

Propuestas de mejora en el proceso de recepción de materia prima (vidrio externo limpio) en O-I Planta Envigado.

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Industrial

Laura Ocampo Rojas

Asesor

Ana Maria Gil Arias

Ingeniera Industrial

Corporación Universitaria Lasallista

Faculta de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Medellín - Antioquia

2018

Tabla de contenido

Introducción.....	7
Alcance	8
Objetivos	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos	9
Reseña histórica	10
Momentos claves- Crecimiento de O-I a través de los años:	10
Organigrama	12
Proceso de recepción de materia prima.....	13
Proceso materias primas	13
Proceso del vidrio	17
Proceso de recepción del vidrio externo.....	17
Proceso de recepción del vidrio interno.....	20
Proceso de recepción del vidrio plano	22
Planteamiento del problema.....	25
Justificación.....	26
Impacto general	27
Marco teórico	29

Historia del vidrio	29
Propiedades del vidrio	31
Proceso de fabricación del vidrio	33
Usos del vidrio	34
Características del vidrio.....	35
Metodología	37
Conclusiones.....	42
Referencias	43
Apéndices	44

Lista de tablas

Tabla 1. Descripción del proceso de recepción de materia primas Fuente Elaboración propia.....	16
Tabla 2. Descripción del proceso de recepción materia prima vidrio externo. Fuente Elaboración propia.....	20
Tabla 3. Descripción del proceso de recepción de vidrio interno. Fuente Elaboración propia.....	21
Tabla 4. Descripción del proceso de recepción vidrio plano. Fuente Elaboración propia.....	24
Tabla 5. Contaminantes del vidrio. Fuente O-I Peldar	38
Tabla 6. Muestra de vidrio externo limpio aceptado. Fuente Elaboración propia	39
Tabla 7. Promedio de contaminantes de vidrio externo limpio aceptado. Elaboración propia.....	39
Tabla 8. Estandarización de contaminantes vidrio externo limpio. Fuente Elaboración propia.....	40

Lista de Ilustraciones.

Ilustración 1. Momentos clave 1903-1998. Fuente O-I Peldar	10
Ilustración 2. Momentos clave 2000-2016. Fuente O-I Peldar	11
Ilustración 3. Organigrama O-I Planta Envigado. Recepción de materia prima. Fuente elaboración propia	12
Ilustración 4. Flujograma del proceso de recepción de materias primas. Fuente Elaboración propia.....	14
Ilustración 5. Flujograma del proceso de recepción de materias primas vidrio externo. Fuente Elaboración propia.....	18
Ilustración 6. Flujograma del proceso de recepción vidrio interno. Fuente Elaboración propia.....	21
Ilustración 7. Flujograma del proceso de recepción vidrio plano. Elaboración propia.....	22
Ilustración 8. Proceso fabricación vidrio. Fuente O-I Peldar	33
Ilustración 9. Formato propuesto para la recepción. Fuente Elaboración propia	40
Ilustración 10. Formato propuesto para la recepción (lista desplegable). Fuente Elaboración propia.....	41
Ilustración 11. Formato propuesto para la recepción (Prueba piloto). Fuente Elaboración propia.....	41

Lista de apéndices

Apendice A. Mapa recepción del vidrio externo. Fuente Elaboración propia	44
Apendice B. Especificaciones del vidrio externo limpio. Fuente O-I Peldar	45
Apendice C. Formato recepción vidrio. Fuente O-I Peldar MP.....	46
Apendice D. Formato revisión casco. Fuente O-I Peldar MP.....	47

Introducción

O-I es una empresa dedicada a la fabricación de envases de vidrio que cuenta con más de 100 años de experiencia, por ello es el líder mundial del vidrio.

Glass Is Life™, es un movimiento creado para transformar la visión que las personas tienen del vidrio. “Cientos de miles de personas de todo el mundo han sido inspiradas a celebrar las ventajas del vidrio, incluyendo el sabor, la salud, la calidad, el potencial de creación de marca y la sostenibilidad” (O-I Peldar, 2017).

Los envases producidos son puros, sostenibles y característicos de cada marca, pues proporcionan productos de excelente calidad para cervezas, alimentos, bebidas sin alcohol, sector farmacéutico y químico, vino y licores; además de vajillas que abarcan vasos, copas, cuencos, frascos, cristalerías y accesorios de mesa.

Para O-I es muy importante todo el proceso productivo, desde el diseño y la fabricación hasta la entrega al consumidor final, permitiendo con esto suministrar soluciones que superen las expectativas. De igual manera las personas hacen parte fundamental de dicho proceso, pues los trabajadores son considerados una ventaja competitiva, ya que juntos como equipo pueden crear la mejor organización que opera como una Empresa para proveer los mejores productos y servicios a los consumidores.

O-I es el referente mundial en la fabricación de envasado de vidrio, contando con una representación que abarca 79 fábricas en 23 países. (O-I Peldar, 2017). El proyecto se centra en la Planta de Envigado enfocado en el proceso de recepción de materia prima (Vidrio externo); realizando una evaluación del dicho proceso para así realizar una pertinente propuesta de mejora.

Alcance

Aplicación en el área de materias primas de O-I Planta Envigado; desde la entrada de un vehículo a portería hasta la descarga del material en Silos o zona determina en el patio.

Objetivos

Objetivo general

Realizar propuestas de mejora en el proceso de recepción de materia primas (vidrio externo limpio) de O-I planta Envigado; por medio de la herramienta Excel, la cual evalúa y decide si se acepta o se rechaza el vidrio, de acuerdo a las especificaciones estandarizadas.

Objetivos específicos

Conocer el proceso que se realiza en la recepción de la materia prima (vidrio externo), utilizando el procedimiento suministrado por la empresa.

Identificar y estandarizar los criterios que utilizan los operarios al momento de la recepción de la materia prima (vidrio externo limpio).

Establecer una solución eficiente mediante la unificación y simplificación de formatos de Excel en la recepción del vidrio externo limpio.

Reseña histórica

O-I fue fundado hace más de 100 años, cuando el pionero en vidrio Michael J. Owens inventó la maquina automática para hacer botellas. Desde su llegada en 1903, la máquina para hacer botellas transformó la forma en la que se hacía el vidrio y sirvió como cimiento para la industria moderna de los envases de vidrio. (O-I, s.f.).

La innovación y excelencia en la industria del vidrio perdura hasta hoy, empujando a la compañía y a más de 27,000 empleados a trabajar con los clientes y socios alrededor del mundo para definir el futuro de la industria del vidrio.

A través de nuevas capacidades, nuevos productos, nuevas formas de hacer vidrio, la gran experiencia y el alcance global; hace a O-I los líderes en la industria de los envases de vidrio, con más de 1800 patentes activas. (O-I Peldar, s.f.).

O-I continúa tomando el camino menos transitado, dedicándose a las cualidades que hacen a sus productos tan puros y duraderos: belleza, versatilidad y sostenibilidad infinita.

Momentos claves- Crecimiento de O-I a través de los años:

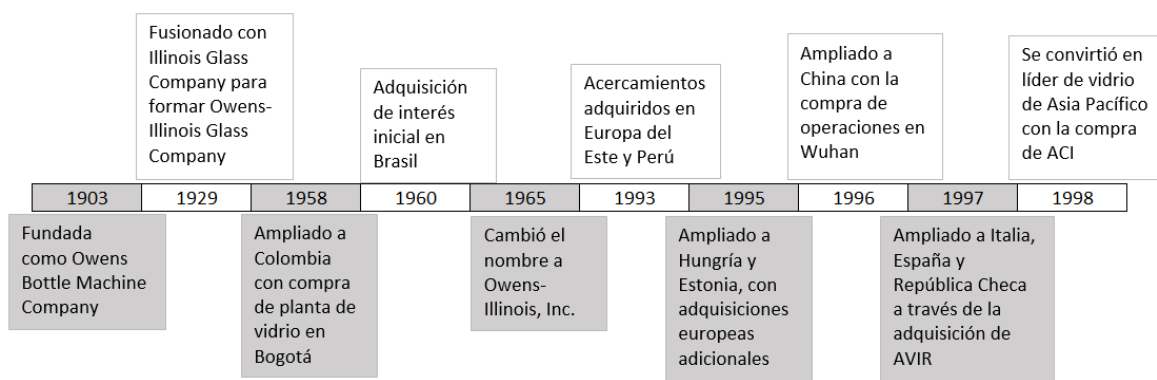


Ilustración 1. Momentos clave 1903-1998. Fuente O-I Peldar



Ilustración 2. Momentos clave 2000-2016. Fuente O-I Peldar

Organigrama

O-I tiene estructurado su equipo de trabajo, el cual se enfoca en promover la excelencia operacional y fortalecer el posicionamiento como Líder Mundial en envases de vidrio; por ello mantiene una comunicación abierta y honesta, la cual permite confiar y construir fuertes redes que permiten tomar decisiones empresariales para el bien común.

Por ser una empresa a nivel mundial, su estructura organizacional es muy extensa. En la ilustración 3. Se observa de forma muy general el organigrama de O-I Planta Envigado en el proceso de recepción de materia prima.

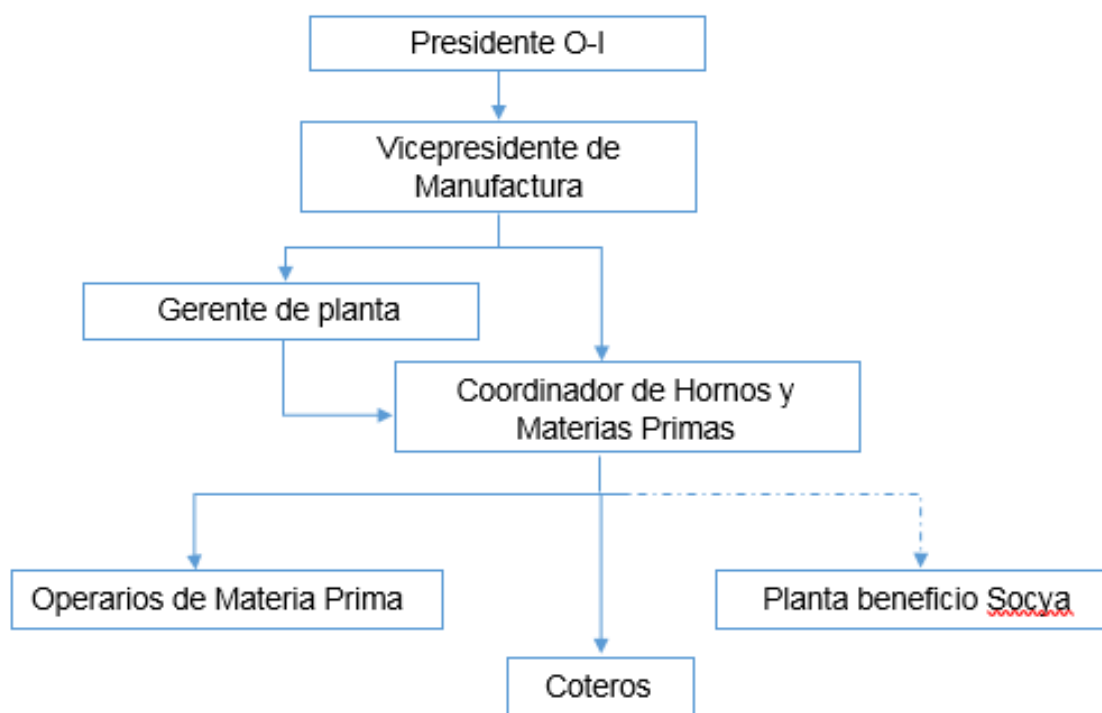


Ilustración 3. Organigrama O-I Planta Envigado. Recepción de materia prima. Fuente elaboración propia

Proceso de recepción de materia prima

La recepción de materia prima de O-I Planta Envigado se divide en materia primas y vidrio.

Materias primas:

Componentes mayores

Componentes menores

Vidrio:

Interno

Externo

Plano

Proceso materias primas

Las materias primas utilizadas para fabricar el vidrio se clasifican en dos: Los componentes mayores que son: Arena, Caliza, Carbonato de sodio, Feldespato y vidrio. Y los componentes menores que son el Sulfato de sodio, Selenio y Carbón.

A pesar de que el vidrio es un componente mayor su proceso de recepción es diferente.

En la Ilustración 4. Se observa el flujograma de recepción de la materia prima y en la Tabla 1. Se describe de forma detallada el flujograma del proceso de recepción de materias primas.

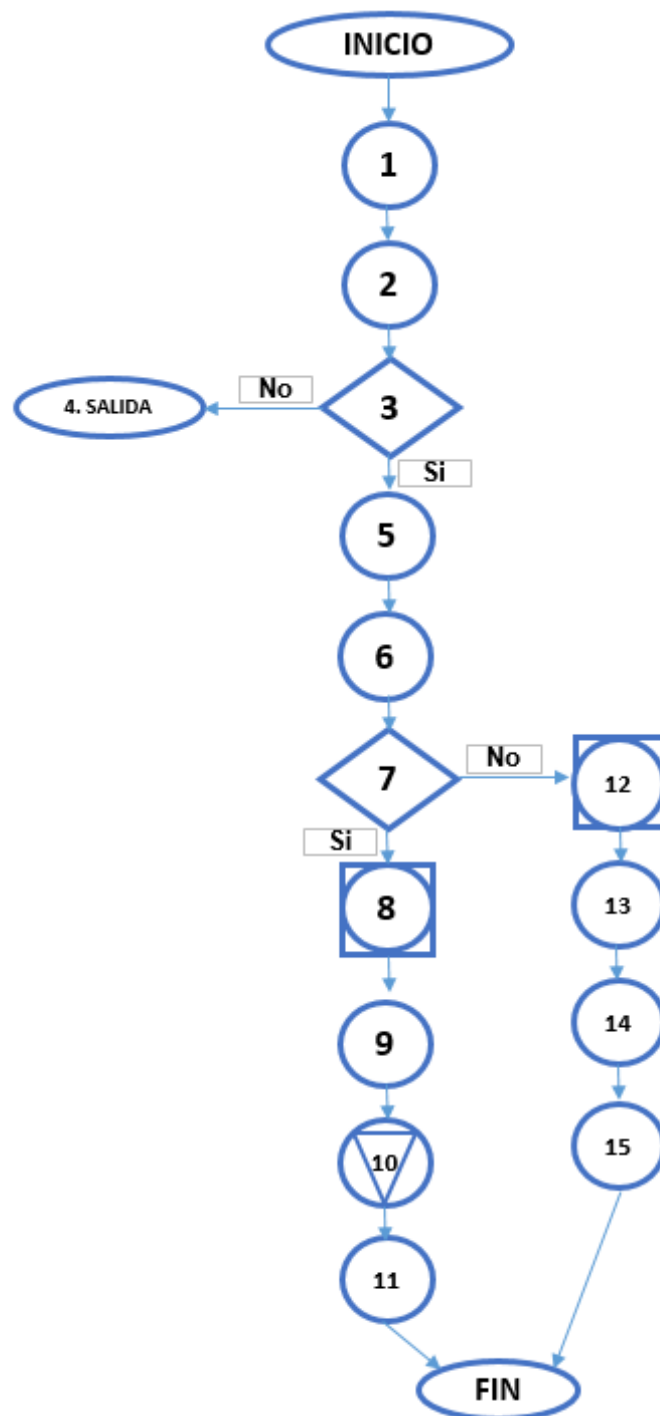


Ilustración 4. Flujograma del proceso de recepción de materias primas.

Fuente Elaboración propia

# to	Procedimiento	Descripción	Formato	Responsable
1	Tomar capacidad de silos	Tomar y registrar la medida de los silos en el primer turno, con el fin de tener la capacidad de cada uno de los silos	Archivo o Excel "Inventarios"	Operador MP
2	Llega vehículo a portería	Cuando el vehículo llega, el de portería debe anunciar el material y el vehículo con el operador de materias primas		Persona de portería
3	Decisión	El operador MP autoriza el ingreso del vehículo de acuerdo a la capacidad existente de los silos. ¿Existe capacidad el silo para almacenar material? Si: Pasar al punto 5 No: Pasar al punto 4		Operador MP
4	Salida	Devolver el vehículo		Persona de portería
5	Pesar el vehículo	El operador de bascula pesa el vehículo y la persona de portería ingresan el pesaje en el sistema	Sistema a PLC	Operador de bascula, Persona de portería
6	Ingresa vehículo a Materia primas	El conductor ingresa el vehículo a materia primas y reporta al operador MP el material y los documentos establecidos	Archivo o Excel "Control recepción MP"; certificados y especificaciones químicas	Operador de MP
7	Decisión	El operador MP debe verificar si el material es un componente mayor o un componente menor. ¿El material del vehículo es un componente mayor? Si: Pasar al punto 8. No: Pasar al punto 12		Operador MP
8	Inspección	Chequeo visual y en tamiz del material componente mayor		Operador MP
9	Registro del material	Registrar el material y su inspección; guardar los certificados en carpetas virtuales o físicas	Archivo o Excel "Control recepción MP", Carpeta de certificados y especificaciones químicas, Registro de	Operador MP

		datos en sistema PLC			
0	1	Autorización de descargue	Al realizar el punto 9, el operador MP autoriza al conducto del descargue del material al silo		Operador MP
1	1	Sale vehículo de MP a Pesaje en vacío	El vehículo se dirige a portería luego de haber descargado el material en el silo. El operador de bascula pesa el vehículo vacío en la báscula y la persona de portería ingresa el pesaje en el sistema; luego le da salida al vehículo	Sistem a PLC	Operador de bascula, Persona de portería
2	1	Inspección	Chequeo visual y granulometría del material componente menor		Operador MP
3	1	Registro del material	Registrar el material y su inspección; guardar los certificados en carpetas virtuales o físicas	Archiv o Excel "Control recepción MP"	Operador MP
4	1	Autorización de descargue	Al realizar el punto 14, el operador MP autoriza al conducto del descargue del material en zona designada para su almacenamiento		Operador MP
5	1	Sale vehículo de MP a Pesaje en vacío	El vehículo se dirige a portería luego de haber descargado el material en zona asignada, el operador de báscula pesa el vehículo vacío y la persona de portería ingresar el pesaje en el sistema. Por último el vehículo sale de O-I	Sistem a PLC	Operador de bascula, Persona de portería

Tabla 1. Descripción del proceso de recepción de materia primas

Fuente Elaboración propia

Proceso del vidrio

El proceso de recepción del casco o vidrio se divide clasifica en tres: vidrio interno, externo y plano; cada uno tiene un proceso de recepción diferente.

Proceso de recepción del vidrio externo

El vidrio externo son envases post consumo, los cuales son reciclados por O-I. En dicho proceso se enfoca el proyecto. En la ilustración 5. Se observa el flujograma de recepción del vidrio externo y en la Tabla 2. Se describe de forma detallada el flujograma del proceso de recepción del vidrio externo. Además, en el Apéndice A. nos muestra de forma gráfica el proceso de recepción del vidrio externo, tomando en cuenta el flujograma de procesos.

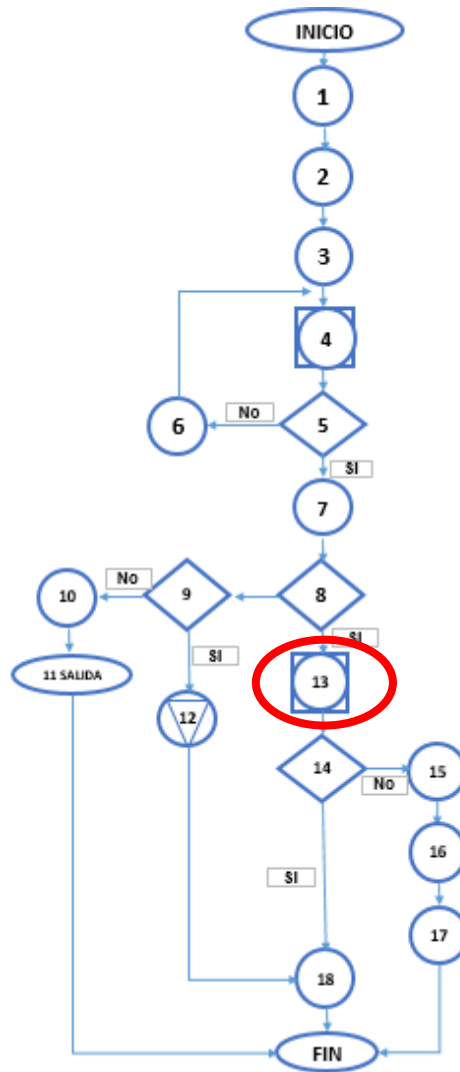


Ilustración 5. Flujograma del proceso de recepción de materias primas vidrio externo. Fuente Elaboración propia

#	Procedimiento	Descripción	Formato	Responsable
1	Entrada del vehículo	Autorizar la entrada del vehículo a la planta.		Operador MP
2	Pesar el vehículo	El operador de bascula pesa el vehículo y la persona de portería ingresa peso en el sistema	Sistema PLC	Operador de bascula y persona de portería

3	Ingresar vehículo a Materia primas	Ingresar vehículo a materia prima y el operador MP solicita el tiquete de báscula.	Archivo Excel "Revisión Casco"	Operador MP
4	Inspección	Verificar que el color y el estado del vidrio corresponda con los datos especificados en el tiquete	Archivo Excel "Revisión Casco"	Operador MP
5	Decisión	El operador de MP determina si el vidrio externo corresponde a los datos del tiquete. Si: Pasar al punto 7 No: Pasar al punto 6		Operador MP
6	Reclasificar vidrio	Reclasificar el vidrio de tal manera que el vidrio y la información del tiquete sean iguales (Modificar tiquete de ser necesario). Luego pasar al punto 4.	Archivo Excel "Revisión Casco"	Operador MP
7	Descargue del vehículo	Descargar el vehículo en zona asignada, de acuerdo a su clasificación		Operador MP
8	Decisión	¿El vidrio descargado está limpio? Si: Pasar al punto 13 No: Pasar al punto 9	Archivo Excel "Revisión Casco", "Recepción casco"	Operador MP
9	Decisión	¿Existe espacio en el patio para almacenar vidrio sucio? Si: Pasar al punto 12 No: Pasar al punto 10		Operador MP
10	Cargar vehículo	Cargar el vehículo con ayuda del cargador		Operador de MP
11	Salida	Sale vehículo de planta y del sistema	Sistema PLC	Persona de portería
12	Almacenamiento	Almacenar el vidrio sucio en zona asignada, para luego ser llevado a Planta de beneficio Socya a lavarse		Operador MP
13	Inspección	Tomar una muestra de 50 kg y realizar su respectiva	Archivo Excel "Revisión Casco"	Operador MP

		verificación de acuerdo a las especificaciones. Ver en apéndice B.		
14	Decisión	De acuerdo a la inspección del punto 13, ¿Se acepta vidrio limpio? Si: Pasar al punto 18 No: Pasar al punto 15		Operador MP
15	Pesar vehículo en vacío	El operador de basculas debe pesar el vehículo en vacío		Operador de balanza
16	Cargar vehículo	Cargar el vehículo con ayuda del cargador		Operador MP
17	Salida del vehículo	Autorizar la salida del vehículo de la planta		Operador MP
18	Sale vehículo de MP a Pesaje en vacío	El vehículo se dirige a portería luego de haber descargado el material en zona asignada, el operador de báscula pesa el vehículo vacío y la persona de portería ingresar el pesaje en el sistema. Por último, el vehículo sale de O-I	Sistema PLC	Persona de portería

Tabla 2. Descripción del proceso de recepción materia prima vidrio externo. Fuente Elaboración propia

NOTA: En la Ilustración 5. Se observa el ítem 13 subrayado, debido a que es en ese procedimiento donde se centra el proyecto.

Proceso de recepción del vidrio interno

La fuente de vidrio interno es proveniente de formación y zona fría, para entender el proceso ver Ilustración 6. Y la Tabla 3.

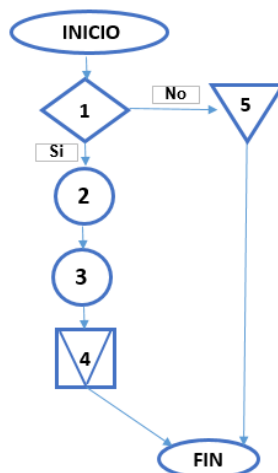


Ilustración 6. Flujograma del proceso de recepción vidrio interno.

Fuente Elaboración propia

#	Procedimiento	Descripción	Formato	Responsable
1	Decisión	¿La fuente de vidrio interno es de formación? Si: Pasar al punto 2 No: Pasar al punto 5		
2	Enfriamiento del vidrio	Realizar un enfriamiento con agua del vidrio proveniente tanto del shut de formación como del shut de la quemadora		
3	Ecurrir vidrio	Al momento de que el vidrio se encuentre frío, se cambia de zona para eliminar el exceso de agua		Operador MP
4	Almacenamiento	Verificar que el vidrio se encuentre seco e ingresar el vidrio en el molino, el cual alimenta directamente el silo.		Operador MP
5	Almacenamiento	Como el vidrio es proveniente de zona fría, las bandas llegan directamente a un molino que alimenta el silo de casco.		

Tabla 3. Descripción del proceso de recepción de vidrio interno.

Fuente Elaboración propia

Proceso de recepción del vidrio plano

El vidrio o casco plano es otro tipo de vidrio utilizado en O-I para su proceso productivo, su recepción se ve en la Ilustración 7. Y en la Tabla 4 se observa la descripción de recepción del vidrio plano.

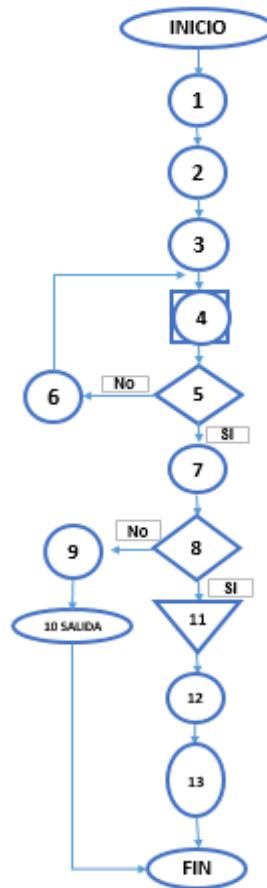


Ilustración 7. Flujograma del proceso de recepción vidrio plano.

Elaboración propia

#	Procedimiento	Descripción	Formato	Responsable
1	Entrada del vehículo	Autorizar la entrada del vehículo a la planta.		Operador MP
2	Pesar el vehículo	El operador de bascula pesa el vehículo y la persona de portería ingresa peso en el sistema	Sistema PLC	Operador de bascula y persona de portería
3	Ingresa vehículo a Materia primas	Ingresa vehículo a materia prima y el operador MP solicita el tiquete de báscula.	Archivo Excel "Revisión Casco"	Operador MP
4	Inspección	Verificar que el color y el estado del vidrio corresponda con los datos especificados en el tiquete	Archivo Excel "Revisión Casco"	Operador MP
5	Decisión	El operador de MP determina si el vidrio plano corresponde a los datos del tiquete. Si: Pasar al punto 7 No: Pasar al punto 6		Operador MP
6	Reclasificar vidrio	Reclasificar el vidrio de tal manera que el vidrio y la información del tiquete sean iguales (Modificar tiquete de ser necesario). Luego pasar al punto 4.	Archivo Excel "Revisión Casco"	Operador MP
7	Descargue del vehículo	Descargar el vehículo en zona asignada, de acuerdo a su clasificación		Operador MP
8	Decisión	¿El vidrio descargado está limpio? Si: Pasar al punto 13 No: Pasar al punto 9	Archivo Excel "Revisión Casco", "Recepción casco"	Operador MP
9	Cargar vehículo	Cargar el vehículo con ayuda del cargador		Operador MP

10	Salida	Sale vehículo de planta y del sistema	Sistema PLC	Operador de MP
11	Almacenamiento	Almacenar el vidrio plano en zona asignada o descargar vidrio plano en silo		Operador MP
12	Salida del vehículo	Autorizar la salida del vehículo de la planta		Operador MP
13	Sale vehículo de MP a Pesaje en vacío	El vehículo se dirige a portería luego de haber descargado el material en zona asignada, el operador de báscula pesa el vehículo vacío y la persona de portería ingresan el pesaje en el sistema. Por último, el vehículo sale de O-I	Sistema PLC	Persona de portería

**Tabla 4. Descripción del proceso de recepción vidrio plano. Fuente
Elaboración propia.**

Planteamiento del problema

El proceso de recepción de materia prima (vidrio externo) de O-I Planta Envigado, presenta inconvenientes al momento de aceptar o rechazar el vidrio externo, ya que los operadores de materia prima se apoyan de forma subjetiva a las especificaciones establecidas para aceptar o rechazar el vidrio.

Además, se observa que los operarios deben llevar un registro de esta materia prima en dos formatos diferentes, lo cual, en algunas ocasiones es difícil controlar.

Justificación

Los productos fabricados por O-I son naturales y sostenibles, pues el envase de vidrio se puede reciclar y reutilizar y además no se descompone en sustancias químicas dañinas para el planeta.

O-I Planta Envigado utiliza el vidrio reciclado para realizar envases de vidrio nuevos. El proyecto se centra en el proceso de la recepción del vidrio externo, ya que representa un 50% de los componentes utilizados en la fabricación de vidrio; además al utilizar el vidrio reciclado se usa menos materias primas y menos energía. En conclusión, al utilizar vidrio reciclado se está cuidando el planeta, las personas y las ganancias empresariales.

Impacto general

El vidrio es el envase más natural y sostenible del mundo, pues este aporta muchos beneficios como: Gusto, pues conserva y presenta el sabor exactamente como se pretendía, dejando un sabor puro de la bebida o comida. Salud, ya que los componentes no son reactivos y es posible usar una y otra vez. Calidad, debido a que es el único material que se puede guardar, reutilizar, recolectar y exhibir; además de que puede tomar una variedad de formas, colores y texturas. (Owens-Illinois, Inc, 2014).

Teniendo todo lo anterior en cuenta, los impactos generados por el proyecto se ven reflejados en:

Ambiental: Al reutilizar y reciclar el vidrio se evita la contaminación del medio ambiente y se promueve el cuidado de este; aunque cabe resaltar que la descomposición del vidrio no es nociva para la naturaleza. (Ecovidrio, 2017).

Económico: Al utilizar el vidrio reciclado en la fabricación de los envases, se utiliza menos materia prima y menos energía, es decir, se reducen costos.

Recurso humano: Los operadores que lleven mucho tiempo realizando una labor son reacios a los cambios; sin embargo, con el proyecto se pretende simplificar formatos e información, es decir, que es una ayuda adicional para que los operadores manejen de forma fácil y rápida esta herramienta.

Sistema de calidad: Al utilizar la herramienta Excel en la recepción del casco externo, se llevará de forma simultánea el registro de casco y el seguimiento a los proveedores, logrando así la organización, ejecución y control de la recepción del

casco externo. Además de proporcionar la evaluación de los proveedores para así realizar un mejoramiento continuo entre empresa-proveedor.

Marco teórico

Historia del vidrio

El vidrio es un material que existe desde hace miles de años. Su origen fue 3000 años antes de Cristo, según cuenta Plinio el Viejo en su obra *Historia Natural*, el descubrimiento del vidrio fue en Siria por unos mercaderes de natrón (compuesto mineral utilizado por los antiguos egipcios en el proceso de momificación); los mercaderes se dirigían hacia Egipto, en una parada quisieron descansar y preparar comida, para ello necesitaban rocas donde apoyar sus ollas, así que decidieron utilizar el natrón que transportaban. Al día siguiente comprobaron que el natrón se había fundido y que, al realizar contacto con la arena del suelo, se había convertido en un material brillante, parecido a una piedra.

En la Edad Antigua, los egipcios y los fenicios fueron los principales fabricantes y proveedores de vidrio; pero cuando Roma conquistó a Egipto muchos vidrieros emigraron a Roma, donde fue apreciado por los patricios y debido a este reconocimiento se abrieron fábricas de vidrio en Hispania, Las Galias, Britania y en provincias del Rin. Y con la caída del imperio Romano los fabricantes de vidrio se desplazaron a Siria y Bizancio. (Ecovidrio, 2013).

En la Edad Media los venecianos aprenden los secretos de su fabricación que habían sido transmitidos de generación en generación e intentaron no expandir los conocimientos; pero estos conocimientos se extendieron y llegaron hasta Alemania y Bohemia y luego al resto del mundo. En este momento el vidrio se

convierte en un artículo de lujo y solo al alcance de la nobleza, la burguesía y el alto clero.

Gracias a la revolución industrial, el vidrio se extiende a toda la población y la mecanización hace posible el aumento de la producción y un procedimiento más sencillo de objetos como vasos, cristalería, etc.; haciendo la fabricación más barata.

A finales del siglo XVIII, en Francia, el gobierno ofrece un premio a la persona que descubriera un método útil para conservar los alimentos, pues con debían poder alimentar a los soldados de Bonaparte. La persona que dio solución a este problema fue Nicolas Appert, quien descubrió que ciertos alimentos envasados en vidrio, sellados y calentados, no se alteraban y podían ser conservados indefinidamente.

Gracias a esto, en 1810 se establecieron bases en la industria alimentaria, que sería perfeccionada por Pasteur durante el siglo XIX. (Ecovidrio, 2013).

Las investigaciones y la evolución han hecho que la fabricación de envases de vidrio se realice bajo el signo de automatización. Y tras múltiples ensayos se pone en marcha una maquina rudimentaria para fabricar automáticamente y en serie envases de vidrio. En 1925 sale al mercado la primera máquina.

Actualmente el vidrio sigue avanzando y las máquinas de fabricación de envases de vidrio pueden producir hasta 700.000 envases en un solo día. (Ecovidrio, 2013).

Propiedades del vidrio

Se piensa que el vidrio no posee propiedades como por ejemplo la ductibilidad, ya que no se deforma a temperatura ambiente, y que, si tratamos de cambiar su forma aplicando una fuerza, lo único que se logra es que se rompa. Pero en realidad el vidrio es un material duro pero frágil al mismo tiempo, y algo que refuerza esa debilidad es la presencia de imperfecciones superficiales, como astilladuras o ranuras. (López, Tessy y Martínez, Ana, s.f.). A continuación, se explica brevemente algunas propiedades que posee el vidrio:

Viscosidad: Es la resistencia que presenta un líquido a fluir, ya que el vidrio es en realidad un líquido sobre enfriado. Un líquido sobre enfriado es aquel que permanece como líquido a temperaturas más bajas que la de solidificación; esto se logra llevando a cabo el enfriamiento en condiciones extremas de cuidado y pureza.

El punto de trabajo: Es una propiedad térmica, donde la viscosidad del vidrio caliente es lo suficientemente baja como para poder darle forma utilizando métodos ordinarios.

El punto de reblandecimiento: Es la temperatura a la cual el vidrio empieza a deformarse de manera visible.

El punto de recocido: Es cuando las tensiones internas existentes son desvanecidas, y que corresponde a la temperatura más alta de recocido.

El punto de deformación: Se da cuando el vidrio es un sólido rígido y puede enfriarse rápidamente sin introducir ningún tipo de tensiones externas.

La densidad: Es el resultado de la masa entre el volumen, esta depende de factores como la temperatura, la presión a la que está sometido y la composición.

Durabilidad química: Es la resistencia que ofrece el vidrio al ponerlo en contacto con el agua o con agentes atmosféricos, así como con soluciones acuosas de ácidos, bases y sales.

La conductividad eléctrica: Depende de su composición, de su temperatura y de las condiciones atmosféricas que rodean al material.

Corrosión: El vidrio es un material muy resistente al deterioro por consecuencia de un ataque electroquímico por su entorno.

Dureza: El vidrio además de ser resistente impide que cualquier otro objeto o sustancia, lo penetre o lo comprometa.

Color: De acuerdo a su composición, el vidrio puede tomar diversos colores dependiendo de su uso.

Textura: Vinculada a la superficie externa del cuerpo del vidrio, como por ejemplo si es suave, áspero o rugoso.

Proceso de fabricación del vidrio

El vidrio es un fluido con una muy alta viscosidad, transparente o traslucido, frágil a la temperatura ordinaria. Su proceso de fabricación está dado por 7 pasos:

O-I Peldar. (2017).



Ilustración 8. Proceso fabricación vidrio.

Fuente O-I Peldar

Mezcla: Los materiales o componentes que se mezclan para crear los envases de vidrio con los más altos estándares de calidad son: arena, piedra caliza, ceniza de soda y vidrio reciclado en nuestra receta de vidrio. Luego, los ingredientes combinados se envían al horno para que se derritan.

Fusión: El horno calienta la mezcla del lote aproximadamente 1,565°C (grados Celsius) o 2,850°F (grados Fahrenheit), creando así vidrio fundido.

La gota: El vidrio fundido se retira del horno, se enfría a una temperatura uniforme y se corta en "pepas" o "gotas" para formar los recipientes de vidrio.

Formación: Las gotas se envían a máquinas formadoras y luego los moldes realizan los recipientes.

Acondicionamiento: Luego los contenedores pasan a través de una máquina que los recalienta y los enfría gradualmente para aliviar las tensiones y fortalecer el vidrio.

Inspección: Se inspecciona los envases de vidrio, asegurando que se cumplan los altos estándares de calidad.

Paletizado: Finalmente se paletizan las botellas de vidrio para su distribución.
O-I Peldar. (2017).

Usos del vidrio

El vidrio es un material que tiene diversos usos, por ello se debe saber seleccionar el vidrio que se necesita para cada caso:

Vidrio industrial: Es el vidrio que no se utiliza como envases de productos alimenticios. El vidrio industrial se utiliza para productos químicos, biológicos.

Vidrio plano: Es utilizado en ventanas, cristales blindados, fibra óptica, bombillas, etc.

Vidrio domestico: Se almacenan productos alimenticios como conservas, vinos, yogurts, etc. Pero desde el punto de vista de color se emplean:

Vidrio verde: Botellas de vino, cava, licores y cervezas.

Vidrio blando: Bebidas gaseosas, zumos y algunos productos alimenticios.

Vidrio extraclaro: Empleado especialmente en aguas minerales.

Vidrio ambar: Empleado en cervezas y algunas botellas de laboratorio.

Vidrio prensado: Con esta tecnica se fabrican botones, bolas, placas, baldosas y otros objetos similares.

Vidrio para óptica: Se emplea para instrumentos de precisión como objetivos fotográficos, lentes para microscopios, etc.

Vidrios para aplicaciones especiales:

Vidrios para laboratorios: Estos deben ser resistentes a fuertes cambios de temperatura y son fabricados con fórmulas especiales.

Vidrios para termómetros: Son fabricados con fórmulas especiales y con muy poco coeficiente de dilatación.

Vidrios de seguridad: Se usan en las ventanas de los automóviles o en almacenes, y son fabricados de forma que al romperse se fragmenten en granos y no en agujas. (Vidrio. Org, s.f.).

Características del vidrio

Las principales características que presenta el vidrio son:

Resistencia.

Transparencia.

Es de gran dureza, pero a su vez es muy frágil.

Es un material inorgánico.

Su estructura es dura.

Su estructura es brillante.

Es reciclable.

Conserva los sabores de los alimentos.

Posee diversos usos.

Su descomposición no afecta el medio ambiente.

Metodología

Para el proyecto se realizaron los siguientes pasos:

Primero: Tomar muestra de vidrio

Segundo: Estandarización

Tercero: Montaje de formato Excel

Cuarto: Prueba piloto

Toma de muestra y Estandarización:

En promedio llegan cinco carros con vidrio reciclado a la empresa, por lo tanto, de una semana se toman tres días como muestra. Los días seleccionados fueron: lunes, miércoles y viernes, a los cuales se les realiza una inspección de contaminantes en 50 kilos del material recepcionado de cada carro. Los contaminantes que se encuentran en el vidrio se dividen en 4 tipos de materiales: Orgánico, inorgánico, magnético y no magnético; los cuales a su vez contienen subdivisiones, las cuales se pueden observar en la tabla 5.

En la tabla 6 se observan los contaminantes encontrados en las muestras, las cuales fueron aceptadas.

Tabla 6. Muestra de vidrio externo limpio aceptado. Fuente**Elaboración propia**

Luego se realiza un promedio de los contaminantes encontrados por día como se observa en la tabla 7.

Contaminantes	Promedio contaminantes Lunes	Promedio contaminantes Miércoles	Promedio contaminantes Viernes
Plástico	2,05	7,546	13,4725
Madera	0	0,28	2,59
Cartón	0,05	0	5,6
Trapos	0	0,52	0
Cauchos	0	0,4	0
Piedras	1,30	0,08	0,8225
Arena	0	0	0
Loza	0	0	0
Cementos	0	0	0
Tapas	0	0	0,175
Clavos	0	0,28	0
Varillas	0	0	0
Otros elementos	0	0	0
Laminas Aluminadas	1,25	1,22	4
Aluminio	0	0	0,525
Cobre	0	0	0

Tabla 7. Promedio de contaminantes de vidrio externo limpio**aceptado. Elaboración propia**

Por último, se realiza un promedio del promedio de contaminantes. Además, se determina el porcentaje de contaminantes que se pueden aceptar en 50 kilos como se observa en la tabla 8.

	Promedio	%
Plástico	7,6895	0,0154%
Madera	1,59	0,0032%
Cartón	1,8	0,0036%
Trapos	0,17333333	0,0003%
Cauchos	0,26666667	0,0005%
Piedras	0,8925	0,0018%
Arena	0	0,0000%
Loza	0	0,0000%
Cementos	0	0,0000%
Tapas	0,05833333	0,0001%
Clavos	0,17333333	0,0003%
Varillas	0	0,0000%
Otros elementos	0	0,0000%
Laminas Aluminizadas	2,62333333	0,0052%
Aluminio	0,175	0,0004%
Cobre	0	0,0000%

Tabla 8. Estandarización de contaminantes vidrio externo limpio.

Fuente Elaboración propia

Montaje del formato Excel:

Los operadores de materias primas, manejan dos formatos para la recepción de materia prima vidrio externo limpio, los cuales se pueden ver en el apéndice C y D. Por lo que se decide realizar un formato unificado. El formato propuesto para la recepción se observa en la Ilustración 9.

O-I PLANTA ENVIGADO														
Boris Hernandez														
Coordinador de Hornos y Materias Primas														
Contaminantes														
Fecha	Placa del vehículo	# Tiquete	Proveedor	Vidrio	Material orgánico	Peso (gr)	Material inorgánico	Peso (gr)	Material No Magnético	Peso (gr)	Material Magnético	Peso (gr)	Decisión	Responsable

Ilustración 9. Formato propuesto para la recepción. Fuente

Elaboración propia

Luego de tener el formato propuesto, se procede a la realización de condicionales, de acuerdo a la información de la Tabla 8. Estandarización de contaminantes de vidrio externo limpio. Cabe resaltar que el formato tendrá pestañas predeterminadas para facilitar el manejo de esta herramienta al operador de materias primas (Ilustración 10). Además, los operadores solo tendrán que digitar el peso del material encontrado, ya que la herramienta de acuerdo a esto, tomara la decisión de aceptar o rechazar el carro de vidrio externo limpio.

O-I PLANTA ENVIGADO Boris Hernandez Coordinador de Hornos y Materias Primas		Contaminantes											Decisión	Responsable
Fecha	Placa del vehículo	# Tiquete	Proveedor	Vidrio	Material orgánico	Peso (gr)	Material inorgánico	Peso (gr)	Material No Magnético	Peso (gr)	Material Magnético	Peso (gr)		
01-dic-17			Barranquilla		Plástico		Piedras		Etiquetas de alum		Tapas		ACEPTAR	
02-dic-17			Barranquilla		Madera		Aréna		Aluminio		Clavos		ACEPTAR	Alejandro
03-dic-17			Bucaramanga		Cartón		Cementos		Cobre		Varillas		ACEPTAR	Alvaro
04-dic-17			Buga		Trapos						Otros elementos		ACEPTAR	Diego
05-dic-17			Cargas de Oriente S.A.		Cauchos								ACEPTAR	Fernando
06-dic-17			Celofex S.										ACEPTAR	Juan
07-dic-17			Cerveceria Union S.A.										ACEPTAR	
08-dic-17			Cocacola										ACEPTAR	

Ilustración 10. Formato propuesto para la recepción (lista desplegable). Fuente Elaboración propia

Prueba piloto:

Se realiza una prueba piloto para verificar si el formato de herramienta Excel funciona de acuerdo a lo planeado. Ilustración 11.

O-I PLANTA ENVIGADO Boris Hernandez Coordinador de Hornos y Materias Primas		Contaminantes											Decisión	Responsable
Fecha	Placa del vehículo	# Tiquete	Proveedor	Vidrio	Material orgánico	Peso (gr)	Material inorgánico	Peso (gr)	Material No Magnético	Peso (gr)	Material Magnético	Peso (gr)		
03-dic-17	OMH419	82891	Socya	Flint	Plástico	7,6895	Piedras	0,8	Etiquetas de	2,623	Tapas	0,387	ACEPTAR	Juan
03-dic-17	XVX100	82901	Socya	Flint	Cartón	4,66	Piedras	0,99	Etiquetas de	8,98	Tapas	0,67	ACEPTAR	Juan
03-dic-17	SNW730	82903	Barranquilla	Flint	Cauchos	5,98	Piedras	0,42	Aluminio	6,4	Clavos	0,65	ACEPTAR	Juan
03-dic-17	OMH419	82907	Socya	Flint	Madera	6,9	Piedras	0,64	Etiquetas de	8,6	Tapas	4,7	ACEPTAR	Juan
03-dic-17	XVX100	82909	Socya	Flint	Cartón	7,9	Piedras	0,45	Cobre	5,8	Tapas	5,8	RECHAZAR	Juan

Ilustración 11. Formato propuesto para la recepción (Prueba piloto).

Fuente Elaboración propia

Conclusiones

El formato propuesto para la recepción de vidrio externo limpio, facilita el manejo de la herramienta Excel a los operadores de materias primas.

Se logra la unificación de dos formatos, los cuales quitaban tiempo al momento de recepcionar.

La herramienta Excel al evaluar y decidir la aceptación o rechazo del vidrio externo limpio de acuerdo a las especificaciones estandarizadas; genera informes de tablas dinámicas de acuerdo a la información que se necesite. Esto con el fin de crear un mejoramiento continuo entre la empresa y el proveedor. Además, es un gran apoyo al momento de presentarse auditorias de calidad.

Referencias

Ecovidrio (2013). Historia del vidrio II. Recuperado en <https://hablandoenvidrio.com/historia-del-vidrio-ii/>

Ecovidrio (2017). La cadena de reciclado de vidrio, un ejemplo de sostenibilidad. Recuperado en <https://hablandoenvidrio.com/la-cadena-de-reciclado-de-vidrio-un-ejemplo-de-sostenibilidad/>

López, Tessy y Martínez, Ana. (s.f.). El mundo mágico del vidrio. Recuperado en http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/137/html/sec_6.html

O-I Peldar. (2017). O-I. Recuperado en <http://www.o-i.com/?LangType=1034>

O-I Peldar. (s.f.). Intranet de la compañía.

O-I Peldar MP. (s.f.). Archivos de Materias Primas. Envigado.

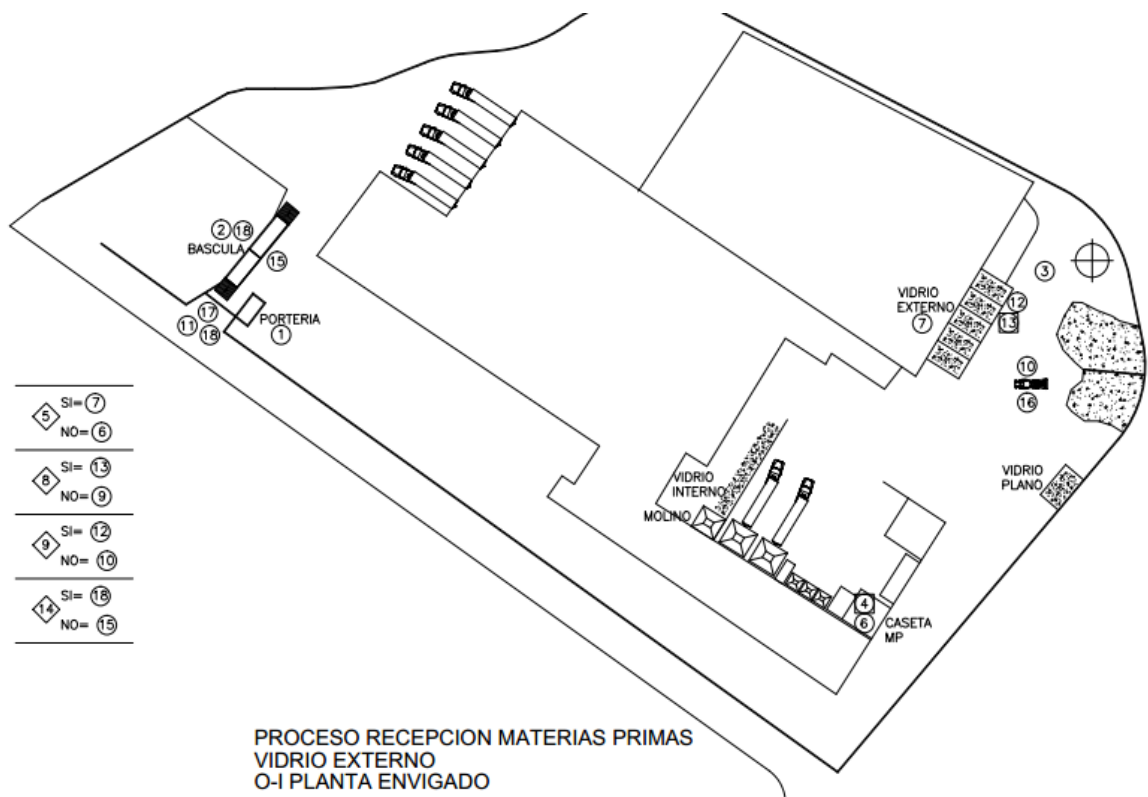
Owens-Illinois, Inc. (2014). The most Sustainable package on Earth. Recuperado en http://www.o-i.com/uploadedFiles/Content/Sustainability/O-I-SustainabilityREPORT_FAsingle.pdf

Owens-Illinois, Inc. (s.f.). The complete life cycle assessment. . Recuperado en http://www.o-i.com/uploadedFiles/Content/Stacked_Content/OI_LCA_031010.pdf

Vidrio. org. (s.f.). Aplicaciones del vidrio y tipos de vidrios. Recuperado en <http://www.vidrio.org/el-vidrio-en-la-sociedad/aplicaciones-del-vidrio/>

Apéndices

Apéndice A. Mapa recepción del vidrio externo. Fuente Elaboración propia



Apéndice B. Especificaciones del vidrio externo limpio. Fuente O-I

Peldar MP

DESCRIPCIÓN	CONTAMINANTES	LIMITES PERMISIBLES
Material Ferroso (Magnético)	Puntillas, tapas, clavos, varillas, limadura de hierro o cualquier elemento magnético	máx. 1 partícula
Material Ferroso (No Magnético)	Principalmente el aluminio en cualquier presentación, cobre, zinc, estaño, plomo	máx. 1 partícula
Material Vidrios Especiales	Vidrio Pyrex, Vision Ware, Vidrio Plano, Espejos Borosilicato (Ampolletas), vidrio de aisladores	cero (0)
Material Inorgánico	Piedras de cualquier tipo y tamaño, gravilla, arena, cemento, concreto	máx. 2 partículas de 1/4" y 1 partícula 1" ó máx. 3 partículas de 1/4"
Materiales Orgánicos	Trapos, papel, cartón, madera, plástico (bolsas, pitillos, etc), caucho, tierra	Vidrio Flint , máx. 40 g Vidrio de Color: máx. 80 g Humedad máx. 2%
Humedad		máx. 2%
Mezcla de Colores	En vidrio Blanco (Ambar o Verde) En vidrio Ambar (Blanco o Verde) En vidrio Verde (Blanco o Ambar)	máx. 1.0 % máx . 3% máx . 3%

Apéndice C. Formato recepción vidrio. Fuente O-I Peldar MP.

Coordinador Horno y M.P: Boris Hernandez					VIDRIO									
FECHA	PLACA DEL VEHICULO	# TIQUETE	PROVEEDOR	RECEPCIONISTA (OPERADOR)	Flint	V.P.	W.S	Verde	Ambar	LIMPIO	SUCIO	CEPTAD	RECHAZADO	MOTIVO
					X					X		X		

