

Máster Ciencia y Tecnología de los Materiales

Estudio de la capacidad de almacenaje de láminas de vidrio en un almacén y de sus caballetes

Trabajo Fin del Máster de Ciencia y Tecnología de los Materiales

Julio 2016

Autor: **Covadonga Crespo Noval**

Tutor del proyecto: *Antonio Bascones Paramio*

Tutor académico: *Inés Fernández Pariente*



Índice del trabajo

1.	Introducción	5
2.	Estado del conocimiento.....	7
2.1	Introducción al proceso de fabricación (Saint-Gobain, 2016).....	7
2.2	Los caballetes	8
3.	Procedimiento experimental y análisis de resultados	13
3.1	Comienzo del estudio, toma de contacto	13
3.2	Recuento de los modelos de los caballetes	13
3.3	Calculo de la capacidad de los caballetes	17
3.3.1	Tablas definitivas de la capacidad de cada uno de los caballetes.....	19
3.4	Capacidad total del almacén	28
4.	Conclusiones.....	31
5.	Anexos.....	32
5.1	Plano en Excel zona DLF (naves 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17)	32
5.2	Plano en Excel zona PLF (naves 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7).....	32
5.3	Plano en AutoCAD del almacén completo	33
6.	Bibliografía	34



Índice de las figuras

Figura 1: Pletina de acero soldada a la estructura para que se pueda atornillar al suelo	5
Figura 2: Fusible montando en una pata de un caballete.....	5
Figura 3: Fusible desplazado de su lugar.....	6
Figura 4: gráfico del tanto por ciento de los componentes del vidrio	7
Figura 5: proceso de fabricación del vidrio plano (Aula tecnológica, 2016).	8
Figura 6: Caballete vacío para reparar, en el que se puede ver la estructura metálica de acero la madera en el respaldo y las patas y el fieltro que cubre la madera.	9
Figura 7: En la imagen se ven dos caballetes con distintos tipos de vidrio y distinto embalaje para expedir.	10
Figura 8: Ejemplo de placa metálica, colocada en uno de los caballetes para identificarla.	10
Figura 9: ejemplo del documento de Análisis de la resistencia estructural realizado por la empresa Simecal del modelo 1DLF (Simecal, 2012).....	11
Figura 10: ejemplo del modelo 1PLF desarrollado por Simecal (Simecal, 2012).	12
Figura 11: Gráfico de Simecal de las restricciones consideradas del modelo 1 PLF (Simecal, 2012).	12
Figura 12: Imagen tomada en el almacén del caballete monoversan tipo M.....	29
Figura 13: Imagen tomada en el almacén del lateral de un trecetón.....	29
Figura 14: Imagen tomada en el almacén del caballete Kappa (utilizado para automóvil).....	29
Figura 15: imagen tomada en el almacén de varios primitivos (utilizado para automóvil).....	29
Figura 16: Caballete desmontable tipo Iceland de hoja entera.	30
Figura 17: plano en Excel de las naves 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 (Zona DLF)	32
Figura 18: plano en Excel de las naves 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 (zona PLF)	32
Figura 19: Plano general del almacén de vidrio.	33



Índice de las tablas

Tabla 1: Tabla con los distintos modelos que estudia la empresa Simecal (Simecal, 2012).....	11
Tabla 2: Parte del listado de las características de los caballetes.....	13
Tabla 3: Listado de la localización de cada caballete con su modelo correspondiente.....	16
Tabla 4: Recuento total de los modelos de los caballetes	16
Tabla 5: Caballetes que se han de modificar porque superan la capacidad establecida por los estudios de Simecal (Simecal, 2012).	18
Tabla 6: tabla de caballetes PLF final donde se han comprobado las capacidades y todos los caballetes las cumple.	22
Tabla 7: Tabla de caballetes DLF final donde se han comprobado las capacidades y todos los caballetes las cumple.	28
Tabla 8: cálculos de la capacidad total del almacén	30

1. Introducción

A lo largo de este documento, lo que vamos a encontrar es un estudio para comprobar si los caballetes existentes en un almacén no superan su capacidad máxima y a partir de ahí, saber si todos y cada uno de ellos cumplen las características requeridas. Además, se calculará la capacidad máxima del almacén de vidrio.

Empezaremos por explicar lo que es un caballete, es una estructura sobre la que se coloca el vidrio, desnudo o embalado. En la estructura metálica se coloca en las patas y en el respaldo madera y fieltro, para que el vidrio no resbale. Además, La estructura está anclada al suelo en varios puntos con unas pletinas (se pueden ver en la Figura 1), que están atornillan al suelo de la nave.



Figura 1: Pletina de acero soldada a la estructura para que se pueda atornillar al suelo

Principalmente se pueden distinguir 2 medidas de vidrio, los PLF u hoja entera, con un ancho de 6 metros y los DLF o Travers que tiene un ancho de 3,21 metros. Posteriormente, se verá los modelos que existen dependiendo que sean PLF o DLF.

Los caballetes de PLF, se le recorta 0,5m de la longitud de la medida de la pata y con ello se hace lo conocidos como “fusibles” (Figura 2), que va con dos pletinas enganchado a la estructura de la pata y en la parte delantera tiene una placa atornillada al suelo, donde se le da un punto de soldadura para que si es golpeada por una máquina se desencaje sin doblar o romper la pata como se muestra en la Figura 3. Todo esto es principalmente para facilitar el mantenimiento de los caballetes.



Figura 2: Fusible montando en una pata de un caballete.



Figura 3: Fusible desplazado de su lugar

Para ello, la empresa externa a la cual se le ha encargado el estudio de los diferentes modelos caballetes a la empresa externa Simecal, con lo que partiendo de su información y tomando necesaria se empezará a hacer las medidas necesarias in situ.

Ha de tenerse en cuenta que se parte de las estructuras construidas y con estudios realizados previamente. Se comprobará si en realidad cada una de las estructuras de los caballetes cumple con lo que teóricamente se dice en los estudios o si se deberá de modificar/corregir alguno de los caballetes.

Cuando se llegue al resultado del estudio de la capacidad total del almacén, se darán las mejores opciones para el aprovechamiento o mejora de la capacidad que se tiene del almacén.

2. Estado del conocimiento

2.1 Introducción al proceso de fabricación (Saint-Gobain, 2016)

El vidrio es el nombre dado a todos los cuerpos amorfos que se obtienen mediante la reducción de la temperatura de una masa fundida independientemente de su composición química y del rango de temperatura de solidificación, que como resultado del aumento gradual de la viscosidad adopta las propiedades mecánicas de un cuerpo sólido.

El vidrio se funde a una temperatura entre 1000 y 2000 °C.

La estructura microscópica del vidrio es comparable a la de un líquido en el que los constituyentes individuales forman una red irregular sin un orden de largo alcance. El vidrio es también el nombre dado a una masa fundida enfriada.

En el siguiente gráfico se puede ver el tanto por ciento de cada materia prima necesaria para formar el vidrio.

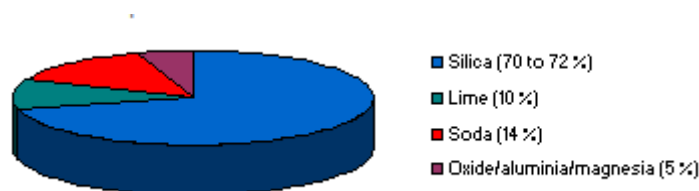


Figura 4: gráfico del tanto por ciento de los componentes del vidrio

Las materias primas se introducen en forma de arena de cuarzo de sosa y cal. Se añaden a esta mezcla, un 5% de óxido de magnesio y óxido de aluminio. Estos aditivos mejoran las propiedades físicas y químicas del vidrio.

Principales grupos de vidrio:

- ✓ Vidrio de sosa caustica
- ✓ Vidrio de plomo
- ✓ Vidrio de silicato de boro

Principales productos de vidrio:

- ✓ Vidrio plano (para aplicaciones arquitectónicas o para el automóvil)
- ✓ Envases de vidrio / tubos de vidrio
- ✓ Vidrios especiales
- ✓ Fibra de vidrio

El proceso de flotación, se refiere al proceso de fabricación del vidrio plano, como se puede ver en la Figura 5. Es de la época de los 60. Este proceso es que el vidrio fundido sale del horno, se hace flotar sobre un baño de estaño líquido. El resultado obtenido es que el vidrio no necesita pulirlo o alisarlo, se corta directamente en la línea de producción.

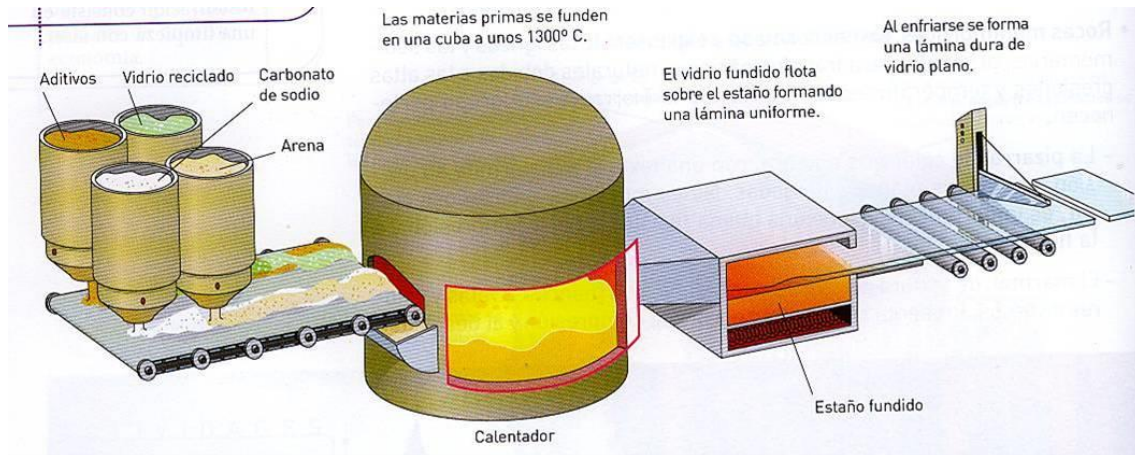


Figura 5: proceso de fabricación del vidrio plano (Aula tecnológica, 2016).

Cuando sale de la línea de producción lo que tendremos que diferenciar son los dos anchos diferentes:

- 6 m que es conocido como hoja entera o PLF
- 3,210 m que es conocido como traver o DLF

Después de conocer el ancho de las hojas de vidrio, lo que varía son las alturas, aunque depende de cada fábrica hay unas medidas estándar y son las que se fabrican de forma habitual. Las hojas de un mismo producto, con la misma altura, anchura y calidad, se colocan en paquetes que principalmente distinguiremos dos:

- 1,5 toneladas que sería un paquetín
- 3 toneladas que sería un paquetón

2.2 Los caballetes

Los caballetes son estructuras metálicas, construidas en Acero A42 (Simecal (Empresa Externa), 2012), sobre esta estructura se coloca madera en las patas y en el respaldo del caballete, y para que el vidrio no resbale se pega encima de la madera fieltro. En la Figura 7 se puede ver un caballete que se ha vaciado para reparar, donde se puede ver de los materiales que está formado.



Figura 6: Caballete vacío para reparar, en el que se puede ver la estructura metálica de acero, la madera en el respaldo y las patas y el fieltro que cubre la madera.

El primer paquete de vidrio se apoya en las patas y en el respaldo, sobre ese paquete de vidrio se colocan unos separadores de cartón de nido de abeja, dependiendo del tamaño de la hoja de vidrio serían 3 o 4 separadores. El siguiente paquete de vidrio, se coloca sobre las patas del caballete y se apoya en los separadores del paquete anterior y así sucesivamente. Hay que tener en cuenta que el vidrio debe estar colocado con una inclinación entre 3 y 5 grados, existiendo protocolos para poder corregir dicha inclinación. En la Figura 7, se puede ver un par de caballetes, el más cercano tiene cercos de madera (vidrio embalado para expedir) y siguiente caballete tiene varios paquetes de vidrio de distintas alturas, en el que se pueden ver perfectamente los separadores de cartón de nido de abeja.



Figura 7: En la imagen se ven dos caballetes con distintos tipos de vidrio y distinto embalaje para expedir.

Hace unos años la empresa encargó unos documentos con información de cada uno de los modelos de los caballetes, por lo que tuvieron que comprobar cada caballete. Se intentó unificar e identificar por modelos que eran iguales. Con ellos identificados, se les colocó una placa metálica, en la cual aparece: el modelo de caballete, el número de fabricación, el número de expediente y la carga máxima. Se puede ver en la Figura 8 como es una de las placas metálicas utilizadas en cada uno de los caballetes

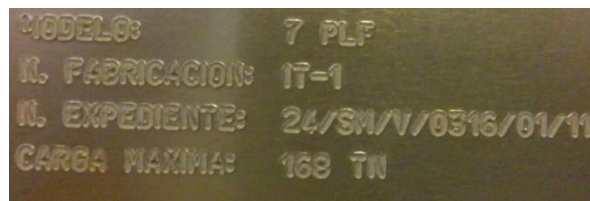


Figura 8: Ejemplo de placa metálica, colocada en uno de los caballetes para identificarla.

La empresa Simecal fue la que realizó los estudios de la resistencia estructural de cada modelo de caballete. En la Figura 9, se muestra el ejemplo de la portada de uno de análisis de la resistencia estructural (Simecal (Empresa externa), 2012).

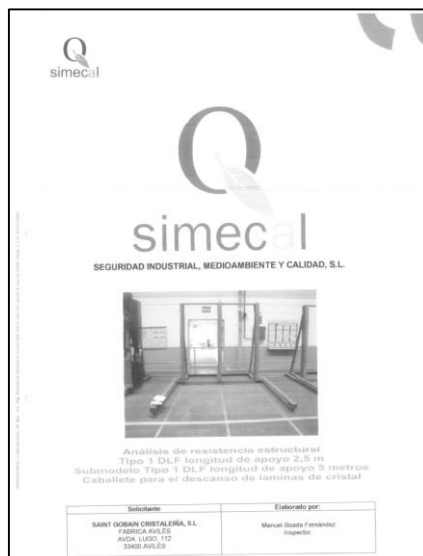


Figura 9: ejemplo del documento de Análisis de la resistencia estructural realizado por la empresa Simecal del modelo 1DLF (Simecal (Empresa externa), 2012).

Esta empresa diferencia 16 modelos de los caballetes de PLF y 11 modelos para los caballetes de DLF, teniendo un total de 37 modelos cada uno con su estudio. Los diferentes modelos se pueden ver en la tabla 1:

Modelos PLF	Modelos DLF
1PLF	1DLF
1D PLF	2DLF
2 PLF	3DLF
3PLF	4DLF
4PLF	6DLF
5PLF	9DLF
6PLF	3D DLF
7PLF	6D DLF
8PLF	10DDL
2C PLF	8 DLF
SUBTIPO 1PLF 0.8	3A DLF
SUBTIPI 1PLD 0.9	
2PLF 2 VERTIENTES	
4 PLF 2 VERTIENTES	
8PLF 2 VERTIENTES	
3A PLF	

Tabla 1: Tabla con los distintos modelos que estudia la empresa Simecal (Simecal (Empresa Externa), 2012).

En la Figura 10, se muestra un boceto de la estructura de caballete 1PLF extraído del análisis de Simecal (Simecal (Empresa Externa), 2012), para poder realizarlo en los análisis de cada modelo de caballete se ha de tener en cuenta lo valores:

- Las medidas de la base.
- La forma del perfil y su longitud máxima

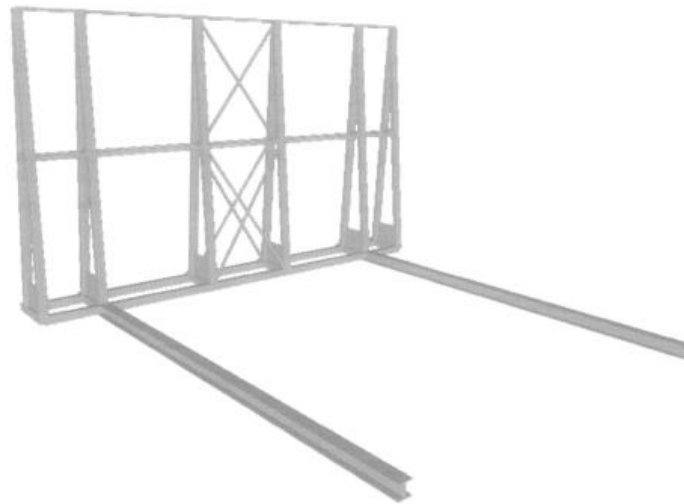


Figura 10: ejemplo del modelo 1PLF desarrollado por Simecal (Simecal (Empresa externa), 2012).

Por otro lado, en el análisis de la estructura del caballete (Simecal (Empresa Externa), 2012) (Acero A42) se utiliza:

- Límite elástico
- Módulo elástico
- Coeficiente de Poisson
- Módulo de cortadura

Los cálculos han sido realizados con el programa Metal 3D Y ALGOR. Por ejemplo, en la Figura 11 se muestra el gráfico de las restricciones de resistencias para el modelo 1PLF realizado por Simecal con el Metal 3D (Simecal (Empresa externa), 2012).

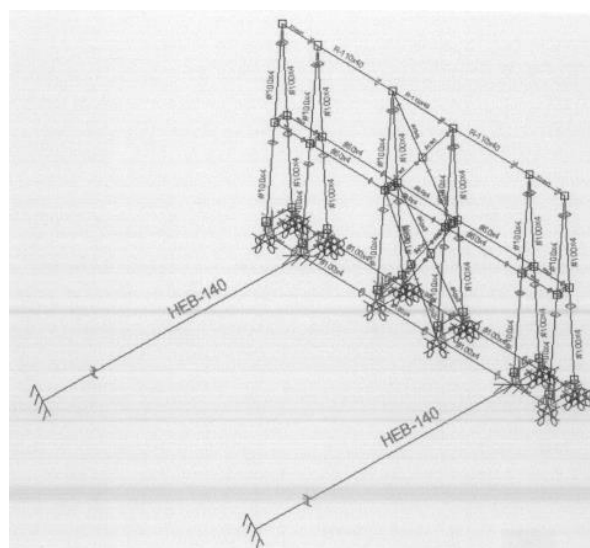


Figura 11: Gráfico de Simecal de las restricciones consideradas del modelo 1 PLF (Simecal (Empresa externa), 2012).



3. Procedimiento experimental y análisis de resultados

3.1 Comienzo del estudio, toma de contacto

El estudio comenzó tomando fotos de las placas (Figura 8: Ejemplo de placa metálica, colocada en uno de los caballetes para identificarla. y revisando una a una las placas que tiene cada caballete. Teniendo esta información, se pasa a realizar la Tabla 2, situada más abajo una parte de ella como ejemplo.

En la tabla 2 se introduce la siguiente información para cada caballete:

- localización del caballete en el almacén (zona)
- modelo del caballete
- número de fabricación
- número de expediente
- carga máxima del caballete

ZONA	MODELO	Nº FABRICACIÓN	Nº EXPEDIENTE	CARGA MÁXIMA (TN)
01/101	6PLF	IT-1	24/SM//0347/01/11	385
01/102	6PLF	IT-2	24/SM//0348/01/11	385
01/103	6PLF	IT-3	24/SM//0349/01/11	385
01/104	7PLF	IT-1	24/SM//0316/01/11	168
01/105	3PLF	IT-1	24/SM//1303/01/10	405
01/106	2PLF	IT-1	24/SM//1205/01/10	247
01/107	2PLF	IT-2	24/SM//1206/01/10	247
01/108	2PLF	IT-3	24/SM//1207/01/10	247
01/109	4PLF	IT-1	24/SM//1332/01/10	447
01/110	2CPLF	IT-1	24/SM//1263/01/10	111
01/111	1PLF	IT-2	24/SM//1293/01/10	133
01/112	4PLF	IT-2	24/SM//1333/01/10	447
01/113	1PLF	IT-2	24/SM//1294/01/10	133
01/114	SUBTIPO 1PLF 0.8	IT-3	24/SM//1295/01/10	12
01/115	SUBTIPO 1PLF 0.9	IT-4	24/SM//1296/01/10	12
01/116	1PLF	IT-5	24/SM//1297/01/10	133
01/117	7PLF	IT-2	24/SM//0317/01/11	168
01/118	7PLF	IT-3	24/SM//0318/01/11	168
01/119	2PLF	IT-4	24/SM//1208/01/10	247
01/120	2PLF	IT-5	24/SM//1209/01/10	247
01/121	3PLF	IT-2	24/SM//1304/01/10	405
01/122	3PLF	IT-3	24/SM//1305/01/10	405
01/123	3PLF	IT-4	24/SM//1306/01/10	405
01/124	3PLF	IT-5	24/SM//1307/01/10	405
01/125	3PLF	IT-6	24/SM//1308/01/10	405

Tabla 2: Parte del listado de las características de los caballetes.

3.2 Recuento de los modelos de los caballetes

Después de obtener la información de las placas, se continúa realizando una tabla en la que aparece cada caballete con el modelo que le corresponde, como se ve en la Tabla 3: Listado de la localización de cada caballete con su modelo correspondiente., para poder hacer un recuento total de los modelos de los caballetes posteriormente en Tabla 4.



ZONA	MODELO CABALLETE
01/101	6PLF
01/102	6PLF
01/103	6PLF
01/104	7PLF
01/105	3PLF
01/106	2PLF
01/107	2PLF
01/108	2PLF
01/109	4PLF
01/110	2C PLF
01/111	1PLF
01/112	4PLF
01/113	1PLF
01/114	SUBTIPO 1PLF 0.8
01/115	SUBTIPO 1PLF 0.9
01/116	1PLF
01/117	7PLF
01/118	7PLF
01/119	2PLF
01/120	2PLF
01/121	3PLF
01/122	3PLF
01/123	3PLF
01/124	3PLF
01/125	3PLF
01/202	1DLF
01/203	1DLF
01/204	7PLF
01/205	3PLF
01/206	2PLF
01/207	2PLF
01/208	2PLF
01/209	2PLF
01/210	3PFL
01/211	1PLF
01/212	2PLF
01/213	1PLF
01/214	2PLF
01/215	1PLF
01/216	2PLF
01/217	7PLF
01/218	7PLF
01/219	2PLF
01/220	2PLF
01/221	8PLF 2 VERT
01/222	8PLF 2 VERT
01/223	3PLF
01/224	3PLF
01/310	5PLF
01/410	5PLF
01/311	1D PLF
01/411	1D PLF
01/312	1D PLF

ZONA	MODELO CABALLETE
01/412	1D PLF
01/313	1D PLF
01/413	1D PLF
01/314	1D PLF
01/414	1D PLF
01/315	5PLF
01/415	5PLF
01/316	5PLF
01/416	5PLF
01/317	5PLF
01/417	5PLF
02/101	7PLF
02/102	7PLF
02/103	7PLF
02/104	7PLF
02/105	7PLF
02/106	7PLF
02/107	7PLF
02/108	7PLF
02/109	4PLF
02/110	6PLF
02/201	7PLF
02/202	7PLF
02/301	3DLF
02/302	3DLF
EC 301	1DLF
EC 302	1DLF
EC 303	1DLF
EC 304	1DLF
05/NL	2PLF
05/101	2PLF
05/102	2PLF
05/103	2PLF
05/104	4PLF
05/105	4PLF
05/106	4PLF
05/107	3PLF
05/109	4PLF
05/110	8PLF
05/111	2PLF
05/112	2PLF
05/113	2PLF
05/114	2PLF
05/115	2PLF
05/116	2PLF
05/117	7PLF
05/118	8PLF
05/119	4PLF
05/120	2PLF
05/121	2PLF
05/122	7PLF
05/123	3A PLF
05/124	3A DLF

ZONA	MODELO CABALLETE
05/125	1DLF
5/201	4PLF 2VERT
6/101	4PLF 2VERT
5/202	4PLF 2VERT
6/102	4PLF 2VERT
5/203	2PLF
5/204	2PLF 2VERT
6/104	2PLF 2VERT
5/205	2PLF
5/206	4PLF 2VERT
6/106	4PLF 2VERT
5/207	2PLF
5/208	4PLF 2VERT
6/108	4PLF 2VERT
5/209	2PLF
5/210	8PLF
6/110	8PLF
5/211	8PLF
5/212	8PLF
5/213	2PLF 2VERT
6/113	2PLF 2VERT
5/214	2PLF
5/215	2PLF 2VERT
6/115	2PLF 2VERT
5/217	8PLF
5/218	2PLF
5/219	8PLF
5/220	2PLF
5/221	2PLF
06/103	2PLF
6/105	2PLF
6/107	2PLF
06/109	2PLF
6/111	2PLF
6/112	4PLF 2VERT
6/114	4PLF 2VERT
6/202	8PLF 2VERT
7/101	8PLF 2VERT
6/203	2PLF
6/204	4PLF 2VERT
7/103	4PLF 2VERT
6/205	2PLF
6/206	4PLF 2VERT
6/207	2PLF
6/208	2PLF
6/209	2PLF
6/210	2PLF
6/211	4PLF
6/212	2PLF
6/213	8PLF
6/214	7PLF
7/102	2PLF



ZONA	MODELO CABALLETE
7/104	2PLF
07/201	1DLF
07/202	1DLF
07/203	1DLF
07/204	1DLF
09/001	3A DLF
09/002	3A DLF
09/003	3A DLF
09/004	3A DLF
09/005	1DLF
09/006	1DLF
09/007	1DLF
09/008	1DLF
09/009	1DLF
09/010	1DLF
09/011	1DLF
09/012	1DLF
09/013	1DLF
10/001	3A DLF
10/002	3A DLF
10/003	3A DLF
10/004	3A DLF
10/005	1DLF
10/006	1DLF
10/007	1DLF
11/005	10D DLF
11/009	10D DLF
11/006	3D DLF
11/010	3D DLF
11/007	3D DLF
11/011	3D DLF
11/008	3D DLF
11/012	3D DLF
11/013	10D DLF
11/017	10D DLF
11/014	10D DLF
11/018	10D DLF
11/015	10D DLF
11/019	10D DLF
11/016	10D DLF
11/020	10D DLF
11/021	10D DLF
11/025	10D DLF
11/022	10D DLF
11/026	10D DLF
11/023	3D DLF
11/027	3D DLF
11/024	3D DLF
11/028	3D DLF
12/001	3A DLF
12/002	3A DLF
12/003	3A DLF

ZONA	MODELO CABALLETE
12/004	3A DLF
12/005	3A DLF
12/006	1DLF
12/007	1DLF
12/008	1DLF
12/009	1DLF
12/010	10D DLF
12/014	10D DLF
12/011	10D DLF
12/015	10D DLF
12/012	10D DLF
12/016	10D DLF
12/013	10D DLF
12/017	10D DLF
12/018	10D DLF
12/019	10D DLF
12/020	10D DLF
12/021	10D DLF
13/001	3A DLF
13/002	3A DLF
13/003	3D DLF
13/005	3D DLF
13/004	3D DLF
13/006	3D DLF
13/007	10D DLF
13/009	10D DLF
13/008	3D DLF
13/010	3D DLF
13/011	10D DLF
13/013	10D DLF
13/014	10D DLF
13/021	9DLF
13/022	9DLF
13/023	9DLF
13/024	2DLF
13/025	9DLF
14/001	3D DLF
14/002	3D DLF
14/003	3D DLF
14/004	3D DLF
14/005	3D DLF
14/009	3D DLF
14/006	10D DLF
14/010	10D DLF
14/007	10D DLF
14/011	10D DLF
14/008	3D DLF
14/012	3D DLF
14/013	3D DLF
14/017	3D DLF
14/014	10D DLF
14/018	10D DLF
14/015	10D DLF
14/019	10D DLF
14/016	10D DLF

ZONA	MODELO CABALLETE
14/020	10D DLF
15/001	3D DLF
15/005	3D DLF
15/002	3D DLF
15/006	3D DLF
15/003	3D DLF
15/007	3D DLF
15/004	3D DLF
15/008	3D DLF
15/009	3D DLF
15/013	3D DLF
15/010	3D DLF
15/014	3D DLF
15/011	3D DLF
15/015	3D DLF
15/012	10D DLF
15/016	10D DLF
15/017	10D DLF
15/021	10D DLF
15/018	10D DLF
15/022	10D DLF
15/019	10D DLF
15/023	10D DLF
15/020	10D DLF
15/024	10D DLF
16/002	10D DLF
16/005	10D DLF
16/003	10D DLF
16/006	10D DLF
16/007	10D DLF
16/010	10D DLF
16/008	10D DLF
16/011	10D DLF
16/009	10D DLF
16/012	10D DLF
16/013	3D DLF
16/016	3D DLF
16/014	3D DLF
16/017	3D DLF
16/015	3D DLF
16/018	3D DLF
17/001	6 DLF
17/002	7 DLF
17/003	8 DLF
17/004	9 DLF
17/005	3D DLF
17/008	3D DLF
17/006	3D DLF
17/009	3D DLF
17/007	3D DLF
17/010	3D DLF
17/011	3D DLF
17/014	3D DLF
17/012	3D DLF

ZONA	MODELO CABALLETE
17/015	3D DLF
17/013	3D DLF
17/016	3D DLF
17/017	4 DLF
17/018	6 DLF
17/019	4 DLF
17/020	5 DLF
17/021	6 DLF
17/022	7 DLF
17/023	8 DLF
17/024	9 DLF
17/025	6 DLF

Tabla 3: Listado de la localización de cada caballete con su modelo correspondiente.

CANTIDAD																																	
TIPO PLF	NAVE 1	NAVE 2	NAVE 3	NAVE 4	NAVE 5	NAVE 6	NAVE 7	NAVE 8	NAVE 9	NAVE 10	NAVE 11	NAVE 12	NAVE 13	NAVE 14	NAVE 15	NAVE 16	NAVE 17																
1PLF	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
1D PFL	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
2PLF	14	0	0	0	20	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
3PLF	10	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
4PLF	2	1	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
5PLF	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
6PLF	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
7PLF	6	10	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
8PLF	0	0	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
2C PLF	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
SUBTIPO 1PLF 0.8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
SUBTIPO 1PLF 0.9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
2PLF 2VERT	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
4PLF 2VERT	0	0	0	0	4	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
8PLF 2 VERT	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
3A PLF	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
TOTAL PLF	62	12	0	0	43	28	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
TOTAL PLF								149																									
TIPO DLF	NAVE 1	NAVE 2	NAVE 3	NAVE 4	NAVE 5	NAVE 6	NAVE 7	NAVE 8	NAVE 9	NAVE 10	NAVE 11	NAVE 12	NAVE 13	NAVE 14	NAVE 15	NAVE 16	NAVE 17																
1DLF	2	0	0	4	1	0	4	0	9	3	0	4	0	0	0	0	0																
2DLF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0																
3DLF	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0																
4 DLF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7																
6 DLF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6																
9DLF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0																
3D DLF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	6	5	12	6	12	0																
6D DLF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
10D DLF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	12	6	10	10	10	10	0																
8DLF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0																
3A DLF	0	0	0	0	1	0	0	0	4	4	0	5	2	0	0	0	0																
TOTAL DLF	2	2	0	4	2	0	4	0	13	7	24	21	19	20	24	16	25																
TOTAL DLF								183																									
TOTAL NAVE:																	64	14	0	4	45	28	8	0	13	7	24	21	19	20	24	16	25
																	TOTAL CAB.		332														

Tabla 4: Recuento total de los modelos de los caballetes

Para facilitar el recuento y saber cuál es su ubicación en los anexos se tienen los planos:

- en AutoCAD Anexo III → apartado 5.3
- en Excel dividido en do partes:
 - zona del almacén DLF Anexo I → apartado 5.1
 - zona del almacén PLF Anexo II → apartado 5.2



3.3 Calculo de la capacidad de los caballetes

Ya se conocen todos los modelos de los caballetes que se encuentran en el almacén, lo que se necesitaba es la medida de las patas de cada uno de los caballetes, así que me dispuse a medir in situ las patas de cada uno de ellos, para poder comprobar posteriormente si la medida real no superaba la medida máxima dada por los estudios técnicos de Simecal (Simecal (Empresa Externa), 2012)

Realicé unas tablas independientes para los modelos de DLF y otra para los de PLF, donde en diferentes columnas tenemos la siguiente información:

- el tipo de modelo de caballete
- el caballete
- carga máxima dada por el estudio de Simecal
- ancho del paquete de vidrio, ancho de los separadores de cartón que se colocan entre los paquetes de vidrio
- peso de cada paquete, número de paquetes que no entraría
- carga real que tendríamos
- el coeficiente de la carga real / la carga máxima para comprobar que cumple.

Para no alargar mucho el proceso, se muestra un resumen la Tabla 5, ya que son los únicos que se tendría que tener en cuenta porque no cumplen o están en el límite de su capacidad máxima.

La tabla real de la que sale la tabla 5, se ha obtenido de la comprobación de las 332 vertientes, mediante un filtro de color (rojo o verde). Las que superan en el cociente 1, aparecen en rojo y las que su capacidad esté correcta (inferior a 1 el cociente) aparecen en verde. Lo he reducido a los que están en 1 o superiores, ya que posteriormente aparece la tabla con los valores reales que se han tener en cuenta y con las capacidades corregidas.

Estos caballetes que superan su capacidad, habría que recortar sus patas para que los operarios de logística o de la línea de producción no puedan colocar más vidrio del debido sobre el caballete. La longitud de la pata es la que da la estabilidad al caballete y podrían seguir tal como están, si se respetara y se comprobaran los paquetes de vidrio que se colocan sin llegar a superar nunca su capacidad máxima. Pero como esto no se cumple siempre, se prefiere ajustar la medida para estar seguros al 100%.

En la tabla 5 tiene los mismos apartados anteriormente citados, pero para que resulte más cómodo se añade estos apartados:

- la longitud necesaria
- la medida que se debe cortar



CAPACIDAD MÁXIMA DE LOS CABALLETES										
zona	Longitud pata real	Longitud necesaria	Carga máxima	Ancho paquete	Ancho separador	peso paquete	Nº paquetes	Carga real	Cociente	Cortar (m)
05/111	5,80	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,00
05/112	5,80	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,00
05/113	5,80	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,00
05/114	5,80	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,00
05/115	5,80	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,00
05/218	5,80	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,00
05/220	5,80	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,00
05/221	5,80	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,00
06/105	5,90	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,10
06/107	5,90	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,10
06/111	5,90	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,10
06/212	5,90	5,80	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,000	0,10
01/204	4,70	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	0,80
02/101	4,80	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	0,90
02/102	4,80	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	0,90
02/103	4,45	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	0,55
02/104	4,80	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	0,90
02/105	4,80	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	0,90
02/106	4,45	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	0,55
02/107	4,80	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	0,90
02/108	4,80	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	0,90
02/201	5,19	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	1,29
05/117	4,35	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	0,45
05/122	4,89	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	0,99
06/214	5,90	3,90	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,989	2,00
05/110	5,90	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,000	2,45
05/118	5,90	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,000	2,45
05/211	5,80	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,000	2,35
05/217	5,20	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,000	1,75
05/219	5,80	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,000	2,35
07/101	3,85	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,000	0,40
06/213	5,90	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,000	2,45
01/114	0,62	0,28	12,3	0,24	0,03	1,04	11,5	11,93	0,970	0,34
01/115	0,62	0,28	12,3	0,24	0,03	1,04	11,5	11,93	0,970	0,34
14/001	5,45	2,70	24	0,24	0,09	8,18	2,9	23,73	0,989	2,75
14/002	5,45	2,70	24	0,24	0,09	8,18	2,9	23,73	0,989	2,75
14/003	5,45	2,70	24	0,24	0,09	8,18	2,9	23,73	0,989	2,75
14/004	5,45	2,70	24	0,24	0,09	8,18	2,9	23,73	0,989	2,75
15/008	5,45	3,80	34	0,24	0,09	11,52	2,9	33,39	0,982	1,65



Medida a la que se debe dejar el apoyo

Tabla 5: Caballetes que se han de modificar porque superan la capacidad establecida por los estudios de Simecal (Simecal (Empresa Externa), 2012).

Se puede ver que hay 39 vertientes de caballetes que superarían la capacidad, 12 de estos caballetes su capacidad real y teórica aproximadamente igual, ya que su cociente es 1, se muestran en la tabla para que los responsables de logística decidan si es válido o prefieren reducir unos centímetros las patas y que queda por debajo de 1.

Cuatro de los caballetes se pudieron sustituir por otros de una capacidad superior, manteniendo el largo de las patas que tenían en esa posición, estos fueron (14/001, 14/002, 14/003, 14/004), pasaron de ser de 24 toneladas a ser de 87 toneladas.



3.3.1 Tablas definitivas de la capacidad de cada uno de los caballetes

Esta es la tabla completa de la que sale el resumen para hacer la Tabla 5. En ella ya se tiene las medidas adecuadas para que cada caballete no supere su capacidad al llenarlo de vidrio. Se divide en dos tablas:

- Los caballetes de hoja entera o PLF en la Tabla 6
- Los caballetes de hoja entera o PLF en la Tabla 7

El dato de la carga máxima se saca de los estudios de Simecal (Simecal (Empresa Externa), 2012).

Calculo de la capacidad máxima de los caballetes									
tipo	zona	Longitud pata real	Carga máxima	Ancho paquete	Ancho separador	peso paquete	Nº paquetes	Carga real	Cociente
1 plf	01/111	1,9	133	0,24	0,03	7,04	11,5	80,93	0,61
	01/113	1,9	133	0,24	0,03	7,04	11,5	80,93	0,61
	01/116	1,9	133	0,24	0,03	7,04	11,5	80,93	0,61
	01/211	1,9	133	0,24	0,03	7,04	11,5	80,93	0,61
	01/213	1,9	133	0,24	0,03	7,04	11,5	80,93	0,61
	01/215	1,9	133	0,24	0,03	7,04	11,5	80,93	0,61
2plf	01/106	3,4	247	0,24	0,03	12,59	11,5	144,81	0,59
	01/107	3,4	247	0,24	0,03	12,59	11,5	144,81	0,59
	01/108	3,4	247	0,24	0,03	12,59	11,5	144,81	0,59
	01/119	5,6	247	0,24	0,03	20,74	11,5	238,52	0,97
	01/120	4,9	247	0,24	0,03	17,96	11,5	206,57	0,84
	01/206	5,6	247	0,24	0,03	20,74	11,5	238,52	0,97
	01/207	5,6	247	0,24	0,03	20,74	11,5	238,52	0,97
	01/208	5,6	247	0,24	0,03	20,74	11,5	238,52	0,97
	01/209	5,6	247	0,24	0,03	20,74	11,5	238,52	0,97
	01/212	1,8	247	0,24	0,03	6,67	11,5	76,67	0,31
	01/214	1,9	247	0,24	0,03	7,04	11,5	80,93	0,33
	01/216	1,9	247	0,24	0,03	7,04	11,5	80,93	0,33
	01/219	5,0	247	0,24	0,03	18,52	11,5	212,96	0,86
	01/220	4,9	247	0,24	0,03	18,15	11,5	208,70	0,84
	05/NL	0,5	247	0,24	0,03	1,93	11,5	22,15	0,09
	05/101	2,7	247	0,24	0,03	9,81	11,5	112,87	0,46
	05/102	2,7	247	0,24	0,03	9,81	11,5	112,87	0,46
	05/103	2,7	247	0,24	0,03	9,81	11,5	112,87	0,46
	05/111	5,8	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,00
	05/112	5,8	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,00
05/113	5,8	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,00	



	05/114	5,8	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,00
	05/115	5,8	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,00
	05/116	3,9	247	0,24	0,03	14,26	11,5	163,98	0,66
	05/120	5,5	247	0,24	0,03	20,37	11,5	234,26	0,95
	05/121	5,5	247	0,24	0,03	20,37	11,5	234,26	0,95
	5/203	3,4	247	0,24	0,03	12,59	11,5	144,81	0,59
	5/205	4,3	247	0,24	0,03	15,93	11,5	183,15	0,74
	5/207	5,3	247	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,91
	5/209	4,5	247	0,24	0,03	16,48	11,5	189,54	0,77
	5/212	3,4	247	0,24	0,03	12,59	11,5	144,81	0,59
	5/214	4,5	247	0,24	0,03	16,48	11,5	189,54	0,77
	5/218	5,8	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,00
	5/220	5,8	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,00
	5/221	5,8	247	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	1,00
	06/103	3,4	247	0,24	0,03	12,41	11,5	142,69	0,58
	6/105	5,9	247	0,24	0,03	21,85	11,5	251,30	1,02
	6/107	5,9	247	0,24	0,03	21,85	11,5	251,30	1,02
	06/109	4,9	247	0,24	0,03	18,15	11,5	208,70	0,84
	6/111	5,9	247	0,24	0,03	21,85	11,5	251,30	1,02
	6/203	2,7	247	0,24	0,03	9,81	11,5	112,87	0,46
	6/205	5,7	247	0,24	0,03	20,93	11,5	240,65	0,97
	6/207	4,4	247	0,24	0,03	16,30	11,5	187,41	0,76
	6/208	4,4	247	0,24	0,03	16,30	11,5	187,41	0,76
	6/209	4,4	247	0,24	0,03	16,30	11,5	187,41	0,76
	6/210	4,4	247	0,24	0,03	16,30	11,5	187,41	0,76
	6/212	5,9	247	0,24	0,03	21,85	11,5	251,30	1,02
	7/102	4,5	247	0,24	0,03	16,67	11,5	191,67	0,78
	7/104	4,5	247	0,24	0,03	16,67	11,5	191,67	0,78
	5/204	6,6	466	0,24	0,03	24,56	11,5	282,39	0,61
	6/104	6,6	466	0,24	0,03	24,44	11,5	281,11	0,60
	5/213	6,6	466	0,24	0,03	24,44	11,5	281,11	0,60
	6/113	6,6	466	0,24	0,03	24,56	11,5	282,39	0,61
	5/215	5,8	466	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	0,53
	6/115	5,8	466	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	0,53
3plf	01/105	3,4	405	0,24	0,03	12,59	11,5	144,81	0,36
	01/121	5,6	405	0,24	0,03	20,74	11,5	238,52	0,59
	01/122	4,7	405	0,24	0,03	17,41	11,5	200,19	0,49
	01/123	5,4	405	0,24	0,03	20,00	11,5	230,00	0,57
	01/124	5,4	405	0,24	0,03	20,00	11,5	230,00	0,57
	01/125	5,4	405	0,24	0,03	20,00	11,5	230,00	0,57
	01/205	5,6	405	0,24	0,03	20,74	11,5	238,52	0,59



	01/223	3,6	405	0,24	0,03	13,33	11,5	153,33	0,38
	01/224	3,6	405	0,24	0,03	13,33	11,5	153,33	0,38
	05/107	5,8	405	0,24	0,03	21,48	11,5	247,04	0,61
4plf	01/109	3,4	447,9	0,24	0,03	12,59	11,5	144,81	0,32
	01/112	2,2	447,9	0,24	0,03	8,15	11,5	93,70	0,21
	02/109	4,8	447,9	0,24	0,03	17,78	11,5	204,44	0,46
	05/104	5,4	447,9	0,24	0,03	20,00	11,5	230,00	0,51
	05/105	5,4	447,9	0,24	0,03	20,00	11,5	230,00	0,51
	05/106	5,4	447,9	0,24	0,03	20,00	11,5	230,00	0,51
	05/109	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50
	05/119	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50
	6/211	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50
	5/201	3,5	447,9	0,24	0,03	12,96	11,5	149,07	0,33
	6/101	3,5	447,9	0,24	0,03	12,96	11,5	149,07	0,33
	5/202	3,5	447,9	0,24	0,03	12,96	11,5	149,07	0,33
	6/102	3,5	447,9	0,24	0,03	12,96	11,5	149,07	0,33
	5/206	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50
4plf	6/106	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50
	5/208	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50
	6/108	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50
	6/112	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50
	6/114	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50
	6/204	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50
	7/103	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50
6/206	5,3	447,9	0,24	0,03	19,63	11,5	225,74	0,50	
5plf	01/315	0,6	28	0,24	0,03	2,30	11,5	26,41	0,94
	01/415	0,6	28	0,24	0,03	2,30	11,5	26,41	0,94
	01/316	0,6	28	0,24	0,03	2,30	11,5	26,41	0,94
	1/416	0,6	28	0,24	0,03	2,30	11,5	26,41	0,94
	01/317	0,6	28	0,24	0,03	2,30	11,5	26,41	0,94
	01/417	0,6	28	0,24	0,03	2,30	11,5	26,41	0,94
6plf	01/101	2,8	385	0,24	0,03	10,19	11,5	117,13	0,30
	01/102	2,8	385	0,24	0,03	10,19	11,5	117,13	0,30
	01/103	2,8	385	0,24	0,03	10,19	11,5	117,13	0,30
	02/110	1,9	168	0,24	0,03	7,04	11,5	80,93	0,48
7plf	01/104	3,4	168	0,24	0,03	12,59	11,5	144,81	0,86
	01/117	2,0	168	0,24	0,03	7,41	11,5	85,19	0,51
	01/118	0,9	168	0,24	0,03	3,33	11,5	38,33	0,23
	01/204	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	01/217	1,8	168	0,24	0,03	6,67	11,5	76,67	0,46
	01/218	1,8	168	0,24	0,03	6,67	11,5	76,67	0,46



	02/101	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	02/102	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	02/103	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	02/104	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	02/105	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	02/106	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	02/107	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	02/108	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	02/201	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	02/202	3,7	168	0,24	0,03	13,70	11,5	157,59	0,94
	05/117	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	05/122	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
	6/214	3,9	168	0,24	0,03	14,44	11,5	166,11	0,99
8 plf	01/221	3,7	203	0,24	0,03	13,78	11,5	158,44	0,78
	01/222	3,7	203	0,24	0,03	13,78	11,5	158,44	0,78
	05/110	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,00
	05/118	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,00
	5/210	3,6	203	0,24	0,03	13,41	11,5	154,19	0,76
	6/110	3,6	203	0,24	0,03	13,41	11,5	154,19	0,76
	5/211	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,00
	5/217	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,00
	5/219	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,00
	6/202	2,7	147	0,24	0,03	9,81	11,5	112,87	0,77
	7/101	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,00
	6/213	3,45	147	0,24	0,03	12,78	11,5	146,94	1,00
subt 1 plf	01/114	0,3	12	0,24	0,03	0,93	11,5	10,65	1,00
	01/115	0,3	12	0,24	0,03	0,93	11,5	10,65	0,89
2C PLF	01/110	2,1	111,48	0,24	0,03	7,78	11,5	89,44	0,80
				ancho del paquetón 0,24 m	separador de 0,03 mm	Longitud/ (ancho paquetes + ancho separador)		peso paquete X nº de paquete	

Tabla 6: tabla de caballetes PLF final donde se han comprobado las capacidades y todos los caballetes las cumple.



Calculo de la capacidad máxima de los caballetes									
tipo	zona	Longitud pata real	Carga máxima	Ancho paquete	Ancho separador	peso paquete	Nº paquetes	Carga real	Cociente
1d dlf	01/310	0,7	18,5	0,24	0,09	2,9	2,03	5,89	0,32
	01/410	0,7	18,5	0,24	0,09	2,9	2,03	5,89	0,32
	01/311	0,7	18,5	0,24	0,09	2,9	2,03	5,89	0,32
	01/411	0,7	18,5	0,24	0,09	2,9	2,03	5,89	0,32
	01/312	0,7	18,5	0,24	0,09	2,9	2,03	5,89	0,32
	01/412	0,7	18,5	0,24	0,09	2,9	2,03	5,89	0,32
	01/313	0,7	18,5	0,24	0,09	2,9	2,03	5,89	0,32
	01/413	0,7	18,5	0,24	0,09	2,9	2,03	5,89	0,32
	01/314	0,7	18,5	0,24	0,09	2,9	2,03	5,89	0,32
	01/414	0,7	18,5	0,24	0,09	2,9	2,03	5,89	0,32
1 dlf	01/202	2,1	87	0,24	0,09	2,9	6,36	18,45	0,21
	01/203	2,1	87	0,24	0,09	2,9	6,36	18,45	0,21
	09/005	5,1	87	0,24	0,09	2,9	15,45	44,82	0,52
	09/006	5,1	87	0,24	0,09	2,9	15,45	44,82	0,52
	09/007	5,1	87	0,24	0,09	2,9	15,45	44,82	0,52
	09/008	5,1	87	0,24	0,09	2,9	15,45	44,82	0,52
	09/009	5,1	87	0,24	0,09	2,9	15,45	44,82	0,52
	09/010	5,1	87	0,24	0,09	2,9	15,45	44,82	0,52
	10/102	5,7	87	0,24	0,03	2,9	21,11	61,22	0,70
	10/105	5,7	87	0,24	0,03	2,9	21,11	61,22	0,70
	EC 301	1,9	87	0,24	0,09	2,9	5,61	16,26	0,19
	EC 302	1,9	87	0,24	0,09	2,9	5,61	16,26	0,19
	EC 303	1,9	87	0,24	0,09	2,9	5,61	16,26	0,19
	EC 304	1,9	87	0,24	0,09	2,9	5,61	16,26	0,19
	09/011	5,7	87	0,24	0,09	2,9	17,27	50,09	0,58
	09/012	5,7	87	0,24	0,09	2,9	17,27	50,09	0,58
	09/013	5,7	87	0,24	0,09	2,9	17,27	50,09	0,58
	14/031	4,4	87	0,24	0,09	2,9	13,33	38,67	0,44
	15/033	4,4	87	0,24	0,09	2,9	13,33	38,67	0,44
	15/035	4,4	87	0,24	0,09	2,9	13,33	38,67	0,44
10/005	2,5	34	0,24	0,09	2,9	7,58	21,97	0,65	
10/006	2,5	24	0,24	0,09	2,9	7,58	21,97	0,92	
10/007	1,9	87	0,24	0,09	2,9	5,76	16,70	0,19	



	12/006	4,9	87	0,24	0,09	2,9	14,85	43,06	0,49
	12/007	2,4	87	0,24	0,09	2,9	7,27	21,09	0,24
	12/008	5,1	87	0,24	0,09	2,9	15,45	44,82	0,52
	12/009	2,4	87	0,24	0,09	2,9	7,27	21,09	0,24
2 df	13/024	0,8	66	0,24	0,09	2,9	2,42	7,03	0,11
3a df	05/123	0,9	181	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,04
	05/124	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	09/001	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	09/002	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	09/003	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	09/004	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	10/001	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	10/002	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	10/003	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	10/004	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	12/001	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	12/002	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	12/003	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	12/004	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	12/005	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	13/001	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	13/002	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
	05/124	0,9	28	0,24	0,09	2,9	2,73	7,91	0,28
3 df	14/001	5,5	87	0,24	0,09	2,9	16,52	47,89	0,55
	14/002	5,5	87	0,24	0,09	2,9	16,52	47,89	0,55
	14/003	5,5	87	0,24	0,09	2,9	16,52	47,89	0,55
	14/004	5,5	87	0,24	0,09	2,9	16,52	47,89	0,55
	02/301	0,7	24	0,24	0,09	2,9	2,09	6,06	0,25
	02/302	0,7	24	0,24	0,09	2,9	2,09	6,06	0,25
3d df	11/006	5,8	324	0,24	0,09	2,9	17,58	50,97	0,16
	11/010	5,8	324	0,24	0,09	2,9	17,58	50,97	0,16
	11/007	5,8	215	0,24	0,09	2,9	17,58	50,97	0,24
	11/011	5,8	215	0,24	0,09	2,9	17,58	50,97	0,24
	11/008	2,9	215	0,24	0,09	2,9	8,79	25,48	0,12
	11/012	2,9	215	0,24	0,09	2,9	8,79	25,48	0,12
	11/023	5,3	215	0,24	0,09	2,9	16,06	46,58	0,22
	11/027	5,3	215	0,24	0,09	2,9	16,06	46,58	0,22
	11/024	5,3	215	0,24	0,09	2,9	16,06	46,58	0,22
	11/028	5,3	215	0,24	0,09	2,9	16,06	46,58	0,22
	13/003	5,3	215	0,24	0,09	2,9	16,06	46,58	0,22
13/005	5,3	215	0,24	0,09	2,9	16,06	46,58	0,22	



	13/004	1,7	215	0,24	0,09	2,9	5,00	14,50	0,07
	13/006	1,7	215	0,24	0,09	2,9	5,00	14,50	0,07
	13/008	3,4	215	0,24	0,09	2,9	10,30	29,88	0,14
	13/010	3,4	215	0,24	0,09	2,9	10,30	29,88	0,14
	14/005	5,9	215	0,24	0,09	2,9	17,88	51,85	0,24
	14/009	5,9	215	0,24	0,09	2,9	17,88	51,85	0,24
	14/008	5,9	215	0,24	0,09	2,9	17,88	51,85	0,24
	14/012	5,9	215	0,24	0,09	2,9	17,88	51,85	0,24
	14/013	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	14/017	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	15/001	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	15/005	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	15/002	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	15/006	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
3d dlf	15/003	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	15/007	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	15/009	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	15/013	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	15/011	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	15/015	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	15/010	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	15/014	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	16/013	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	16/016	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	16/014	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	16/017	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	16/015	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	16/018	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	17/005	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	17/008	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	17/006	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	17/009	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	17/007	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
	17/010	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26
17/011	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26	
17/014	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26	
17/012	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26	
17/015	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26	
17/013	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26	
17/016	6,4	215	0,24	0,09	2,9	19,39	56,24	0,26	
4dlf	17/017	1,6	74	0,24	0,09	2,9	4,85	14,06	0,19



4dlf	17/020	1,6	74	0,24	0,09	2,9	4,85	14,06	0,19
	17/021	1,6	74	0,24	0,09	2,9	4,85	14,06	0,19
	17/023	1,6	74	0,24	0,09	2,9	4,85	14,06	0,19
	17/024	1,6	74	0,24	0,09	2,9	4,85	14,06	0,19
6dlf	17/001	4,4	41,9	0,24	0,09	2,9	13,33	38,67	0,92
	17/002	4,4	41,9	0,24	0,09	2,9	13,33	38,67	0,92
	17/003	4,4	41,9	0,24	0,09	2,9	13,33	38,67	0,92
	17/004	4,4	41,9	0,24	0,09	2,9	13,33	38,67	0,92
	17/018	4,4	41,9	0,24	0,09	2,9	13,33	38,67	0,92
	17/019	4,4	41,9	0,24	0,09	2,9	13,33	38,67	0,92
	17/022	4,4	41,9	0,24	0,09	2,9	13,33	38,67	0,92
8dlf	15/004	0,0	34	0,24	0,09	2,9	0,00	0,00	0,00
	15/008	5,7	87	0,24	0,09	2,9	17,27	50,09	0,58
9 dlf	13/021	1,6	35	0,24	0,09	2,9	4,85	14,06	0,40
	13/022	1,6	35	0,24	0,09	2,9	4,85	14,06	0,40
	13/023	1,6	35	0,24	0,09	2,9	4,85	14,06	0,40
	13/025	1,6	35	0,24	0,09	2,9	4,85	14,06	0,40
10d dlf	11/005	5,3	100	0,24	0,09	2,9	16,06	46,58	0,47
	11/009	5,3	100	0,24	0,09	2,9	16,06	46,58	0,47
	11/013	5,1	100	0,24	0,09	2,9	15,45	44,82	0,45
	11/017	5,1	100	0,24	0,09	2,9	15,45	44,82	0,45
	11/014	5,8	100	0,24	0,09	2,9	17,58	51,00	0,51
	11/018	5,8	100	0,24	0,09	2,9	17,58	51,00	0,51
	11/015	5,8	100	0,24	0,09	2,9	17,58	51,00	0,51
	11/019	5,8	100	0,24	0,09	2,9	17,58	51,00	0,51
	11/016	5,5	100	0,24	0,09	2,9	16,67	48,33	0,48
	11/020	5,5	100	0,24	0,09	2,9	16,67	48,33	0,48
	11/021	5,8	100	0,24	0,09	2,9	17,58	51,00	0,51
	11/025	5,8	100	0,24	0,09	2,9	17,58	51,00	0,51
	11/022	5,5	100	0,24	0,09	2,9	16,67	48,33	0,48
	11/026	5,5	100	0,24	0,09	2,9	16,67	48,33	0,48
	12/010	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	12/014	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	12/011	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	12/015	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	12/012	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
12/016	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47	
12/013	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47	
12/017	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47	
12/018	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47	



	12/022	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	12/019	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	12/023	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	12/020	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	12/024	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	12/021	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	12/025	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	13/007	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	13/009	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	13/011	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	13/034	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	13/012	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	13/014	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	14/006	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
14/010	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47	
14/007	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47	
14/011	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47	
10d dlf	14/014	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	14/018	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	14/015	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	14/019	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	14/016	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	14/020	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	15/012	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	5/016	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	15/017	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	15/021	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	15/018	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	15/022	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	15/019	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	15/023	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	15/020	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	15/024	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	16/002	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	16/005	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	16/003	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	16/006	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
16/007	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47	
16/010	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47	
16/008	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47	
16/011	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47	



	16/009	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
	16/012	5,4	100	0,24	0,09	2,9	16,36	47,45	0,47
				<i>0,06x4 (lo forma 4 paquetes)</i>	<i>[(0,02x3)+0,03 3] separadores de 0,02 y 1 de 0,0,3</i>	<i>Longitud/ (ancho paquetes + ancho separador)</i>			<i>peso paquete X número de paquete</i>

Tabla 7: Tabla de caballetes DLF final donde se han comprobado las capacidades y todos los caballetes las cumple.

Este sería el resultado final de la capacidad y medidas de los caballetes, he trabajado mano a mano con el departamento de mantenimiento:

- primero para coordinar el mantenimiento diario de los caballetes.
- segundo rectificar los problemas con los caballetes, que por la medida de la pata los operarios podrían sobrecargarlos con más vidrio del debido.

Esto es un trabajo largo y constante, ya que sólo se puede trabajar en los caballetes cuando estén vacíos, y esto muchas veces no es fácil hacerlo debido a:

- que es un material que al moverlo/cambiarlo de emplazamiento tiene un alto riesgo de que se pueda dañar.
- que se produce en el horno mucho vidrio y se necesitan los caballetes para colocar lo que va a salir.
- que no hay otro caballete al que moverlo, ya que hay todo el vidrio que se tiene es para expedirlo y si se colocase delante de otros productos, sería crear una mayor carga de trabajo, teniéndolo que destapar horas más tarde el vidrio que se ha tapado por moverlo.

3.4 Capacidad total del almacén

La capacidad del almacén que se puede calcular es únicamente la de los caballetes fijos. Ya que tendríamos que tener en cuenta que en el almacén existen otros tipos de caballetes que se utilizan para el transporte, pero hasta que se expiden, se ubican en algunas zonas específicas y estos son:

- Caballetes monoversán tipo M (1 vertiente) y tipo G (doble vertiente)



Figura 12: Imagen tomada en el almacén del caballete monoversan tipo M

- Trecetones



Figura 13: Imagen tomada en el almacén del lateral de un trecetón

- Kappa



Figura 14: Imagen tomada en el almacén del caballete Kappa (utilizado para automóvil)

- Primitivos



Figura 15: imagen tomada en el almacén de varios primitivos (utilizado para automóvil)

Tendríamos algún otro modelo que se montan, se cargan y embalan a la espera de que se coloque dicha carga sobre el transporte (camión, contenedor o góndola), que sería por ejemplo los Iceland (Figura 16) o los ibéricos, que están desde unas horas a pocos días a la espera de ser expedidos.



Figura 16: Caballete desmontable tipo Iceland de hoja entera.

Para hacer el recuento de estos modelos, se necesitaría actualizarlo y modificarlo semana a semana o mes a mes ya que no son valores fijos, y esos no son datos con los que he trabajado, por lo que nos centramos en los caballetes fijos, que están anclados al suelo.

De las tablas de capacidad de los caballetes se hace el sumatorio de los caballetes PLF y DLF, de forma independiente de su capacidad teórica y la capacidad real, obteniendo la capacidad total teórica y la capacidad total real haciendo después el cociente entre la total real y la teórica.

	PLF	DLF	Total
Capacidad total teórica	36592,3	22355,2	58947,5
Capacidad total real	22355,2	7616,61	29971,81

Capacidad desaprovechada de la capacidad del almacén

0,50844921

Tabla 8: cálculos de la capacidad total del almacén



4. Conclusiones

Después de comprobar la capacidad de los caballetes uno a uno, lo que vemos es que hay 39 caballetes que están en el límite o que superan su capacidad. Para asegurarnos, queremos tener la medida adecuada en las patas para que los operarios no puedan colocar más vidrio del debido sobre los caballetes. 12 de ellos lo cumplen, teniendo en cuenta que hay un factor de seguridad en los estudios y no tendríamos ningún problema, pero se lo informo a los responsables de logística para que ellos tomen la decisión de si queda tal cual o se deben reducir unos centímetros las patas de esos caballetes. El resto, tiene que reducirse a la longitud señalizada en la Tabla 5: Caballetes que se han de modificar porque superan la capacidad establecida por los estudios de Simecal. Todo este trabajo se va realizando poco a poco, ya que conlleva el movimiento de vidrio porque se necesita vaciar un caballete para poder trabajar con seguridad en él.

Sobre la capacidad total del almacén, se puede ver que solamente con los caballetes fijos, tenemos una capacidad de almacenaje aproximadamente de la mitad de lo que se podría tener.

Las opciones posibles para mejorarlo serían

- La opción más rentable sería una reorganización de los caballetes del almacén. No es algo sencillo ni a corto plazo. El mayor problema es que en los caballetes que se podrían ampliar el largo de las patas para aumentar su capacidad, no es posible ya que no se puede reducir el pasillo, debido a que los vehículos que manipulan el vidrio son de gran tamaño y ya tienen una zona para realizar maniobras bastante reducida.
- Otra opción podría ser un estudio de ampliación del almacén. Para la ampliación se debería comprobar cuáles son las zonas adecuadas para llevar a cabo la ampliación de las naves del almacén. También se ha de comprobar si esa ampliación afecta a alguna parte que ya esté construida y teniendo que reubicarla. Además, se tendría que comprobar cuáles serían los caballetes más adecuados para sacarles el mayor partido posible, aprovechando toda su capacidad admisible. En este caso, otra complicación que se tendría, es el precio del presupuesto para la ampliación y el tiempo de realización del proyecto.

5. Anexos

5.1 Plano en Excel zona DLF (naves 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17)



Figura 17: plano en Excel de las naves 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 y 17 (Zona DLF)

5.2 Plano en Excel zona PLF (naves 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7)



Figura 18: plano en Excel de las naves 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 (zona PLF)

5.3 Plano en AutoCAD del almacén completo

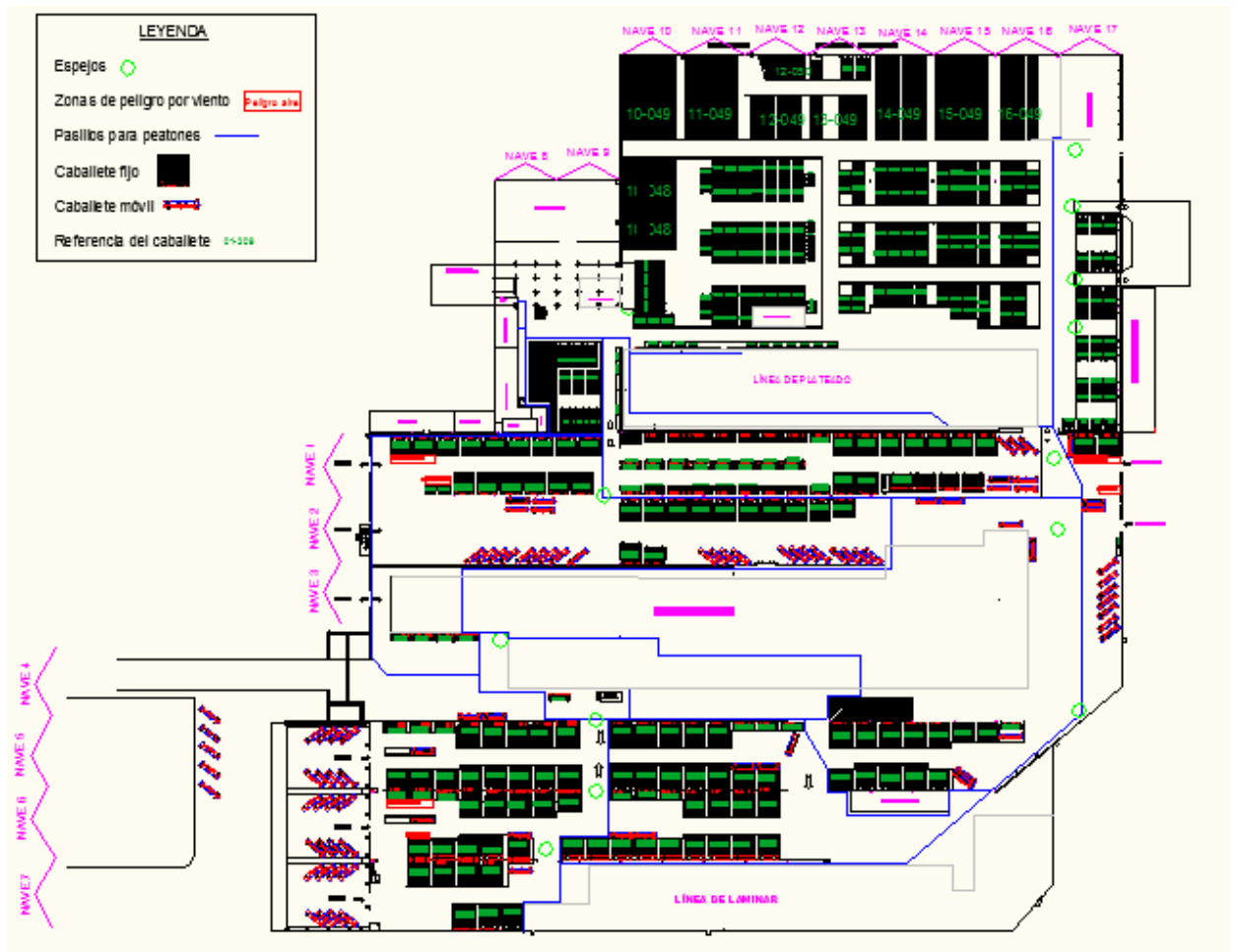


Figura 19: Plano general del almacén de vidrio.



6. Bibliografía

- 1) Aula tecnológica. (01 de Junio de 2016). *Aula tecnológica*. Obtenido de <http://www.aulatecnologia.com>
- 2) Saint-Gobain. (15 de junio de 2016). *Proceso de fabricación del vidrio*. Obtenido de <http://www.saint-gobain-sekurit.com/es/glosario/introducci%C3%B3n-del-vidrio>
- 3) Simecal (Empresa Externa). (2012). *Análisis de resistencia estructural - Informes privados de SGG*.
- 4) Simecal (Empresa externa). (2012). *Análisis de la resistencia estructural. Tipo 1PLF con base de apoyo de 5m. Subtipo 1PLF con base de apoyo 0.8m. Caballete para el descanso de láminas de cristal - Informe privado de SGG*.