuales pueden ser clasificadas en cinco categorías:

- Diseño
- Aprovisionamiento y preparación de equipos
- Construcción del Prototipo
- Pruebas y validación
- Explotación de Resultados

2.3. PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

En caso de considerar recursos ilimitados, es decir, sin establecer limitaciones a la realización del proyecto, el calendario a seguir es:

La duración total del proyecto es de 80 días

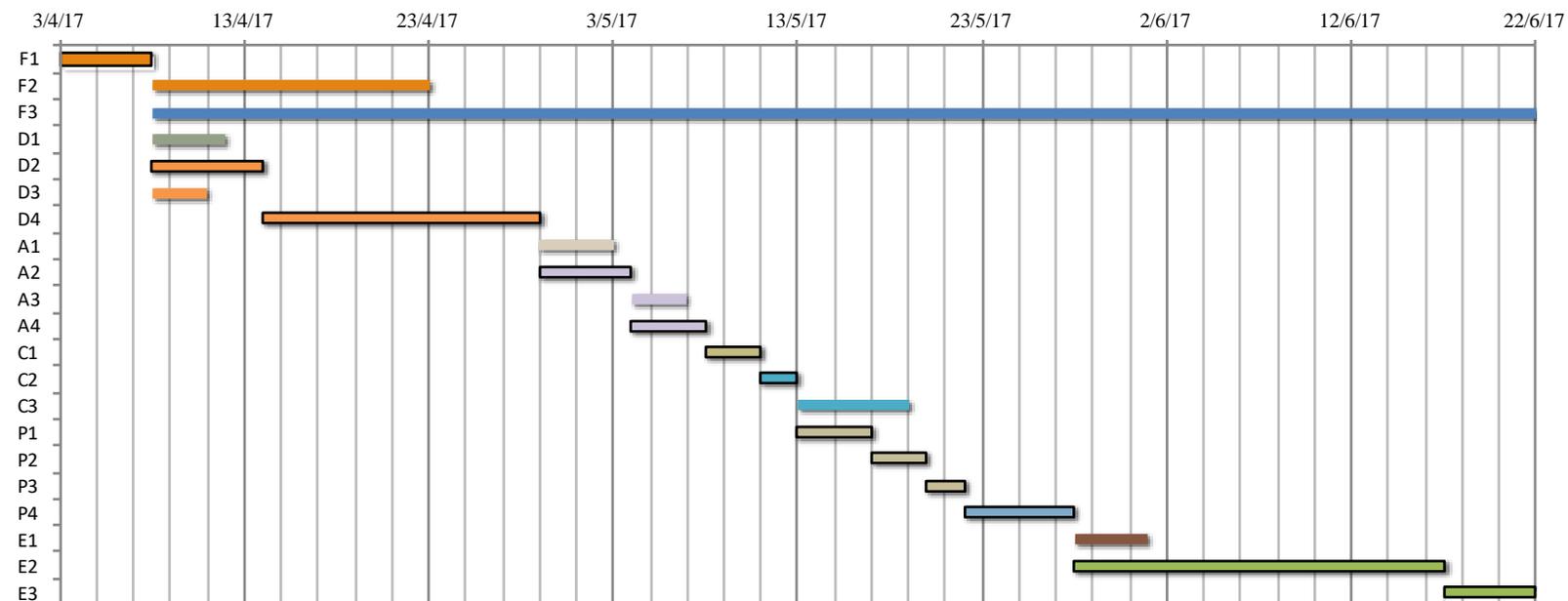
Camino crítico
F1-D2-D4-A2-A4-C1-C2
P1-P2-P3-P4-E2-E3

| Categorías | Actividad | Actividades Precedentes | Actividades Sucesoras | Duración (días) | Fecha Inicio mínima | Fecha Inicio máxima | Holgura (días) |
|--|---|-------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|----------------|
| Financiación | F1 Elaboración de Presupuesto estimado | - | F2, F3, D1, D2, D3 | 5 | 03/04/17 | 03/04/17 | 0 |
| | F2 Obtención de fondos | F1 | A3, A4 | 15 | 08/04/17 | 19/04/17 | 11 |
| | F3 Control y monitorización de gastos | F1 | - | 75 | 08/04/17 | 08/04/17 | 0 |
| Diseño | D1 Análisis de la luminaria actual | F1 | D4 | 4 | 08/04/17 | 10/04/17 | 2 |
| | D2 Estudio de la ubicación óptima de los sensores | F1 | D4 | 6 | 08/04/17 | 08/04/17 | 0 |
| | D3 Estudio requisitos de normativa | F1 | D4 | 3 | 08/04/17 | 11/04/17 | 3 |
| | D4 Diseño para la fabricabilidad y ensamblaje (DFMA) | D1, D2, D3 | A1, A2 | 15 | 14/04/17 | 14/04/17 | 0 |
| Aprovisionamiento y preparación de equipos | A1 Búsqueda de componentes necesarios | D4 | A3, A4 | 4 | 29/04/17 | 30/04/17 | 1 |
| | A2 Estudio de necesidades de equipo | D4 | A3, A4 | 5 | 29/04/17 | 29/04/17 | 0 |
| | A3 Adquisición de componentes | A1, A2, F2 | C2 | 3 | 04/05/17 | 08/05/17 | 4 |
| | A4 Adquisición de equipos | A1, A2, F2 | C1 | 4 | 04/05/17 | 04/05/17 | 0 |
| Construcción del Prototipo | C1 Preparación de equipos | A4 | C2 | 3 | 08/05/17 | 08/05/17 | 0 |
| | C2 Ensamblaje | A3, C1 | C3 | 2 | 11/05/17 | 11/05/17 | 0 |
| | C3 Elaboración manual para la potencial producción en serie | C2 | E2 | 6 | 13/05/17 | 22/05/17 | 9 |
| Pruebas y Validación | P1 Ensayo de mecánico / Ensayo de resistencia | C2 | P2 | 4 | 13/05/17 | 13/05/17 | 0 |
| | P2 Ensayo de funcionamiento | P1 | P3 | 3 | 17/05/17 | 17/05/17 | 0 |
| | P3 Prueba cumplimiento de la normativa | P2 | P4 | 2 | 20/05/17 | 20/05/17 | 0 |
| | P4 Prueba in-situ | P3 | E1, E2 | 6 | 22/05/17 | 22/05/17 | 0 |
| Explotación de Resultados | E1 Elaboración manuales de instalación | P4 | E3 | 4 | 28/05/17 | 13/06/17 | 16 |
| | E2 Registro propiedad intelectual (modelo de utilidad) | C3, P4 | E3 | 20 | 28/05/17 | 28/05/17 | 0 |
| | E3 Presentación del prototipo / Networking | E1, E2 | - | 5 | 17/06/17 | 17/06/17 | 0 |

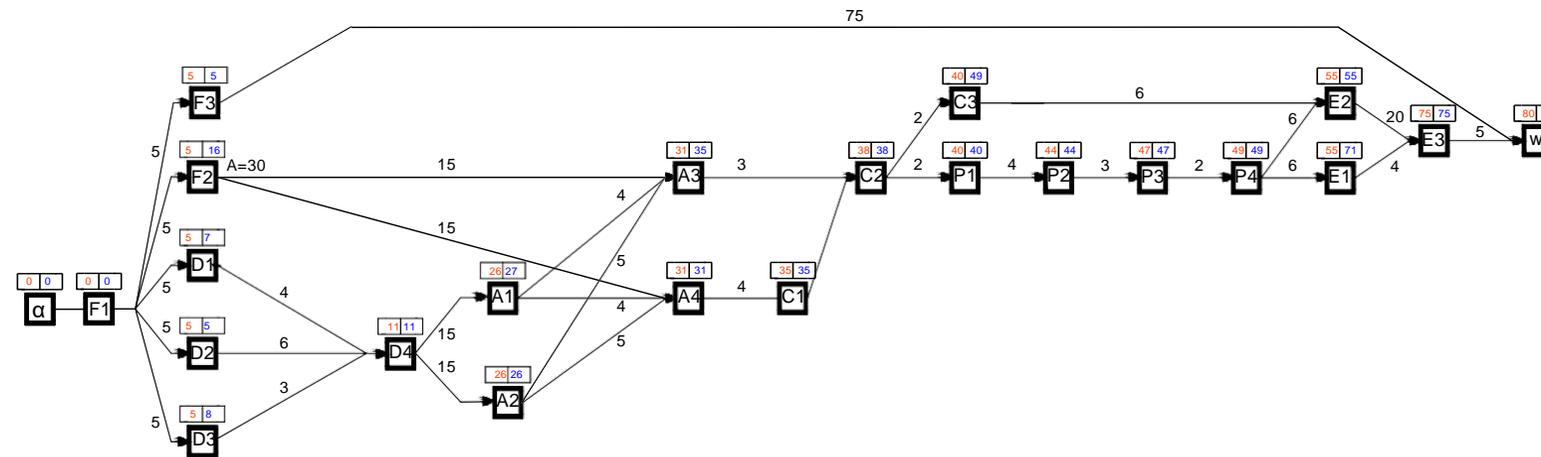


2.4. GANTT

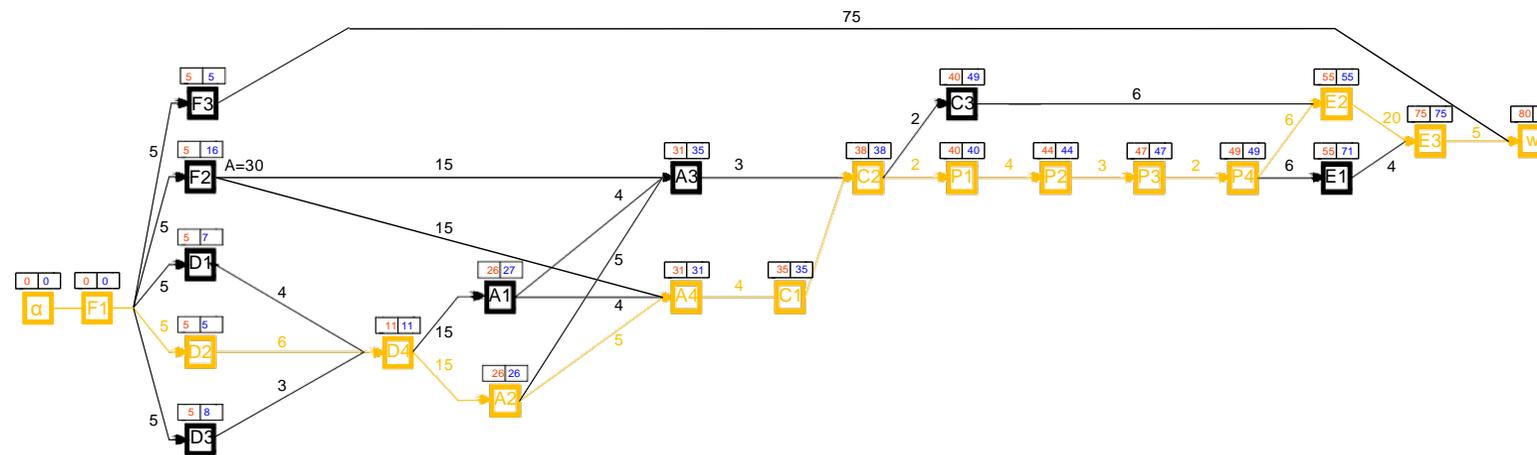
Fechas de inicios mínimas



2.5. ROY



2.5. ROY



2.6. PROBLEMÀTICA

Hasta ahora, se ha considerado un supuesto ideal en el cual no existe ninguna limitación a la hora de realizar las actividades programadas.

Sin embargo, este supuesto puede considerarse una utopía. Es por ello que a continuación se aplicará a la programación anterior la limitación de trabajadores con los que se cuenta en la organización, obteniendo de este modo una nueva planificación compatible con este suceso.

2.7. DETERMINACIÓN DE RECURSOS

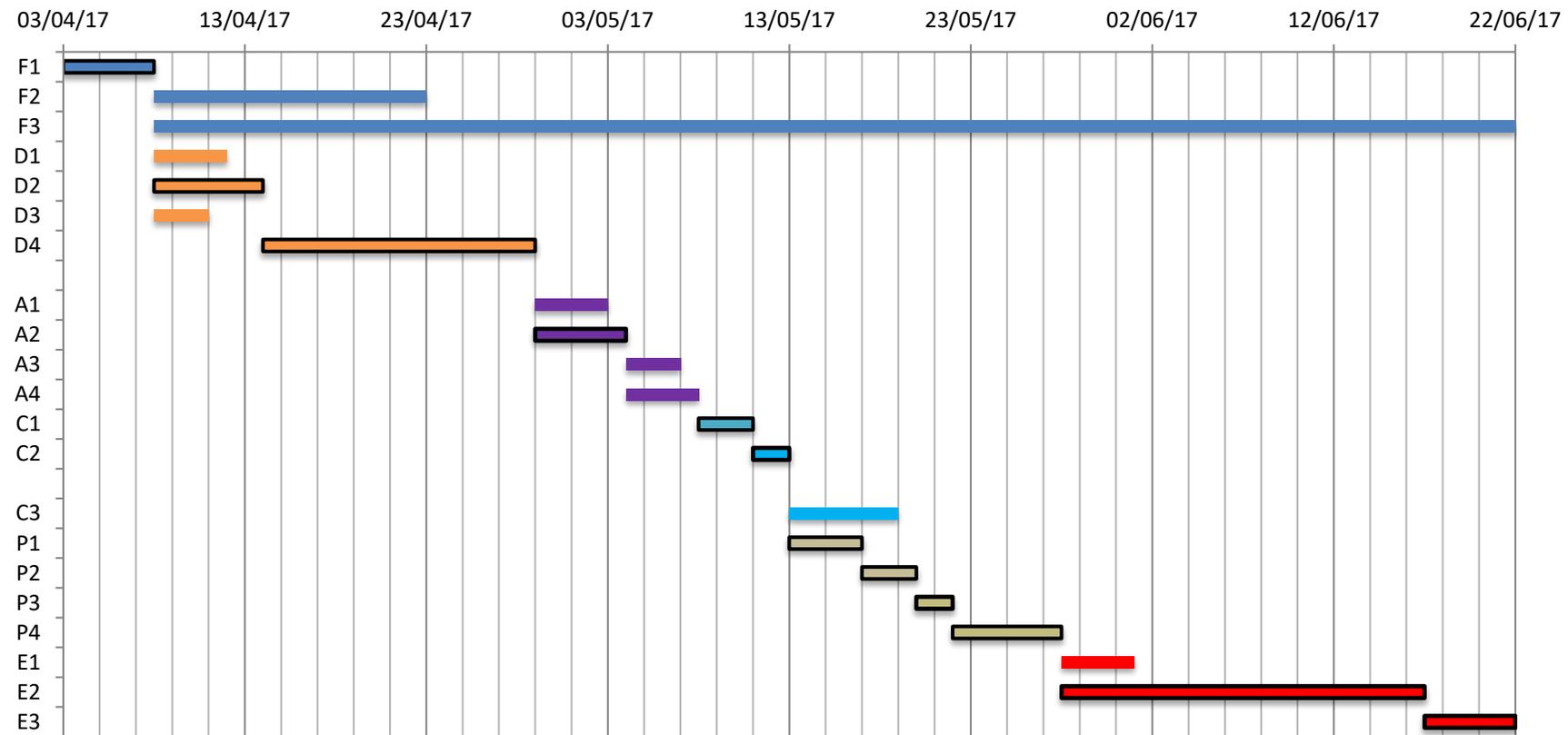
La utilización de recursos propuesta:

| Categorías | Actividad | Actividades Precedentes | Actividades Sucesoras | Duración (días) | Fecha Inicio mínima | Fecha Inicio máxima | Holgura (días) | Rerursos |
|--|---|-------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|---------------------|----------------|------------------------------------|
| Financiación | F1 Elaboración de Presupuesto estimado | - | F2, F3, D1, D2, D3 | 5 | 03/04/2017 | 03/04/2017 | 0 | 3 Administrativos |
| | F2 Obtención de fondos | F1 | A3, A4 | 15 | 08/04/2017 | 19/04/2017 | 11 | 2 Administrativos |
| | F3 Control y monitorización de gastos | F1 | - | 75 | 08/04/2017 | 08/04/2017 | 0 | 1 Administrativo |
| Diseño | D1 Análisis de la luminaria actual | F1 | D4 | 4 | 08/04/2017 | 10/04/2017 | 2 | 1 Diseñador |
| | D2 Estudio de la ubicación óptima de los sensores | F1 | D4 | 6 | 08/04/2017 | 08/04/2017 | 0 | 2 Ingeniero |
| | D3 Estudio requisitos de normativa | F1 | D4 | 3 | 08/04/2017 | 11/04/2017 | 3 | 2 Ingeniero |
| | D4 Diseño para la fabricabilidad y ensamblaje (DFMA) | D1, D2, D3 | A1, A2 | 15 | 14/04/2017 | 14/04/2017 | 0 | 1 Diseñador 1 Ingeniero |
| Aprovisionamiento y preparación de equipos | A1 Búsqueda de componentes necesarios | D4 | A3, A4 | 4 | 29/04/2017 | 30/04/2017 | 1 | 2 Ingenieros |
| | A2 Estudio de necesidades de equipo | D4 | A3, A4 | 5 | 29/04/2017 | 29/04/2017 | 0 | 3 Ingeniero |
| | A3 Adquisición de componentes | A1, A2, F2 | C2 | 3 | 04/05/2017 | 08/05/2017 | 4 | 2 Ingenieros |
| | A4 Adquisición de equipos | A1, A2, F2 | C1 | 4 | 04/05/2017 | 04/05/2017 | 0 | 3 Ingenieros |
| Construcción del Prototipo | C1 Preparación de equipos | A4 | C2 | 3 | 08/05/2017 | 08/05/2017 | 0 | 2 Operarios |
| | C2 Ensamblaje | A3, C1 | C3 | 2 | 11/05/2017 | 11/05/2017 | 0 | 1 Operario 2 Robots |
| | C3 Elaboración manual para la potencial producción en serie | C2 | E2 | 6 | 13/05/2017 | 22/05/2017 | 9 | 2 Operarios |
| Pruebas y Validación | P1 Ensayo de mecánico / Ensayo de resistencia | C2 | P2 | 4 | 13/05/2017 | 13/05/2017 | 0 | 1 Operario |
| | P2 Ensayo de funcionamiento | P1 | P3 | 3 | 17/05/2017 | 17/05/2017 | 0 | 2 Operarios |
| | P3 Prueba cumplimiento de la normativa | P2 | P4 | 2 | 20/05/2017 | 20/05/2017 | 0 | 2 Ingeniero |
| | P4 Prueba in-situ | P3 | E1 | 6 | 22/05/2017 | 22/05/2017 | 0 | 3 Ingeniero |
| Explotación de Resultados | E1 Elaboración manuales de instalación | P4 | E3 | 4 | 28/05/2017 | 13/06/2017 | 16 | 2 Ingeniero |
| | E2 Registro propiedad intelectual (modelo de utilidad) | C3, P4 | E3 | 20 | 28/05/2017 | 28/05/2017 | 0 | 2 Administrativo |
| | E3 Presentación del prototipo / Networking | E2 | - | 5 | 17/06/2017 | 17/06/2017 | 0 | 1 Ingeniero |



2.8. CURVAS DE CARGA

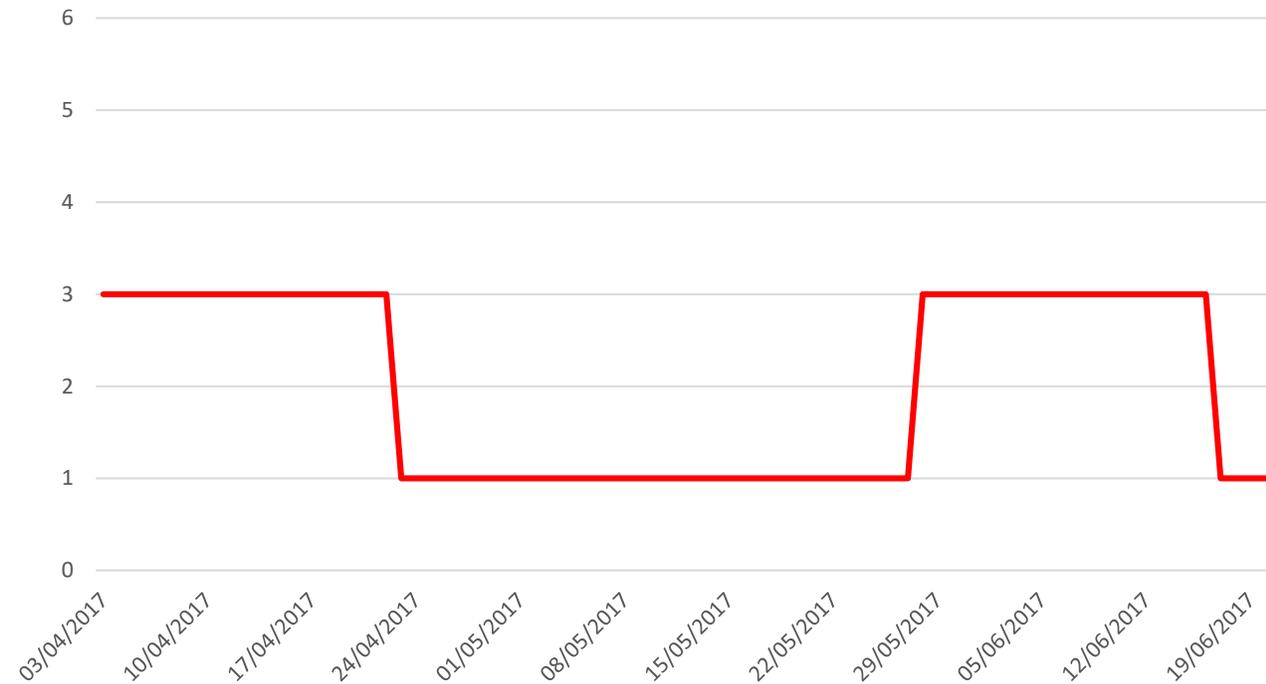
Fechas de inicio mínimas:





2.8. CURVAS DE CARGA

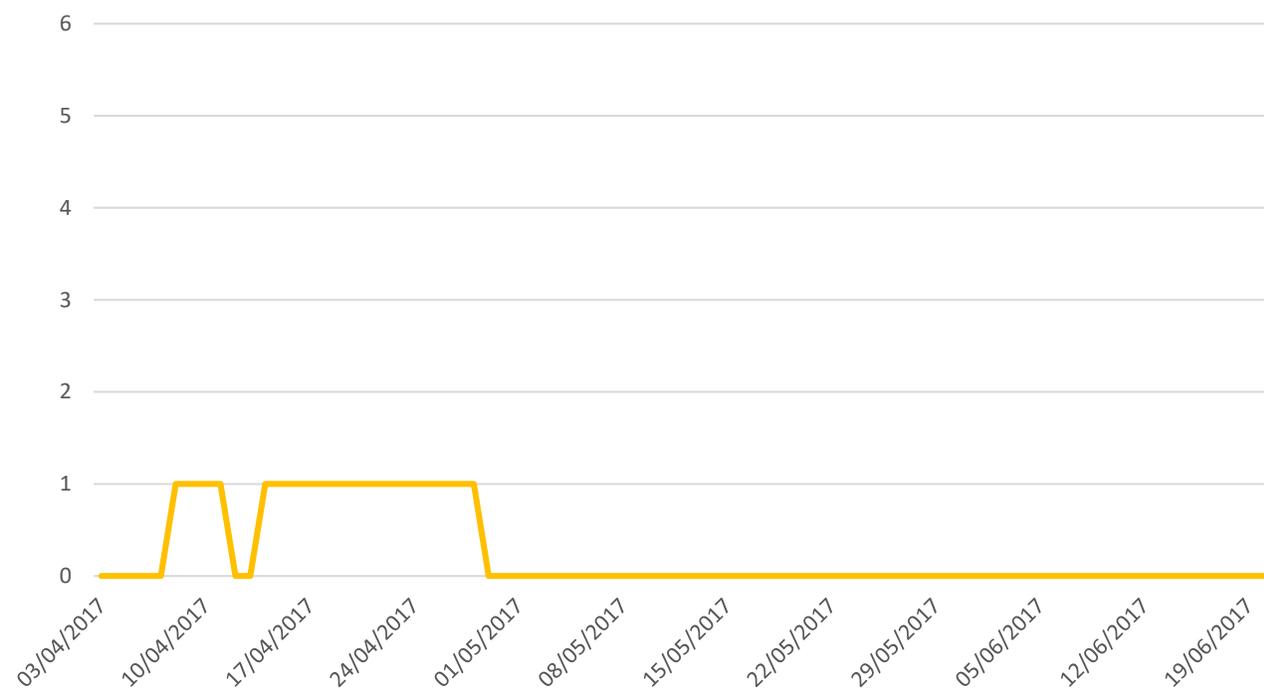
Fecha de inicio mínima y recurso ADMINISTRATIVOS:





2.8. CURVAS DE CARGA

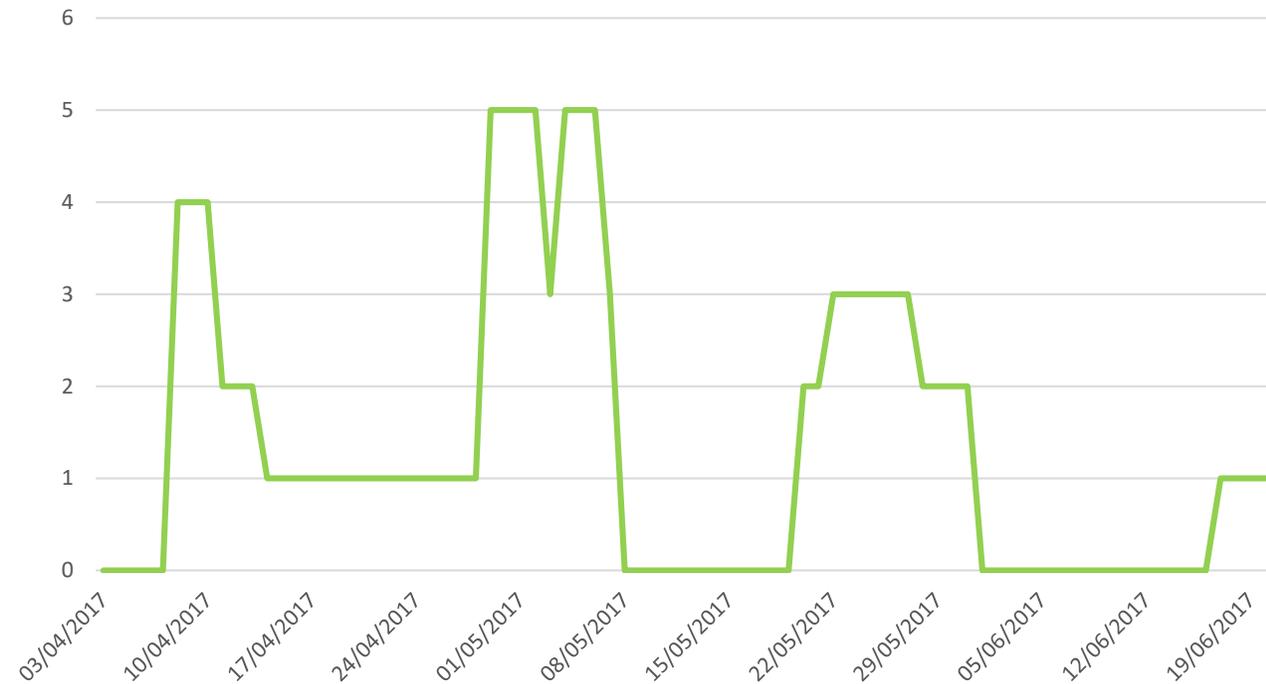
Fecha de inicio mínima y recurso DISEÑADORES:





2.8. CURVAS DE CARGA

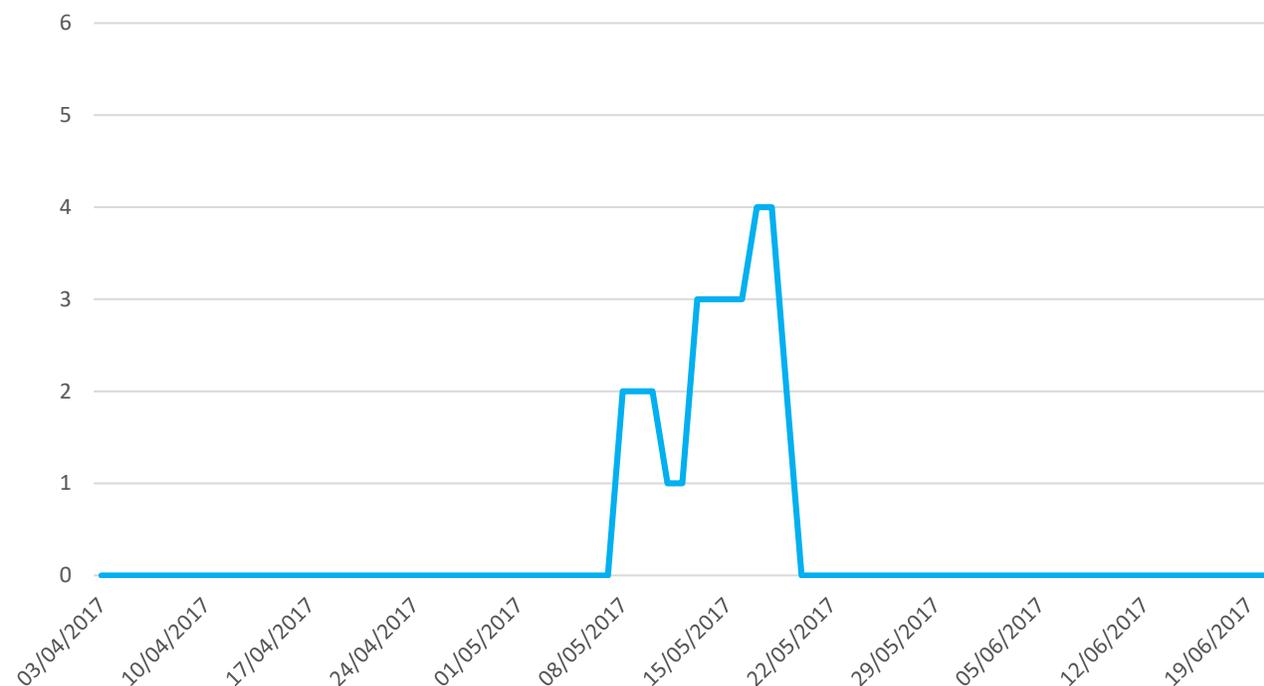
Fecha de inicio mínima y recurso INGENIEROS:





2.8. CURVAS DE CARGA

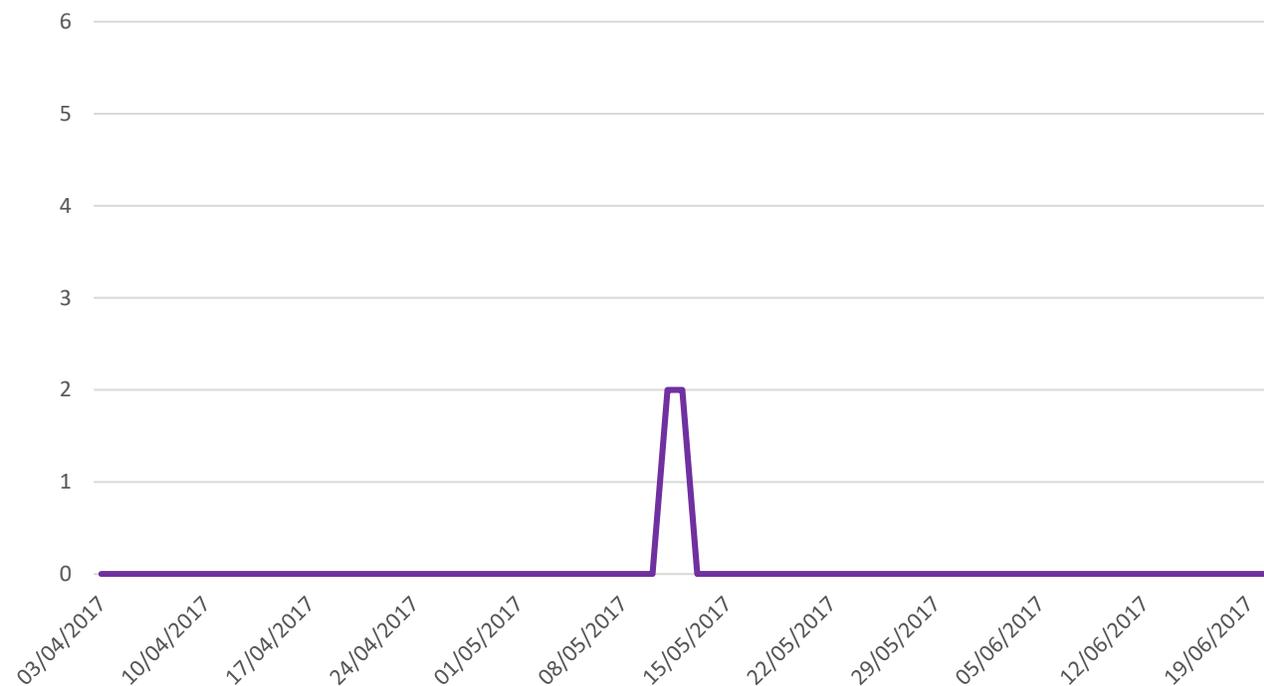
Fecha de inicio mínima y recurso OPERARIOS:





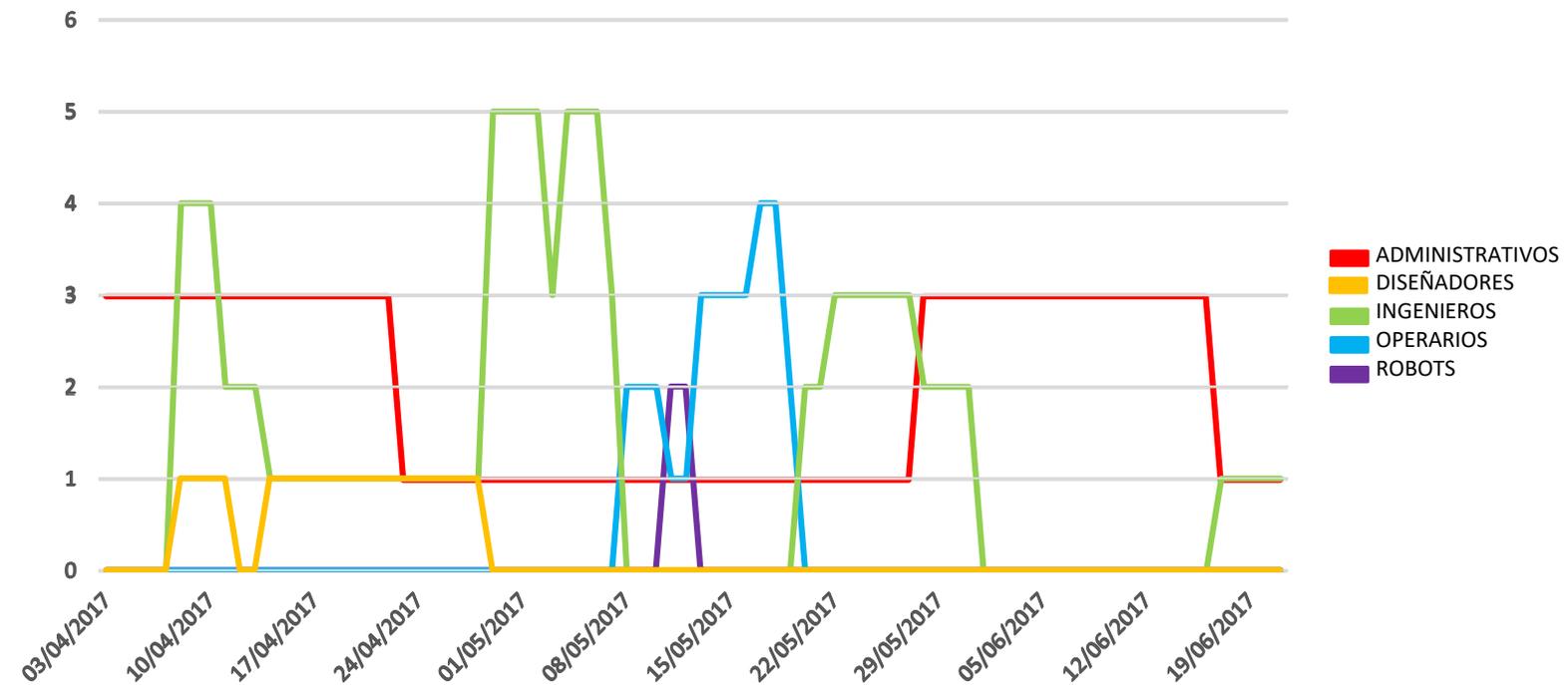
2.8. CURVAS DE CARGA

Fecha de inicio mínima y recurso ROBOTS:



2.8. CURVAS DE CARGA

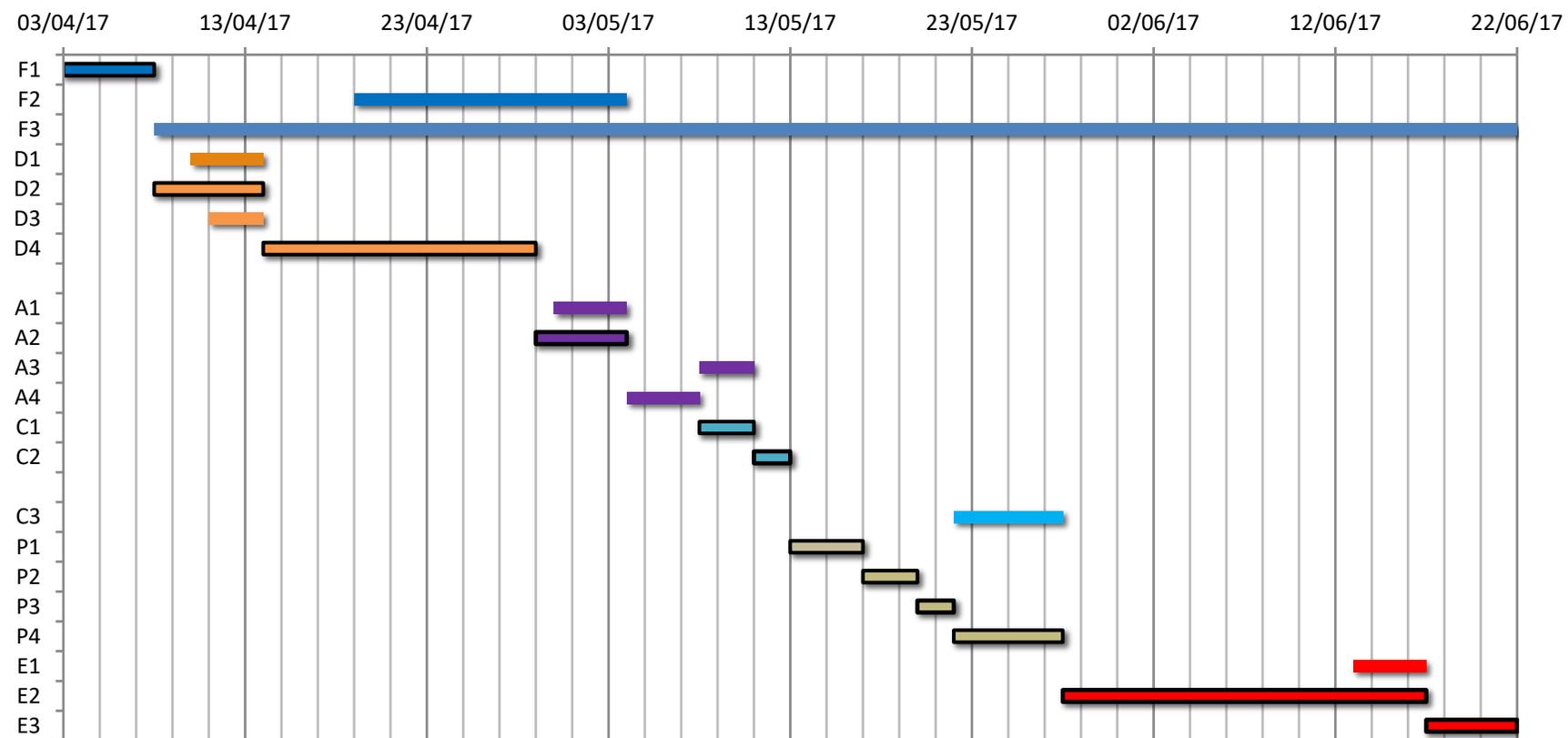
Fecha de inicio mínima para todos los recursos:





2.8. CURVAS DE CARGA

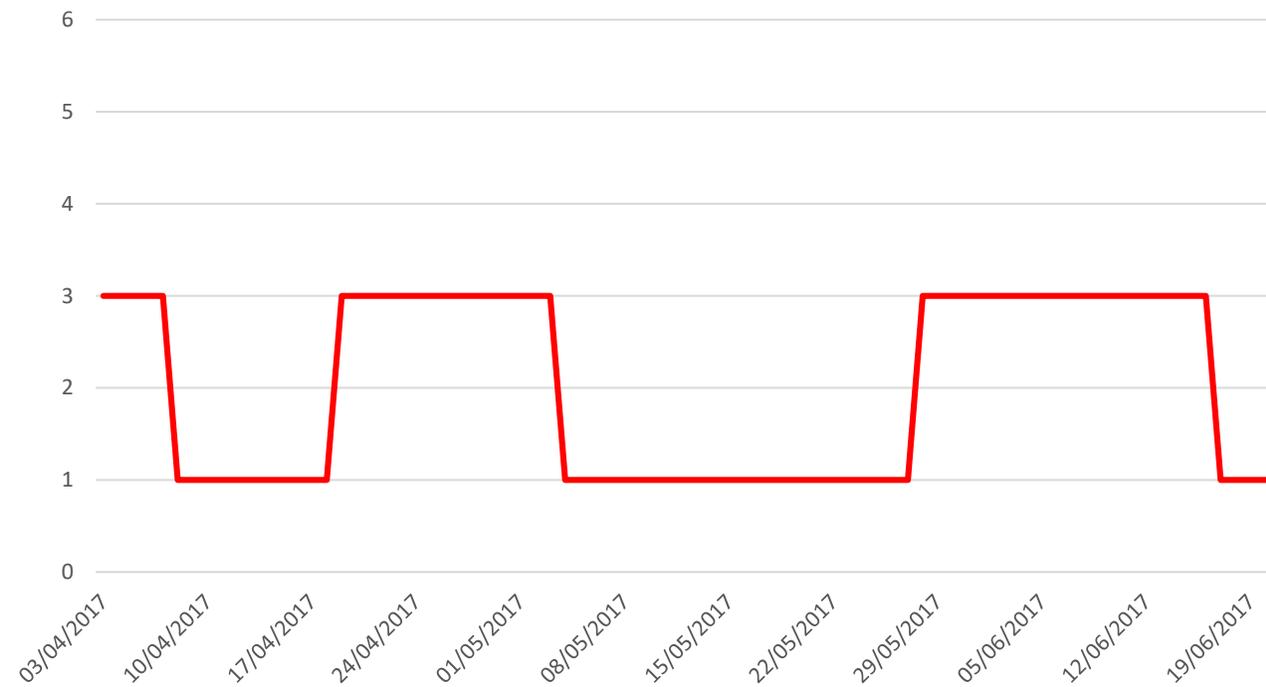
Fechas de inicio máximas:





2.8. CURVAS DE CARGA

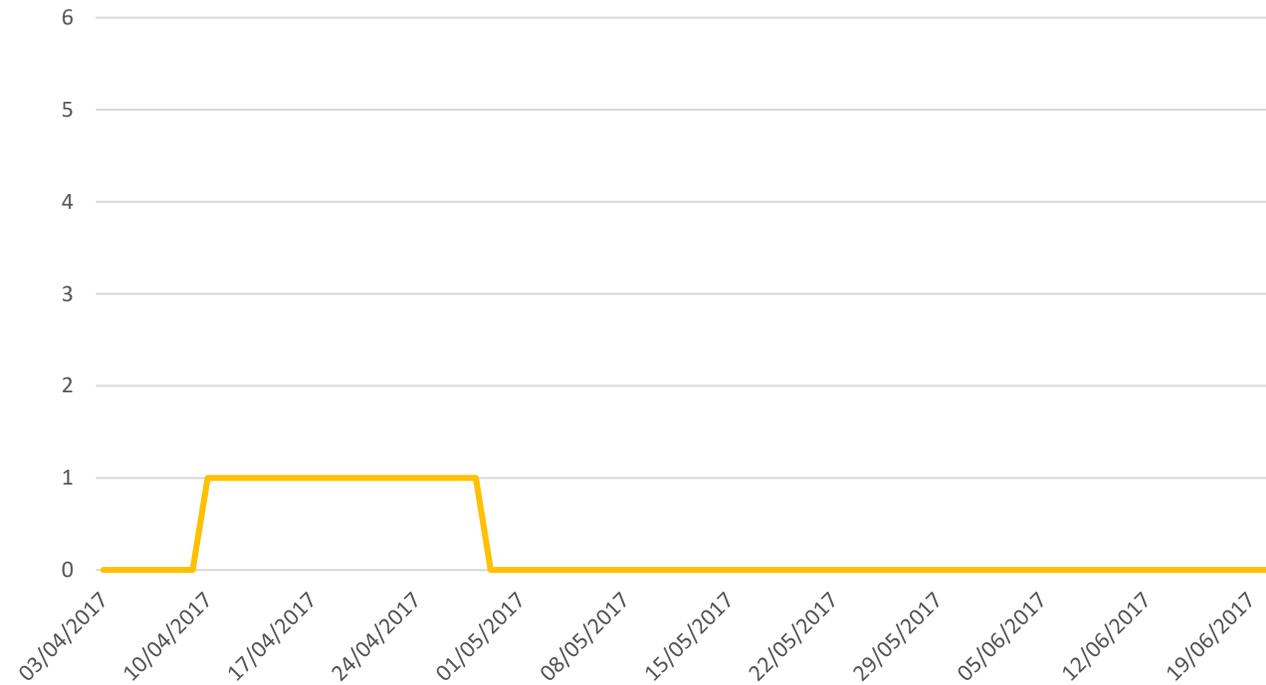
Fecha de inicio máxima y recurso ADMINISTRATIVOS:





2.8. CURVAS DE CARGA

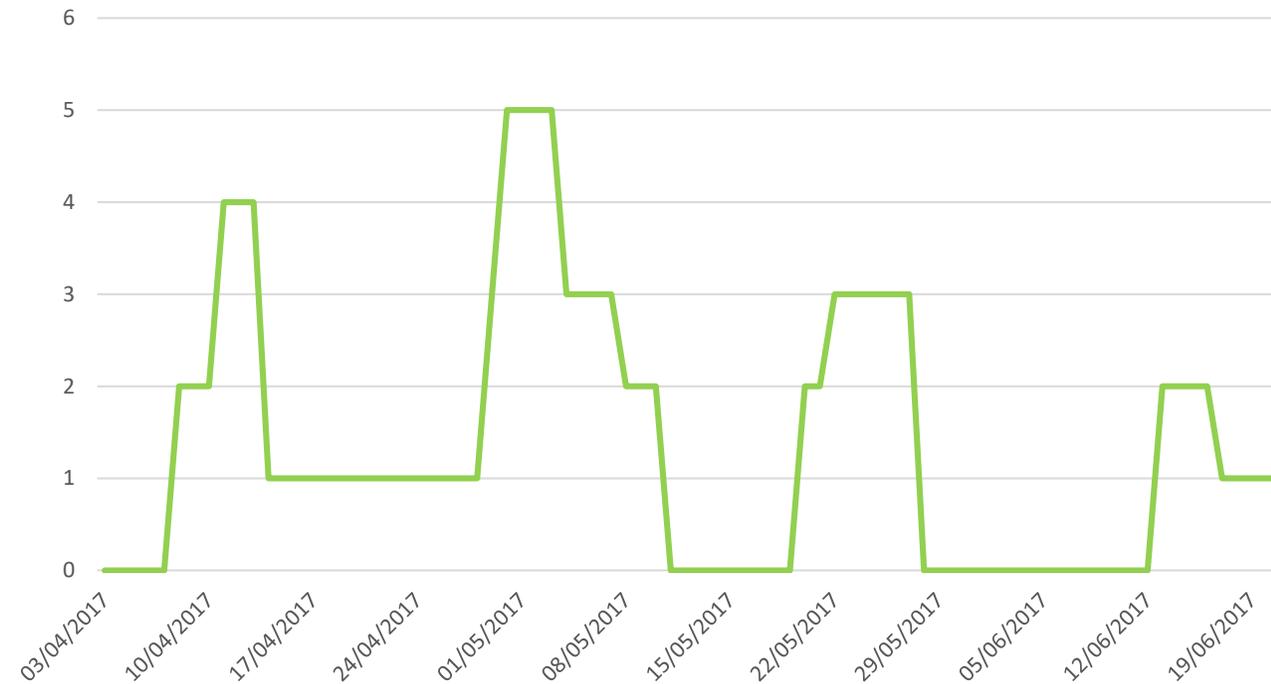
Fecha de inicio máxima y recurso DISEÑADORES:





2.8. CURVAS DE CARGA

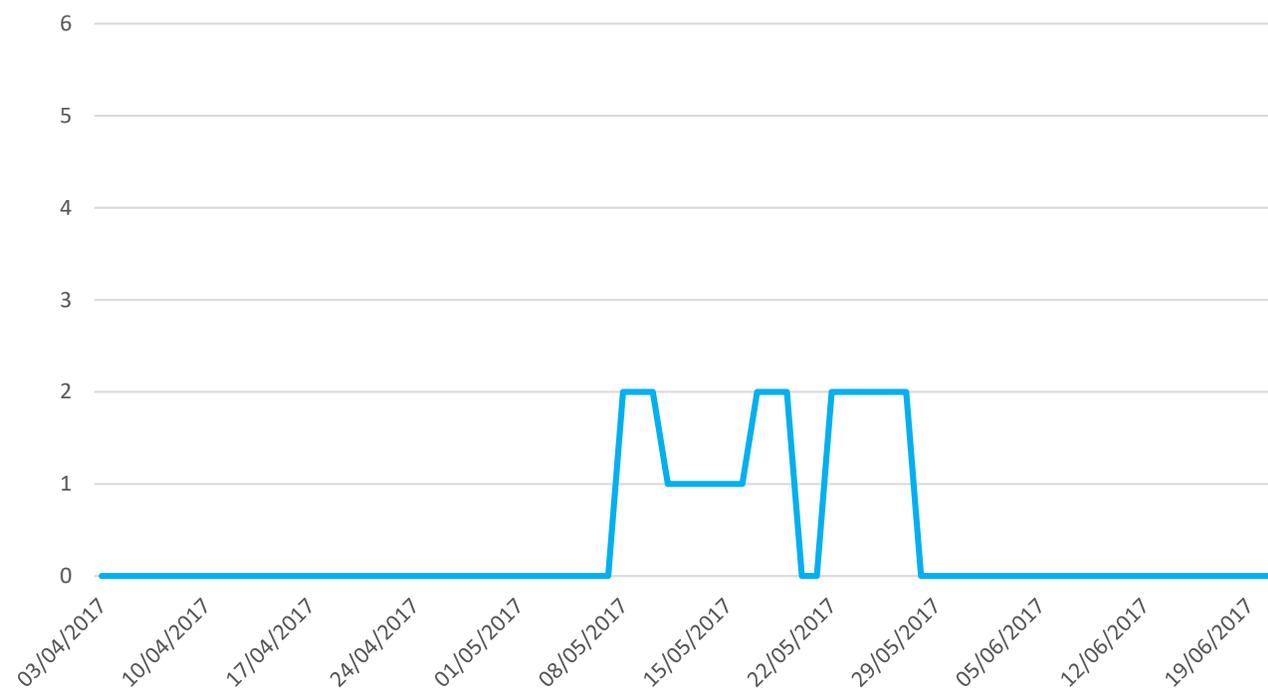
Fecha de inicio máxima y recurso INGENIEROS:





2.8. CURVAS DE CARGA

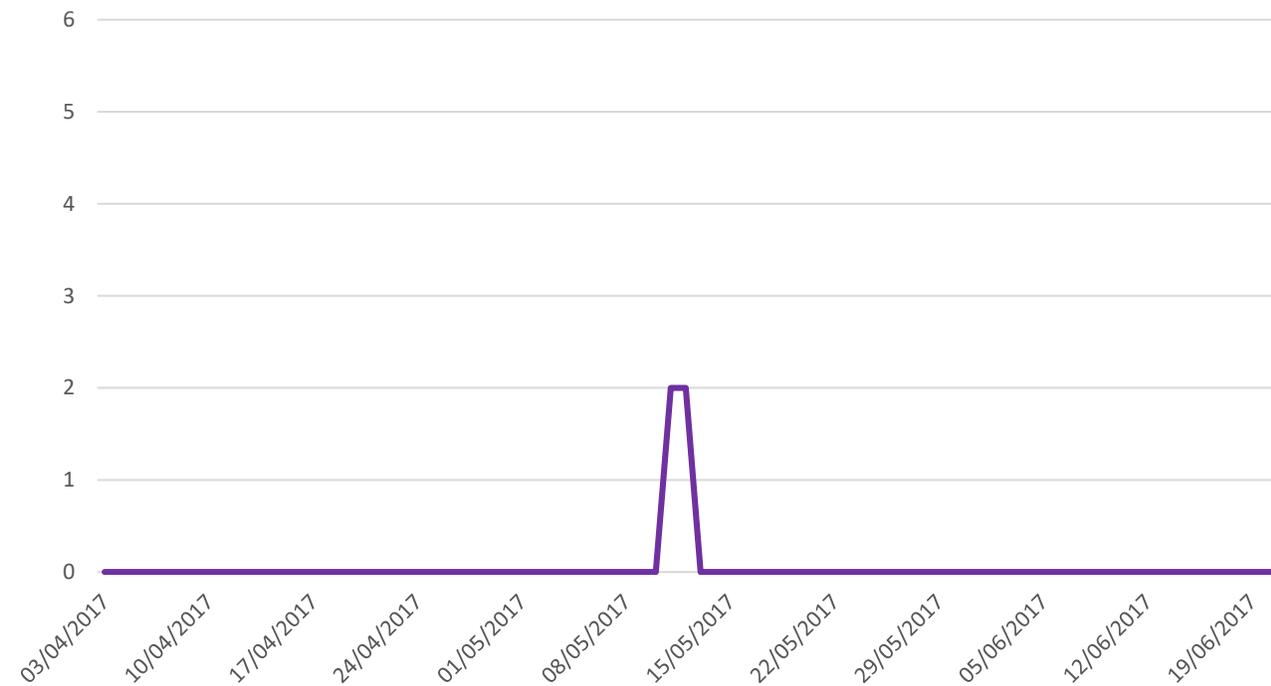
Fecha de inicio máxima y recurso OPERARIOS:





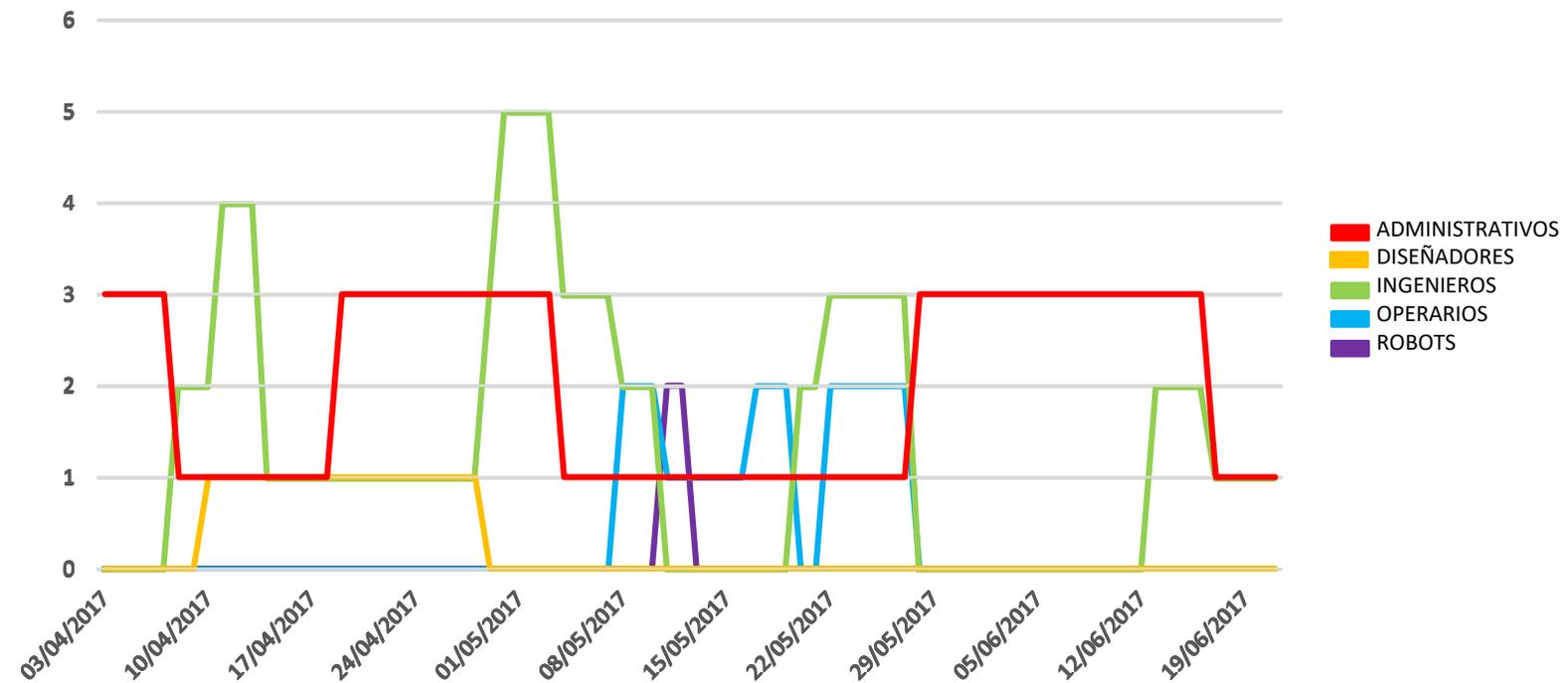
2.8. CURVAS DE CARGA

Fecha de inicio máxima y recurso ROBOTS:



2.8. CURVAS DE CARGA

Fecha de inicio máxima para todos los recursos:





2.9. LIMITACIÓ DE RECURSOS

Para la acotación de recursos disponibles por parte de la empresa de acuerdo a la realización del presente proyecto, se ha decidido que:

- Los recursos limitantes serán

| | | | |
|---|-------------------|---|---|
| { | <u>Operarios</u> | → | 2 |
| | <u>Ingenieros</u> | → | 4 |
- Administrativos, Diseñadores y Robots tendrán una disponibilidad igual a su pico dentro de la curva de carga y por lo tanto no serán limitantes. Administrativos y Diseñadores, durante el plazo que no sean requeridos serán destinados a procesos Kaizen y formación. Por otro lado, los Robots desempeñarán otro tipo de tareas dentro de la empresa.



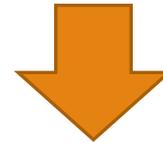
2.9. LIMITACIÓ DE RECURSOS

El problema que se nos plantea:

Problema de disponibilidad de recursos



Se propone un calendario de modo que se cumplan las restricciones temporales a la vez que se garantiza un uso de recursos menor o igual a la disponibilidad del mismo en todo momento.

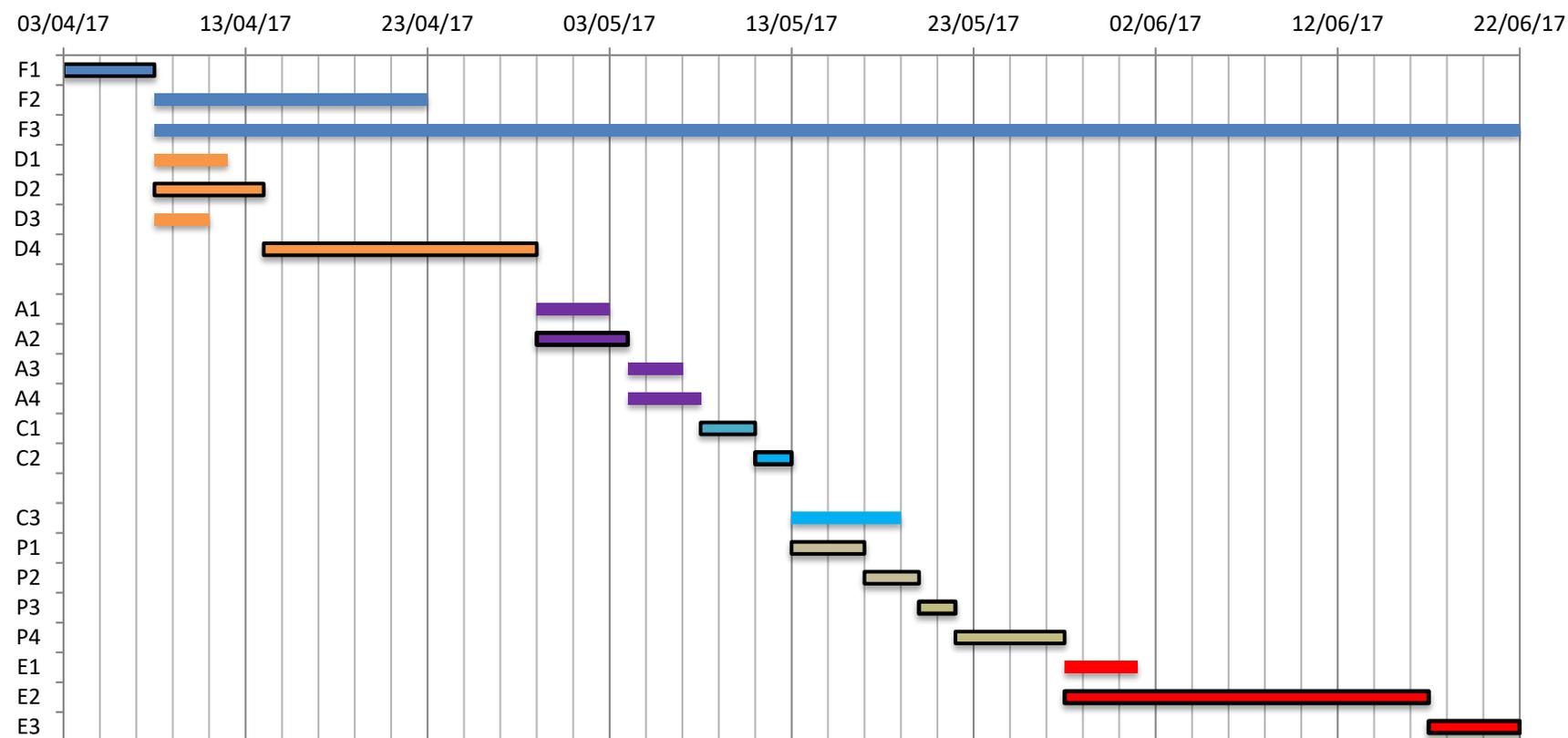


Para la resolución se plantea un algoritmo Greedy con esquema en serie.



2.9. LIMITACIÓ DE RECURSOS

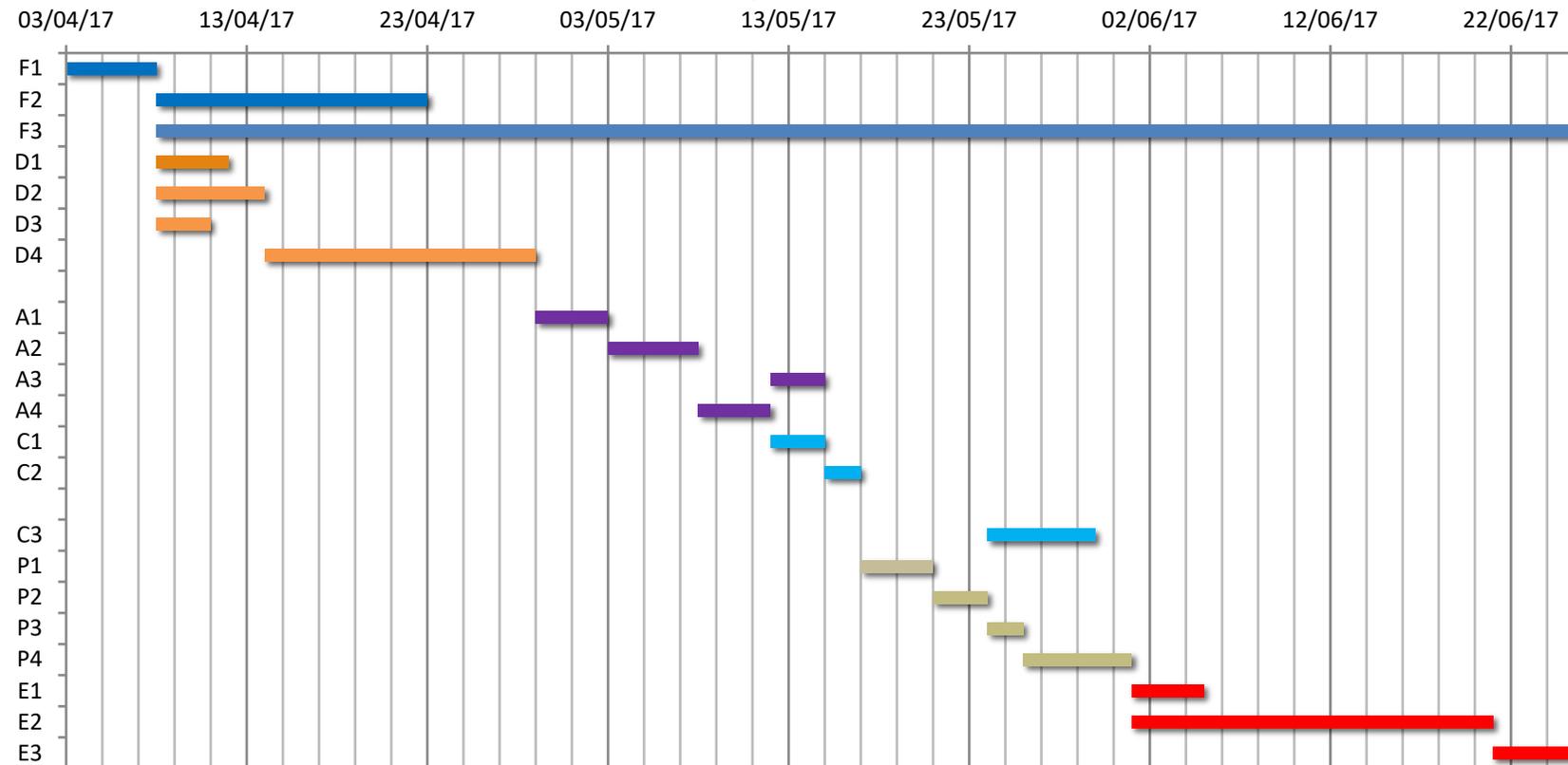
El Gantt con menor fecha mínima de inicio:





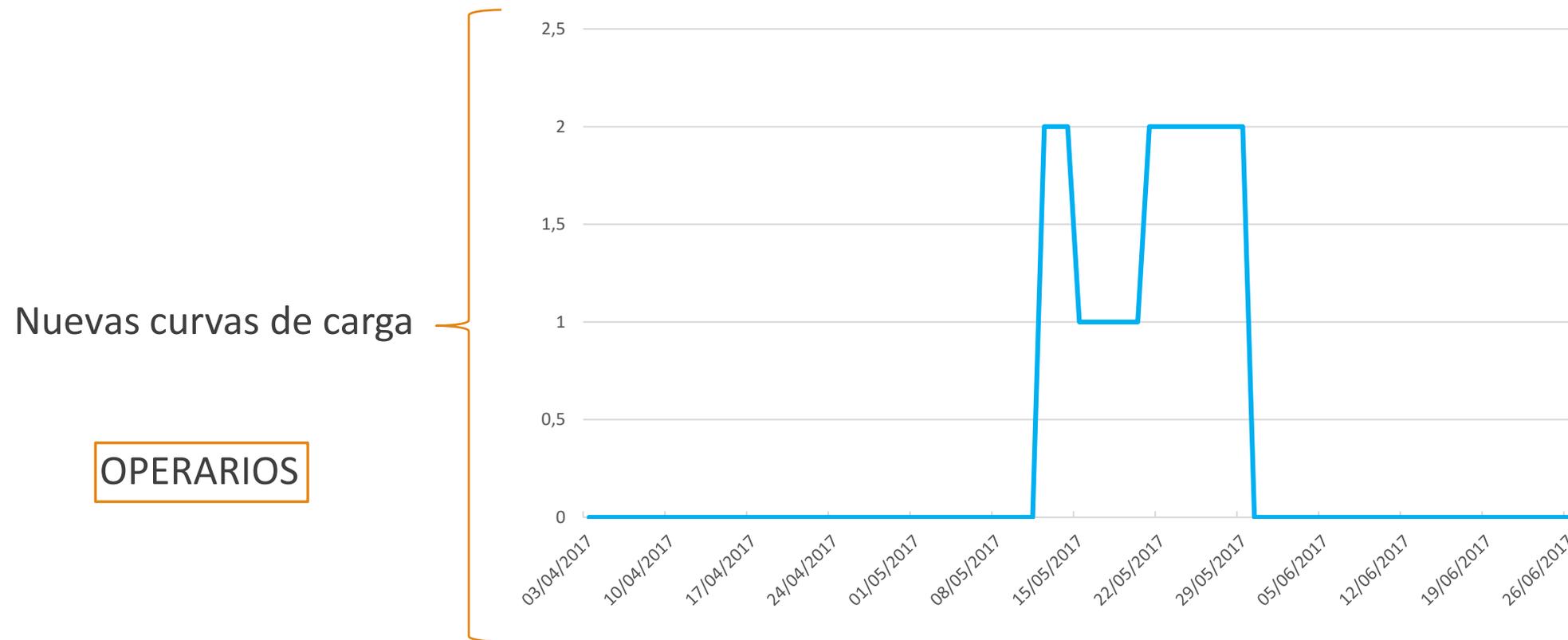
2.9. LIMITACIÓ DE RECURSOS

El Gantt con menor fecha mínima de inicio aplicando limitación de recursos:

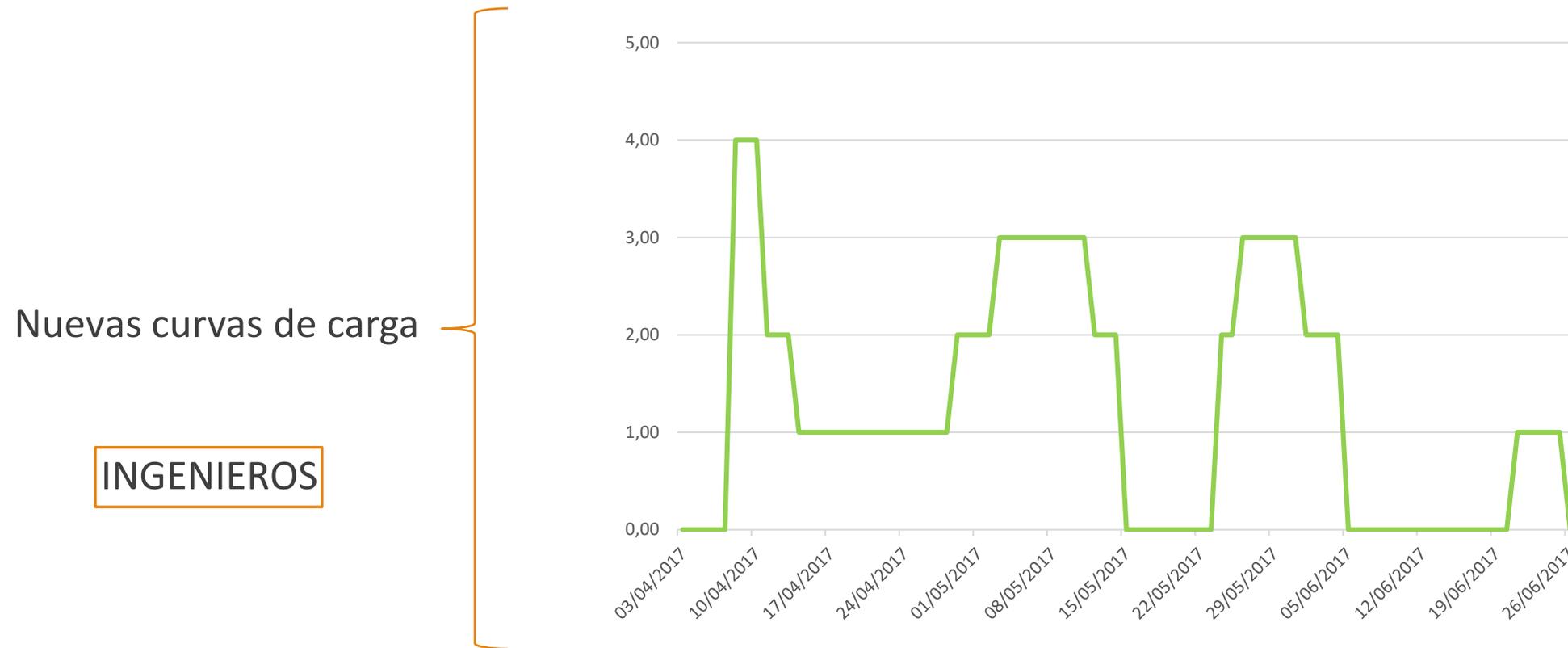




2.9. LIMITACIÓ DE RECURSOS



2.9. LIMITACIÓ DE RECURSOS





2.9. LIMITACIÓ DE RECURSOS

La restricció de recursos imposta, implica principalment:



3. PLANIFICACIÓ



Dejando de lado el proyecto singular realizado por la compañía y la exclusividad de este, se procede a realizar la planificación anual.

Para ello se ha de contar inicialmente con un plan de demanda, el cual se extrae a partir de datos cuantitativos referentes a los puntos de luz existentes, sus periodos de duración, tipología y periodicidad de renovación.

Por ultimo, se tendrá en cuenta que esta producción se ajuste al plan de capacidad también expuesto a continuación

3.1. PLAN DE DEMANDA

➤ Estudio de la demanda

150.000 Puntos de luz en el área de Barcelona

Vida media de las luminarias → 14 años

| Vapor de mercurio | Halogenuros metálicos | Fluorescencia/bajo consumo | Vapor de sodio de alta presión | LED | Otras lámparas | Total |
|-------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|------|----------------|--------|
| 4,4% | 13,9% | 7,1% | 65,0% | 8,3% | 1,4% | 100,0% |

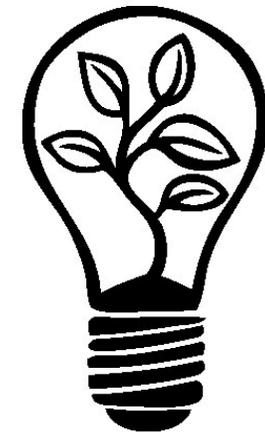
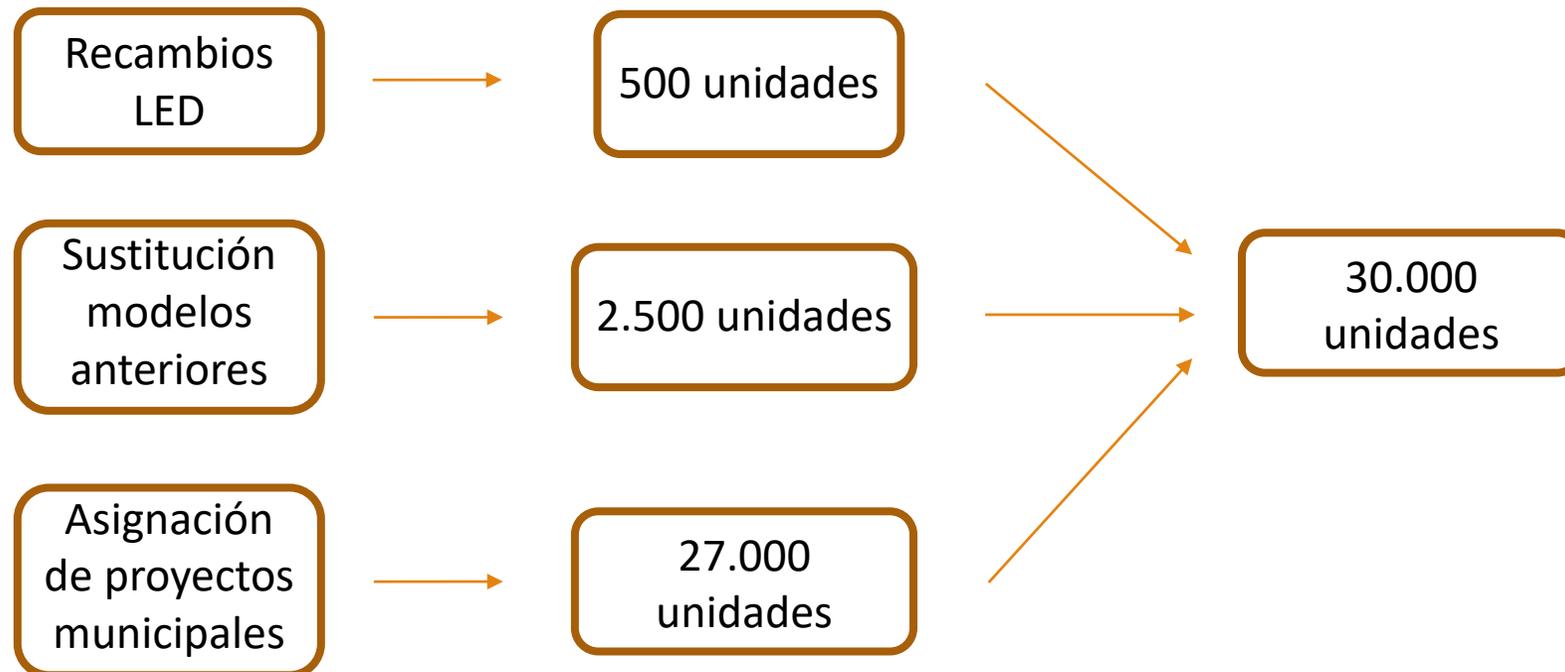
- Se lleva a cabo la sustitución de 11.000 luminarias anuales.
- 1.000 de estas luminarias son recambios de LEDs actuales. Se nos asigna el 50%.
- 10.000 de estas luminarias son sustituciones de modelos obsoletos. Se nos asigna el 25%.
- 27.000 luminarias repartidas en distintos municipios dentro de Cataluña.



**Diputació
Barcelona**

3.2. PLAN DE DEMANDA

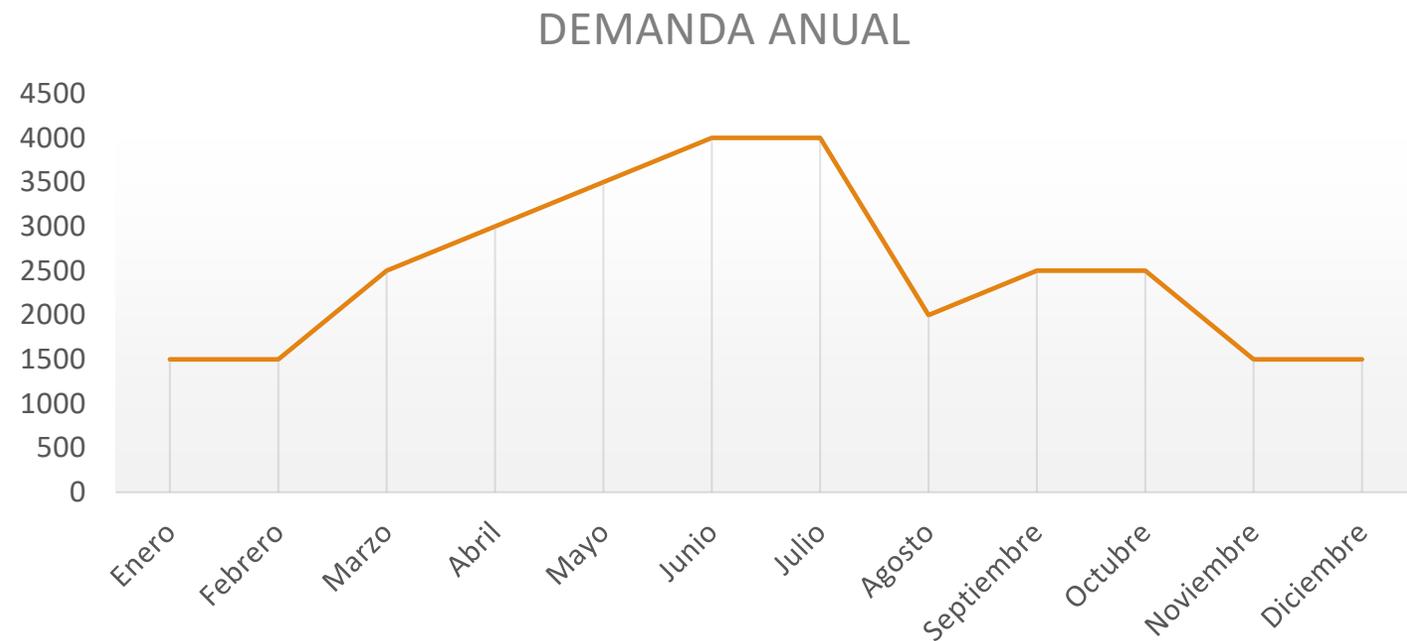
➤ Estudio de la demanda



3.2. PLAN DE DEMANDA

➤ Estudio de la demanda

| | |
|-------------------|-------|
| Enero | 1.500 |
| Febrero | 1.500 |
| Marzo | 2.500 |
| Abril | 3.000 |
| Mayo | 3.500 |
| Junio | 4.000 |
| Julio | 4.000 |
| Agosto | 2.000 |
| Septiembre | 2.500 |
| Octubre | 2.500 |
| Noviembre | 1.500 |
| Diciembre | 1.500 |



3.3. PLAN CAPACIDAD

➤ Calendario laboral

Enero

| L | M | X | J | V | S | 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 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | | | | | |

-6 de Enero, Epifanía del Señor

Febrero

| L | M | X | J | V | S | 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 | 26 |
| 27 | 28 | | | | | |

Marzo

| L | M | X | J | V | S | 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 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | | |

Abril

| L | M | X | J | V | S | 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 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |

-14 de Abril, Viernes Santo
-17 de Abril, Lunes de Pascua

Mayo

| L | M | X | J | V | S | 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 | 26 | 27 | 28 |
| 29 | 30 | 31 | | | | |

-1 de Mayo, Día del Trabajo

Junio

| L | M | X | J | V | S | 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 |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | | |

-5 de Junio, Lunes de Pascua Granada

Julio

| L | M | X | J | V | S | 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 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31 | | | | | | |

Agosto

| L | M | X | J | V | S | 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 | 26 | 27 |
| 28 | 29 | 30 | 31 | | | |

-15 de Agosto, Asunción de la Virgen

Septiembre

| L | M | X | J | V | S | 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 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |

-11 de Septiembre, Día de Cataluña
-24 de Septiembre, La Mercè (Se traslada al Lunes 25)

Octubre

| L | M | X | J | V | S | 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 | 26 | 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | | | | | |

-12 de Octubre, Fiesta Nacional Española

Noviembre

| L | M | X | J | V | S | 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 | 26 |
| 27 | 28 | 29 | 30 | | | |

-1 de Noviembre, Día de Todos los Santos

Diciembre

| L | M | X | J | V | S | 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 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 31 | | | | | | |

-6 de Diciembre, Día de la Constitución Española
-8 de Diciembre, Inmaculada Concepción
-25 de Diciembre, Natividad del Señor
-26 de Diciembre, San Esteban

3.3. PLAN CAPACIDAD

➤ Calendario laboral

Al margen de los días festivos establecidos a nivel nacional/autonómico, los trabajadores tendrán derecho a 22 días de vacaciones.

| Mes | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Total |
|----------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|-------|
| Días | 20 | 19 | 22 | 17 | 21 | 20 | 19 | 12 | 18 | 20 | 20 | 16 | 224 |
| Festivos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 10 | 1 | 1 | 1 | 1 | 22 |

| | Turno de mañana (06:00-14:00) | Horas extra (Máximo 5h) |
|---|-------------------------------|-------------------------|
| Operarios | 8 | 8 |
| Ingenieros de organización responsables | 2 | 2 |
| Producción por turno | 140 unidades | 40 unidades |

3.3. PLAN CAPACIDAD

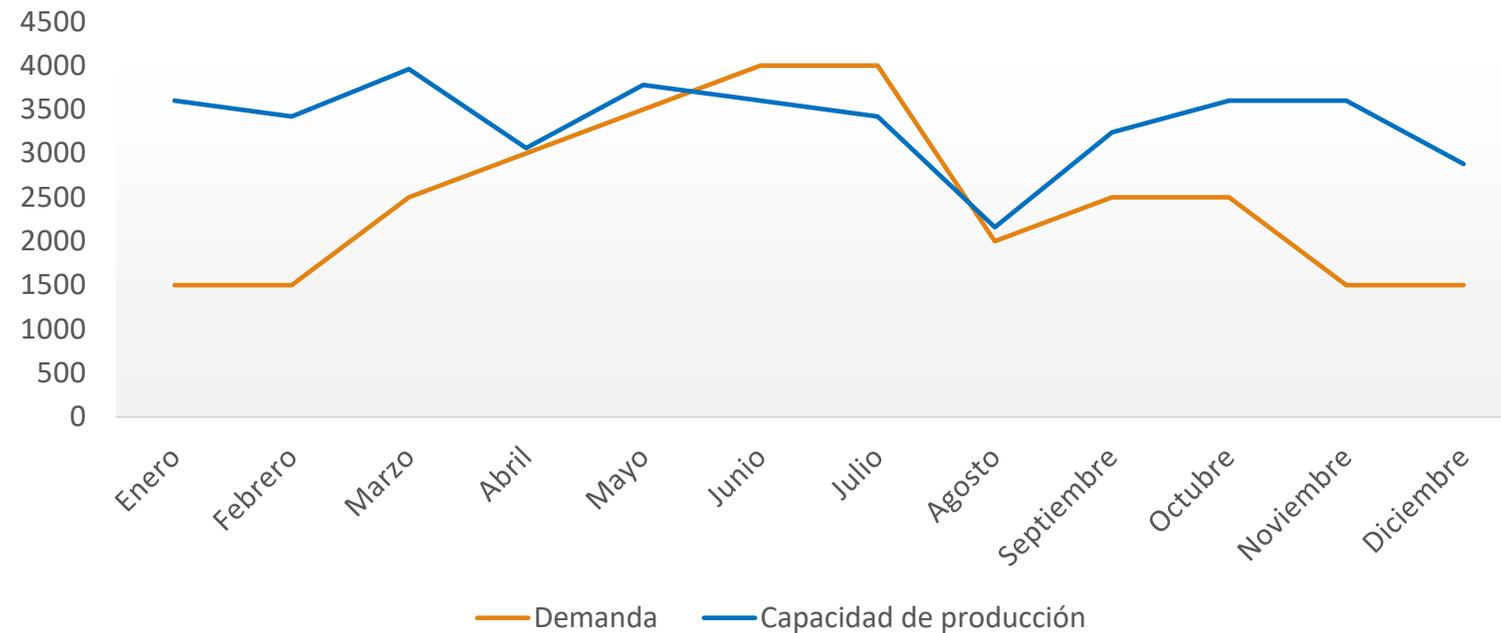
➤ Capacidad de producción

| t | λ_t | d_t | $x_{t,1}$ | $x_{t,2}$ | X_t |
|----|-------------|--------|-----------|-----------|--------|
| | | | rt,1=140 | rt,2=40 | |
| 1 | 20 | 1.500 | 2800 | 800 | 3600 |
| 2 | 19 | 1.500 | 2660 | 760 | 3420 |
| 3 | 22 | 2.500 | 3080 | 880 | 3960 |
| 4 | 17 | 3.000 | 2380 | 680 | 3060 |
| 5 | 21 | 3.500 | 2940 | 840 | 3780 |
| 6 | 20 | 4.000 | 2800 | 800 | 3600 |
| 7 | 19 | 4.000 | 2660 | 760 | 3420 |
| 8 | 12 | 2.000 | 1680 | 480 | 2160 |
| 9 | 18 | 2.500 | 2520 | 720 | 3240 |
| 10 | 20 | 2.500 | 2800 | 800 | 3600 |
| 11 | 20 | 1.500 | 2800 | 800 | 3600 |
| 12 | 16 | 1.500 | 2240 | 640 | 2880 |
| | 224 | 30.000 | 31.360 | 8.960 | 40.320 |

- $t = \text{Mes}$
- $\lambda_t = \text{Días laborales por mes}$
- $d_t = \text{Demanda mensual}$
- $x_{t,1} = \text{Producción en horas normales}$
- $x_{t,2} = \text{Producción en horas extra}$
- $X_t = \text{Producción mensual total}$

3.3. PLAN CAPACIDAD

➤ Capacidad de producción



3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

- Días laborales por mes y demanda para cada uno

| Mes | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|-----------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Días Lab. | 20 | 19 | 22 | 17 | 21 | 20 | 19 | 12 | 18 | 20 | 20 | 16 |
| Demanda | 1.500 | 1.500 | 2.500 | 3.000 | 3.500 | 4.000 | 4.000 | 2.000 | 2.500 | 2.500 | 1.500 | 1.500 |

- Producción por turno

| Horas normales | Horas extras |
|----------------|--------------|
| 140 | 40 |

- Datos relevantes

| | |
|------------------------------|--------------|
| Stock inicial | 150 u |
| Stock Seguridad | 10% |
| Coste producción hora normal | 250 um/u |
| Coste producción hora extra | 300 um/u |
| Precio conseveración stock | 40 um/u·mes |
| Precio retraso | 100 um/u·mes |

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

| t (mes) | λ_t (días) | Λ_t (días) | d_t (u) | I_t^* | $\hat{a}_t(u)$ | $\hat{D}_t(u)$ | $Pt=\hat{D}_t/\Lambda_t$ | $\rho_t=\hat{a}_t/\lambda_t$ |
|---------|--------------------|--------------------|-----------|---------|----------------|----------------|--------------------------|------------------------------|
| 0 | | 0 | | 150 | | | | |
| 1 | 20 | 20 | 1.500 | 150 | 1500 | 1500 | 75,00 | 75 |
| 2 | 19 | 39 | 1.500 | 150 | 1500 | 3000 | 76,92 | 79 |
| 3 | 22 | 61 | 2.500 | 250 | 2600 | 5600 | 91,80 | 118 |
| 4 | 17 | 78 | 3.000 | 300 | 3050 | 8650 | 110,90 | 179 |
| 5 | 21 | 99 | 3.500 | 350 | 3550 | 12200 | 123,23 | 169 |
| 6 | 20 | 119 | 4.000 | 400 | 4050 | 16250 | 136,55 | 203 |
| 7 | 19 | 138 | 4.000 | 400 | 4000 | 20250 | 146,74 | 211 |
| 8 | 12 | 150 | 2.000 | 200 | 1800 | 22050 | 147,00 | 150 |
| 9 | 18 | 168 | 2.500 | 250 | 2550 | 24600 | 146,43 | 142 |
| 10 | 20 | 188 | 2.500 | 250 | 2500 | 27100 | 144,15 | 125 |
| 11 | 20 | 208 | 1.500 | 150 | 1400 | 28500 | 137,02 | 70 |
| 12 | 16 | 224 | 1.500 | 150 | 1500 | 30000 | 133,93 | 94 |
| | 224 | | 30.000 | | 30.000 | | | |

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Tasa constante mínima con demanda diferida*

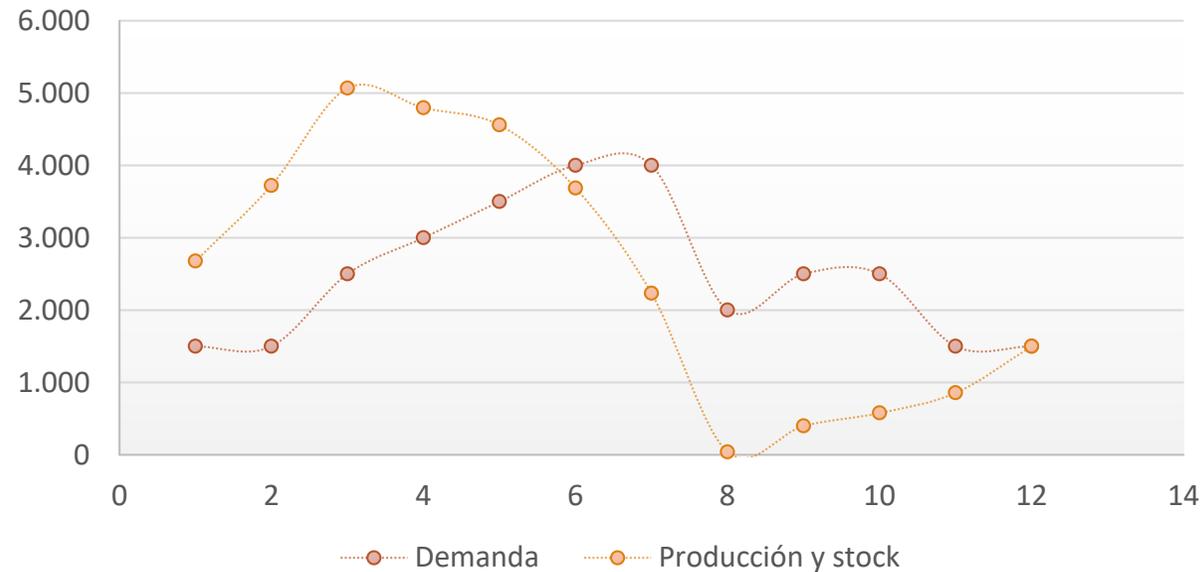
- Plan 1. Tasa constante · Demanda diferida · $R_t=133,93 = \begin{cases} r_{t,1} = 133,93 \\ r_{t,2} = 0 (R_t - r_{t,1}) \end{cases} u/día \forall t$

| t (mes) | λ_t (días) | $d_t(u)$ | I_t^* | $x_{t,1}(u)$ | $x_{t,2}(u)$ | $X_t(u)$ | $I_t(u)$ | $I_t^+(u)$ | $I_t^-(u)$ |
|---------|--------------------|----------|---------|--------------|--------------|----------|----------|------------|------------|
| 0 | | | 150 | $r_t=133,93$ | $r_{t,2}=0$ | | 150 | | |
| 1 | 20 | 1.500 | 150 | 2679 | 0 | 2679 | 1329 | 1179 | 0 |
| 2 | 19 | 1.500 | 150 | 2545 | 0 | 2545 | 2373 | 2223 | 0 |
| 3 | 22 | 2.500 | 250 | 2946 | 0 | 2946 | 2820 | 2570 | 0 |
| 4 | 17 | 3.000 | 300 | 2277 | 0 | 2277 | 2097 | 1797 | 0 |
| 5 | 21 | 3.500 | 350 | 2813 | 0 | 2813 | 1409 | 1059 | 0 |
| 6 | 20 | 4.000 | 400 | 2679 | 0 | 2679 | 88 | 0 | 312 |
| 7 | 19 | 4.000 | 400 | 2545 | 0 | 2545 | -1368 | 0 | 1768 |
| 8 | 12 | 2.000 | 200 | 1607 | 0 | 1607 | -1761 | 0 | 1961 |
| 9 | 18 | 2.500 | 250 | 2411 | 0 | 2411 | -1850 | 0 | 2100 |
| 10 | 20 | 2.500 | 250 | 2679 | 0 | 2679 | -1671 | 0 | 1921 |
| 11 | 20 | 1.500 | 150 | 2679 | 0 | 2679 | -493 | 0 | 643 |
| 12 | 16 | 1.500 | 150 | 2143 | 0 | 2143 | 150 | 0 | 0 |
| | 224 | | 0,1 | 30.000 | 0 | 30.000 | | 8828 | 8704 |

Producción total mensual

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Tasa constante mínima con demanda diferida*



Se inicia la producción con exceso de stock hasta llegar al punto intermedio entre los meses 5 y 6, donde el stock pasa a ser negativo resultando en demanda diferida. Finalmente, demanda y producción se igualan para no producir ni en exceso ni en defecto.



3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Tasa constante mínima con demanda diferida*

| COSTES | um/u | u | Um |
|------------------------|------|--------|------------------|
| Producción modalidad 1 | 250 | 30.000 | 7.500.080 |
| Producción modalidad 2 | 300 | 0 | 0 |
| Exceso de Stock | 40 | 8.828 | 353.101 |
| Defecto Stock | 100 | 8.704 | 870.397 |
| COSTE TOTAL | | | 8.723.578 |

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Tasa constante mínima sin demanda diferida*

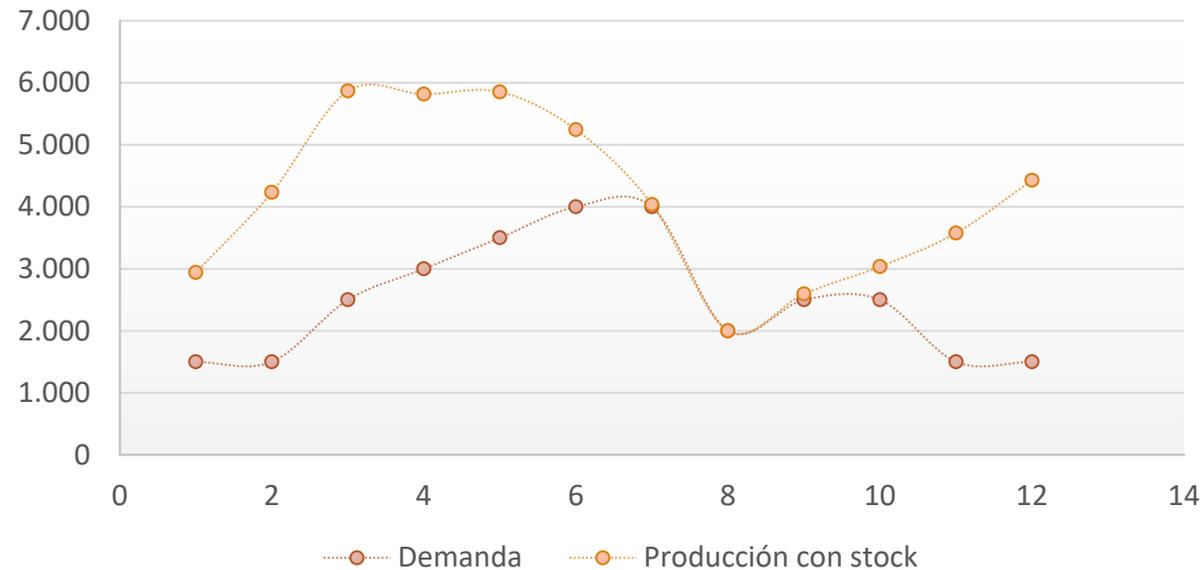
- Plan 2. Tasa constante · Sin demanda diferida · $R_t=147 = \begin{cases} r_{t,1} = 140 \\ r_{t,2} = 7 (R_t - r_{t,1}) \end{cases} u/día \forall t$

| t (mes) | λ_t (días) | $d_t(u)$ | I_t^* | $x_{t,1}(u)$ | $x_{t,2}(u)$ | $X_t(u)$ | $I_t(u)$ | $I_t^+(u)$ | $I_t^-(u)$ |
|---------|--------------------|----------|---------|--------------|--------------|----------|----------|------------|------------|
| 0 | | | 150 | $r_t=140$ | $r_{t,2}=7$ | | 150 | | |
| 1 | 20 | 1.500 | 150 | 2800 | 140 | 2940 | 1590 | 1440 | 0 |
| 2 | 19 | 1.500 | 150 | 2660 | 133 | 2793 | 2883 | 2733 | 0 |
| 3 | 22 | 2.500 | 250 | 3080 | 154 | 3234 | 3617 | 3367 | 0 |
| 4 | 17 | 3.000 | 300 | 2380 | 119 | 2499 | 3116 | 2816 | 0 |
| 5 | 21 | 3.500 | 350 | 2940 | 147 | 3087 | 2703 | 2353 | 0 |
| 6 | 20 | 4.000 | 400 | 2800 | 140 | 2940 | 1643 | 1243 | 0 |
| 7 | 19 | 4.000 | 400 | 2660 | 133 | 2793 | 436 | 36 | 0 |
| 8 | 12 | 2.000 | 200 | 1680 | 84 | 1764 | 200 | 0 | 0 |
| 9 | 18 | 2.500 | 250 | 2520 | 126 | 2646 | 346 | 96 | 0 |
| 10 | 20 | 2.500 | 250 | 2800 | 140 | 2940 | 786 | 536 | 0 |
| 11 | 20 | 1.500 | 150 | 2800 | 140 | 2940 | 2226 | 2076 | 0 |
| 12 | 16 | 1.500 | 150 | 2240 | 112 | 2352 | 3078 | 2928 | 0 |
| | | | 0,1 | 31360 | 1568 | 32928 | | 19624 | 0 |

Producción total mensual

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Tasa constante mínima sin demanda diferida*



Se inicia la producción con stock de exceso hasta llegar al mes 8, el cual marca un punto de inflexión. Será el mes en el que la producción y demanda se ajusten, incrementando de nuevo el stock en exceso en los posteriores meses.



3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Tasa constante mínima sin demanda diferida*

| COSTES | um/u | u | Um |
|------------------------|------|--------|------------------|
| Producción modalidad 1 | 250 | 31.360 | 7.840.000 |
| Producción modalidad 2 | 300 | 1.568 | 470.400 |
| Exceso de Stock | 40 | 19.624 | 784.960 |
| Defecto Stock | 100 | 0 | 0 |
| COSTE TOTAL | | | 9.095.360 |

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ Dos tasas de producción

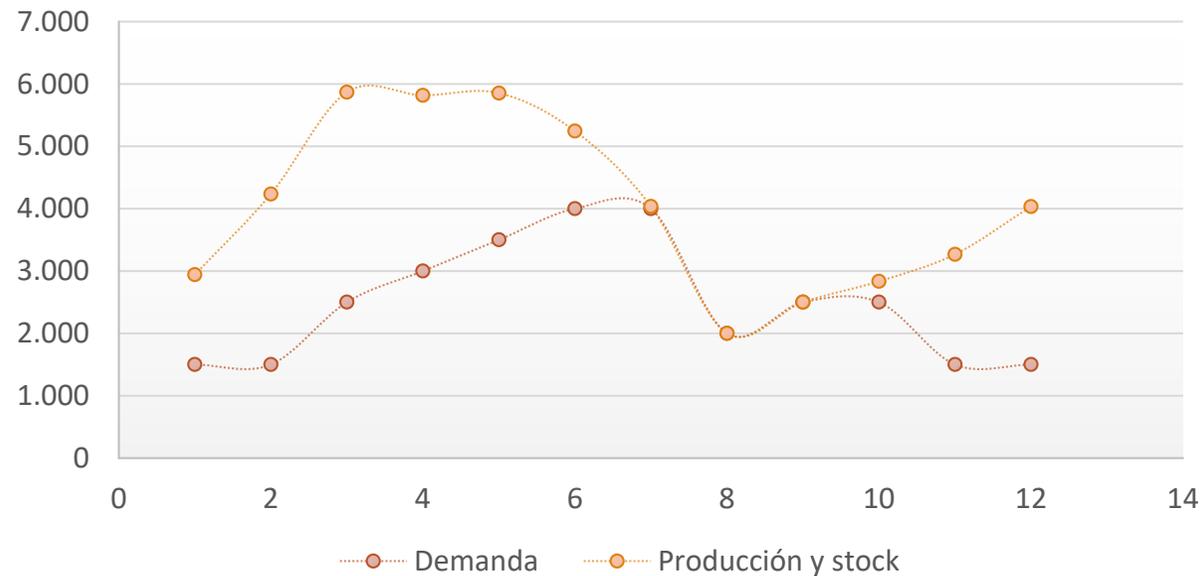
- Plan 3. Dos tasas: $R_t = \begin{cases} 147 (1 \leq \tau \leq 8): r_{t,1} = 140, r_{t,2} = 7 \\ 141,67 (9 \leq \tau \leq 12): r_{t,1} = 140, r_{t,2} = 1,67 \end{cases} \text{ u/día } \forall t$

| t (mes) | λ_t (días) | $d_t(u)$ | I_t^* | $x_{t,1}(u)$ | $x_{t,2}(u)$ | $X_t(u)$ | $I_t(u)$ | $I_t^+(u)$ | $I_t^-(u)$ |
|---------|--------------------|----------|---------|--------------|--------------|----------|----------|------------|------------|
| 0 | | | 150 | | | | 150 | | |
| 1 | 20 | 1.500 | 150 | 2800 | 140 | 2940 | 1590 | 1440 | 0 |
| 2 | 19 | 1.500 | 150 | 2660 | 133 | 2793 | 2883 | 2733 | 0 |
| 3 | 22 | 2.500 | 250 | 3080 | 154 | 3234 | 3617 | 3367 | 0 |
| 4 | 17 | 3.000 | 300 | 2380 | 119 | 2499 | 3116 | 2816 | 0 |
| 5 | 21 | 3.500 | 350 | 2940 | 147 | 3087 | 2703 | 2353 | 0 |
| 6 | 20 | 4.000 | 400 | 2800 | 140 | 2940 | 1643 | 1243 | 0 |
| 7 | 19 | 4.000 | 400 | 2660 | 133 | 2793 | 436 | 36 | 0 |
| 8 | 12 | 2.000 | 200 | 1680 | 84 | 1764 | 200 | 0 | 0 |
| 9 | 18 | 2.500 | 250 | 2520 | 30 | 2550 | 250 | 0 | 0 |
| 10 | 20 | 2.500 | 250 | 2800 | 33 | 2833 | 583 | 333 | 0 |
| 11 | 20 | 1.500 | 150 | 2800 | 33 | 2833 | 1917 | 1767 | 0 |
| 12 | 16 | 1.500 | 150 | 2240 | 27 | 2267 | 2684 | 2534 | 0 |
| | | | 0,1 | 31360 | 1174 | 32534 | | 18622 | 0 |

Producción total mensual

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Dos tasas de producción*



Se inicia la producción con stock de exceso hasta llegar al mes 8, en el cual se lleva a cabo una tasa de producción distinta de manera que se ajuste en mayor grado a la demanda y no se produzca un exceso de stock tan elevado como en el anterior ejemplo.



3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Dos tasas de producción*

| COSTES | um/u | u | Um |
|------------------------|------|--------|------------------|
| Producción modalidad 1 | 250 | 31.360 | 7.840.000 |
| Producción modalidad 2 | 300 | 1.174 | 352.074 |
| Exceso de Stock | 40 | 18.622 | 744.878 |
| Defecto Stock | 100 | 0 | 0 |
| COSTE TOTAL | | | 8.936.952 |

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Just in time*

$$\vec{R} = \{75.00, 78.95, 118.18, 179.41, 169.05, 202.50, 210.53, 150.00, 141.67, 125.00, 70.00, 93.75\} \text{ u/día } \forall t$$

| t (mes) | λ_t (días) | d_t (u) | l_t^* | $x_{t,1}(u)$ | $x_{t,2}(u)$ | $X_t(u)$ | $l_t^-(u)$ | $l_t^+(u)$ | $l_t^-(u)$ |
|---------|--------------------|-----------|---------|-----------------------|--------------|----------|------------|------------|------------|
| 0 | | | 150 | $R_t=r_{t,1}+r_{t,2}$ | | | 150 | | |
| 1 | 20 | 1.500 | 150 | 1500 | 0 | 1500 | 150 | 0 | 0 |
| 2 | 19 | 1.500 | 150 | 1500 | 0 | 1500 | 150 | 0 | 0 |
| 3 | 22 | 2.500 | 250 | 2600 | 0 | 2600 | 250 | 0 | 0 |
| 4 | 17 | 3.000 | 300 | 2380 | 670 | 3050 | 300 | 0 | 0 |
| 5 | 21 | 3.500 | 350 | 2940 | 610 | 3550 | 350 | 0 | 0 |
| 6 | 20 | 4.000 | 400 | 2800 | 1250 | 4050 | 400 | 0 | 0 |
| 7 | 19 | 4.000 | 400 | 2660 | 1340 | 4000 | 400 | 0 | 0 |
| 8 | 12 | 2.000 | 200 | 1680 | 120 | 1800 | 200 | 0 | 0 |
| 9 | 18 | 2.500 | 250 | 2520 | 30 | 2550 | 250 | 0 | 0 |
| 10 | 20 | 2.500 | 250 | 2500 | 0 | 2500 | 250 | 0 | 0 |
| 11 | 20 | 1.500 | 150 | 1400 | 0 | 1400 | 150 | 0 | 0 |
| 12 | 16 | 1.500 | 150 | 1500 | 0 | 1500 | 150 | 0 | 0 |
| | | | 0,1 | 25980 | 4020 | 30000 | | 0 | 0 |

Superan el máximo de producción posible en el mes

Producción total mensual

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

| | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 | MES 7 | MES 8 | MES 9 | MES 10 | MES 11 | MES 12 | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Producción para el mismo mes | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 3080 | 880 | 2380 | 680 | 2940 | 840 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| MES 1 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 3080 | 880 | 2380 | 680 | 2940 | 840 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1250 | 1300 | 1350 | 1400 |
| 1500 | 1500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MES 2 | 1300 | 800 | 2660 | 760 | 3080 | 880 | 2380 | 680 | 2940 | 840 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1250 | 1300 |
| 1500 | | | 1500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MES 3 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 3080 | 880 | 2380 | 680 | 2940 | 840 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 |
| 2600 | | | | | 2600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MES 4 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 480 | 880 | 2380 | 680 | 2940 | 840 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 |
| 3050 | | | | | 480 | | 2380 | 190 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MES 5 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 880 | 0 | 490 | 2940 | 840 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |
| 3550 | | | | | | | | 2940 | 610 | | | | | | | | | | | | | | | |
| MES 6 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 880 | 0 | 490 | 0 | 230 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 |
| 4050 | | | | | | | | 220 | | 230 | 2800 | 800 | | | | | | | | | | | | |
| MES 7 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 880 | 0 | 270 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 |
| 4000 | | | | | | | | 270 | | | | | 2660 | 760 | | | | | | | | | | |
| MES 8 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 570 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | 530 | 580 | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 |
| 1800 | | | | | | | | | | | | | | | 1680 | 120 | | | | | | | | |
| MES 9 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 570 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 360 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 | |
| | 570 | 620 | 530 | 580 | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| 2550 | | | | | | | | | | | | | | | | 2520 | 30 | | | | | | | |
| MES 10 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 570 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 360 | 0 | 690 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 | |
| | 610 | 660 | 570 | 620 | 530 | 580 | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| 2500 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2500 | | | | | | | |
| MES 11 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 570 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 360 | 0 | 690 | 300 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 | |
| | 650 | 700 | 610 | 660 | 570 | 620 | 530 | 580 | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| 1400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1400 | | | |
| MES 12 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 570 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 360 | 0 | 690 | 300 | 800 | 1400 | 800 | 2240 | 640 | |
| | 690 | 740 | 650 | 700 | 610 | 660 | 570 | 620 | 530 | 580 | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 |
| 1500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1500 | | |

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Optimización sin demanda diferida*

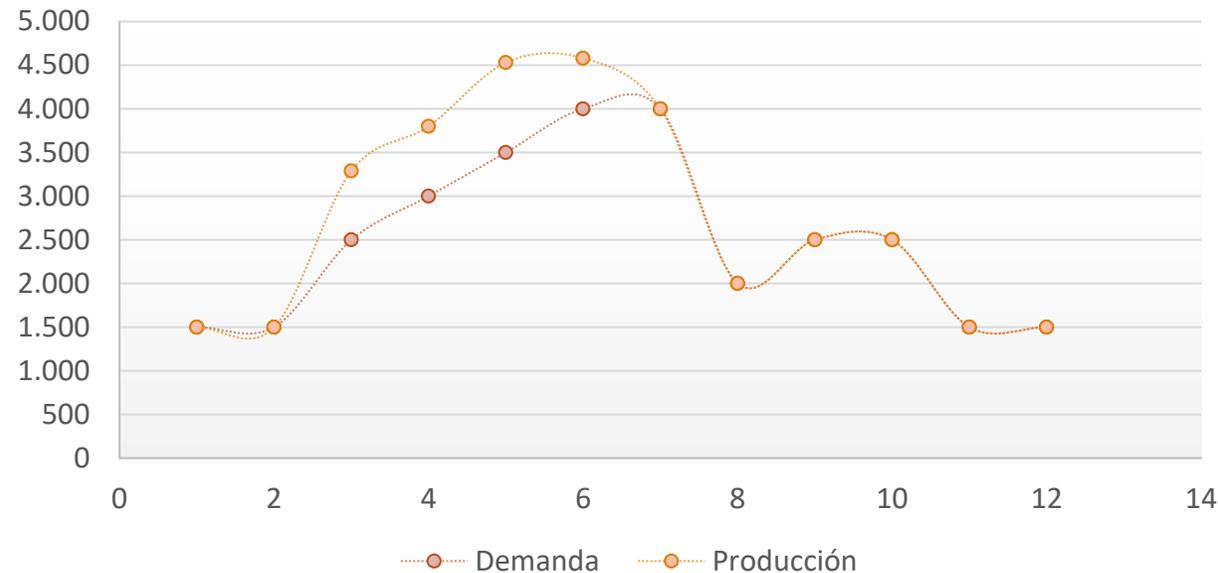
$$\vec{R} = \{75.00, 78.95, 154.09, 180.00, 180.00, 180.00, 180.00, 150.00, 141.67, 125.00, 70.00, 93.75\} \text{ u/día } \forall t$$

| t (mes) | λ_t (días) | d_t (u) | l_t^* | $x_{t,1}(u)$ | $x_{t,2}(u)$ | $X_t(u)$ | $l_t^-(u)$ | $l_t^+(u)$ | $l_t^-(u)$ |
|---------|--------------------|-----------|---------|-----------------------|--------------|----------|------------|------------|------------|
| 0 | | | 150 | $R_t=r_{t,1}+r_{t,2}$ | | | 150 | | |
| 1 | 20 | 1.500 | 150 | 1500 | 0 | 1500 | 150 | 0 | 0 |
| 2 | 19 | 1.500 | 150 | 1500 | 0 | 1500 | 150 | 0 | 0 |
| 3 | 22 | 2.500 | 250 | 3080 | 310 | 3390 | 1040 | 790 | 0 |
| 4 | 17 | 3.000 | 300 | 2380 | 680 | 3060 | 1100 | 800 | 0 |
| 5 | 21 | 3.500 | 350 | 2940 | 840 | 3780 | 1380 | 1030 | 0 |
| 6 | 20 | 4.000 | 400 | 2800 | 800 | 3600 | 980 | 580 | 0 |
| 7 | 19 | 4.000 | 400 | 2660 | 760 | 3420 | 400 | 0 | 0 |
| 8 | 12 | 2.000 | 200 | 1680 | 120 | 1800 | 200 | 0 | 0 |
| 9 | 18 | 2.500 | 250 | 2520 | 30 | 2550 | 250 | 0 | 0 |
| 10 | 20 | 2.500 | 250 | 2500 | 0 | 2500 | 250 | 0 | 0 |
| 11 | 20 | 1.500 | 150 | 1400 | 0 | 1400 | 150 | 0 | 0 |
| 12 | 16 | 1.500 | 150 | 1500 | 0 | 1500 | 150 | 0 | 0 |
| | | | 0,1 | 26460 | 3540 | 30000 | | 3200 | 0 |

Producción total mensual

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ Optimización sin demanda diferida



Para llevar a cabo este plan de producción, en los meses iniciales se llevará a cabo una producción superior a la necesaria para poder disponer de stock. De esta manera, los posteriores meses podrán satisfacer su demanda de una manera más económica.



3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Optimización sin demanda diferida*

| COSTES | um/u | u | Um |
|------------------------|------|--------|------------------|
| Producción modalidad 1 | 250 | 26.460 | 6.615.000 |
| Producción modalidad 2 | 300 | 3.540 | 1.062.000 |
| Exceso de Stock | 40 | 3.200 | 128.000 |
| Defecto Stock | 100 | 0 | 0 |
| COSTE TOTAL | | | 7.805.000 |

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

| | MES 1 | | MES 2 | | MES 3 | | MES 4 | | MES 5 | | MES 6 | | MES 7 | | MES 8 | | MES 9 | | MES 10 | | MES 11 | | MES 12 | | |
|------------------------------|--------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|--------|------|--------|------|--------|------|------|
| Producción para el mismo mes | MES 1 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 3080 | 880 | 2380 | 680 | 2940 | 840 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1250 | 1300 | 1350 | 1400 |
| | 1500 | 1500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stock para meses posteriores | MES 2 | 1300 | 800 | 2660 | 760 | 3080 | 880 | 2380 | 680 | 2940 | 840 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 | 1250 | 1300 |
| | 1500 | | 1500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Demanda diferida | MES 3 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 3080 | 880 | 2380 | 680 | 2940 | 840 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 | 1150 | 1200 |
| | 2600 | | | 2600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Demanda diferida | MES 4 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 480 | 880 | 2380 | 680 | 2940 | 840 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 | 1050 | 1100 |
| | 3050 | | | | 480 | | 2380 | 190 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Demanda diferida | MES 5 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 880 | 0 | 490 | 2940 | 840 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 | 1000 |
| | 3550 | | | | | | | 2940 | 610 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Demanda diferida | MES 6 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 880 | 0 | 490 | 0 | 230 | 2800 | 800 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 |
| | 4050 | | | | | | | | | 220 | 230 | 2800 | 800 | | | | | | | | | | | | |
| Demanda diferida | MES 7 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 880 | 0 | 270 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2660 | 760 | 1680 | 480 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 |
| | 4000 | | | | | | | | | | | | | 2660 | 760 | | | | | | | | | | |
| Demanda diferida | MES 8 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 880 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1680 | 120 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | | 530 | 580 | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 |
| | 1800 | | | | | | | | | | | | | | | 1680 | 120 | | | | | | | | |
| Demanda diferida | MES 9 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 880 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2520 | 720 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | | 570 | 620 | 530 | 580 | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 |
| | 2550 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2520 | 30 | | | | | | |
| Demanda diferida | MES 10 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 880 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 690 | 2800 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 |
| | | 610 | 660 | 570 | 620 | 530 | 580 | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
| | 2500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2500 | | | | | | |
| Demanda diferida | MES 11 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 880 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 690 | 300 | 800 | 2800 | 800 | 2240 | 640 | |
| | | 650 | 700 | 610 | 660 | 570 | 620 | 530 | 580 | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 | 350 | 400 |
| | 1400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1400 | | | |
| Demanda diferida | MES 12 | 1300 | 800 | 1160 | 760 | 0 | 880 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 690 | 300 | 800 | 1400 | 800 | 2240 | 640 | |
| | | 690 | 740 | 650 | 700 | 610 | 660 | 570 | 620 | 530 | 580 | 490 | 540 | 450 | 500 | 410 | 460 | 370 | 420 | 330 | 380 | 290 | 340 | 250 | 300 |
| | 1500 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1500 | | |

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Optimización con demanda diferida*

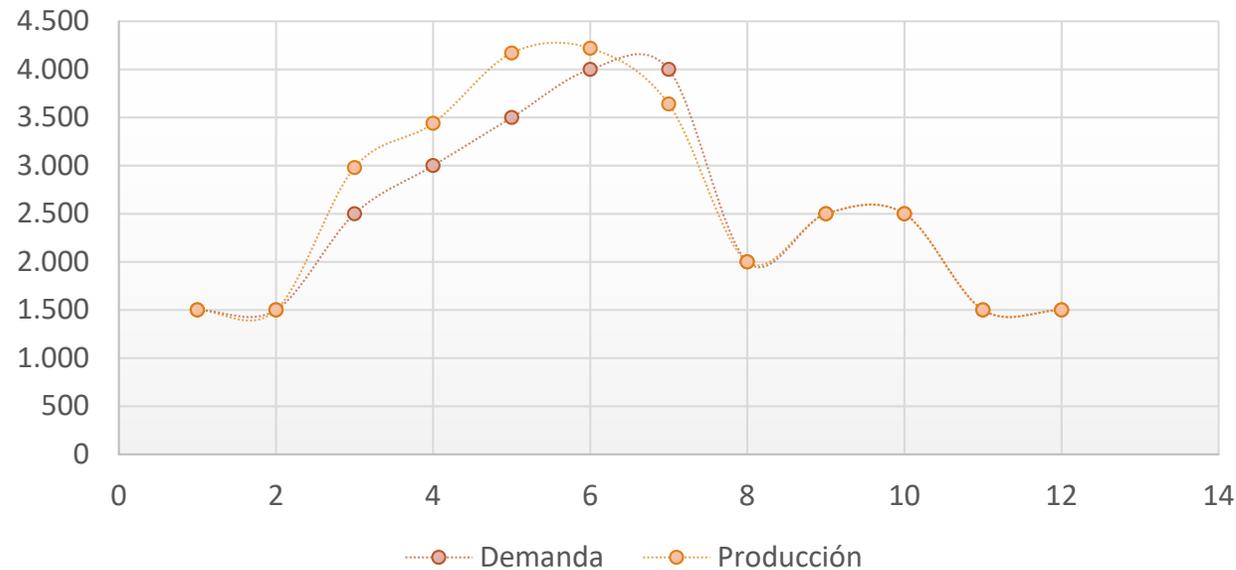
$$\vec{R} = \{75.00, 78.95, 140.00, 177.06, 180.00, 180.00, 180.00, 180.00, 141.67, 125.00, 70.00, 93.75\} \text{ u/día } \forall t$$

| t (mes) | λ_t (días) | d_t (u) | l_t^* | $x_{t,1}(u)$ | $x_{t,2}(u)$ | $X_t(u)$ | $l_t(u)$ | $l_t^+(u)$ | $l_t^-(u)$ |
|---------|--------------------|-----------|---------|-----------------------|--------------|----------|----------|------------|------------|
| 0 | | | 150 | $R_t=r_{t,1}+r_{t,2}$ | | | 150 | | |
| 1 | 20 | 1.500 | 150 | 1500 | 0 | 1500 | 150 | 0 | 0 |
| 2 | 19 | 1.500 | 150 | 1500 | 0 | 1500 | 150 | 0 | 0 |
| 3 | 22 | 2.500 | 250 | 3080 | 0 | 3080 | 730 | 480 | 0 |
| 4 | 17 | 3.000 | 300 | 2380 | 630 | 3010 | 740 | 440 | 0 |
| 5 | 21 | 3.500 | 350 | 2940 | 840 | 3780 | 1020 | 670 | 0 |
| 6 | 20 | 4.000 | 400 | 2800 | 800 | 3600 | 620 | 220 | 0 |
| 7 | 19 | 4.000 | 400 | 2660 | 760 | 3420 | 40 | 0 | 360 |
| 8 | 12 | 2.000 | 200 | 1680 | 480 | 2160 | 200 | 0 | 0 |
| 9 | 18 | 2.500 | 250 | 2520 | 30 | 2550 | 250 | 0 | 0 |
| 10 | 20 | 2.500 | 250 | 2500 | 0 | 2500 | 250 | 0 | 0 |
| 11 | 20 | 1.500 | 150 | 1400 | 0 | 1400 | 150 | 0 | 0 |
| 12 | 16 | 1.500 | 150 | 1500 | 0 | 1500 | 150 | 0 | 0 |
| | | | 0,1 | 26460 | 3540 | 30000 | | 1810 | 360 |

Producción total mensual

3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ Optimización con demanda diferida



A diferencia del plan de producción anterior, en este se diferirá demanda en el mes de agosto debido a que la producción sale más económica que almacenando stock en meses anterior. De esta manera se obtendrá un coste menos elevado.



3.4. PLANES DE PRODUCCIÓN

➤ *Optimización con demanda diferida*

| COSTES | um/u | u | um |
|------------------------|------|--------|------------------|
| Producción modalidad 1 | 250 | 26.460 | 6.615.000 |
| Producción modalidad 2 | 300 | 3.540 | 1.062.000 |
| Exceso de Stock | 40 | 1.810 | 72.400 |
| Defecto Stock | 100 | 360 | 36.000 |
| COSTE TOTAL | | | 7.785.400 |



3.5. EPÍLOGO Y PLAN ÓPTIMO

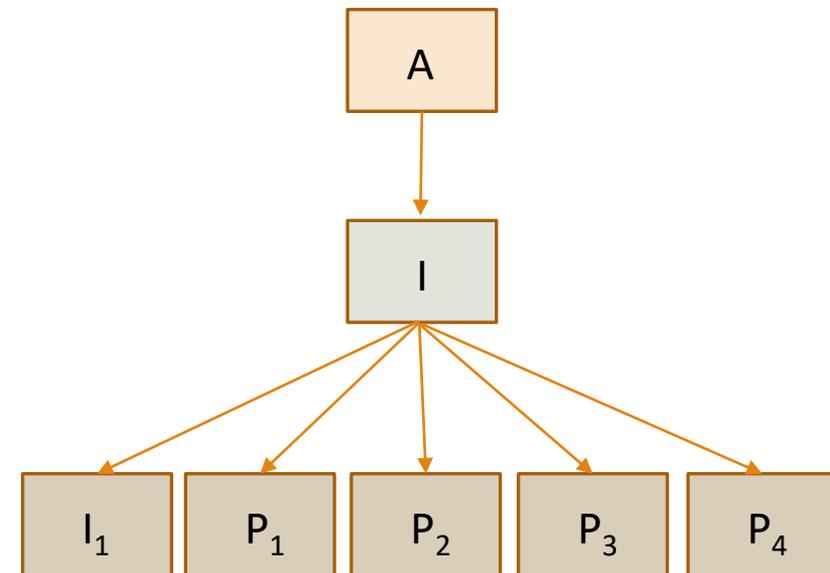
- *Tasa constante mínima sin demanda diferida* → 9.095.360
- *Dos tasas de producción* → 8.936.952
- *Tasa constante mínima con demanda diferida* → 8.723.578
- *Optimización sin demanda diferida* → 7.805.000
- *Optimización con demanda diferida* → 7.785.400 Plan óptimo de producción

4. MRP

A partir de las variaciones existentes del producto de luminarias, se realizará una descomposición a distintos niveles, obteniendo de este modo una lista de materiales necesarios para la producción.

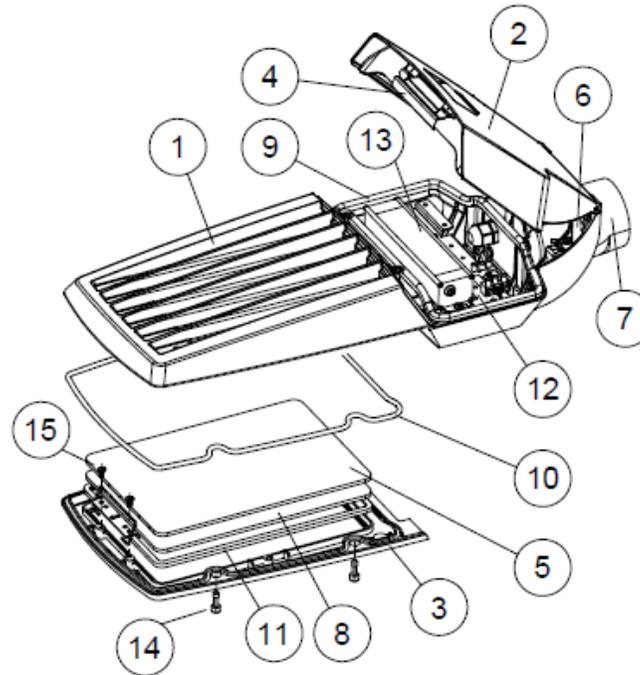
Una vez definida la lista, se determinan una serie de características tales como la lotificación, los plazos de entrega o el stock inicial de cada uno de los mencionados materiales.

A partir de un plan de producción establecido, y de las características anteriores, se diseña un plan para la temporalización de las ordenes de fabricación y aprovisionamiento.



4.1. LISTA DE MATERIALES

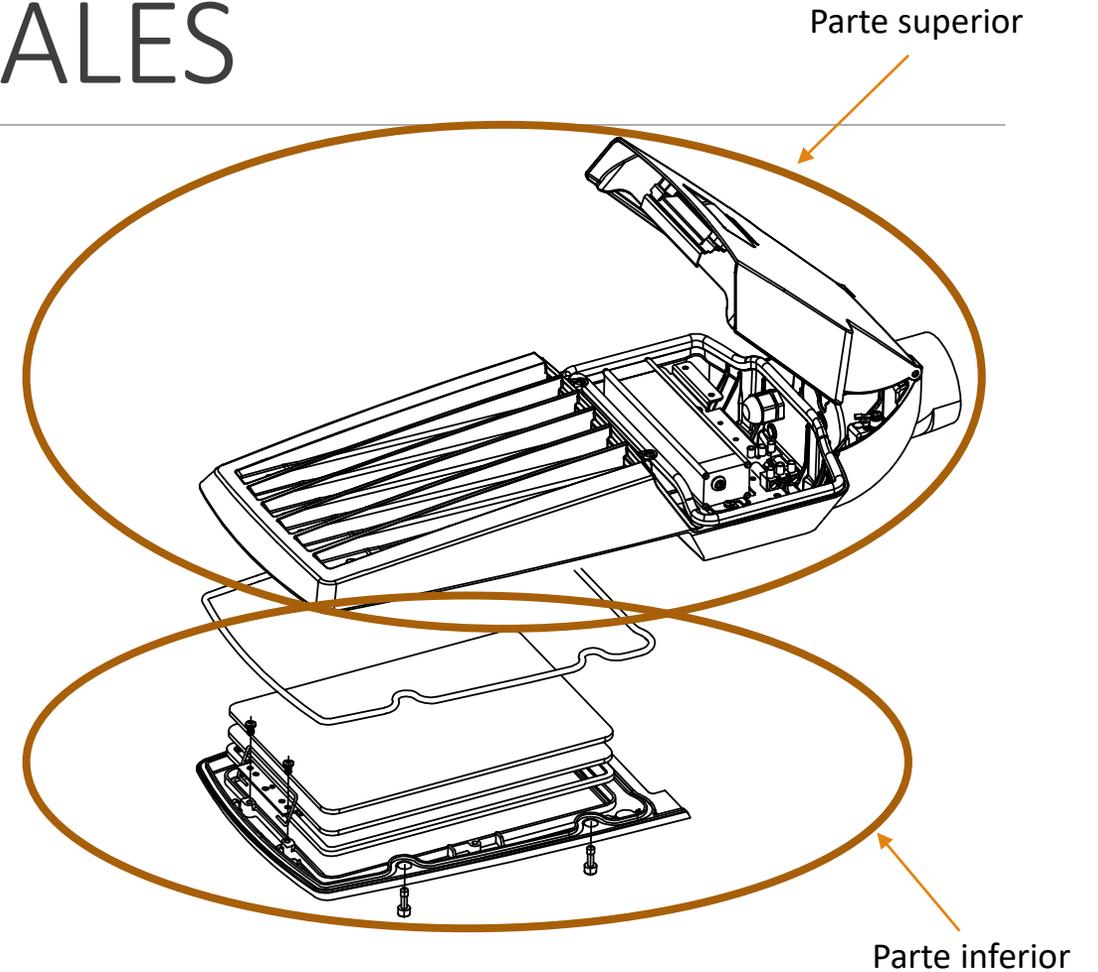
1. BASE
2. TAPA EQUIPO ELÉCTRICO
3. TAPA GRUPO ÓPTICO
4. PALANCA DE CIERRE
5. MÓDULO LED
6. PALANCA DE SEGURIDAD
7. ENCHUFABLE
8. VIDRIO DE CIERRE



9. JUNTA DE SILICONA
10. JUNTA DE SILICONA
11. JUNTA DE SILICONA
12. PLACA PORTAEQUIPOS
13. DRIVER
14. TORNILLO DOBLE ROSCA 8X80
15. TORNILLO M-4 X 10

4.1. LISTA DE MATERIALES

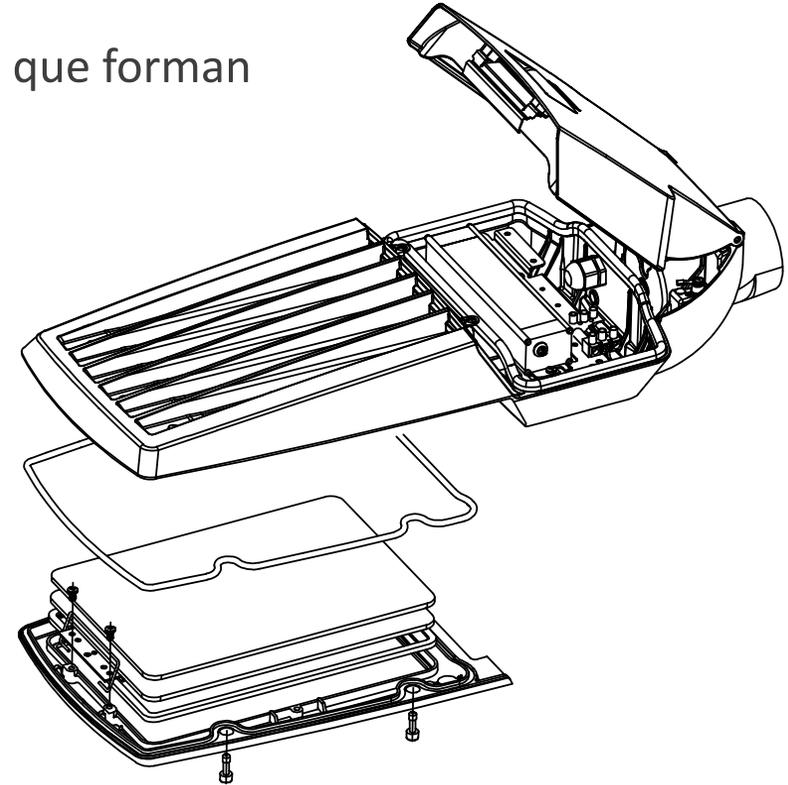
- 5 variaciones de producto.
- Cada producto se encuentra segmentado en dos partes diferenciadas: Una superior y una inferior.
- Ambas partes se encuentran formadas por un conjunto de piezas de las cuales se han de calcular las necesidades.



4.1. LISTA DE MATERIALES

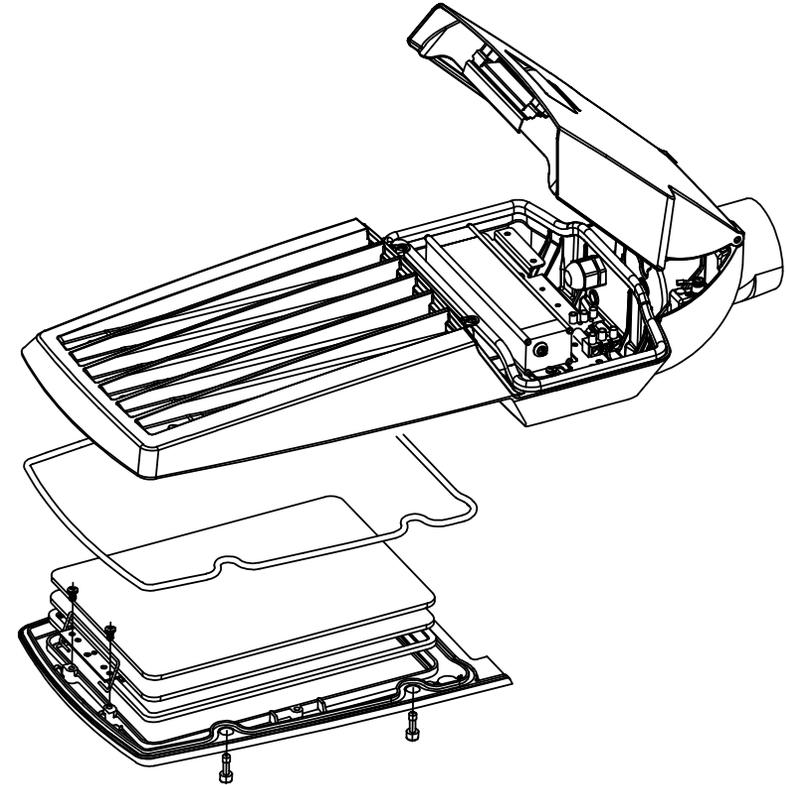
➤ Para la realización de los pedidos, la lista de de materiales que forman una luminaria es:

1. Base (Donde se presentan variaciones)
2. Conjunto de tapas
3. Módulo LED (Donde se presentan variaciones)
4. Vidrio de cierre
5. Juntas de silicona
6. Placa portaequipos
7. Driver
8. Tornillos



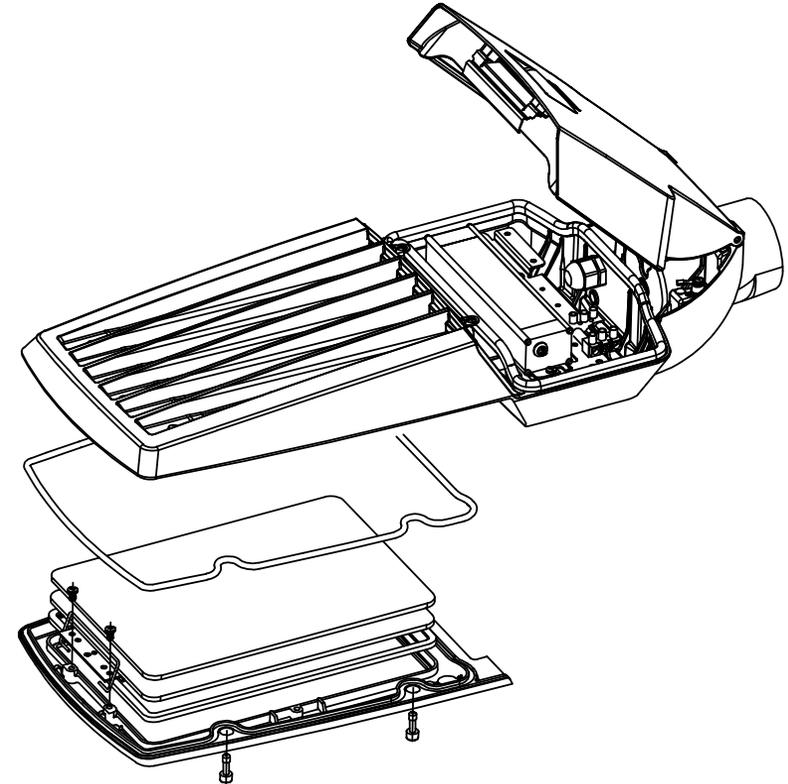
4.1. LISTA DE MATERIALES

| | |
|---|-------------------|
| A | Luminaria 16 LED |
| B | Luminaria 24 LED |
| C | Luminaria 40 LED |
| D | Luminaria 64 LED |
| E | Luminaria 128 LED |



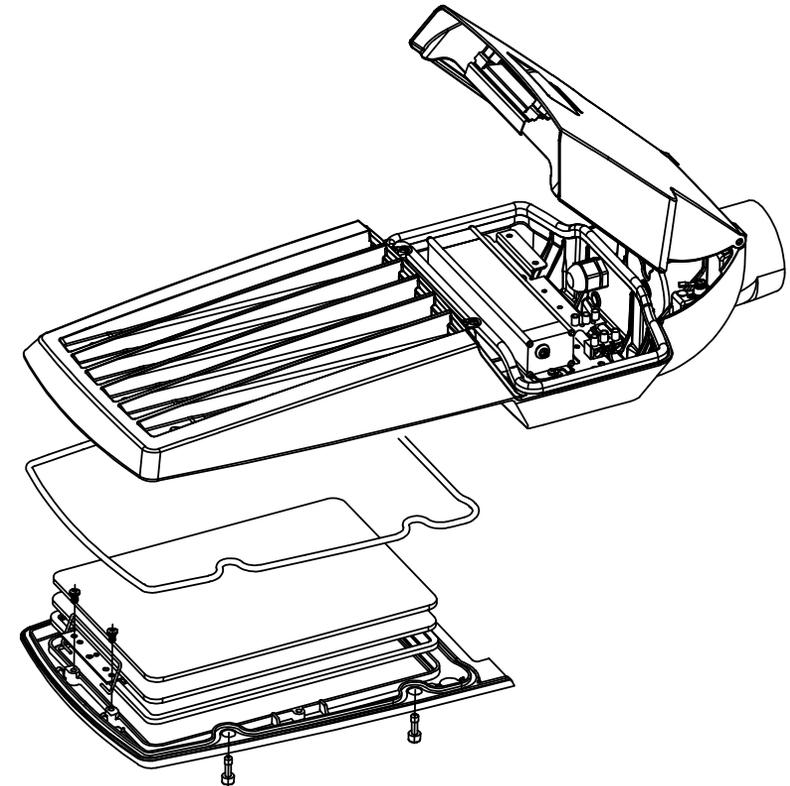
4.1. LISTA DE MATERIALES

| | |
|---|--------------------------------|
| S | Conjunto superior tapa grande |
| I | Conjunto superior tapa pequeña |
| J | Conjunto inferior 16 LED |
| K | Conjunto inferior 24 LED |
| L | Conjunto inferior 40 LED |
| M | Conjunto inferior 64 LED |
| N | Conjunto inferior 128 LED |



4.1. LISTA DE MATERIALES

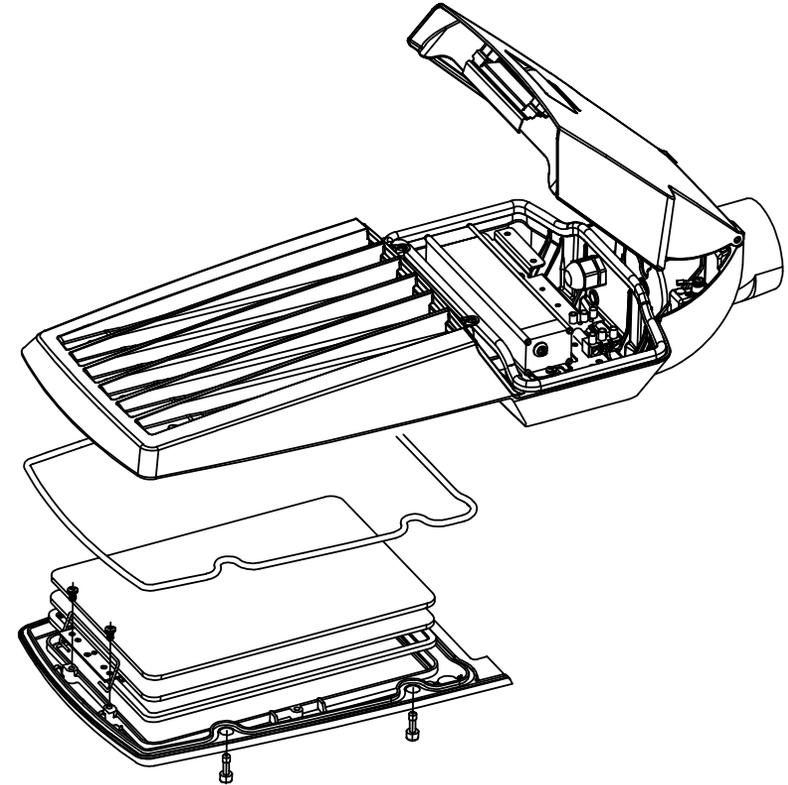
| | |
|----|----------------------|
| S1 | Base grande |
| I1 | Base pequeña |
| P1 | Tapa grupo eléctrico |
| P2 | Enchufable |
| P3 | Driver |
| P4 | Junta silicona |



4.1. LISTA DE MATERIALES

| | |
|----|----------------|
| J1 | Módulo 16 LED |
| K1 | Módulo 24 LED |
| L1 | Módulo 40 LED |
| M1 | Módulo 64 LED |
| N1 | Módulo 128 LED |

| | |
|----|-------------------|
| F1 | Juntas silicona |
| F2 | Tapa grupo óptico |
| F3 | Vidrio cierre |
| F4 | Tornillos |



4.1. LISTA DE MATERIALES

$$A = I + J$$

$$B = I + K$$

$$C = I + L$$

$$D = S + M$$

$$E = S + N$$

$$I = I_1 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$S = S_1 + P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

$$J = J_1 + 2 \cdot F_1 + F_2 + F_3 + 4 \cdot F_4$$

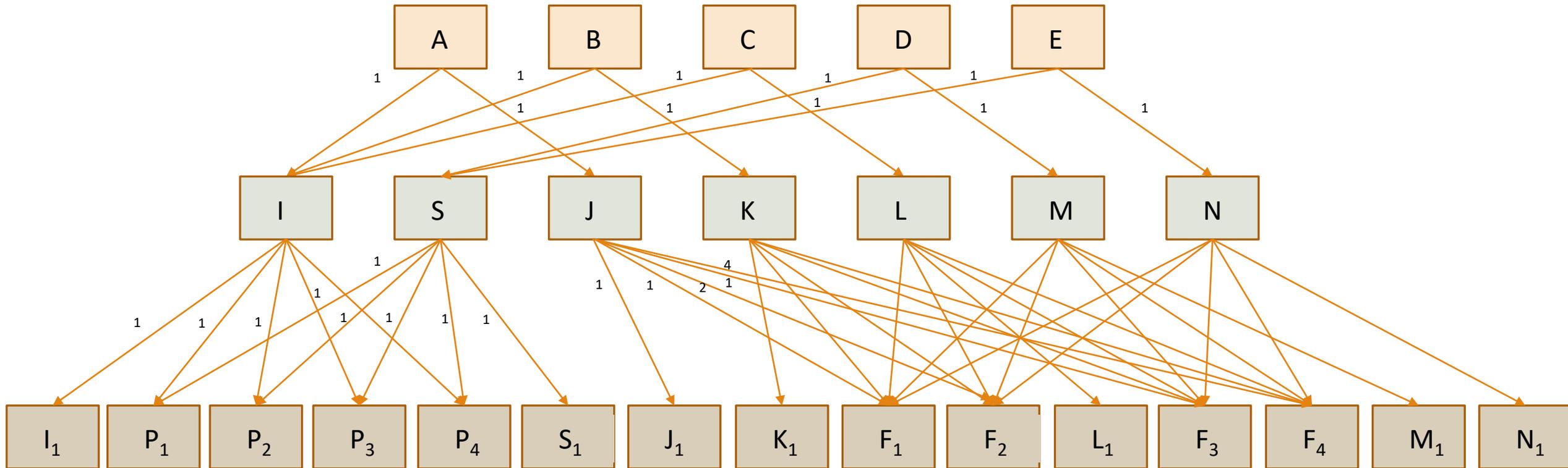
$$K = K_1 + 2 \cdot F_1 + F_2 + F_3 + 4 \cdot F_4$$

$$L = L_1 + 2 \cdot F_1 + F_2 + F_3 + 4 \cdot F_4$$

$$M = M_1 + 2 \cdot F_1 + F_2 + F_3 + 4 \cdot F_4$$

$$N = N_1 + 2 \cdot F_1 + F_2 + F_3 + 4 \cdot F_4$$

4.1. LISTA DE MATERIALES



4.2. LOTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE CONJUNTOS INFERIORES

| | Producto | Tipo de lote | Tamaño de lote | Plazo de entrega | Stock inicial |
|----|-------------------|--------------|----------------|------------------|---------------|
| F1 | Juntas silicona | Lote fijo | 20 | 1 semana | 13400 |
| F2 | Tapa grupo óptico | Lote fijo | 5 | 1 semana | 2328 |
| F3 | Vidrio cierre | Lote fijo | 10 | 1 semana | 2498 |
| F4 | Tornillos | Lote fijo | 50 | 1 semana | 13600 |

4.2. LOTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE CONJUNTOS INFERIORES

| | Producto | Tipo de lote | Tamaño de lote | Plazo de entrega | Stock inicial |
|----|----------------|--------------|----------------|------------------|---------------|
| J1 | Módulo 16 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 1325 |
| K1 | Módulo 24 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 560 |
| L1 | Módulo 40 LED | Lote fijo | 2 | 1 semana | 313 |
| M1 | Módulo 64 LED | Lote fijo | 2 | 1 semana | 400 |
| N1 | Módulo 128 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 3480 |

4.2. LOTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE CONJUNTOS SUPERIORES

| | Producto | Tipo de lote | Tamaño de lote | Plazo de entrega | Stock inicial |
|----|----------------------|--------------|----------------|------------------|---------------|
| P1 | Tapa grupo eléctrico | Lote fijo | 5 | 2 semanas | 5783 |
| P2 | Enchufable | Lote mínimo | 8 | 2 semanas | 4629 |
| P3 | Driver | Lote mínimo | 10 | 2 semanas | 4000 |
| P4 | Junta silicona | Lote fijo | 50 | 2 semanas | 4238 |

4.2. LOTIFICACIÓN DE COMPONENTES DE CONJUNTOS SUPERIORES

| | Producto | Tipo de lote | Tamaño de lote | Plazo de entrega | Stock inicial |
|----|-----------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| S1 | Base grande | Lote mínimo | 5 | 1 semana | 7312 |
| I1 | Base pequeña | Lote mínimo | 5 | 1 semana | 1000 |

4.3. MONTAJE DE LOS PRODUCTOS SEMIELABORADOS

| | Producto | Tipo de lote | Tamaño de lote | Plazo de entrega | Stock inicial |
|---|---------------------------|--------------|----------------|------------------|---------------|
| J | Conjunto inferior 16 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 375 |
| K | Conjunto inferior 24 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 500 |
| L | Conjunto inferior 40 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 0 |
| M | Conjunto inferior 64 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 125 |
| N | Conjunto inferior 128 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 1000 |

4.3. MONTAJE DE LOS PRODUCTOS SEMIELABORADOS

| | Producto | Tipo de lote | Tamaño de lote | Plazo de entrega | Stock inicial |
|---|--------------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| I | Conjunto superior tapa grande | Lote fijo | 1 | 1 semana | 875 |
| S | Conjunto superior tapa pequeña | Lote fijo | 1 | 1 semana | 1125 |

4.4. MONTAJE DE LOS PRODUCTOS FINALES

| | Producto | Tipo de lote | Tamaño de lote | Plazo de entrega | Stock inicial |
|---|-------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|
| A | Luminaria 16 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 0 |
| B | Luminaria 24 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 0 |
| C | Luminaria 40 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 0 |
| D | Luminaria 64 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 0 |
| E | Luminaria 128 LED | Lote fijo | 1 | 1 semana | 0 |

4.5. PLAN DE PRODUCCIÓN

Debido al tipo de demanda a la cuál está sujeto de manera inherente nuestro producto (pedidos grandes y de difícil predicción) se opta por producir bajo las premisas del JIT.

Siendo la demanda prevista para el primer trimestre de 2018:

| Mes | A | B | C | D | E |
|-----|------|------|------|------|------|
| 1 | 1500 | 2000 | 0 | 500 | 4000 |
| 2 | 1500 | 1000 | 2500 | 0 | 1000 |
| 3 | 2500 | 1500 | 500 | 3000 | 1000 |

Se descompone semanalmente de manera uniforme:

| Semana | A | B | C | D | E | Semana | A | B | C | D | E |
|--------|-----|-----|-----|-----|------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 375 | 500 | 0 | 125 | 1000 | 7 | 375 | 250 | 625 | 0 | 250 |
| 2 | 375 | 500 | 0 | 125 | 1000 | 8 | 375 | 250 | 625 | 0 | 250 |
| 3 | 375 | 500 | 0 | 125 | 1000 | 9 | 625 | 375 | 125 | 750 | 250 |
| 4 | 375 | 500 | 0 | 125 | 1000 | 10 | 625 | 375 | 125 | 750 | 250 |
| 5 | 375 | 250 | 625 | 0 | 250 | 11 | 625 | 375 | 125 | 750 | 250 |
| 6 | 375 | 250 | 625 | 0 | 250 | 12 | 625 | 375 | 125 | 750 | 250 |

4.6. ÓRDENES DE FABRICACIÓN Y APROVISIONAMIENTO

Primero se calcula la matriz de requerimientos directos en función de los materiales y subproductos que conforman el elaborado final:

| | A | B | C | D | E | I | S | J | K | L | M | N | I1 | P1 | P2 | P3 | P4 | S1 | J1 | K1 | F1 | F2 | L1 | F3 | F4 | M1 | N1 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

4.6. ÓRDENES DE FABRICACIÓN Y APROVISIONAMIENTO

A continuación se obtiene la matriz de requerimientos directos y transitivos. Esto se obtiene realizando la inversa de la matriz obtenida una vez restada la matriz de requerimientos directos a la identidad:

| | A | B | C | D | E | I | S | J | K | L | M | N | I1 | P1 | P2 | P3 | P4 | S1 | J1 | K1 | F1 | F2 | L1 | F3 | F4 | M1 | N1 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| B | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| C | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| E | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| S | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| J | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| L | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| M | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| I1 | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| P1 | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| P2 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | |
| P3 | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | | |
| P4 | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | |
| S1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | |
| J1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| K1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| F1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | |
| F2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | | |
| L1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| F3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| F4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | | |
| M1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| N1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 |

4.6. ÓRDENES DE FABRICACIÓN Y APROVISIONAMIENTO

A continuación se obtiene la matriz de requerimientos directos y transitivos. Esto se obtiene realizando la inversa de la matriz obtenida una vez restada la matriz de requerimientos directos a la identidad:

| | A | B | C | D | E | I | S | J | K | L | M | N | I1 | P1 | P2 | P3 | P4 | S1 | J1 | K1 | F1 | F2 | L1 | F3 | F4 | M1 | N1 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| F4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4 | -4 | -4 | -4 | -4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| M1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| N1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

4.6. ÓRDENES DE FABRICACIÓN Y PROVISIONAMIENTO

A continuación se obtiene la matriz de requerimientos directos y transitivos. Esto se obtiene realizando la inversa de la matriz obtenida una vez restada la matriz de requerimientos directos a la identidad:

| | A | B | C | D | E | I | S | J | K | L | M | N | I1 | P1 | P2 | P3 | P4 | S1 | J1 | K1 | F1 | F2 | L1 | F3 | F4 | M1 | N1 |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| A | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| D | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| E | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| F4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| M1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| N1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

4.6. ÓRDENES DE FABRICACIÓN Y APROVISIONAMIENTO

Una vez obtenida la matriz de requerimientos directos y transitivos, se define la matriz del plan de producción donde se definen las cantidades necesarias para satisfacer la demanda impuesta:

| Semana/Ítem | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 |
| B | 500 | 500 | 500 | 500 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| D | 125 | 125 | 125 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| E | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| I | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| P4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| S1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| M1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| N1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

4.6. ÓRDENES DE FABRICACIÓN Y APROVISIONAMIENTO

Realizando un producto matricial entre el plan de producción y la matriz de requerimientos directos y transitivos obtenemos la matriz de necesidades brutas:

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 |
| B | 500 | 500 | 500 | 500 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| D | 125 | 125 | 125 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| E | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| I | 875 | 875 | 875 | 875 | 1250 | 1250 | 1250 | 1250 | 1125 | 1125 | 1125 | 1125 |
| S | 1125 | 1125 | 1125 | 1125 | 250 | 250 | 250 | 250 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| J | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 |
| K | 500 | 500 | 500 | 500 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| L | 0 | 0 | 0 | 0 | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| M | 125 | 125 | 125 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| N | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| I1 | 875 | 875 | 875 | 875 | 1250 | 1250 | 1250 | 1250 | 1125 | 1125 | 1125 | 1125 |
| P1 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 2125 | 2125 |
| P2 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 2125 | 2125 |
| P3 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 2125 | 2125 |
| P4 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 2125 | 2125 |
| S1 | 1125 | 1125 | 1125 | 1125 | 250 | 250 | 250 | 250 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| J1 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 |
| K1 | 500 | 500 | 500 | 500 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| F1 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 4250 | 4250 | 4250 | 4250 |
| F2 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 2125 | 2125 |
| L1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| F3 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 2125 | 2125 |
| F4 | 8000 | 8000 | 8000 | 8000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 8500 | 8500 | 8500 | 8500 |
| M1 | 125 | 125 | 125 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| N1 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |

4.7. CÁLCULO DE ORDENES DE EMISIÓN DE COMPONENTES

| A | Stock Inicial | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------------------|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Necesidades brutas | | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 |
| Existencias previstas | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Necesidades netas | | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 |
| Órdenes plan de recepción | 0 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 |
| Ordenes plan de emisión | | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 |

A- Luminaria 16 LED

- Tamaño de lote: 1 unidad
- Plazo de entrega nulo

4.7. CÁLCULO DE ORDENES DE EMISIÓN DE COMPONENTES

| Epílogo nivel 0 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Semana/ítem | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| A | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 |
| B | 500 | 500 | 500 | 500 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| D | 125 | 125 | 125 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| E | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |

4.7. CÁLCULO DE ORDENES DE EMISIÓN DE COMPONENTES

| L | Stock Inicial | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------------|---------------|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Necesidades brutas | | 0 | 0 | 0 | 0 | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| Existencias en almacén | 0 | | | | | | | | | | | | |
| Existencias previstas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Necesidades netas | | 0 | 0 | 0 | 0 | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| Órdenes plan de recepción | | | | | | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| Ordenes plan de emisión | | 0 | 0 | 0 | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 | 0 |

L - Conjunto inferior 40 LED

- Tamaño de lote: 1 unidad
- Plazo de entrega de 1 semana

4.7. CÁLCULO DE ORDENES DE EMISIÓN DE COMPONENTES

| Epílogo nivel 1 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| Semana/Ítem | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| I | 875 | 875 | 875 | 1250 | 1250 | 1250 | 1250 | 1125 | 1125 | 1125 | 1125 | 0 |
| S | 1125 | 1125 | 1125 | 250 | 250 | 250 | 250 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0 |
| J | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 | 0 |
| K | 500 | 500 | 500 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 | 0 |
| L | 0 | 0 | 0 | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 | 0 |
| M | 125 | 125 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 750 | 750 | 750 | 750 | 0 |
| N | 1000 | 1000 | 1000 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 0 |

4.7. CÁLCULO DE ORDENES DE EMISIÓN DE COMPONENTES

| K1 | Stock Inicial | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------------------------|---------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Necesidades brutas | | 500 | 500 | 500 | 500 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| Existencias en almacén | 560 | | | | | | | | | | | | |
| Pendiente de recibir | 1000 | | | | | | | | | | | | |
| Existencias previstas | 1560 | 1060 | 560 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Necesidades netas | | 0 | 0 | 0 | 440 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| Órdenes plan de recepción | | | | | 440 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| Ordenes plan de emisión | | 440 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 | 0 | 0 | 0 |

K1-Módulo 24 LED

- Tamaño de lote: 1 unidad
- Plazo de entrega de 3 semana
- Unidades pendientes de recibir

4.7. CÁLCULO DE ORDENES DE EMISIÓN DE COMPONENTES

| Epílogo nivel 2 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|
| Semana/ítem | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| I1 | 750 | 875 | 875 | 1250 | 1250 | 1250 | 1250 | 1125 | 1125 | 1125 | 1125 | 0 |
| P1 | 220 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 212 | 4035 | 0 | 0 |
| P2 | 1376 | 2000 | 1504 | 1496 | 1496 | 1504 | 2120 | 2128 | 2128 | 2120 | 0 | 0 |
| P3 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2130 | 2120 | 2130 | 2120 | 0 | 0 |
| P4 | 1800 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2100 | 2150 | 2100 | 2150 | 0 | 0 |
| S1 | 0 | 0 | 690 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 2125 | 2125 | 0 |
| J1 | 175 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 | 0 | 0 | 0 |
| K1 | 440 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 | 0 | 0 | 0 |
| F1 | 0 | 0 | 2600 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 4260 | 4240 | 4260 | 4240 | 0 |
| F2 | 1675 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 2125 | 2125 | 0 |
| F3 | 1510 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2120 | 2130 | 2120 | 2130 | 0 |
| F4 | 8000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 8500 | 8500 | 8500 | 8500 | 0 | 0 | 0 |
| L1 | 0 | 312 | 626 | 624 | 626 | 124 | 126 | 124 | 126 | 0 | 0 | 0 |
| M1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 750 | 750 | 750 | 750 | 0 | 0 | 0 |
| N1 | 520 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 0 | 0 | 0 |

4.7. CÁLCULO DE ORDENES DE EMISIÓN DE COMPONENTES

| Epílogo final | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Semana/Ítem | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| A | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 |
| B | 500 | 500 | 500 | 500 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 |
| C | 0 | 0 | 0 | 0 | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 |
| D | 125 | 125 | 125 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| E | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| I | 875 | 875 | 875 | 1250 | 1250 | 1250 | 1250 | 1125 | 1125 | 1125 | 1125 | 0 |
| S | 1125 | 1125 | 1125 | 250 | 250 | 250 | 250 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 0 |
| J | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 | 0 |
| K | 500 | 500 | 500 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 | 0 |
| L | 0 | 0 | 0 | 625 | 625 | 625 | 625 | 125 | 125 | 125 | 125 | 0 |
| M | 125 | 125 | 125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 750 | 750 | 750 | 750 | 0 |
| N | 1000 | 1000 | 1000 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 0 |
| I1 | 750 | 875 | 875 | 1250 | 1250 | 1250 | 1250 | 1125 | 1125 | 1125 | 1125 | 0 |
| P1 | 220 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 212 | 4035 | 0 | 0 |
| P2 | 1376 | 2000 | 1504 | 1496 | 1496 | 1504 | 2120 | 2128 | 2128 | 2120 | 0 | 0 |
| P3 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2130 | 2120 | 2130 | 2120 | 0 | 0 |
| P4 | 1800 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2100 | 2150 | 2100 | 2150 | 0 | 0 |
| S1 | 0 | 0 | 690 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 2125 | 2125 | 0 |
| J1 | 175 | 375 | 375 | 375 | 375 | 625 | 625 | 625 | 625 | 0 | 0 | 0 |
| K1 | 440 | 250 | 250 | 250 | 250 | 375 | 375 | 375 | 375 | 0 | 0 | 0 |
| F1 | 0 | 0 | 2600 | 3000 | 3000 | 3000 | 3000 | 4260 | 4240 | 4260 | 4240 | 0 |
| F2 | 1675 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2125 | 2125 | 2125 | 2125 | 0 |
| L1 | 1510 | 2000 | 2000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 2120 | 2130 | 2120 | 2130 | 0 |
| F3 | 8000 | 6000 | 6000 | 6000 | 6000 | 8500 | 8500 | 8500 | 8500 | 0 | 0 | 0 |
| F4 | 0 | 312 | 626 | 624 | 626 | 124 | 126 | 124 | 126 | 0 | 0 | 0 |
| M1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 750 | 750 | 750 | 750 | 0 | 0 | 0 |
| N1 | 520 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 0 | 0 | 0 |

5. GESTIÓN DE STOCKS



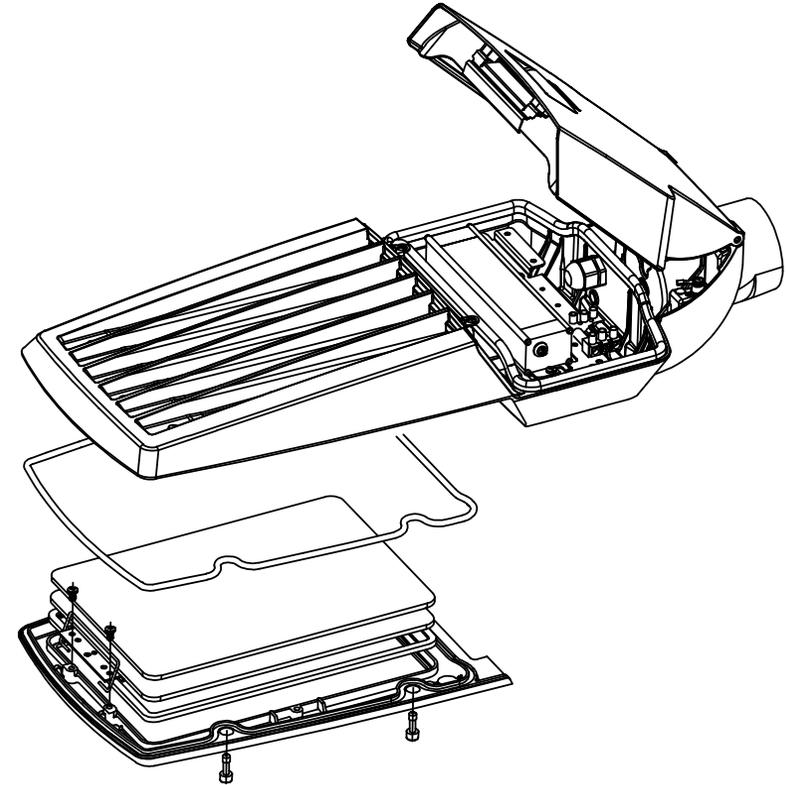
Una vez realizado el MRP y sabiendo el modo en que la compañía debe de aprovisionarse, se estudia el sistema de gestión de stocks a implantar considerando los costes de lanzamiento, adquisición, posesión y rotura.

Para ello se va a hacer un estudio de las distintas vías de envío de pedidos así como los posibles lugares donde almacenar el producto. Una vez obtenida esta información y sus respectivos costes, se realizarán los cálculos pertinentes para valorar el resultado obtenido.

5.1. DATOS DE PARTIDA

| | |
|----|----------------|
| J1 | Módulo 16 LED |
| K1 | Módulo 24 LED |
| L1 | Módulo 40 LED |
| M1 | Módulo 64 LED |
| N1 | Módulo 128 LED |

| | |
|----|-------------------|
| F1 | Juntas silicona |
| F2 | Tapa grupo óptico |
| F3 | Vidrio cierre |
| F4 | Tornillos |



5.1. DATOS DE PARTIDA

➤ Se dispone de la demanda trimestral de 3 tipos de luminarias: 16, 24 y 40 leds.

| Semana | J1 | K1 | L1 |
|--------|-----|-----|-----|
| 1 | 175 | 440 | 0 |
| 2 | 375 | 250 | 312 |
| 3 | 375 | 250 | 626 |
| 4 | 375 | 250 | 624 |
| 5 | 375 | 250 | 626 |
| 6 | 625 | 375 | 124 |
| 7 | 625 | 375 | 126 |
| 8 | 625 | 375 | 124 |
| 9 | 625 | 375 | 126 |
| 10 | 0 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 |

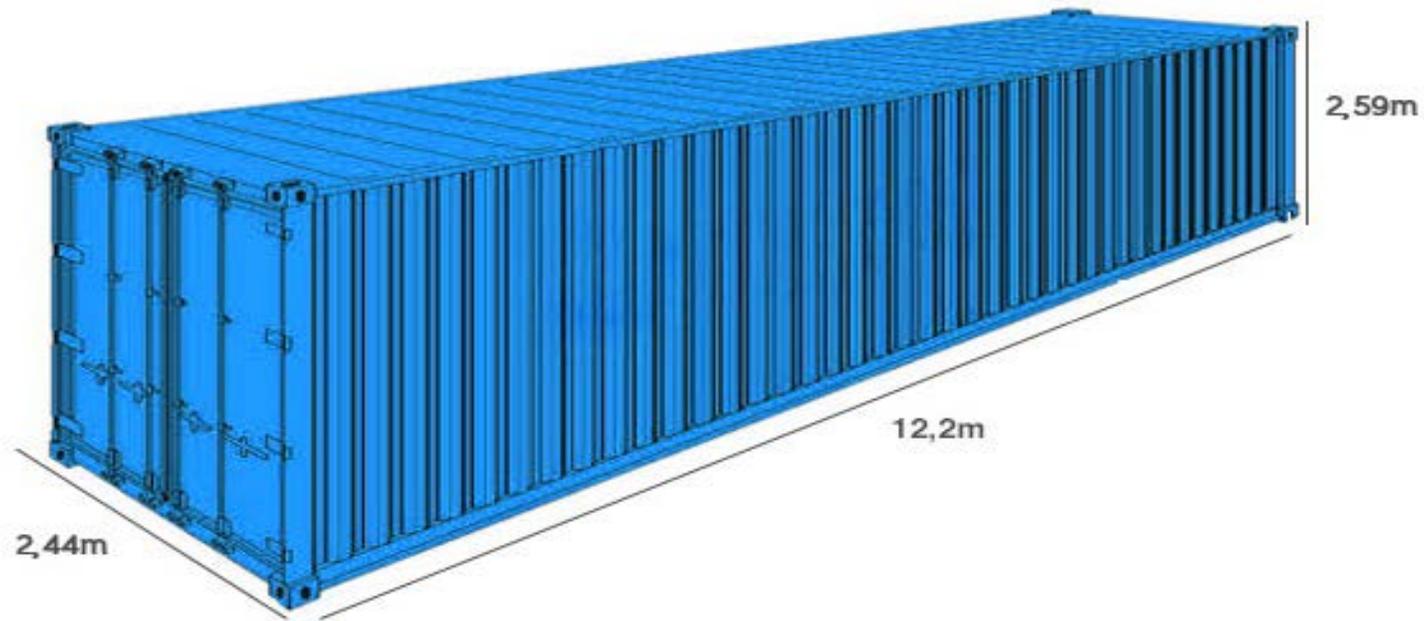
5.1. DATOS DE PARTIDA

- El plazo de entrega, para todos los productos, es de 3 semanas.
- En caso de rotura, se comprará el producto a Simon, con el consecuente coste íntegro del producto.

| Luminaria | Precio de nuestro producto | Precio SIMON |
|-----------|----------------------------|--------------|
| 16 LEDS | 350 € | 400 € |
| 24 LEDS | 400 € | 460 € |
| 40 LEDS | 450 € | 520 € |

5.1. DATOS DE PARTIDA

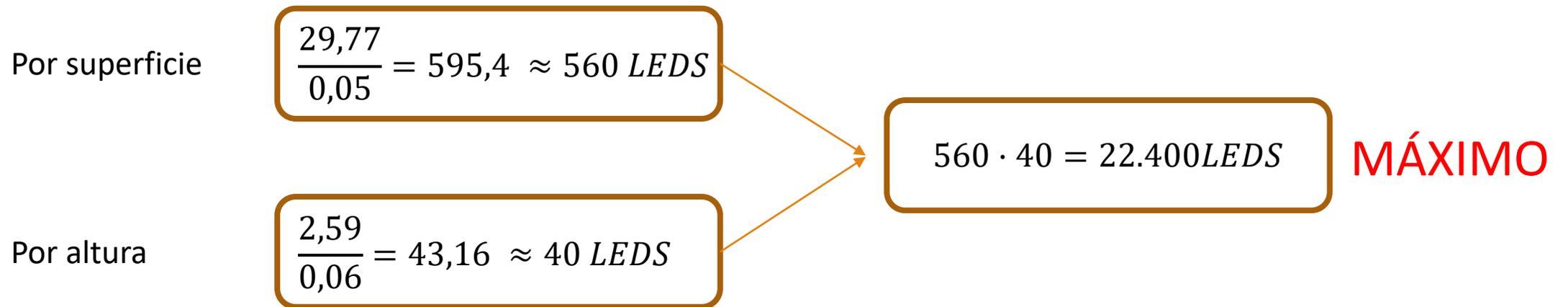
- El envío de productos se realizará desde Shanghái, con un coste de 860 € por viaje, transporte terrestre incluido.
- El contenedor de transporte será estándar de 40 pies.



5.1. DATOS DE PARTIDA

➤ El tamaño de las luminarias LED es de 200X250x60 mm.

| Elemento | Superficie |
|------------|----------------------|
| Contenedor | 29,77 m ² |
| LED | 0,05 m ² |



5.1. DATOS DE PARTIDA

- El coste de alquiler de superficie en Barcelona se sitúa en torno a los 25 €/m².
- Con las medidas expuestas anteriormente y considerando la altura de los LEDS, el precio de almacenaje por unidad por trimestre es de 0,21 €/ud·trim.
- Los almacenes se pueden contratar por espacio, de 1 m² hasta 200 m².

5.1. DATOS DE PARTIDA

➤ A modo de resumen:

| Objeto | Lotificación (uds) | Plazo Entrega (semanas) | Coste rotura (€/ud) | Coste almacenamiento (€/ud·trim) | Coste transporte (€) | Coste Adquisición (€/ud) |
|----------------|--------------------|-------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------------|
| Panel 16 LED's | 1 | 3 | 400 | 0,21 | 860 | 30 |
| Panel 24 LED's | 1 | 3 | 460 | 0,21 | | 40 |
| Panel 40 LED'S | 2 | 3 | 520 | 0,21 | | 50 |

5.2. EOQ. Resolución lotes estáticos

➤ Para la resolución, se aplica la regla de Harris-Wilson.

1. Tamaño de lote

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot C_A \cdot D}{C_h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 860 \cdot 9.803}{0,21}} = 8.960,54 \approx \boxed{9.802uds.}$$

← Inferior al máximo de 22.400 LEDs

2. Frecuencia de reposición

$$v = \frac{D}{Q} = \frac{9.802}{8.960,51} \approx \boxed{1 \text{ orden/trimestre}}$$

3. Tiempo de ciclo

$$T = \frac{1}{v} = \frac{1}{1} \approx \boxed{12 \text{ semanas}}$$

5.2. EOQ. Resolución lotes estáticos

- Para la resolución, se aplica la regla de Harris-Wilson.
 - La lotificación de cada pedido es de 1 unidad para el caso de la luminaria de 16 y 24 LED y de 2 unidades para el caso de la luminaria de 40 LED.
 - En cada pedido se solicitará:

| Elemento | Demanda |
|----------|---------|
| 16 LED | 4.176 |
| 24 LED | 2.940 |
| 40 LED | 2.686 |

5.2. EOQ. Resolución lotes estáticos

➤ Para la resolución, se aplica la regla de Harris-Wilson.

| Periodo t | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| d_t | 615 | 937 | 1251 | 1249 | 1251 | 1124 | 1126 | 1124 | 1125 | 0 | 0 | 0 |
| Q_t | 9802 | | | | | | | | | | | |
| I_t | 9187 | 8250 | 6999 | 5750 | 4499 | 3375 | 2249 | 1125 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C_t | 1020,77 | 144,38 | 122,48 | 100,63 | 78,73 | 59,06 | 39,36 | 19,69 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

➤ Demanda discreta

$$C = \sum_{\forall t} C_t = 1.585,10 \text{ €}$$

➤ Demanda continua

$$C = c_h \cdot Q = 2.058,42 \text{ €}$$

5.3. EOQ. Tasa de producción finita

- En este caso, los elementos que se demandan son las luminarias finales, en el mismo supuesto de 16, 24 y 40 LED'S.
- Los datos de partida son:

| Objeto | Codificación | Plazo Fabricación (día) | Coste rotura (€/ud) | Coste almacenamiento (€/ud·trim) |
|--------------------|--------------|-------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Luminaria 16 LED's | A | 1 | 400 | 0,21 |
| Luminaria 24 LED's | B | 1 | 460 | 0,21 |
| Luminaria 40 LED'S | C | 1 | 520 | 0,21 |

- La producción máxima será de 1.250 uds semanales.

5.3. EOQ. Tasa de producción finita

➤ La demanda será la siguiente:

| Semana | A | B | C |
|--------|-----|-----|-----|
| 1 | 375 | 500 | 0 |
| 2 | 375 | 500 | 0 |
| 3 | 375 | 500 | 0 |
| 4 | 375 | 500 | 0 |
| 5 | 375 | 250 | 625 |
| 6 | 375 | 250 | 625 |
| 7 | 375 | 250 | 625 |
| 8 | 375 | 250 | 625 |
| 9 | 625 | 375 | 125 |
| 10 | 625 | 375 | 125 |
| 11 | 625 | 375 | 125 |
| 12 | 625 | 375 | 125 |

5.3. EOQ. Tasa de producción finita

➤ Para la resolución, se aplica la regla de Harris-Wilson.

1. Tamaño de lote

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot C_A \cdot D}{C_h \cdot \left(1 - \frac{D}{P}\right)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 100 \cdot 13.000}{0,21 \cdot \left(1 - \frac{13.000}{15.000}\right)}} = 9.636,24 \approx \boxed{6.500 \text{ uds.}}$$

2. Frecuencia de reposición

$$v = \frac{D}{Q} = \frac{13.000}{9.636,24} \approx \boxed{2 \text{ órdenes/trimestre}}$$

3. Tiempo de ciclo

$$T = \frac{1}{v} = \frac{1}{2} \approx \boxed{6 \text{ semanas}}$$

5.3. EOQ. Tasa de producción finita

- Para la resolución, se aplica la regla de Harris-Wilson.
 - En cada lote se fabricará:

| Elemento | Fabricación |
|------------------|-------------|
| Luminaria 16 LED | 2.750 |
| Luminaria 24 LED | 2.250 |
| Luminaria 40 LED | 1.500 |

5.3. EOQ. Tasa de producción finita

➤ Para la resolución, se aplica la regla de Harris-Wilson.

| Periodo t | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
| d_t | 875 | 875 | 875 | 875 | 1250 | 1250 | 1250 | 1250 | 1125 | 1125 | 1125 | 1125 |
| Q_t | 6500 | | | | | 6500 | | | | | | |
| I_t | 5625 | 4750 | 3875 | 3000 | 1750 | 7000 | 5750 | 4500 | 3375 | 2250 | 1125 | 0 |
| C_t | 198,44 | 83,13 | 67,81 | 52,50 | 30,63 | 222,50 | 100,63 | 78,75 | 59,06 | 39,38 | 19,69 | 0,00 |

➤ Demanda discreta

$$C = \sum_{\forall t} C_t = 952,5 \text{ €}$$

➤ Demanda continua

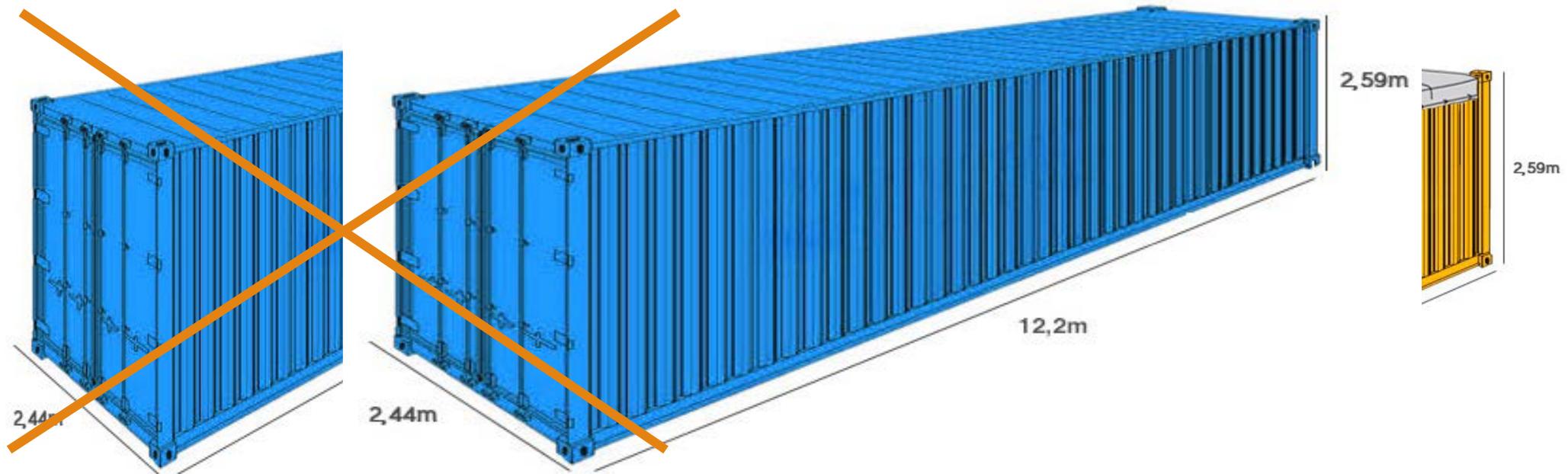
$$C = c_h \cdot Q \cdot \left(1 - \frac{D}{P}\right) = 1.365 \text{ €}$$

5.4. PROBLEMÀTICA

A pesar de que el sistema de gestión de stocks era funcional en un principio, se han producido algunas limitaciones con el paso del tiempo que obligan a la modificación de este.

5.5. LIMITACIONES

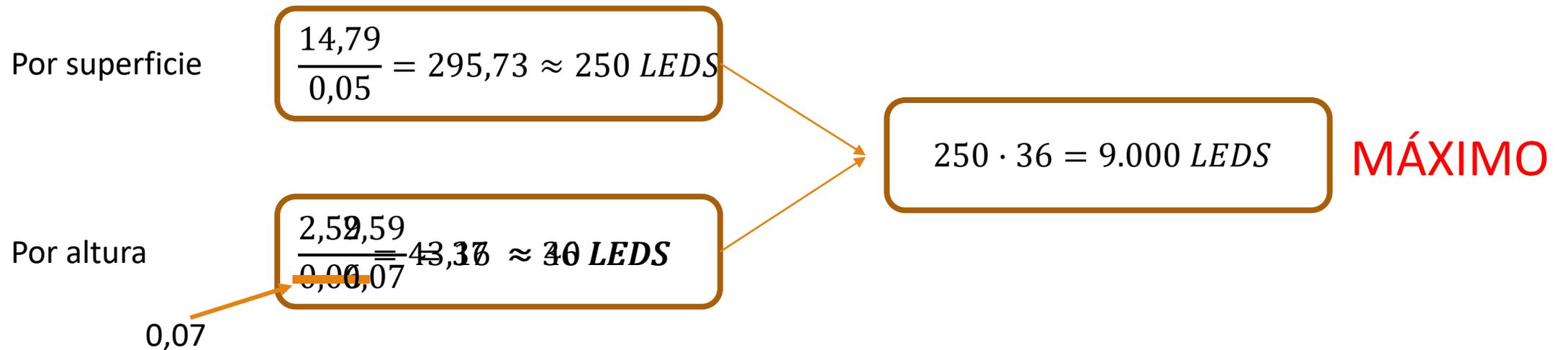
- El envío de productos se realizará desde Shanghái, con un coste de ~~860 €~~ ^{500 €} por viaje, transporte terrestre incluido.
- El contenedor de transporte será estándar de ~~40~~ ²⁰ pies.



5.5. LIMITACIONES

- El tamaño de las luminarias LED es de 200X250x60 mm.

| Elemento | Superficie |
|------------|---|
| Contenedor | 20,77 m² 14,79 m ² |
| LED | 0,05 m ² |



5.5. LIMITACIONES

➤ Para la resolución, se aplica la regla de Harris-Wilson.

1. Tamaño de lote

$$Q = \sqrt{\frac{2 \cdot C_A \cdot D}{C_h}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 500 \cdot 9.802}{0,21}} = 9.801,54 \approx \boxed{4.901 \text{ uds.}}$$

Superior a los 9.000 LEDS por limitación de transporte

2. Frecuencia de reposición

$$v = \frac{D}{Q} = \frac{4.901}{9.801,51} \approx \boxed{2 \text{ órdenes/trimestre}}$$

3. Tiempo de ciclo

$$T = \frac{1}{v} = \frac{1}{2} \approx \boxed{6 \text{ semanas}}$$

5.5. LIMITACIONES

➤ Para la resolución, se aplica la regla de Harris-Wilson.

| Periodo t | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| d_t | 615 | 937 | 1251 | 1249 | 1251 | 1124 | 1126 | 1124 | 1125 | 0 | 0 | 0 |
| Q_t | 4901 | | | | | | 4901 | | | | | |
| I_t | 4286 | 3349 | 2098 | 849 | -402 | -1124 | 3775 | 2651 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 |
| Compra (€) | | | | | 209040 | 584480 | | | | | | |
| C_t | 189175,01 | 58,61 | 36,72 | 14,86 | 209032,97 | 584460,33 | 189166,06 | 46,39 | 26,71 | 26,71 | 26,71 | 26,71 |

➤ Demanda discreta

Comprar a SIMON para no diferir demanda

$$C = \sum_{\forall t} C_t = 1.172.097,76 \text{ €}$$

➤ Demanda continua

$$C = C_U \cdot Q + C_{simon} \cdot Q_{simon} + c_h \cdot Q = 1.067.297,52 \text{ €}$$

5.5. LIMITACIONES

- Además, debido a problemas de liquidez, el departamento de finanzas impone como limitación económica:



Máximo gasto semanal: 200.000 €. El presupuesto no será acumulativo de semana a semana, si no que se destinará a otras partidas en caso de cumplir con el tope semanal.

5.5. LIMITACIONES

➤ Para la resolución, se aplica la regla de Harris-Wilson.

| Periodo t | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| d_t | 615 | 937 | 1251 | 1249 | 1251 | 1124 | 1126 | 1124 | 1125 | 0 | 0 | 0 |
| Q_t | 4901 | | | | | | 4901 | | | | | |
| I_t | 4286 | 3349 | 2098 | 849 | -402 | -1124 | 3775 | 2651 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 |
| Compra (€) | | | | | 209040 | 584480 | | | | | | |
| C_t | 189175,01 | 58,61 | 36,72 | 14,86 | 209032,97 | 584460,33 | 189166,06 | 46,39 | 26,71 | 26,71 | 26,71 | 26,71 |

Superan el máximo establecido por finanzas

5.5. LIMITACIONES

➤ Para la resolución, se aplica la regla de Harris-Wilson.

| Periodo t | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|------------|-----------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| d_t | 615 | 937 | 1251 | 1249 | 1251 | 1124 | 1126 | 1124 | 1125 | 0 | 0 | 0 |
| Q_t | 4901 | | | | | | 4901 | | | | | |
| I_t | 4286 | 3349 | 2413 | 1607 | 740 | 0 | 3775 | 2651 | 1526 | 1526 | 1526 | 1526 |
| Compra (U) | | | 315 | 443 | 384 | 384 | | | | | | |
| Compa (€) | | | 142030,35 | 199744,27 | 173141,76 | 173141,76 | | | | | | |
| C_t | 189175,01 | 58,61 | 142072,58 | 199772,39 | 173154,71 | 173141,76 | 189166,06 | 46,39 | 26,71 | 26,71 | 26,71 | 26,71 |

➤ Demanda discreta

$$C = \sum C_t = 1.066.694,35 \text{ €}$$

Se cumple el máximo establecido por finanzas

➤ Demanda continua

$$C = C_U \cdot Q + C_{simon} \cdot Q_{simon} + c_h \cdot Q = 1.067.297,52 \text{ €}$$

5.5. LIMITACIONES

➤ Para la resolución, se aplica la regla de Harris-Wilson.

| Periodo t | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|-----------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| d_t | 615 | 937 | 1251 | 1249 | 1251 | 1124 | 1126 | 1124 | 1125 | 0 | 0 | 0 |
| Q_t | 4901 | | | | 4901 | | | | | | | |
| I_t | 4286 | 3349 | 2098 | 849 | 4499 | 3375 | 2249 | 1125 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Compra | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C_t | 189175,01 | 58,61 | 36,72 | 14,86 | 189178,73 | 59,06 | 39,36 | 19,69 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

➤ Demanda discreta

$$C = \sum_{\forall t} C_t = 378.582,03 \text{ €}$$

El stock final será de 0, acarreando un menor coste

➤ Demanda continua

$$C = C_U \cdot Q + C_{simon} \cdot \frac{Q}{simon} + C_h \cdot Q = 379.239,38 \text{ €}$$

No se supera el máximo establecido por finanzas

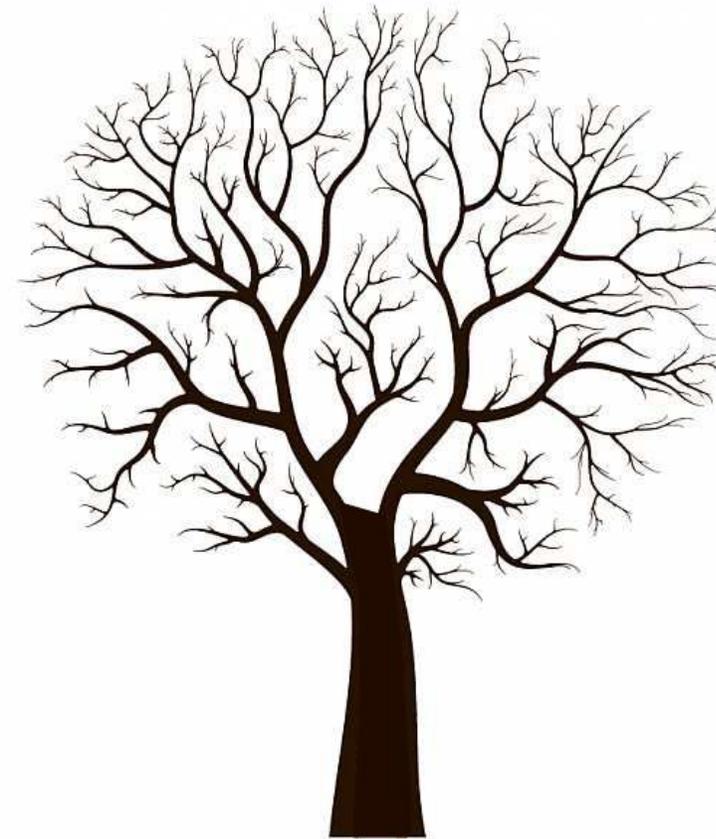
5.5. LIMITACIONES

Con miras al futuro y tener conocimiento sobre posibles sucesos que alteren el último sistema de gestión de stocks planteado, se estudia posibles limitaciones extras que pueden ocurrir y se llega a las siguientes ideas:

- Limitar el número de viajes trimestrales.
- Incremento del plazo de entrega por control aduanero.
- Limitación de lote máximo por transporte del puerto a almacén.

6. PROGRAMACIÓ DE OPERACIONES

Finalmente, y debido a problemas por un temporal, el ayuntamiento solicita una gran cantidad de luminarias de los 5 tipos que se disponen. Es por ello que conociendo el proceso de ensamblaje, los recursos y las variaciones que existen, se lleva a cabo una programación de las operaciones de la manera más óptima posible.



6.1 DATOS DE PARTIDA

Para llevar a cabo el proceso de ensamblaje, los recursos necesarios y las consiguientes actividades son los siguientes:

- M1. (Operario 1). Lleva a cabo la recogida de las distintas piezas y las sitúa en la cinta transportadora para que se inicie su recorrido.
- M2. (Operario 2). Se encarga de colocar las piezas para el ensamblaje.
- M3. (Robot colaborativo). Ensambla el conjunto de piezas.
- M4. (Robot colaborativo). Realiza el atornillado del conjunto una vez se ha ensamblado este.
- M5. (Operario 3). Se encarga de situar el ensamblaje, ya realizado, en la máquina de control de calidad.
- M6. (Máquina de control de calidad). Realiza el control de calidad del producto.

6.1 DATOS DE PARTIDA

Los tiempos de operación para cada una de estas son los siguientes:

| Actividad/Modelo | 16 | 24 | 40 | 64 | 128 |
|--|----|----|----|----|-----|
| M1. Recogida piezas | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| M2. Colocar piezas para ensamblaje | 20 | 20 | 20 | 24 | 24 |
| M3. Ensamblaje del conjunto | 23 | 21 | 19 | 17 | 15 |
| M4. Atornillado del conjunto | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| M5. Situar ensamblaje en máquina de control de calidad | 13 | 13 | 13 | 15 | 15 |
| M6. Control calidad | 50 | 48 | 45 | 40 | 30 |

*Los tiempos de las operaciones se encuentran en segundos

6.2 RESOLUCIÓN (A. JOHNSON)

Para llevar a cabo la resolución a partir del algoritmo de Johnson, se simplifica el conjunto de máquinas en dos máquinas virtuales.

| Actividad/Modelo | 16 | 24 | 40 | 64 | 128 |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|
| M1. Recogida piezas | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| M2. Colocar piezas para ensamblaje | 20 | 20 | 20 | 24 | 24 |
| M3. Ensamblaje del conjunto | 23 | 21 | 19 | 17 | 15 |
| M4. Atornillado del conjunto | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| M5. Situar ensamblaje en máquina de control de calidad | 13 | 13 | 13 | 15 | 15 |
| M6. Control calidad | 50 | 48 | 45 | 40 | 30 |
| MV ₁ | 96 | 94 | 92 | 96 | 94 |
| MV ₂ | 116 | 112 | 107 | 106 | 94 |

6.2 RESOLUCIÓN (A. JOHNSON)

Se ordenan las actividades en función del tiempo que tardan en cada máquina.

| Actividad/Modelo | 16 | 24 | 40 | 64 | 128 |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| MV ₁ | 96 | 94 | 92 | 96 | 94 |
| MV ₂ | 116 | 112 | 107 | 106 | 94 |
| | 5a | 2a | 1a | 4a | 3a |

6.2 RESOLUCIÓN (A. JOHNSON)

Se ordenan las actividades en función del tiempo que tardan en cada máquina.

| Actividad/Modelo | 40 | 24 | 128 | 64 | 16 |
|--|----|----|-----|----|----|
| M1. Recogida piezas | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| M2. Colocar piezas para ensamblaje | 20 | 20 | 24 | 24 | 20 |
| M3. Ensamblaje del conjunto | 19 | 21 | 15 | 17 | 23 |
| M4. Atornillado del conjunto | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| M5. Situar ensamblaje en máquina de control de calidad | 13 | 13 | 15 | 15 | 13 |
| M6. Control calidad | 45 | 48 | 30 | 40 | 50 |

6.2 RESOLUCIÓN (A. JOHNSON)

Finalmente, se lleva establecen los tiempos para observar el máximo

| | 40 | 24 | 128 | 64 | 16 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| $C_{1,i}$ | 30 | 60 | 90 | 120 | 150 |
| $C_{2,i}$ | 50 | 80 | 114 | 144 | 170 |
| $C_{3,i}$ | 69 | 101 | 129 | 161 | 193 |
| $C_{4,i}$ | 79 | 111 | 139 | 171 | 203 |
| $C_{5,i}$ | 92 | 124 | 154 | 186 | 216 |
| $C_{6,i}$ | 137 | 185 | 215 | 255 | 305 |

Cota mínima de Johnson

6.2 RESOLUCIÓN (COTAS DE MÁQUINA)

En el siguiente método, se calcula la cota de cada máquina, quedándonos finalmente con la de mayor valor a partir de la siguiente formulación:

- Máquina 1 (primera)
- Máquina 6 (última)
- Máquina k ($1 < k < 6$) +

6.2 RESOLUCIÓN (COTAS DE MÁQUINA)

En el siguiente método, se calcula la cota de cada máquina, quedándonos finalmente con la de mayor valor a partir de la siguiente formulación:

➤ Máquina 1:

$$(30+30+30+30+30) + \min \{(20+19+10+13+45), (20,21,10,13,48), (24,15,10,15,30), (24+17+10+15+40), (20,23,10,13,50)\} = 244$$

➤ Máquina 6:

$$(45,48,30,40,50) + \min \{(30+20+19+10+13), (30+20,21,10,13), (30+24,15,10,15), (30+24+17+10+15), (30+20,23,10,13)\} = 305$$

➤ Máquina 2:

$$(20+20+24+24+20) + \min\{30,30,30,30,30\} + \min \{(19+10+13+45), (21+10+13+48), (24+15+10+15), (17+10+15+30), (23+10+13+50)\} = 208$$

6.2 RESOLUCIÓN (COTAS DE MÁQUINA)

El resultado de las cotas para cada una de las máquinas es:

| Máquina | Cota |
|---------|------|
| M1 | 244 |
| M2 | 208 |
| M3 | 200 |
| M4 | 164 |
| M5 | 178 |
| M6 | 305 |

Cota máxima

La cota de máquina máxima es igual a la cota de Johnson, por lo que vemos que esta no podría mejorarse.

6.2 RESOLUCIÓN (BRANCH AND BOUND)

Por último, se resuelve el problema mediante el método Branch and Bound.

Nivel t=1

$$\pi(1) = (16) \rightarrow LB_6(\pi(1)) = 146 + (48 + 45 + 40 + 30) = 309$$

$$\pi(1) = (24) \rightarrow LB_6(\pi(1)) = 142 + (50 + 45 + 40 + 30) = 307$$

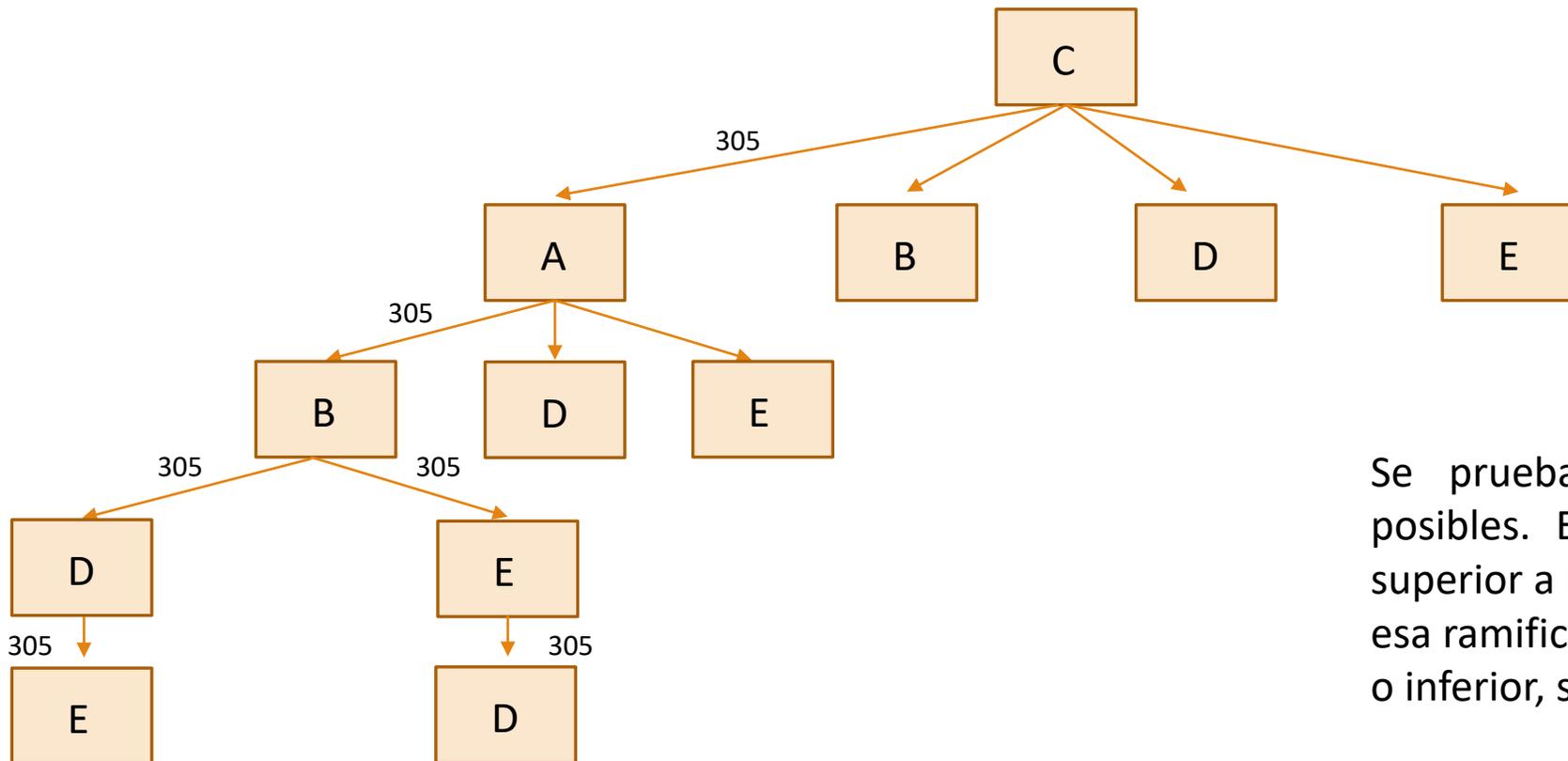
$$\pi(1) = (40) \rightarrow LB_6(\pi(1)) = 137 + (50 + 48 + 40 + 30) = 305 \leftarrow \text{No mejora Johnson}$$

$$\pi(1) = (64) \rightarrow LB_6(\pi(1)) = 136 + (50 + 48 + 45 + 30) = 309$$

$$\pi(1) = (128) \rightarrow LB_6(\pi(1)) = 124 + (50 + 48 + 45 + 40) = 307$$

6.2 RESOLUCIÓN (BRANCH AND BOUND)

Desarrollamos a partir de la luminaria de 40 LEDs.



Se prueban todas las combinaciones posibles. En caso de que el valor sea superior a la cota de Johnson, se descarta esa ramificación. En caso de que sea igual o inferior, se continúa desarrollando

6.2 RESOLUCIÓN (BRANCH AND BOUND)

Desarrollamos a partir de la luminaria de 40 LEDS. El desarrollo de las opciones nos ha indicado que, si comenzamos con la luminaria de 40 LEDS, es indiferente por donde proseguir ya que todas las cotas son de 305.

| Vía | Valor |
|-----------|-------|
| C-A-B-D-E | 305 |
| C-A-B-E-D | 305 |
| C-A-D-B-E | 305 |
| C-A-D-E-B | 305 |
| C-A-E-B-D | 305 |
| C-A-E-D-B | 305 |

| Vía | Valor |
|-----------|-------|
| C-B-A-D-E | 305 |
| C-B-A-E-D | 305 |
| C-B-D-A-E | 305 |
| C-B-D-E-A | 305 |
| C-B-E-A-D | 305 |
| C-B-E-D-A | 305 |

| Vía | Valor |
|-----------|-------|
| C-D-A-B-E | 305 |
| C-D-A-E-B | 305 |
| C-D-B-A-E | 305 |
| C-D-B-E-A | 305 |
| C-D-E-A-B | 305 |
| C-D-E-B-A | 305 |

| Vía | Valor |
|-----------|-------|
| C-E-A-B-D | 305 |
| C-E-A-D-B | 305 |
| C-E-B-A-D | 305 |
| C-E-B-D-A | 305 |
| C-E-D-A-B | 305 |
| C-E-D-B-A | 305 |



Proyecto Luminarias LED – *BUSINESS CASE*

ANELL ESPAR, Josep
DELMÀS ORIACH, Eduard
GONZÁLEZ QUINTERO, Marc
MARTÍNEZ AZCONA, Mario
REBOLLO MARÍN, Arnau
RODRÍGUEZ RIQUEIRO, Fco. Javier