

Concepción Metodológica para Biblioteca Estandarizada sobre Diseño de Recipientes

Methodological Conception for Standardizes Libraries about Boiler Designs

Ramos-Martínez, Ariasny; Gómez-Pérez, Carlos René; Pérez-Pérez, Daniel
Centro de Investigaciones de Soldadura. Universidad central “Marta Abreu” de Las Villas. Carretera a
Camajuaní, km 5 ½. Santa Clara Villa Clara, Cuba.

aramosm@aei-ucmbybat.co.cu; crene@uclv.edu.cu; daniel@abacenvc.alinet.cu

Resumen

Es posible la introducción de una biblioteca estandarizada de partes y accesorios de recipientes horizontales en softwares especializados de diseño usando sus propios comandos. En el trabajo se persigue como objetivo establecer una metodología para la confección de una biblioteca de partes y accesorios estandarizados para recipientes a presión, empleando el *software* de diseño mecánico *SolidWorks*, tal que establezca la base procedimental para diseñar piezas de recipientes y asignar medidas tabuladas, que permiten la relación o el reajuste automático dimensional de sus partes. La estandarización se realiza acorde a los códigos internacionales, pero, a la vez, les permite a los usuarios emplear las plantillas para modificar las dimensiones según su conveniencia. Dentro de las piezas tomadas para la estandarización se encuentran los casquetes o tapas, las bridas, las orejas de izaje, los refuerzos y los apoyos. La biblioteca, realizada bajo esta concepción, puede ser transferida y mejorada por otros usuarios.

Palabras Claves:

Diseño, Solidworks, Recipientes, Calderas, Soldadura

Introducción

El *SolidWorks* es una herramienta de diseño para modelado sólido paramétrico basada en operaciones, que aprovechan la facilidad de aprendizaje de la interfaz gráfica de usuario de Windows™. Puede crear modelos sólidos en 3D totalmente asociativos con o sin restricciones, mientras utiliza al mismo tiempo las relaciones automáticas o definidas por el usuario para capturar la intención del diseño, empleando tanto operaciones croquizadas, como aplicadas.

El gestor de diseño del *Feature Manager* del *software* de *SolidWorks* no sólo muestra la secuencia en la que se han creado las operaciones, sino que también le facilita el acceso a toda la información relacionada subyacente. El *SolidWorks Simulation* [1] provee de diversas herramientas para poder experimentar condiciones reales.

La sección VIII, del código ASME (*ASME Boiler and Pressure Vessel Code*) [2], está destinada al diseño de recipientes a presión. Este código establece los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación e inspección de recipientes a presión, el cual es empleado en varios países. Es de reconocer que son varios los autores [3-13] que prefieren el código ASME para el diseño de recipientes a presión.

Desarrollo:

1. Ejemplo de diseño de piezas mediante cadenas de medidas

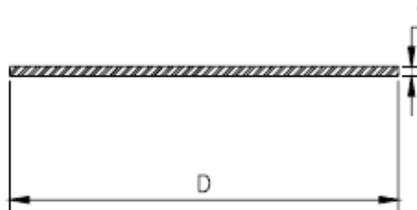
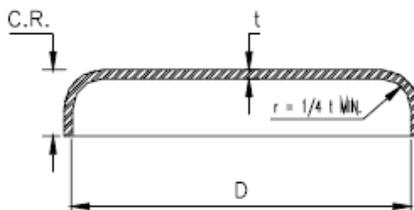
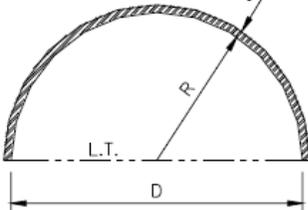
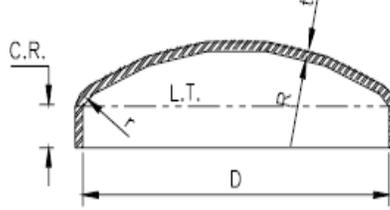
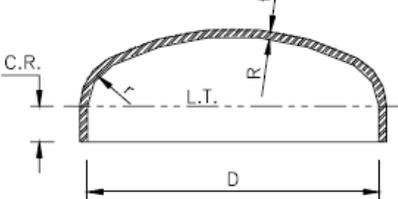
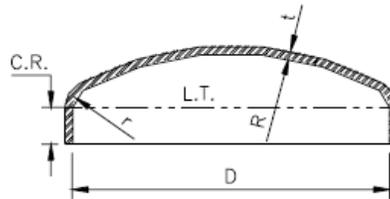
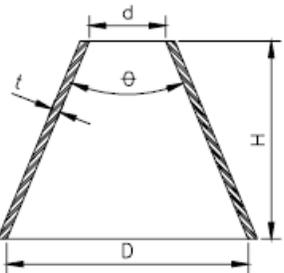
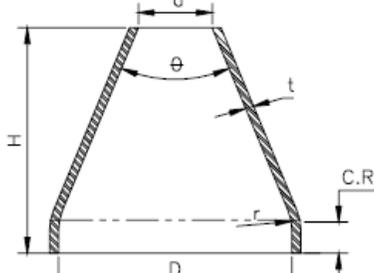
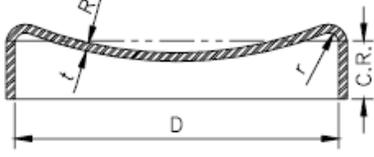
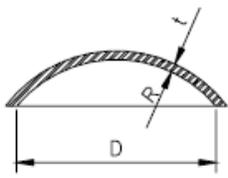
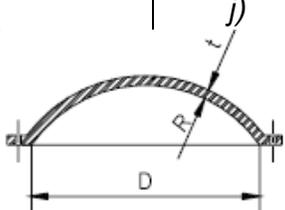
De acuerdo a los criterios vertidos en la literatura [14], se realiza el diseño de las secciones cilíndricas de recipientes, sus tapas, apoyos, orejas de izaje, bridas, y otras.

Todos las partes diseñadas e incluidas en la biblioteca (Tabla 2, 4, 6, 7, 9, 11, 13) se refieren a la norma ASME. División 1, de la Sección VIII [15] y otras literaturas relacionadas [5].

El procedimiento de construcción de los modelos (pasos esenciales de diseño de los mismos, que incluyen su elaboración y la colocación de referencias dimensionales y posicionales) es una tarea compleja, por lo que solo se remiten dos ejemplos: a) el diseño de una tapa torisférica y, b) de una brida deslizable (*slip-on*). El resto de los componentes se obtienen y añaden a la biblioteca de forma similar.

Los prototipos de tapas (Tabla 2) se dividen en 11 tipos fundamentales, acorde con la literatura [16].

Tabla 2: Tipos de tapas para recipientes cilíndricos horizontales. Norma ASME División 1, de la Sección VIII [16]

TIPOS DE TAPAS	
 <p>a) PLANA</p>	 <p>b) PLANA CON CEJA</p>
 <p>c) SEMIESFERICA</p>	 <p>d) 80:10</p>
 <p>e) SEMIELÍPTICA</p>	 <p>f) TORIESFERICA</p>
 <p>g) CÓNICA</p>	 <p>h) TORICÓNICA</p>
 <p>i) ABOMBADA CON CEJA INVERTIDA</p>	 <p>j) UNICAMENTE ABOMBADA</p>
 <p>k) ABOMABADA CON CEJA PLANA</p>	

1.1. Diseño de una tapa toriesférica para recipientes horizontales

Para el diseño de una tapa toriesférica (Tabla 2, f), una de las opciones posibles puede ser a partir de una revolución de la sección transversal de la misma.

Para ello, debe ir a la ventana especial denominada “Gestor de diseño”, del “*FeatureManager*®” (🔧), editar el “Plano Frontal”, donde se comenzara a trabajar. Posteriormente se desarrolla el croquis con la herramienta “*Sketch*” (✍️), de la forma más sencilla posible, la cual debe ser acotada, tal que permita definir completamente el diseño.

Para el caso tratado se hace un croquis de la mitad de la sección transversal de la tapa (Tabla 2, f) y luego se revoluciona (🌀). Este procedimiento deja fijas todas las dimensiones de la figura (Tabla 2, f), las cuales pueden acotarse de acuerdo a las restricciones de la norma, o establecer relaciones dimensionales para que los usuarios de la biblioteca cambien solo las medidas esenciales normadas, sobre las cuales se rediseñaría automáticamente la tapa.

Para el redimensionamiento automático, a partir de dimensiones, tales como el diámetro interior (D.I.), espesor (t) y la distancia de inicio del doblé (C.R.), según la literatura [16], se procede a establecer relaciones dimensionales, con las herramientas diseñadas al efecto (📏) en el *SolidWorks* (Figura 1).

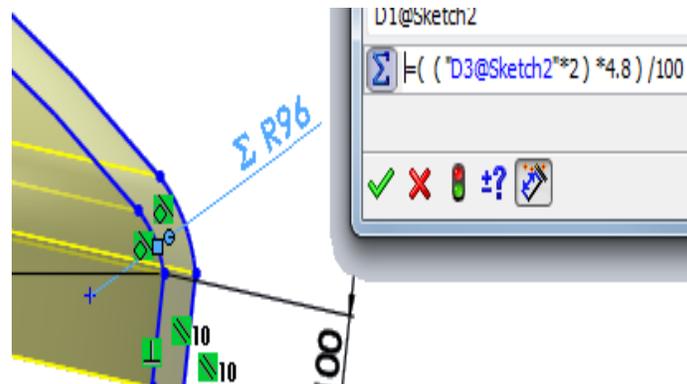


Figura 1: Edición de cota referida o relacionada a una dimensión específica (Radio de esquina o radio de nudillos de la tapa toriesférica)

Otro procedimiento es realizar para construir la misma tapa es dibujando el contorno exterior de una sección de la pieza y realizar una revolución del mismo, seguido de un vaciado posterior, para lograr el espesor. Este método puede ser aplicable, al igual que otro cualquiera, que permita la representación en 3D de la pieza tratada, siempre y cuando permita establecer las relaciones dimensionales necesarias, que permitan el ajuste de la tapa a las necesidades de futuros usuarios, sin que sea un proceso complejo.

1.2. Diseño de una brida deslizable (slip - on) para recipientes horizontales.

Las bridas se encuentran tipificadas, según la bibliografía [16], en 8 tipos (Tabla 3).

Para el diseño de una brida deslizante, una de las opciones posibles puede ser a partir de una revolución de la sección transversal de la misma.

Para ello, debe ir a la ventana especial denominada “Gestor de diseño”, del “*FeatureManager*®” (🔧), editar el “Plano Frontal”, donde se comenzará a trabajar.

Posteriormente se desarrolla el croquis con la herramienta “*Sketch*” (✍️), de la forma más sencilla posible y se acota, tal que se defina completamente el diseño.

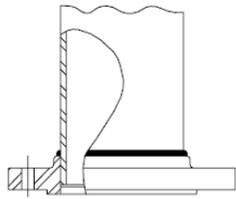
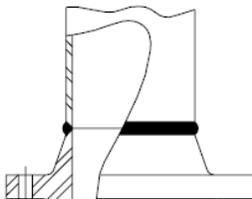
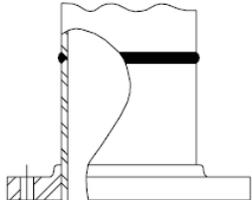
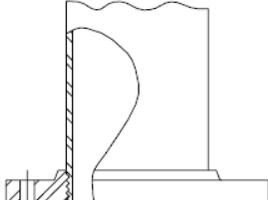
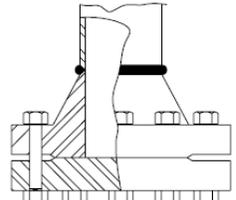
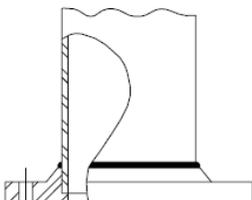
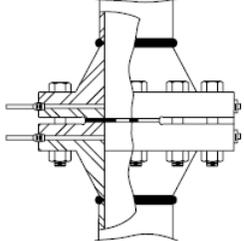
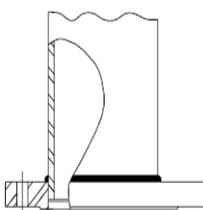
Para el caso tratado se hace un croquis de la sección transversal del tubo de la brida (la mitad de la Figura a, Tabla 3) y luego se revoluciona (🌀). Este procedimiento de revolución se repite las veces que sean necesarias; para este caso particular, solo una vez.

El procedimiento deja fijas todas las dimensiones de la figura (Tabla 3, a), las cuales pueden acotarse de acuerdo a las restricciones de la norma o establecer relaciones dimensionales para que usuarios posteriores cambien solo las medidas esenciales, sobre las cuales la brida se rediseñaría automáticamente.

Para el redimensionamiento automático, a partir de dimensiones, tales como el diámetro interior (D), espesor (t) y la distancia de la ubicación de los tornillos fijadores [16], se procede a establecer relaciones dimensionales, con las herramientas diseñadas al efecto () en el *SolidWorks* (Figura 2).

Para el diseño de las piezas se pueden realizar otros procedimientos diferentes a los explicados, como el vaciado (realización del contorno exterior de una sección de la pieza y la realización posterior de una revolución del mismo, seguido de un vaciado, para lograr el espesor requerido), siempre que se relacionen las dimensiones, según exigen las normas.

Tabla 3: Tipos de bridas para recipientes cilíndricos horizontales. Norma ASME División 1, de la Sección VIII [16]

TIPOS DE BRIDAS	
 <p>a) DESLIZABLE (SLIP - ON)</p>	 <p>b) CUELLO SOLDABLE (WELDING NECK)</p>
 <p>c) DE UNION O EMPALME (LAP - JOINT)</p>	 <p>d) ROSCADA (THREADED)</p>
 <p>e) CIEGA (BLIND)</p>	 <p>f) TIPO ENCHUFE (SOCKET TYPE)</p>
 <p>g) DE OFICIO (ORIFICE)</p>	 <p>h) ESPECIAL (SPECIAL)</p>

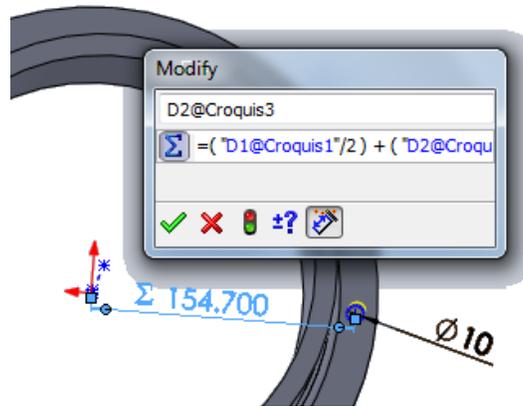


Figura 2: Edición de cota referida o relacionada a una dimensión específica (Distancia de los tornillos de fijación al centro de la brida)

2. Diseño de partes y accesorios según la norma ASME

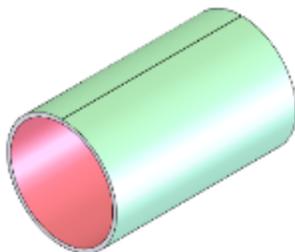
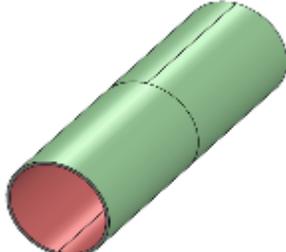
2.1. Cuerpos para recipientes a presión horizontales

En esta sección se representan las tapas diseñadas, según la norma ASME, que serán insertadas en la biblioteca del *SolidWorks* y los pasos o procedimientos para realizar el cambio de dimensiones, necesarios para la adaptación de las condiciones de diseño que se requieren, luego de ser extraídas desde la biblioteca para una aplicación específica.

a) Esquema, según la norma ASME

Los cuerpos de recipientes a presión están conformados por paños. Un recipiente puede estar formado por un solo paño o por la cantidad que sea necesaria. Evidentemente, deben escogerse la menor cantidad de paños posibles, para disminuir las operaciones de fabricación y para disminuir costos y riesgos innecesarios al ser estos unidos mediante la soldadura. En los casos en los cuerpos de recipientes cilíndricos estén conformados por más de un paño, siempre deben ser ubicados perpendicularmente y nunca debe coincidir la costura longitudinal de un paño con la del paño contiguo, tal como se reglamenta por el código ASME, como se muestran algunos de los cuerpos cilíndricos diseñados en 3D con el *software SolidWorks* (Tabla 4).

Tabla 4: Tipos de cuerpos para recipientes cilíndricos horizontales para la biblioteca en *SolidWorks*

TIPOS DE CUERPOS (PAÑOS)	
 <p>a) UN PAÑO</p>	 <p>b) DOS PAÑOS</p>

b) Procedimiento para el cambio de dimensiones durante el uso de la biblioteca elaborada en *SolidWorks*

Luego de extraer, desde la biblioteca construida, la parte que se necesita (un paño en el caso del ejemplo) se debe realizar una serie de pasos muy importantes para llevar a cabo el cambio de dimensiones, para los cuales se comienza en la ventana especial denominada “Gestor de Diseño” del “*Feature Manager®*” () , al hacer

clic izquierdo en croquis o “Sketch” () y aceptar la opción “Editar Croquis” (); debe hacer doble clic en la dimensión a cambiar e insertar el valor que se requiere () y, por último, guardar todos los cambios que se hayan realizado ().

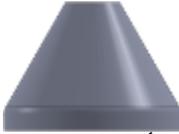
Nota: Para cambiar la cantidad de paños solo se necesita editar el ángulo de recorrido como se explica anteriormente. Se dividen los 360° entre la cantidad de paños que se requiere, posteriormente se cambiar la cantidad de paños al editar la matriz circular mediante la herramienta “Circular Sketch Pattern” () que se encuentra en el “Gestor de Diseño” () e ingresar el valor donde se le pide. Al finalizar, debe gravar el nuevo modelo, preferiblemente con un nuevo nombre, para no perder la pieza anteriormente modificada y, de esta forma, tener una pieza estandarizada más.

2.2. Tapas para recipientes a presión horizontales

a) Esquemas, según la norma ASME y piezas construidas en el *SolidWorks*

Los esquemas de los diferentes tipos de tapas, según la norma ASME (Tabla 2) permiten representar gráficamente, con el *software SolidWorks*, los cuerpos en 3D (Tabla 5).

Tabla 5: Tipos de tapas para recipientes cilíndricos horizontales, diseñadas en el *SolidWorks*

TIPOS DE TAPAS	
 a) PLANA	 b) PLANA CON CEJA
 c) SEMIESFERICA	 d) 80:10
 e) SEMIELIPTICA	 f) TORIESFERICA
 g) CÓNICA	 h) TORICÓNICA
 i) ABOMBADA CON CEJA INVERTIDA	 j) UNICAMENTE ABOMBADA
 k) ABOMABADA CON CEJA PLANA	

b) Procedimiento para el cambio de dimensiones de las tapas durante el uso de la biblioteca elaborada en *SolidWorks*

Luego de extraer la parte que se necesita, desde la biblioteca de diseño (en este caso una tapa) se comienza en la ventana especial denominada “Gestor de Diseño”, del “*Feature Manager®*” () , al hacer clic izquierdo en croquis o “*Sketch*” () y aceptar la opción “*Editar Croquis*” () , debe hacer doble clic en la dimensión a cambiar e insertar el valor que se requiere () y, por último, guardar y finalizar todos los cambios que se hayan realizado () .

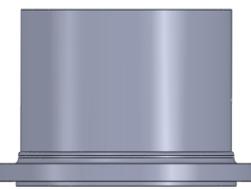
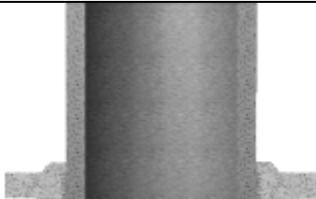
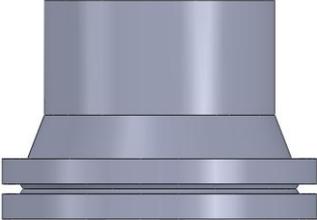
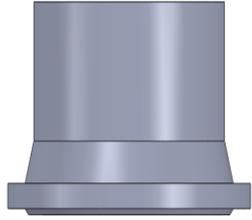
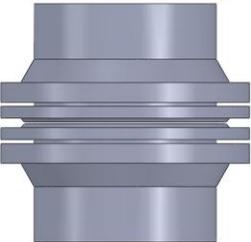
Nota: solo se pueden editar las dimensiones que no estén restringidas por una condición de cálculo () **R1200**). Para hacer cambio en estas dimensiones debe re-editar o eliminar estas ecuaciones de cálculo.

2.3. Bridas para recipientes cilíndricos horizontales.

a) Bridas construidas en el *SolidWorks*, según la norma ASME

Los esquemas de los diferentes tipos de bridas (Tabla 3) permiten representar gráficamente con el *software SolidWorks*, los cuerpos en 3D (Tabla 6).

Tabla 6: Tipos de bridas para recipientes a presión, diseñadas en *SolidWorks*

TIPOS DE BRIDAS	
 <p>a) DESLIZABLE (<i>SLIP - ON</i>)</p>	 <p>b) CUELLO SOLDABLE (<i>WELDING NECK</i>)</p>
 <p>c) DE UNION O EMPALME (<i>LAP - JOINT</i>)</p>	 <p>d) ROSCADA (<i>THREADED</i>)</p>
 <p>e) CIEGA (<i>BLIND</i>)</p>	 <p>f) TIPO ENCHUFE (<i>SOCKET TYPE</i>)</p>
 <p>g) DE OFICIO (<i>ORIFICE</i>)</p>	 <p>h) ESPECIAL (<i>SPECIAL</i>)</p>

b) Procedimiento para el cambio de dimensiones de las bridas durante el uso de la biblioteca en *SolidWorks*

El procedimiento para el cambio de dimensiones, luego de ser extraídas las bridas de la biblioteca en *SolidWorks*, es el mismo del sub-epígrafe 2.1, b).

2.4. Placas de refuerzos para boquillas

a) Esquema según la norma ASME

Los esquemas de los diferentes tipos de placas de refuerzos para boquillas (Figura 3) permiten representar gráficamente con el *software SolidWorks*, los cuerpos en 3D (Tabla 7).

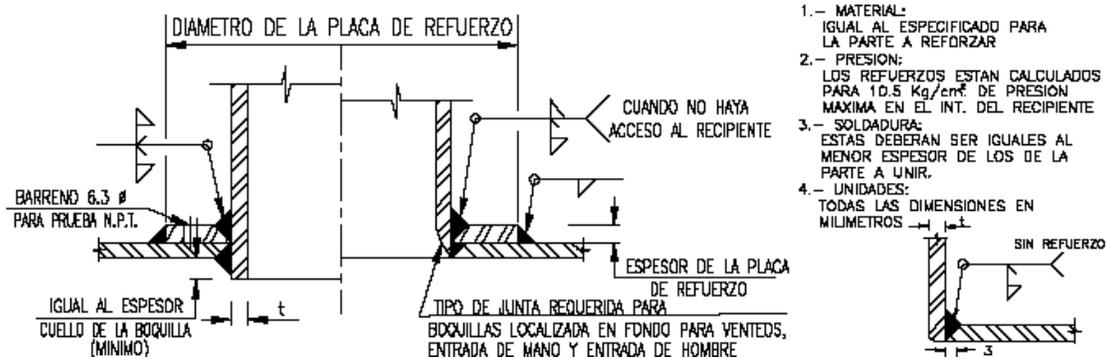
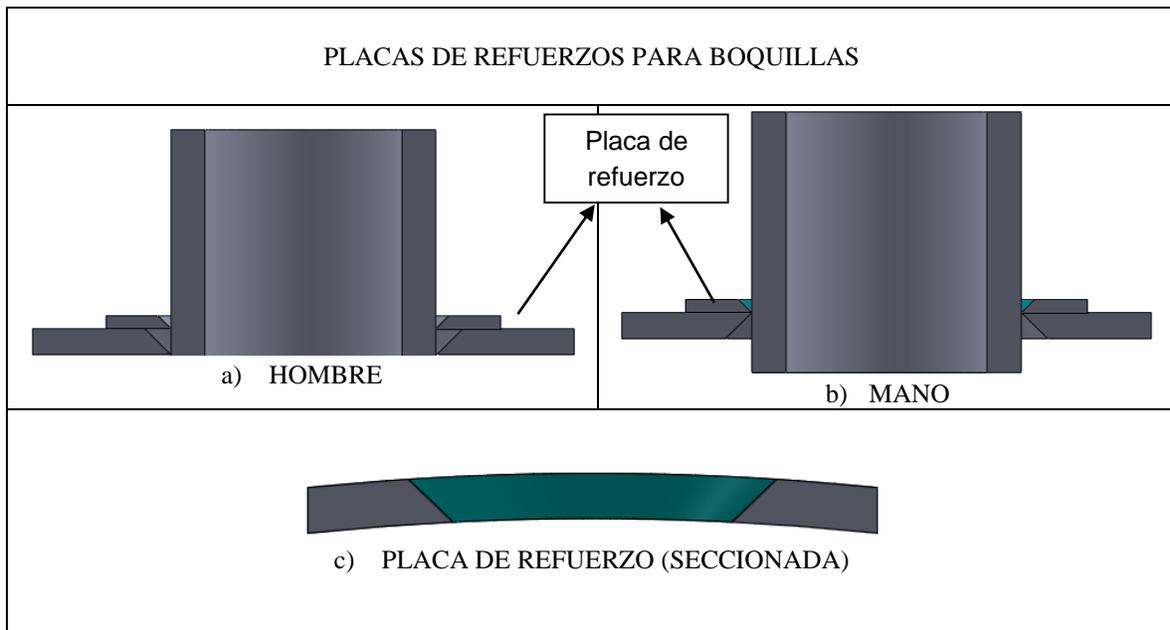


Figura 3: Tipos de placas de refuerzos para boquillas en recipientes a presión según ASME División 1 de la Sección VIII [16]

Tabla 7: Ejemplo de tipo de placa de refuerzos para boquillas para recipientes a presión diseñadas en *SolidWork*



b) Procedimiento para el cambio de dimensiones durante el uso de la biblioteca en *SolidWorks*

El procedimiento para el cambio de dimensiones, luego de ser extraída el refuerzo para la boquilla de la biblioteca en *SolidWorks*, es el mismo del sub-epígrafe 2.1 b).

2.5. Orejas de izaje para recipientes horizontales

a) Esquema según la norma ASME

Los esquemas de los diferentes tipos de orejas de izaje (Tabla 8) permiten representar gráficamente los cuerpos en 3D (Tabla 9), con el *software SolidWorks*.

Tabla 8: Tipos de orejas de izaje para recipientes a presión, según el código ASME, División 1 de la Sección VIII [16]

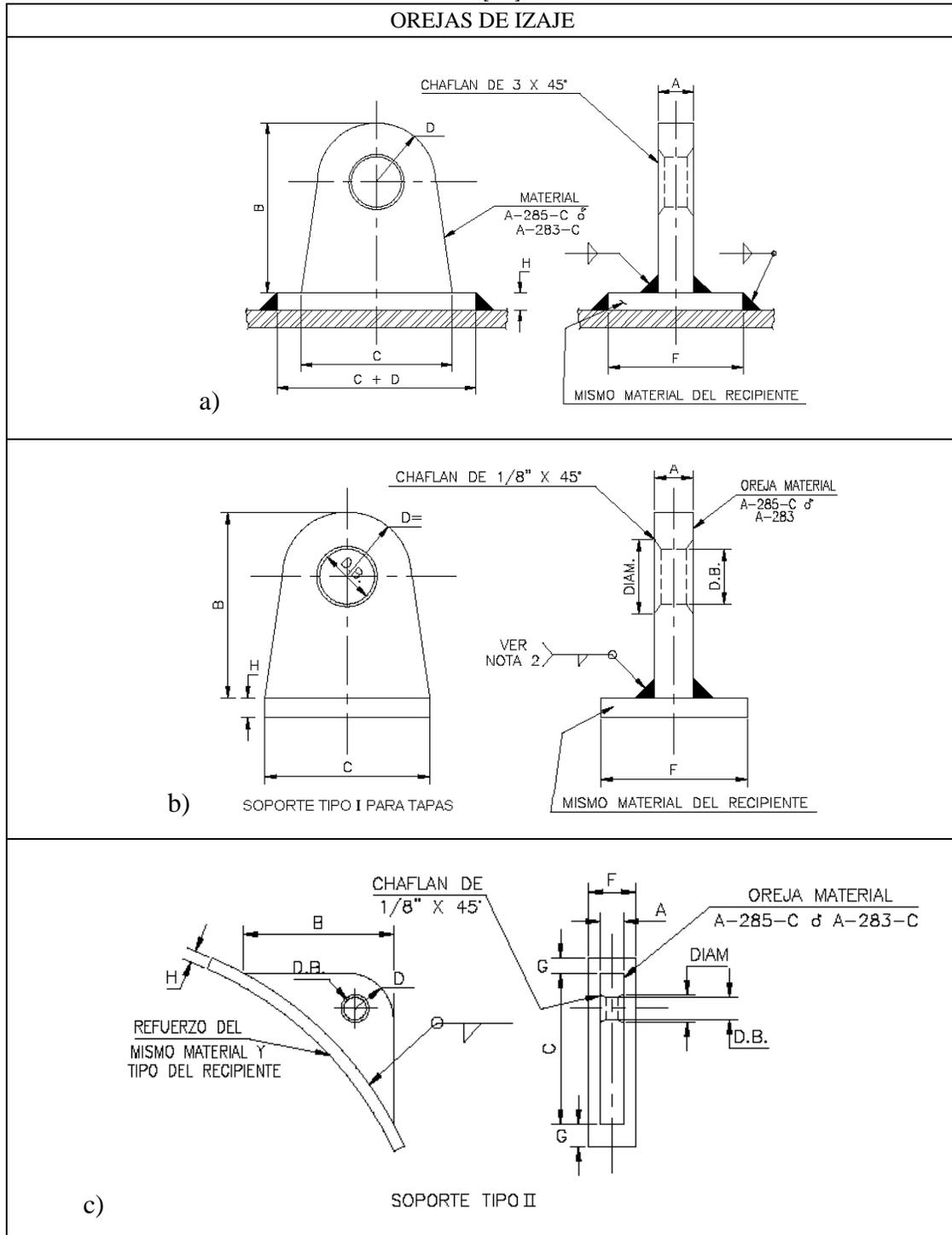
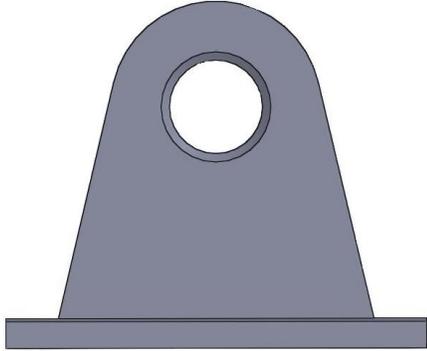
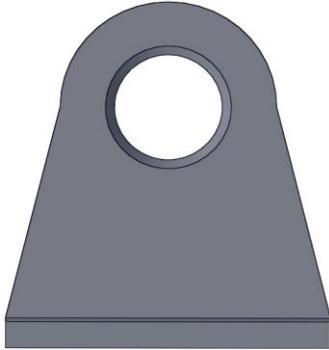


Tabla 9: Tipos de orejas de izaje para recipientes a presión diseñadas en SolidWorks

OREJAS DE IZAJE	
 <p>a) OREJA DE IZAJE PARA RECIPIENTES</p>	 <p>b) OREJA DE IZAJE PARA TAPAS (TIPO I)</p>
 <p>c) OREJA DE IZAJE PARA RECIPIENTES (TIPO II)</p>	

El procedimiento para el cambio de dimensiones, luego de ser extraídas las orejas de izaje de la biblioteca en *SolidWorks*, es el mismo del sub-epígrafe 2.1 b).

2.6. Soportes para recipientes horizontales

- a) Esquema de soportes, según la norma ASME

Los esquemas de los diferentes tipos de soportes (Tabla 10) permiten ser representados gráficamente en 3D (Tabla 11), con el *software SolidWorks*.

Tabla 10: Tipos de soportes para recipientes cilíndricos horizontales. Norma ASME División 1, de la Sección VIII [16]

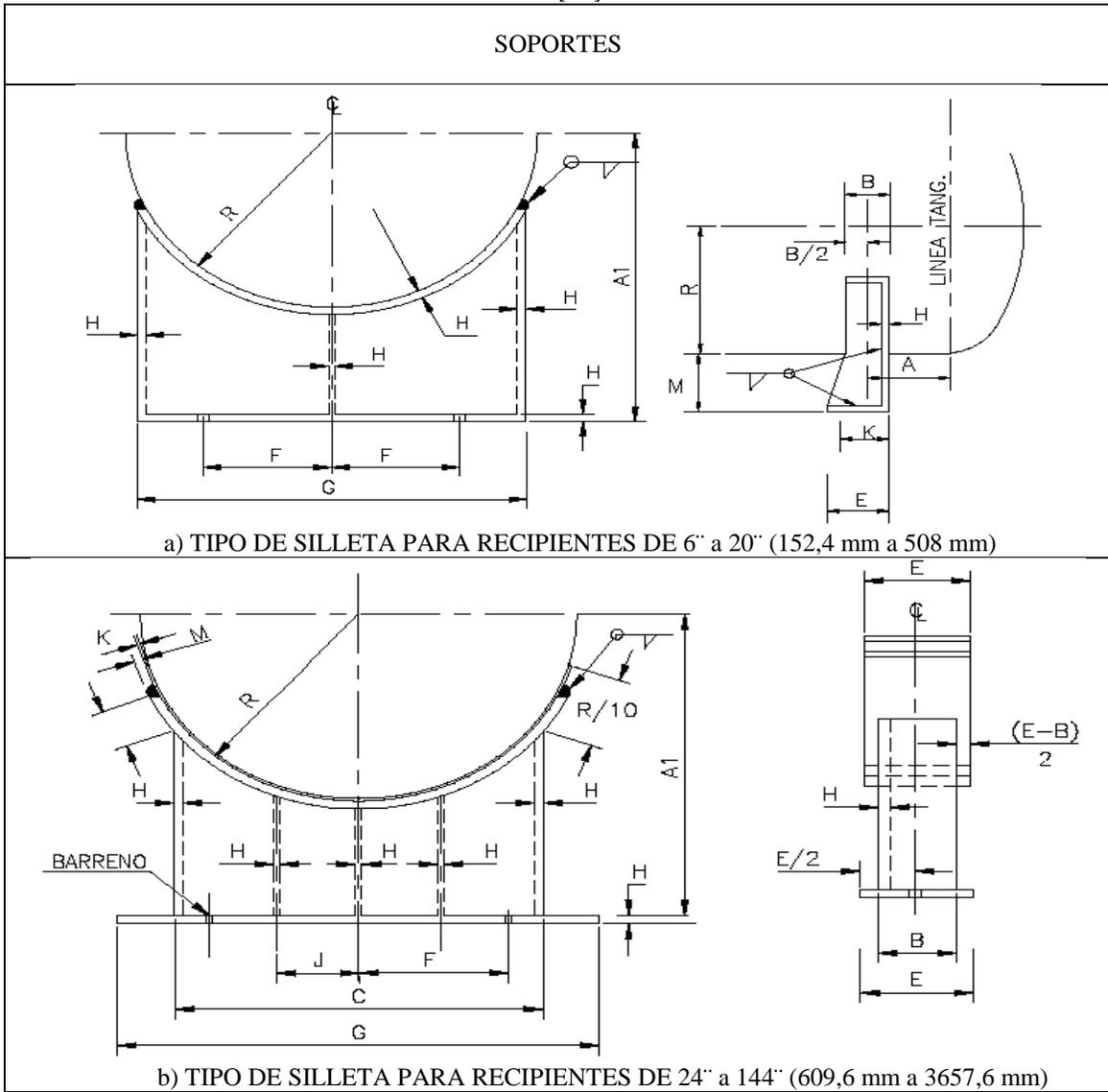
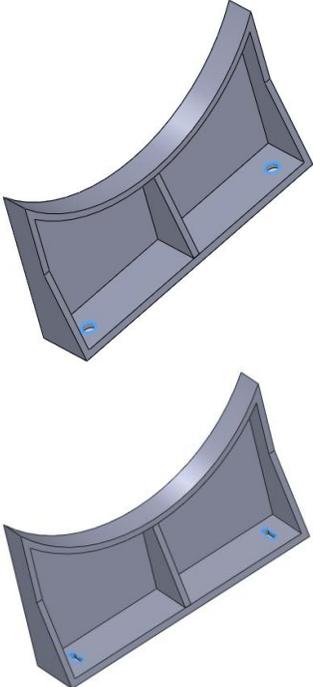
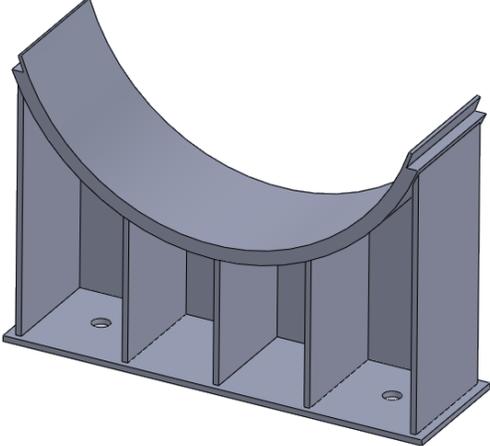


Tabla 11: Tipos soportes de para recipientes a presión diseñados en SolidWorks

SOPORTES	
 <p>a) TIPO DE SILLETA PARA RECIPIENTES DE 6" a 20" (152,4 mm a 508 mm)</p>	 <p>b) TIPO DE SILLETA PARA RECIPIENTES DE 24" a 144" (609,6 mm a 3657,6 mm)</p>

b) Procedimiento para el cambio de dimensiones durante el uso de la biblioteca en *SolidWorks*
 El procedimiento para el cambio de dimensiones, luego de ser extraídos los soportes de la biblioteca en *SolidWorks*, es el mismo descrito en el sub-epígrafe 2.1. c).

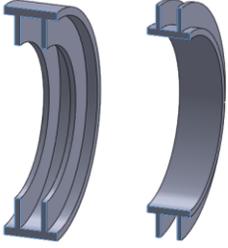
2.7. Anillos para rigidez de recipientes a presión

a) Esquema de anillos para rigidez, según la norma ASME
 Los esquemas de los diferentes tipos de anillos para rigidez (Tabla 12) permiten representar gráficamente sus cuerpos en 3D (Tabla 13) con el *SolidWorks*.

Tabla 12: Tipos de anillos para rigidez de recipientes cilíndricos horizontales. Norma ASME División 1, Sección VIII [16]

ANILLOS DE RIGIDEZ	
<p>a) $tr + 1.56 \sqrt{Rts}$</p>	<p>ANILLO INTERIOR GOBIERNA COMPRESION EN EL CUERPO</p>
<p>b) $tr + 1.56 \sqrt{Rts}$</p>	<p>ANILLO EXTRIOR ESFUERZO EN EL CUERPO</p>
<p>c) $2 (tr + 1.56 \sqrt{Rts})$</p>	<p>ANILLO INTERIOR GOBIERNA COMPRESION EN EL CUERPO</p>
<p>d) $2 (tr + 1.56 \sqrt{Rts})$</p>	<p>ANILLO EXTRIOR ESFUERZO EN EL CUERPO</p>
<p>e) $2 (tr + 1.56 \sqrt{Rts})$</p>	<p>ANILLO INTERIOR ESFUERZO EN LA PUNTA DEL ANILLO</p>
<p>f) $2 (tr + 1.56 \sqrt{Rts})$</p>	<p>ANILLO EXTRIOR GOBIERNA COMPRESION EN EL CUERPO</p>
<p>g) $2 (tr + 1.56 \sqrt{Rts})$</p>	<p>ANILLO INTERIOR ESFUERZO EN EL CUERPO</p>
<p>h) $2 (tr + 1.56 \sqrt{Rts})$</p>	<p>ANILLO INTERIOR ESFUERZO EN LA PUNTA DEL ANILLO</p>

Tabla 13: Tipos de anillos de rigidez para recipientes a presión, diseñados en SolidWorks

ANILLOS DE RIGIDEZ	
 <p>a) ANILLO INTERIOR</p>	 <p>b) ANILLO INTERIOR Y EXTERIOR</p>
 <p>c) ANILLO INTERIOR Y EXTERIOR</p>	 <p>d) ANILLO INTERIOR</p>
 <p>e) ANILLO EXTERIOR</p>	 <p>f) ANILLO INTERIOR</p>

b) Procedimiento para el cambio de dimensiones durante el uso de la biblioteca en *SolidWorks*
 El procedimiento para el cambio de dimensiones, luego de ser extraídos los anillos de rigidez de la biblioteca en *SolidWorks*, es el mismo del sub-epígrafe 2.1. b).

3. Biblioteca de partes y accesorios

Los accesorios diseñados se pueden insertar en una biblioteca del *SolidWorks*, siguiendo una serie de pasos, después de la instalación del *software*.

1. Para ello, se debe abrir la biblioteca de diseño (📁) y adicionar la localización del archivo (📄). Aparece una ventana, en cuya parte inferior se muestra la siguiente dirección: *C:\SolidWorks Data\Browser\New folder*.
2. Donde dice “*New Folder*” debe escribirse el nombre de la carpeta que se desee. Puede usar el título de “*Recipientes*” (Figura 4). Aparecerá el nombre dado, a continuación del icono (📁). En este caso, se recomienda establecer un orden de contenidos jerárquico (Figura 4), tal que permita la ubicación y extracción rápida de los elementos diseñados, siguiendo el mismo esquema establecido por los diseñadores del *software*, para las bibliotecas que trae por defecto.
3. Colocando el cursor sobre el nuevo elemento creado, haga clic sobre “*Crear una Nueva Carpeta*” (📁) y colóquele el nombre deseado.
4. Los niveles y subniveles los puede crear de la misma forma descrita en los pasos anteriores.

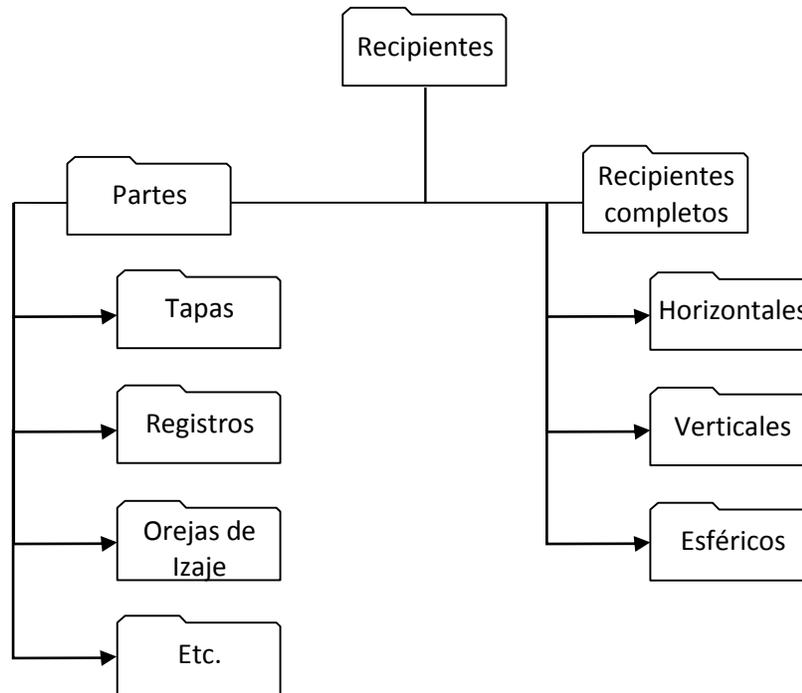


Figura 4: Estrategia de carpetas para la ubicación de los diseños de partes y accesorios de recipientes en la biblioteca del SolidWorks

5. Luego, abra la parte o el ensamble y lo agrega a la biblioteca de diseño (🏠), en la subcarpeta deseada (subcarpeta de tapas, o registros, o recipientes, según decida).
6. A la izquierda aparecen las opciones de “Adicionar a la Biblioteca” para agregar el nuevo diseño de pieza. En este punto, es necesario señalar el elemento completo, en el árbol de fabricación, que aparece sobre la ventana de diseño. Posteriormente, se asigna un nombre en la opción “Save To” y, al abrir el “Design library folder” (+), señalar la ubicación en la carpeta creada anteriormente y aceptar (✓).

De la forma descrita anteriormente se logra elaborar una biblioteca de diseño.

Otra posible vía para la inserción de la biblioteca, elaborada en el software *SolidWorks*, se puede realizar copiando para una dirección específica (*C:\SolidWorks Data\Browser\Recipientes a Presión*) todas las partes y accesorios. Mediante esta vía se logra más rapidez a la hora de insertar los diseños en la biblioteca, ya que se obvian los pasos 5 y 6, anteriormente expuestos.

4. Ejemplos de diseño de recipientes de presión.

Para crear un diseño de recipiente a presión se debe llevar a cabo una serie de pasos, descritos a continuación, debido a que puede modificar o perder la base existente. Para crear un diseño de recipiente con la biblioteca creada, debe seguirse los siguientes pasos:

1. Abra la Biblioteca de diseño (🏠) y cree una carpeta nueva de recipiente, según el ítem 3, del epígrafe 3. Se recomienda lo haga dentro de las carpetas de Recipientes, en la carpeta que refiera el tipo de recipiente a diseñar (vertical, horizontal o esférico). Se le recomienda le colóquelo un nombre acorde al diseño específico.
2. Debe copiar para el interior de esa carpeta, las partes del recipiente que usará. Esto se hace, pues al modificar sus dimensiones en el lugar en que se encuentra en la biblioteca, de acuerdo a los nuevos requerimientos de diseño, se cambian las referencias de las dimensiones de la base de datos de “Partes”, inutilizando diseños anteriores. Si no le interesa conservarlos, no debe tener en cuenta este paso. Para ejecutarlo, debe abrir cada parte y guardarla dentro de la carpeta que recién creó, siguiendo el procedimiento dado en el ítem 5, del epígrafe 3.

3. Abra un documento de ensamble y grávelo con el nombre deseado en la carpeta que creó. Se recomienda que lo guarde en la propia carpeta de “Recipientes a Presión”, junto a la copia de las partes y accesorios que lo componen. Esto permite que, en la medida que usted genera más ensambles, tendrá más prototipos de recipientes en su biblioteca.
4. Obtenga las piezas necesarias de la carpeta que creó y edite las dimensiones (con el mismo procedimiento que se ha expuesto en el epígrafe 2), según el recipiente que se desea diseñar.
5. Inserte las relaciones de posición mediante la herramienta de referencias (). Repetir los pasos 4 y 5 las veces que sean necesarias, hasta lograr diseñar el recipiente a presión deseado (Figura 5).

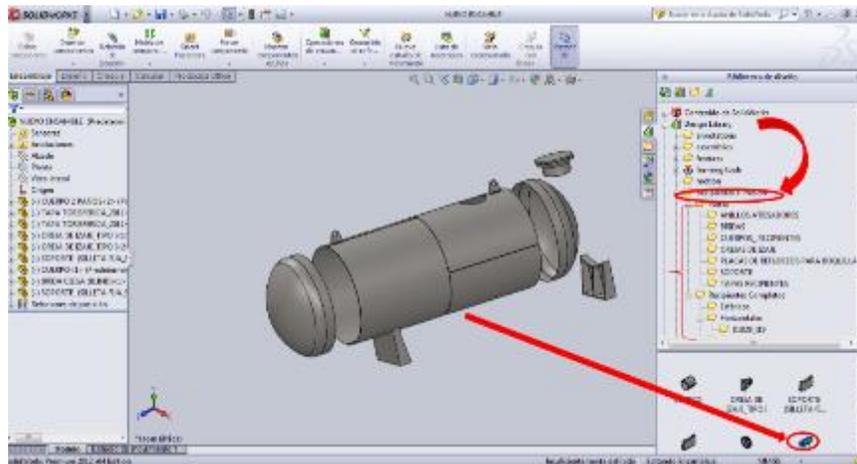


Figura 5: Ejemplo de aplicación de la biblioteca confeccionada

Conclusiones:

1. Las partes estandarizadas de recipientes, incluidas en la biblioteca del *SolidWorks*, permiten su rápido redimensionamiento, almacenamiento como una parte nueva y su ensamble adecuado para conformar recipientes nuevos o modificar otros existentes, permitiendo incrementar la biblioteca con ejemplos nuevos y relativamente fáciles de construir y evaluar.
2. A partir de los prototipos de partes o accesorios de recipientes existentes en la biblioteca, es posible conformar relativamente rápido un recipiente, mediante la selección rápida de partes estandarizadas, su redimensionamiento y su ensamble, lo cual constituye una ventaja de la concepción de la base de datos confeccionada.
3. El procedimiento para incluir las partes o accesorios de recipientes a la biblioteca del *SolidWorks* posibilita el almacenamiento estructurado en forma de biblioteca especializada y estandarizada, con potencialidades de crecimiento, según las necesidades de los usuarios y, sobre todo, con la posibilidad su intercambio entre los diferentes usuarios.
4. La metodología desarrollada combina las particularidades de la gestión de bases de datos del *SolidWorks* con las especificaciones del código *ASME* para recipientes a presión, con el objetivo de potenciar una opción de diseño, basada en los principios del software libre, que abre una alternativa para la generación de diseños estandarizados de partes y accesorios de recipientes a presión.

Referencias:

1. Anónimo. *Características de SolidWorks Simulation*. 2012 [cited 2012 13/12]; Available from: <http://www.solidworksedu.com/web/SolidWorks/simulacion/>.
2. *ASME. BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE. Sección VIII. División 1. RULES FOR CONSTRUCTION OF PRESSURE VESSELS. Addenda July 1. 2002*
3. Carucci, V.A., *Overview of Pressure Vessel Design*. 1999, ASME International. p. 137.
4. Sachin, *Design of Pressure Vessel*. 2009. p. Hoja de cálculo Excel.

5. MOSS, D.R., *PRESSURE VESSEL DESIGN MANUAL. Illustrated procedures for solving major pressure vessel design problems*. THIRD EDITION. ed. 2004: ELSEVIER.
6. Moss, D.M., *Pressure Vessel Design Manual*. 1989. 236.
7. Megyesy, E.F., *Pressure Vessel Handbook*. 10th ed. 1995. 499 pp.
8. Henry, H., Bednar, P.E, *Pressure Vessel Design Handbook*. 2da ed. 1986, New York: Van Nostrand Reinhold Company. 431 pp.
9. Escoe, H., *Pressure Vessel and Stacks. Field Repair Manual*. 2008, Houston, Texas. 193 pp.
10. Donatello, A., *Pressure Vessel Design*. 2007, Milano, Italy: Springer. 441 pp.
11. Desconocido, *Pressure Vessel Design And Calculation*. Japonés. 506 pp.
12. Bednar, H.H., *Pressure Vessel Design Handbook*. Second ed. 1991, Malabar, Florida. 431 pp.
13. Ashraf, K., *Design Calculations for Pressure Vessels. Hoja de cálculo. Microsoft Office Excel*. 2002.
14. Ramos-Martínez, A., Gómez-Pérez, C.; Pérez-Pérez, D. *Criterios sobre el uso de softwares especializados para diseño y simulación en la implementación de bibliotecas de recipientes a presión*. 2013 [cited 2014 enero]; Available from: monografías.com.
15. *API STANDARD 620. Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks. TENTH EDITION, FEBRUARY 2002*. p. 196.
16. León Estrada, J.M., *Diseño y cálculo de recipientes sujetos a presión*. 2001, D.F. México. 190.