

## REDISTRIBUCIÓN EN PLANTA EN UNA INDUSTRIA DE BEBIDAS HÍDRICAS

*Kolodziej, Sebastián Federico\*, Enriquez, Héctor Darío, Kowalski, Víctor Andrés*

*Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería.  
Juan Manuel de Rosas 325. (3360) Oberá – Misiones – Argentina. kolodz@fio.unam.edu.ar*

### RESUMEN.

En el presente trabajo se llevó a cabo un análisis de distribución en planta de una industria dedicada al envasado de agua y soda. El trabajo surgió como necesidad de la empresa de adecuarse a los requerimientos normativos de fabricación de sustancias alimenticias y de seguridad e higiene, y con vistas a incorporar una nueva línea de envasado de agua. El objetivo fue diseñar el nuevo *lay-out* en un edificio disponible, incorporando una línea adicional de producción de agua envasada, atendiendo a la reglamentación vigente aplicable al sistema productivo en cuestión. Para llevar a cabo el análisis se utilizó el método analítico cuantitativo conocido como SLP (*Systematic Lay Out Planning*), el cual permite atender al gran número de aspectos y criterios de esta índole que entran en consideración en todo proceso de redistribución en planta. Además de obtener la ubicación relativa de los distintos sectores se precisó conocer los espacios necesarios para los mismos como así también los requerimientos de pasillos y almacenes. Finalmente se utilizó un software de diseño en 3D para obtener una representación gráfica a escala de la distribución hallada, lo que facilitó la comunicación de las propuestas hacia el propietario de la empresa. El alcance del trabajo comprendió a todos los sectores tanto de producción como auxiliares, limitándose a ocupar la superficie edificada con que ya cuenta la empresa.

**Palabras clave:** Sistemas de producción; Distribución en planta; SLP; Producción de bebidas.

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se realiza en una empresa localizada en Oberá, Provincia de Misiones, República Argentina, dedicada al envasado y comercialización de bebidas hídricas: agua en botellones, y soda (agua gasificada) en sifones.

Debido al aumento de la demanda que experimentan los productos en los últimos tiempos, la empresa decidió ampliar sus instalaciones edilicias e incorporar recursos tecnológicos y humanos para aumentar su producción de agua envasada en botellones. Con las ampliaciones se busca mejorar la producción y adecuar las instalaciones a las disposiciones que el Código Alimentario Argentino prevé para los procesos, establecimientos y manipulación de bebidas hídricas [1], facilitar las tareas y movimientos de cargas, ampliar y reubicar espacios de almacenamiento, reubicar talleres de reparación y limpieza, mejorar la ubicación de oficinas, puntos de recepción, carga y descarga de materiales y combustibles, disponer de mejores accesos para los camiones de reparto, entre otros aspectos. El objetivo entonces es diseñar el nuevo *lay-out* en el edificio disponible, incorporando la línea adicional de producción de agua envasada, atendiendo a la reglamentación vigente aplicable al sistema productivo en cuestión.

El diseño de la distribución en planta es un proceso largo y complejo, en el cual debe atenderse a un gran número de aspectos y criterios, razón por la cual no existen procedimientos automáticos que resuelvan el problema. No obstante es necesario contar con un método que establezca los lineamientos a seguir para resolver el problema. El método más conocido es el SLP (*Systematic Lay Out Planning*) [2]. Entre los criterios a tener en cuenta para la redistribución, se tienen los requerimientos para los medios de producción, sumado a regulaciones establecidas en el Código Alimentario Argentino (op.cit.), y otras normativas vigentes para el almacenamiento y expendio de gas y combustible, además de la reglamentación sobre seguridad e higiene [3].

## 2. METODOLOGÍA

La modificación del *Lay-Out* surgió como una necesidad de acondicionar las instalaciones a lo establecido en las reglamentaciones del Código Alimentario Argentino y las normativas de expendio y almacenamiento de combustible. Así también resulta necesario para cumplir con el requerimiento de la industria de ampliar la capacidad productiva incorporando una nueva línea de envasado de agua.

Para el diseño de la distribución en planta se tomó por lo tanto, como punto de partida el método SLP. En la aplicación de este método, se tuvieron en consideración las siguientes cuestiones:

- El proceso productivo, que estable el recorrido que debe seguirse.
- Normativas Nacionales respecto al manejo de productos alimenticios y almacenamiento y expedición de combustibles.
- Las limitaciones de espacio establecidas por la construcción edilicia con la que ya se cuenta.
- Las condiciones fijadas por los dueños del establecimiento, con quienes se mantuvo una constante comunicación.

La distribución en planta de los distintos sectores, como así también de máquinas y equipos mostraba al momento de realizar este trabajo ciertos inconvenientes respecto a lo que rigen las normas de producción de agua y soda. Además de estos y otros requerimientos de las normas antes mencionadas, la propuesta debió respetar los intereses de los propietarios de la empresa.

Los aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar las nuevas instalaciones fueron:

- Minimización del transporte.
- Optimización del espacio.
- Mejora de la seguridad en el trabajo.
- Cumplimiento de las normas en los siguientes aspectos:
  - Separación física del sector de llenado de envases del resto de los sectores.
  - Separación de los sanitarios del proceso productivo y redimensionamiento de los mismos.
  - Expendio de combustibles bajo normas, con la superficie requerida para la maniobra de los vehículos.
  - Depósitos de gas (propano y carbónico) adecuados a la normativa.
- Reubicación del taller de reparaciones debido a que se encuentra en un terreno ajeno a la empresa.

- Reubicación del sector de expendio de combustible, dado que se encuentra en un terreno ajeno a la empresa y no cumple con algunas disposiciones de las leyes de almacenamiento de combustibles.

La disposición actual que presentan los distintos sectores se indica en la siguiente figura.

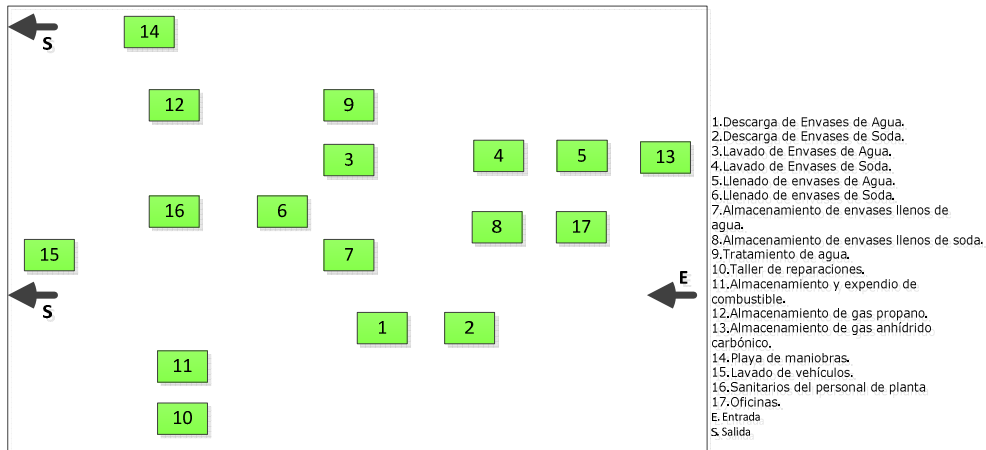


Figura 1: Ubicación relativa de los distintos sectores.

Para el análisis de la distribución se comenzó por confeccionar la tabla relacional de actividades, la cual refleja la relación existente entre las distintas actividades y sectores. La deseabilidad relativa de localizar unos sectores próximos a otros se representa por valores numéricos previamente asignados. Esta herramienta tiene la ventaja de permitir el estudio de todas las actividades auxiliares y no solamente las de producción [4]. Para la construcción de la tabla, primeramente se determinaron los valores numéricos que indican los motivos por los que dos actividades deben estar próximas. En la siguiente tabla se indican las razones de proximidad identificadas:







Tabla 1: Razones de Proximidad

Nº	Razón
1	Secuencia de flujo de trabajo
2	Comparten el mismo espacio
3	Comparten el mismo personal
4	Realizan un trabajo similar
5	Molestias y/o peligros
6	Higiene y/o Seguridad
7	Mejora del control y reducción de tiempos muertos

Como punto de partida se debe considerar que la empresa estableció como condición no mover el sector de tratamiento de agua, el cual se encuentra ubicado en un primer piso, argumentando principalmente la inversión ya realizada en dicho sector. Esto condicionó la ubicación del área de llenado de envases, ya que por razones de eficiencia y calidad del propio proceso de envasado no puede estar separado una distancia superior a los 5 (cinco) metros del sector de tratamiento, a fin de no alterar las condiciones del agua que será envasada. Las demás condiciones de proximidad entre actividades fueron dadas por cuestiones de proceso o por exigencias reglamentarias relacionadas principalmente a la higiene y seguridad.

Una vez graficada la tabla relacional de actividades, se representó gráficamente mediante bloques las necesidades de proximidad mediante un código previamente establecido:

Tabla 2: Cuantificación de proximidad entre actividades

Valor	Proximidad	Símbolo
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Importancia Ordinaria	
U	Sin importancia	
X	No deseable	

En base al código de proximidad, se trata de aproximar las actividades relacionadas con una A y alejar las marcadas con una X, de igual manera se prosigue con las E, las I y las O.

Una vez determinada la ubicación relativa que deben tener los distintos sectores, se estudió el espacio necesario para cada actividad.

Para determinar el espacio total ( $S_t$ ) necesario para una actividad, se debe tener en cuenta los siguientes componentes:

Espacio estático ( $S_s$ ), definido por el área ocupada por las máquinas e instalaciones.

Espacio geométrico ( $S_g$ ): El necesario para acceder a la máquina o proceso tanto por los operarios como por parte de los materiales. Será función del número de lados del proceso que deben ser accesibles.

Espacio de evolución ( $S_e$ ): Que será mayor o menor según el tipo de proceso. Su valor es  $S_e = K(S_s + S_g)$ , siendo K un valor tabulado que depende del tipo de industria de que se trate.

Se aplica este método para calcular independientemente el espacio necesario para cada una de las actividades implicadas en la distribución en planta.

### 3. RESULTADOS

Partiendo de las restricciones de proximidad identificadas en base a la normativa y a cuestiones de proceso, y teniendo en cuenta las razones de proximidad se obtuvo la siguiente tabla relacional de actividades:

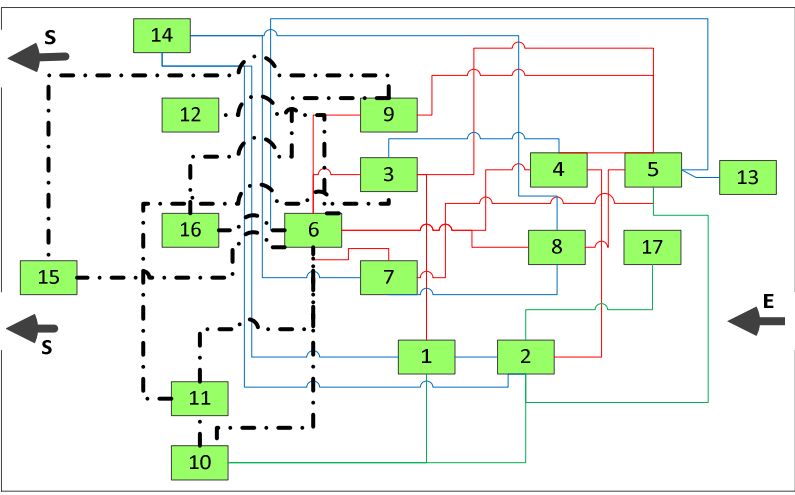
VI Congreso de Ingeniería Industrial COINI 2013  
7 y 8 de noviembre de 2013 - Centro Tecnológico de Desarrollo Regional  
Facultad Regional San Rafael - Universidad Tecnológica Nacional  
Los Reyes, San Rafael, Mendoza, Argentina

1																	
2	E																
3	4																
4	A	U															
5	1																
6	O	A	E														
7	1	4															
8	U	I	U	A													
9	1	1	1														
10	O	U	A	U	E												
11	1	1	1	1	4												
12	U	U	U	U	U	A											
13	U	U	U	U	U	U	A										
14	U	U	U	U	U	A	A	U	U								
15	U	U	U	U	U	U	U	U	U	X							
16	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	X	X					
17	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	X	X	U		
18	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	
19	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
20	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
21	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
22	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
23	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
24	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
25	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
26	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
27	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
28	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
29	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
30	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
31	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
32	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U	U

1. Descarga de Envases de Agua.
2. Descarga de Envases de Soda.
3. Lavado de Envases de Agua.
4. Lavado de Envases de Soda.
5. Llenado de envases de Soda.
6. Llenado de envases de Agua.
7. Almacén de envases llenos de agua.
8. Almacén de envases llenos de soda.
9. Tratamiento de agua.
10. Taller de reparaciones.
11. Expendio de combustible.
12. Almacenamiento de gas propano.
13. Almacenamiento Anhidrido Carbónico.
14. Playa de maniobras.
15. Lavado de vehículos.
16. Sanitarios del personal de planta
17. Oficinas

Figura 2: Tabla relacional de actividades

A partir de la tabla relacional de actividades se graficaron los bloques indicando las prioridades de cercanía. El diagrama inicial es el que se indica a continuación.



- 1.Descarga de Envases de Agua.
  - 2.Descarga de Envases de Soda.
  - 3.Lavado de Envases de Agua.
  - 4.Lavado de Envases de Soda.
  - 5.Llenado de envases de Agua.
  - 6.Llenado de envases de Soda.
  - 7.Almacenamiento de envases llenos de agua.
  - 8.Almacenamiento de envases llenos de soda.
  - 9.Tratamiento de agua.
  - 10.Taller de reparaciones.
  - 11.Almacenamiento y expendio de combustible.
  - 12.Almacenamiento de gas propano.
  - 13.Almacenamiento de gas anhidrido carbónico.
  - 14.Playa de maniobras.
  - 15.Lavado de vehículos.
  - 16.Sanitarios del personal de planta
  - 17.Oficinas
- E. Entrada  
S. Salida

Figura 3 Gráfico de relaciones de cercanía

A lo largo del desarrollo fueron propuestas diversas distribuciones, las cuales fueron analizadas en conjunto con el propietario de la empresa hasta definir una configuración final.

Luego de varias iteraciones en busca de acercar los sectores unidos por líneas rojas, azules y verdes y alejar los unidos por la línea punteada negra, el resultado final de la distribución en planta, es el siguiente

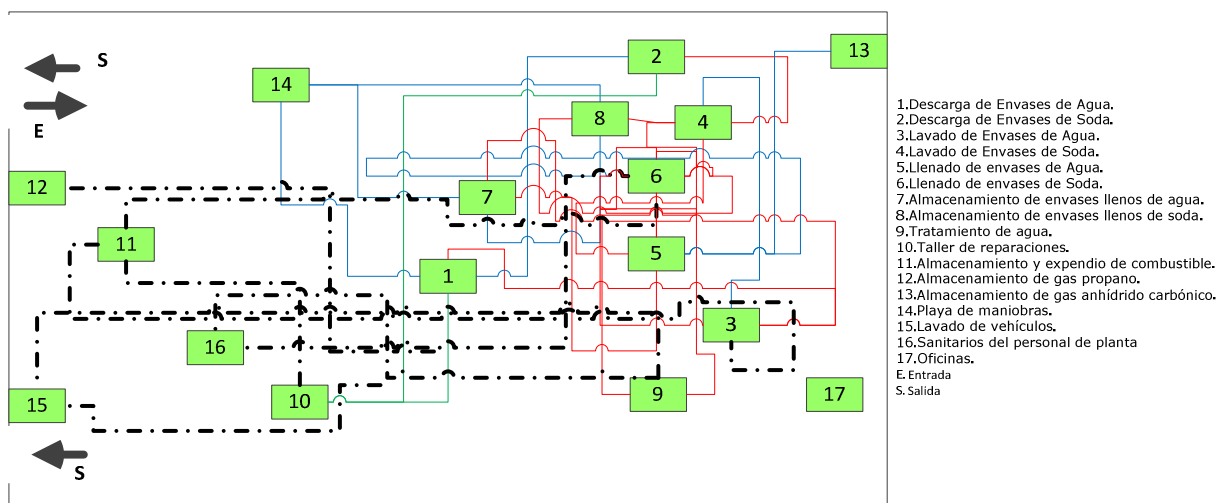


Figura 4 Gráfico de relaciones de cercanía final

Es importante destacar que como en todo proceso de diseño de la distribución en planta, no existe una solución óptima. Como resultado de las iteraciones se obtuvieron distintas disposiciones de entre las cuales se seleccionó la de la figura 4 mediante un análisis conjunto con el propietario de la empresa.

Una vez determinada las relaciones de cercanía, se calcularon las necesidades de área de los distintos sectores. Para este caso la principal consideración fueron los espacios utilizados por los equipos y los almacenes, razón por la cual, en el cálculo de las áreas se hizo un desglose más específico de los sectores antes mencionados, debiendo considerar el espacio ocupado por cada uno de los equipos que conforman la línea de producción. El cálculo de las necesidades de área y sus respectivos valores se indican en la siguiente tabla

Tabla 3 Requerimientos de espacio de proceso

DESCRIPCIÓN	Se	Sg		Sev		Total
	A x L	nº	Se*nº	k	(Se + Sg)*k	
<b>ENVASADO DE SODA</b>						
Envasadora Soda	10.14	2.00	20.28	0.10	3.04	26.95
Lavadora	2.96	1.00	2.96	0.10	0.59	6.51
Ionizador	3.00	1.00	3.00	0.10	0.60	6.60
<b>ENVASADO DE AGUA LINEA 1</b>						
Lavadora de Botellas	8.40	2.00	16.80	0.10	2.52	27.72
Cinta transportadora Lavador de B	2.16	1.00	2.16	0.10	0.43	4.75
Llenadora de botellas	4.20	2.00	8.40	0.10	1.26	13.86
Cinta transportadora Llenador de B	2.22	1.00	2.22	0.10	0.44	4.88
<b>ENVASADO DE AGUA LINEA 2</b>						
Lavadora de Botellas (línea nueva)	8.40	2.00	16.80	0.10	2.52	27.72
Cinta transportadora Lavador de B (línea nueva)	2.16	1.00	2.16	0.10	0.43	4.75
Llenadora de botellas (línea nueva)	4.20	2.00	8.40	0.10	1.26	13.86
Cinta transportadora Llenador de B (línea nueva)	2.22	1.00	2.22	0.10	0.44	4.88

De acuerdo a este cálculo se requiere para el sector de proceso una superficie aproximada de 143m<sup>2</sup>. A ello debe agregarse los sectores auxiliares cuyas superficies se indican en la siguiente tabla dando un total de 700m<sup>2</sup>:

Tabla 4 *Requerimientos de espacios de depósito y auxiliares*

<b>SUPERFICIES AUXILIARES</b>			
<b>DEPÓSITOS</b>	<b>Superficie</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Depósito de Envases para lavado	36.00	2.00	72.00
Depósito de Agua Envasada	36.00	2.00	72.00
Depósito de Soda Cargados	10.80	1.00	10.80
Depósito de Soda Vacios	10.80	1.00	10.80
Depósito de Agua para Camión Grande	36.00	1.00	36.00
Depósito de Soda para Camión Grande	10.00	1.00	10.00
<b>PLAYA DE MANIOBRAS</b>			
Estacionamiento F-350	11.09	8.00	88.68
Estacionamiento F-100 y Peugeot	10.36	6.00	62.16
Estacionamiento Cavallino	52.92	1.00	52.92
Playa de maniobras		1.00	0.00
<b>AUXILIARES</b>			
Playa de Combustible	150.00	1.00	150.00
Taller de reparacion de bidones	28.00	1.00	28.00
Lavadero de vehículos	70.76	1.00	70.76
<b>BAÑOS PERSONAL DE PLANTA</b>			
Baños Hombres	19.25	1.00	19.25
Baños Mujeres	19.25	1.00	19.25

La superficie total requerida entre producción y auxiliares es de aproximadamente 850m<sup>2</sup>. En un edificio de un solo piso se debe agregar un 17% al espacio total de la maquinaria para tener en cuenta corredores y pasillos [5]. Considerando que la superficie disponible en el edificio existente es de 1437m<sup>2</sup> se concluye que existe un excedente de espacio disponible, lo cual podrá ser utilizado para futuras ampliaciones del proceso productivo o la incorporación de otras líneas de productos.

Obtenidas las ubicaciones relativas y las superficies ocupadas por cada sector, se representa gráficamente la distribución planteada mediante un modelo en tres dimensiones. La representación computacional tridimensional permitió incluir, además de las necesidades de superficie, otras características reales que difícilmente podrían modelarse de otra manera. Esta representación facilitó la comunicación y las decisiones efectuadas a lo largo del desarrollo.

En la siguiente figura se indica la distribución propuesta teniendo en cuenta las prioridades de cercanía y las necesidades de área establecidas.

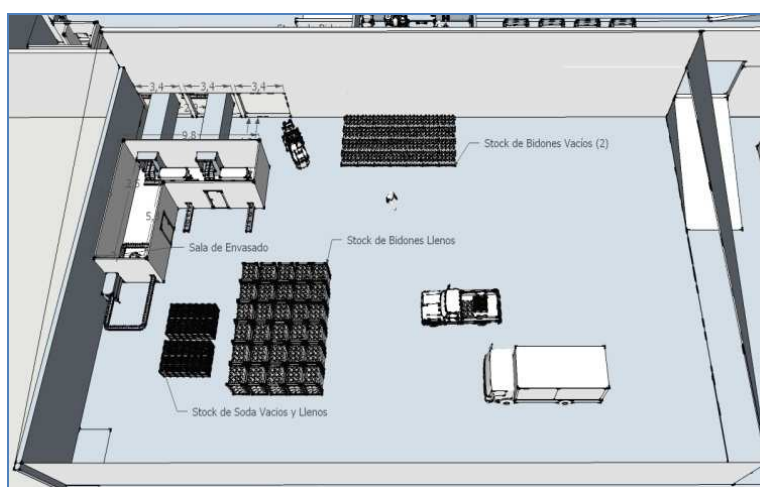


Figura 5 *Imagen 3D sector producción y almacén*

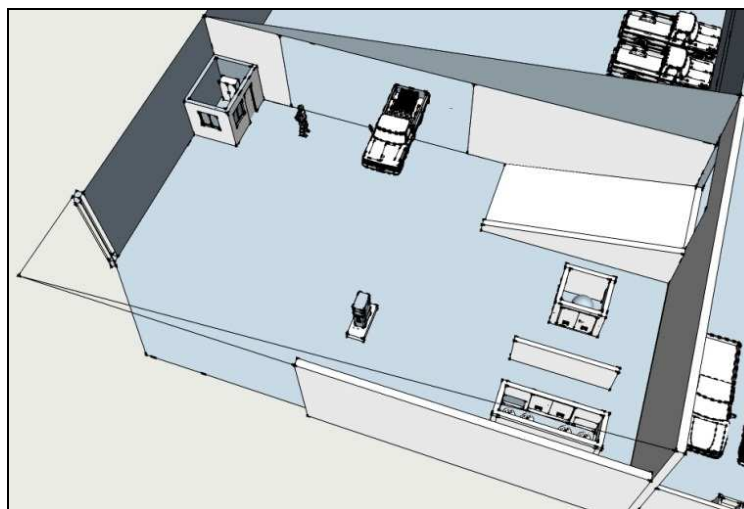


Figura 6 Imagen 3D sector combustibles

La alternativa propuesta mediante el método SLP contempla los siguientes cambios:

- Se diseñó una sala de llenado y envasado aislada de las instalaciones anteriores con cierrapuertas automático.
- Se reubicaron los sectores de carga y descarga de envases llenos y vacíos respectivamente.
- Fueron reubicados los sectores de expendio de combustible, los depósitos de gas propano y carbónico, al sector de entrada y salida de camiones del nuevo galpón.
- Se reubicó el taller de reparaciones.
- Se reubicó la oficina de control de entradas y salidas.
- Se modificó el circuito de carga y descarga del producto.
- Se propuso la ampliación de los sanitarios existentes y la instalación de sanitarios para damas en el sector de producción.

#### 4. CONCLUSIONES

El estudio de la distribución en planta existente en la empresa, permite mediante la aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos lograr una mejora en la configuración de los equipos y espacios auxiliares.

Resulta destacable la separación física de sectores críticos de producción respecto a otras áreas que pudieran generar contaminantes (baños, lavaderos, talleres, entre otras), requisito principal planteado en la normativa de producción y manipulación de alimentos. Con la nueva redistribución se adecuan también a las normativas vigentes las instalaciones de almacenamiento y expendio de combustibles y gas.

Con la nueva distribución en planta se logran mejoras tanto en la eficiencia del proceso, como en la seguridad e higiene del mismo ya que se reduce la circulación y los transportes, se aprovechan mejor los recursos, se delimitan espacios de circulación, logrando así la producción de un bien en calidad y cantidad pretendidas, además del cumplimiento de las normativas vigentes.

La metodología empleada permite el rediseño integral de la empresa, contemplando la distribución física de los recursos y sectores auxiliares necesarios para la producción, a la vez que permite mejorar de operaciones y la asignación de los recursos.

La representación tridimensional permite contemplar múltiples detalles y requerimientos reales de diseño que difícilmente podrían incluirse de otra manera. Dicha representación facilita en gran medida la comunicación de las propuestas hacia el decisor.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] ARGENTINA. Ley 18.284, Decreto 2126/71: Código Alimentario Argentino. **Bebidas hídricas, agua y agua gasificada**. Capítulo XII. Artículos 983-1017 y anexos. [En línea]. Argentina: 2012. URL: [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO\\_XII.pdf](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_XII.pdf) . Acceso: 26 de junio de 2013.



- [2] COMPANYS PASCUAL R. COROMINAS SUBIAS A. (1998). **Organización de la Producción I**. Diseños de Sistemas Productivos I. Barcelona, España: Ediciones UPC. 261p.
- [3] ARGENTINA. Ley 19.587, (2006). Decretos Reglamentarios. **Higiene y Seguridad en el Trabajo**. Buenos Aires. Argentina.
- [4] CENTROS EUROPEOS DE EMPRESAS INNOVADORAS. (CEEI) **Manual 19, Distribución en Planta**. 43p. Valencia: Edición CEEI CV, 2008.
- [5] KANAWATY GEORGE. (1996). Introducción al Estudio del Trabajo. Cuarta Edición. Oficina Internacional del Trabajo. Ginebra. 521p.