

# ANEXO II

# CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para ayudar a aquellos lectores que utilicen este libro para auto-aprender CAD 3D, proponemos rúbricas que se pueden aplicar para evaluar cada ejercicio resuelto. Las rúbricas constan de seis criterios que se pueden evaluar contestando a las siguientes preguntas:

1. ¿El resultado es válido?
2. ¿El resultado es completo?
3. ¿El resultado es consistente?
4. ¿El resultado es conciso?
5. ¿El resultado es claro?
6. ¿El resultado transmite la intención de diseño?

En una evaluación inclusiva, apropiada para medir el progreso en el proceso de aprendizaje, cada uno de los criterios se debe medir por separado, y la calificación final se debe obtener por acumulación de todas las calificaciones parciales.

Por el contrario, en una evaluación excluyente, apropiada para medir las competencias adquiridas, fallar en cualquier criterio es un síntoma de que persisten deficiencias que se deben corregir para progresar. Dado que las competencias están mutuamente relacionadas, no progresar en una de ellas significa que los progresos en las siguientes no son útiles. En consecuencia, para una evaluación excluyente, las preguntas se deben contestar exactamente en el orden en el que están planteadas arriba, y se debe considerar como no superada la evaluación si la contestación a cualquiera de ellas es "*En desacuerdo*" o "*Totalmente en desacuerdo*".

Para ilustrar el significado de cada uno de los criterios, y para suministrar criterios detallados que permitan una evaluación más ajustada a cada ejercicio, se incluyen también cuestionarios detallados.

## Cuestionario general de evaluación

Para medir el grado de cumplimiento de los seis criterios, se proponen cinco niveles de desempeño, según una escala Lickert. Los criterios de la tabla adjunta se deben adaptar en función de que el resultado sea un modelo, un ensamblaje, un dibujo, o un documento anotado:

	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
El resultado es válido					
El resultado es completo					
El resultado es consistente					
El resultado es conciso					
El resultado es claro y comprensible					
El resultado transmite la intención de diseño					

La tabla se puede utilizar como una lista cualitativa de comprobación. En tal caso, se considera que un ejercicio está bien resuelto si las valoraciones de los seis criterios son "*De acuerdo*" o "*Totalmente de acuerdo*".

Pero la tabla también se puede usar para obtener una calificación numérica. Para ello basta asignar valores a las diferentes

respuestas y ponderar las puntuaciones numéricas de todas ellas para obtener la calificación global. La escala numérica para valorar cada dimensión puede ser:

- |                                  |      |
|----------------------------------|------|
| • Totalmente en desacuerdo       | 0    |
| • En desacuerdo                  | 0,25 |
| • Ni de acuerdo ni en desacuerdo | 0,5  |
| • De acuerdo                     | 0,75 |
| • Totalmente de acuerdo          | 1    |

Los criterios de ponderación deberían ajustarse para las diferentes etapas del proceso de aprendizaje. Para una etapa inicial de la evaluación formativa, los tres primeros criterios deberían tener un peso mayor (quizá un 60 o 70% entre los tres), mientras que al final del proceso de aprendizaje, los tres primeros criterios deberían reducir su peso (30%).

El criterio debería ser diferente para la evaluación final. Como en todas las evaluaciones de tareas, se pueden distinguir los aspectos formales de los que miden la excelencia en la propia tarea. En este caso, los dos primeros criterios son formales, puesto que evalúan si los documentos entregables de la tarea están bien, y si la tarea se ha completado. Por lo tanto, en una evaluación final o sumativa, estos criterios deberían ser descalificativos: fallar en ellos debería impedir que el resto de criterios fueran siquiera considerados. Son los denominados criterios pasa/no-pasa. Un criterio de evaluación menos drástico consiste en ponderar la calificación obtenida en los criterios de excelencia por la calificación obtenida en los criterios formales. Así, un modelo que sólo replica a medias al objeto que representa, tendría una calificación de 0,5 en el criterio de completitud, que multiplicaría al resultado obtenido en los criterios de excelencia, reduciendo a la mitad dicha calificación.

## Cuestionario detallado para evaluar el criterio de validez

Un modelo sólido, un ensamblaje, o un dibujo obtenidos con una aplicación CAD 3D son todos ellos documentos electrónicos, que deben guardarse de forma correcta para poder ser utilizados posteriormente.

Al comenzar a utilizar una aplicación CAD es frecuente olvidar que no se debe manipular desde el gestor de archivos del sistema operativo un fichero que está siendo utilizado por la aplicación CAD. Pretender salvar o guardar ficheros en uso produce documentos inválidos.

Por otra parte, en los árboles de modelo, de ensamblaje o de dibujo, pueden quedar registrados errores que se hayan cometido durante el proceso de modelado, ensamblaje o extracción de dibujos, y que no hayan sido correctamente resueltos. Dichos errores también producen ficheros no utilizables.

Por último, los ensamblajes y los dibujos se construyen a partir de otros ficheros, con los que establecen vínculos. Guardar un ensamblaje o un dibujo sin guardar sus ficheros vinculados produce ficheros que no son utilizables por terceros.

Todos estos aspectos se pueden comprobar valorando el siguiente tipo de aseveraciones:

- No faltan documentos, ni hay errores al abrirlos.
- No faltan ficheros vinculados, ni están mal vinculados.
- Los árboles de modelos/ensamblajes/dibujos no contienen mensajes de error.

## Cuestionario detallado para evaluar el criterio de completitud

Un modelo sólido, un ensamblaje o un dibujo se deben considerar *completos* si incluyen toda la información que se pretende valorar o transmitir.

Algunos aspectos son generales y se pueden tener en cuenta al evaluar todos los ejercicios. Por ejemplo, si nos fijamos en la geometría de un objeto, su modelo será completo si incluye tanto su forma como sus dimensiones. Las aseveraciones a plantear en el cuestionario serían:

- Los modelos replican la geometría de las piezas.
- Los modelos replican el tamaño de las piezas.

Otros aspectos son más particulares. Así, ejemplos de aseveraciones específicas para algunos ejercicios serían:

- El modelo incluye las roscas.
- El modelo incluye los redondeos.

Para un ensamblaje, las aseveraciones más típicas serían:

- No sobran ni faltan piezas.
- Las piezas están correctamente colocadas.
- No sobran ni faltan condiciones de emparejamiento.

Un aspecto más específico para determinar si un ensamblaje es completo es si incluye las piezas estándar. Para medirlo se deberían valorar aseveraciones como:

- El ensamblaje incluye las piezas estándar apropiadas.

- Las piezas estándar de la librería están correctamente “instanciadas” y ensambladas.

Por último, un dibujo de ingeniería se debe considerar completo si incluye toda la información de la forma y las dimensiones del objeto. No será completo si faltan vistas, cortes o cotas. En consecuencia, las aseveraciones típicas para valorar si un dibujo es completo serían:

- No faltan vistas apropiadas para mostrar la pieza o el ensamblaje.
- No faltan cortes apropiados para mostrar la pieza o el ensamblaje.
- No faltan anotaciones apropiadas para mostrar la pieza o el ensamblaje.

Debe notarse que las vistas y cortes necesarios serán todas aquellas que muestren la forma de una pieza o aquellas que muestren la disposición de las piezas de un ensamblaje.

Si un documento debe contener anotaciones, éstas se pueden valorar por separado del resto de información. Las anotaciones pueden ser cotas, indicaciones de fabricación, marcas, etc. Por lo que pueden variar dependiendo del tipo y la finalidad del documento. Por ejemplo, en un do de ensamblaje, las aseveraciones críticas serían:

- No faltan marcas.
- La lista de piezas está completa.

## Cuestionario detallado para evaluar el criterio de consistencia

Un modelo sólido, es *consistente* si los cambios locales de forma o tamaño no se propagan, o lo hacen de un modo coherente y previsible.

Por ejemplo, si los perfiles no están completamente restringidos, al cambiar una cota o una restricción, el modelo resultante puede ser diferente del esperado. La segmentación de líneas también es una inconsistencia. Si una línea que se ha quedado corta no se extiende, sino que se complementa con una segunda línea colineal, se obtiene una línea poligonal o “línea segmentada”, que no se percibe como tal a simple vista, pero que tiene propiedades distintas a las deseadas (como dos puntos medios mal emplazados, en lugar de un único punto medio en la posición correcta). Lo mismo ocurre con líneas superpuestas que se dejan “olvidadas” porque no se ven. Ejemplos de aseveraciones específicas para detectar la consistencia serían:

- Los perfiles de todas las operaciones de modelado no contienen líneas duplicadas.
- Los perfiles de todas las operaciones de modelado no contienen líneas segmentadas.
- Los perfiles de todas las operaciones de modelado están siempre completamente restringidos.

Un criterio semejante se aplica a las operaciones. Por ejemplo, un barrido que se hace en dos tramos porque el datum utilizado está en una posición intermedia y no se aplica un único barrido en dos direcciones. Ejemplos de aseveraciones específicas para detectar la consistencia de las operaciones de barrido serían:

- Las operaciones de barrido no están fragmentadas en barridos parciales encadenados.
- Las operaciones de barrido no están solapadas, volviendo a crear sólido donde ya existía o vaciando donde ya estaba vacío.

Los ensamblajes se pueden analizar buscando interferencias o movimientos válidos. Por tanto, una forma sencilla de comprobar que el ensamblaje es consistente es realizando dichos análisis. Si las piezas están mal emparejadas, dichos análisis revelarán que el número o el tipo de condiciones de emparejamiento no son apropiados, porque producen interferencias o permiten movimientos no deseados.

La consistencia de los dibujos es más sencilla, basta con que reflejen correctamente la información del modelo o ensamblaje. Para ello, deben respetarse las reglas de que no se deben mezclar dibujos extraídos de diferentes versiones de un mismo modelo o ensamblaje, ni se debe modificar la información extraída “adornándola” o “maquillándola” con cambios no vinculados.

Ejemplos de aseveraciones específicas para detectar la consistencia serían:

- Las condiciones de emparejamiento de los ensamblajes permiten movimientos válidos e impiden los no válidos.
- Las vistas, cortes y cotas respetan las normas que garantizan que su interpretación sea unívoca.
- Los cambios se propagan correctamente entre modelos, ensamblajes y dibujos (es decir, están correctamente vinculados).

## Cuestionario detallado para evaluar el criterio de concisión

Un modelo sólido es *conciso* si se ha obtenido con un número mínimo de operaciones de modelado. La concisión de un modelo se puede medir con las siguientes aseveraciones:

- No se puede obtener el mismo modelo con menos operaciones.
- Se han utilizado operaciones de modelado por patrones (tales como simetrías y matrices).

Es decir, que modelar media pieza y obtener la otra media por simetría es ejemplo de estrategia que permite obtener un modelo más conciso.

Un ensamblaje virtual es conciso si la relación entre las piezas se consigue con el mínimo número de restricciones. Se puede medir con las siguientes aseveraciones:

- No se puede obtener el mismo ensamblaje con menos relaciones de emparejamiento.
- Se han utilizado operaciones de ensamblaje por patrones (tales como simetrías y matrices) para piezas iguales.

Un dibujo de ingeniería es conciso si no contiene vistas, cortes o anotaciones redundantes o innecesarias. Es decir, vistas, cortes o anotaciones que repitan información contenida directa o indirectamente en otras vistas, cortes o anotaciones, o que aporten información no relevante sobre el objeto. Se puede medir modificando las siguientes aseveraciones ya utilizadas para medir la completitud:

- No sobran ni faltan vistas.

- No sobran ni faltan cortes.
- No sobran ni faltan anotaciones.

Conviene recordar aquí que los criterios de número mínimo de operaciones, restricciones, vistas, cortes o anotaciones son cualitativos, y no debe considerarse óptima una solución sólo porque los minimice en sentido literal, ya que la concisión debe equilibrarse con la claridad y comprensibilidad, y con la transmisión de la intención de diseño.

## Cuestionario detallado para evaluar el criterio de claridad y comprensibilidad

Tanto los modelos sólidos como los ensamblajes virtuales y los dibujos de ingeniería son documentos, que deben ser comprendidos y utilizados por otras personas. Por lo tanto, se debe cuidar que sean claros y comprensibles. El objetivo es que los modelos, ensamblajes o dibujos se entiendan con el mínimo esfuerzo, sin malentendidos, sin indefiniciones, ni necesidad de documentación adicional. Las aseveraciones que se pueden plantear para medir tales características son:

- El modelo/ensamblaje/dibujo se entiende "a la primera".
- El modelo/ensamblaje/dibujo no es confuso.
- El modelo/ensamblaje/dibujo es "autocontenido".

Estos criterios se pueden concretar en otros más detallados y fáciles de medir. Por ejemplo:

- Las operaciones de modelado están bien etiquetadas en el árbol del modelo.
- Las operaciones de emparejamiento están bien etiquetadas en el árbol de ensamblaje.

- Los dibujos están bien presentados (formatos, escalas, identificación, etc.).
- Los dibujos cumplen las normas que garantizan que su contenido se entienda con facilidad.

Ejemplos de aseveraciones aún más detalladas serían:

- La orientación del modelo respecto al sistema de referencia es clara.
- La secuencia de modelado es intuitiva.

Para medir la claridad de un ensamblaje también se puede determinar:

- Las piezas del ensamblaje se han coloreado para que sea fácil distinguirlas y asociarlas.
- Se han utilizado las vistas en explosión para clarificar el proceso de ensamblaje.

Ejemplos de requisitos más detallados para un dibujo de diseño de detalle de una pieza serían:

- La escala del dibujo se respeta en todas las vistas.
- La escala es normalizada.

Ejemplos de aseveraciones detalladas para un dibujo de ensamblaje serían:

- Las marcas están colocadas ordenadamente.

Por último, cuando el ejercicio requiere trabajar con diferentes documentos, y dado que los documentos de diseño forman parte de un proyecto, se debe garantizar que su organización sea clara y comprensible:

- Los nombres de los documentos son claros y descriptivos.
- La estructura de pestañas es apropiada.
- La estructura de carpetas es apropiada.

### *Cuestionario detallado para evaluar el criterio de intención de diseño*

Tanto los modelos sólidos como los ensamblajes virtuales y los dibujos de ingeniería forman parte del proceso de diseño. Dicho proceso es iterativo, por lo que los modelos, los ensamblajes y los dibujos deben adaptarse a los cambios con el mínimo esfuerzo. Las aseveraciones genéricas para medir tal condición serían:

- Permite explorar alternativas de diseño.
- La secuencia de modelado es flexible.

No obstante, esos cambios deben respetar la intención inicial. Pero durante el proceso de diseño se utiliza mucha información implícita que es importante para mantener la coherencia del proceso y la utilidad del diseño resultante. Los documentos generados mediante CAD 3D deben intentar transmitir la "intención de diseño", entendida como aquellas ideas del diseñador que han guiado su elección de la solución de diseño. Para ello, los documentos deben elaborarse incorporando y resaltando cualquier información que ayude a transmitir dicha intención de diseño.

Un modelo ayuda a transmitir la intención de diseño si las vistas, cortes y anotaciones ayudan a resaltar la intención de diseño (orientación, simetría, etc.). Para fomentar la percepción de la intención de diseño, los datums deben actuar como "esqueletos" que ayudan a explicar la topología del modelo, y ayudan a mantener dicha topología estable frente a cambios locales. Por su parte, un elemento característico tal como un "taladro" transmite

más información sobre la intención de diseño que un simple agujero o vaciado cilíndrico. Además, al estar tabulados los valores usuales, impide que se seleccione un valor inusual. En suma:

- Siempre que es posible, se utilizan restricciones de croquis que resaltan la geometría del diseño (por ejemplo, la simetría).
- El modelo sólo utiliza elementos de referencia (datums) que resaltan su estructura y funcionalidad.
- El modelo utiliza elementos característicos de diseño.

En el caso de los ensamblajes la intención de diseño se puede medir mediante las aseveraciones:

- El ensamblaje está estructurado en sub-ensamblajes que transmiten funcionalidad.
- El orden de ensamblaje ayuda a transmitir la intención de diseño.
- La información de la lista de piezas ayuda a transmitir la intención de diseño.
- Las propiedades del ensamblaje (materiales, etc.) están vinculadas a las de los modelos.
- El ensamblaje utiliza relaciones de emparejamiento que destacan la funcionalidad (tales como las relaciones cinemáticas).
- Permite simulaciones.

Por último, la transmisión de intención de diseño en los dibujos está principalmente supeditada al cumplimiento de las normas. Pero caben acciones de refuerzo, tales como utilizar las cotas perdidas y los ejes para resaltar la existencia de simetrías bilaterales o de revolución, o simplificar las representaciones para ocultar detalles innecesarios:

- Se utilizan ejes y cotas apropiados para enfatizar la simetría.
- Se utilizan vistas complementarias y/o líneas auxiliares para resaltar la funcionalidad.
- El dibujo oculta detalles superfluos y simplifica.

### Rubricas detalladas

En las páginas siguientes se incluyen rúbricas detalladas para cada uno de los cuatro tipos de documentos:

- Modelos.
- Ensamblajes.
- Dibujos de modelos.
- Dibujos de ensamblajes.

Puesto que el conjunto de los Dibujos de un producto constituye un documento, la calidad del mismo se debe valorar mediante su correspondiente rúbrica de “documento planos”.

Por último, si se opta por enriquecer los modelos, los ensamblajes, o los dibujos con anotaciones, las mismas pueden evaluarse mediante una rúbrica específica de “documento anotado”.

## Rúbrica de modelado

Item	Afirmación
<b>M1</b>	<b>El modelo es válido (No se sigue evaluando si el modelo no es válido)</b>
M1.1	El fichero del modelo puede ser encontrado
M1.1a	El fichero del modelo tiene el contenido esperado
M1.1b	El fichero del modelo tiene el nombre esperado, y está en la carpeta o sitio web esperados
M1.2	El fichero del modelo puede ser abierto
M1.2a	El fichero del modelo puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
M1.2b	El fichero del modelo es compatible con el CAD del receptor
M1.3	El fichero del modelo puede ser usado
1.3a	El árbol del modelo está libre de mensajes de error
1.3b	El fichero del modelo está libre de operaciones en progreso al abrirlo
<b>M2</b>	<b>El modelo está completo (30%)</b>
M2.1	El modelo replica la forma de la pieza
M2.1a	El modelo tiene la misma topología (sólido, lámina, cáscara) que la pieza
M2.1b	El modelo replica la geometría de la pieza
M2.2	El modelo replica el tamaño de la pieza
M2.2a	El modelo utiliza las unidades apropiadas
M2.2b	El modelo replica las medidas de la pieza
<b>M3</b>	<b>El modelo es consistente (15%)</b>
M3.1	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas, y están completamente restringidos
M3.1a	Los perfiles están libres de líneas duplicadas o segmentadas
M3.1b	Los perfiles están completamente restringidos
M3.2	El modelo está bien vinculado al sistema global de referencia y a un conjunto de datums apropiados
M3.2a	El modelo está alineado y orientado respecto al sistema global de referencia
M3.2b	El modelo usa datums apropiados (que definen un andamio/esqueleto que ayuda a construir y editar el modelo)
M3.3	Todas las partes del modelo están correctamente fusionadas
<b>M4</b>	<b>El modelo es conciso (20%)</b>
M4.1	El modelo está libre de restricciones, operaciones de modelado o datums repetitivos o fragmentados
M4.1a	Los perfiles son concisos (están libres de restricciones repetitivas o fragmentadas)
M4.1b	El modelo está libre de operaciones de modelado repetitivas o fragmentadas
M4.1c	El modelo está libre de datums repetitivos o fragmentados
M4.2	Las operaciones de replicado basadas en patrones (trasladar-y-repetir, girar-y-repetir y simetría) se usan cuando es posible
M4.2a	Las operaciones de patrones (trasladar-y-repetir, rotar-y-repetir) se usan cuando es posible
M4.2b	Las operaciones de simetría se usan cuando es posible
<b>M5</b>	<b>El modelo es claro (20%)</b>
M5.1	El árbol del modelo es comprensible (porque las operaciones de modelado están etiquetadas y agrupadas)
M5.1a	Las etiquetas de las operaciones de modelado enfatizan su función
M5.1b	Las operaciones de modelado relacionadas se agrupan en el árbol del modelo, para enfatizar las relaciones padre-hijo
M5.2	El modelo usa preferentemente operaciones de modelado compatibles y de diseño/fabricación
M5.2a	Se usan preferentemente las operaciones de modelado más compatibles

M5.2b	Se usan preferentemente las operaciones de modelado vinculadas a características de diseño/fabricación
<b>M6</b>	<b>El modelo transmite la intención de diseño (15%)</b>
M6.1	El árbol del modelo es como un "guion" que describe las características de la pieza y sus funcionalidades
M6.1a	La secuencia de modelado discurre desde las características principales hasta las auxiliares
M6.1b	Las etapas intermedias del proceso de modelado son útiles para entender el objeto
M6.2	El objeto se ha modelado sin perder ni transferir información de diseño
M6.2a	El objeto se ha modelado sin transferir cotas de diseño ni convertir cotas en restricciones geométricas
M6.2b	El objeto se ha modelado evitando perder simetrías y patrones
M6.3	El modelo es simultáneamente flexible (permite muchos cambios) y robusto (impide cambios catastróficos)
M6.3a	Los elementos funcionales se definen mediante operaciones de modelado independientes
M6.3b	Las relaciones padre/hijo del árbol del modelo están libres de dependencias innecesarias

## Rúbrica de ensamblaje

Item	Afirmación
<b>E1</b>	<b>El ensamblaje es válido (No se sigue evaluando si no es válido)</b>
E1.1	Tanto el fichero del ensamblaje como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
E1.1a	El fichero del ensamblaje tiene el contenido y nombre esperados, y está en la ubicación esperada
E1.1b	Todos los componentes vinculados al ensamblaje son accesibles (incluyendo piezas, subconjuntos y piezas de librerías), incluso cuando las librerías no están disponibles o cuando hay problemas de compatibilidad entre versiones
E1.2	El fichero del ensamblaje puede ser abierto
E1.2a	El fichero del ensamblaje puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
E1.2b	El fichero del ensamblaje es compatible con el CAD del receptor
E1.3	El fichero del ensamblaje puede ser usado
E1.3a	El árbol del ensamblaje está libre de mensajes de error
E1.3b	El fichero del ensamblaje está libre de operaciones en progreso al abrirlo
<b>E2</b>	<b>El ensamblaje está completo (20%)</b>
E2.1	El ensamblaje incluye todas las piezas y sub-ensamblajes necesarios, y sólo ellos
E2.1a	El ensamblaje incluye todos los componentes (piezas y sub-ensamblajes) y sus copias
E2.1b	El ensamblaje está libre de piezas o sub-ensamblajes sobrantes o ajenos al propio ensamblaje
E2.2	El ensamblaje incluye las piezas estándar requeridas (y sus copias), que se han instanciado correctamente desde la librería
E2.2a	Las piezas estándar de las librerías se han usado siempre que han sido requeridas
E2.2b	Las piezas estándar de las librerías se han instanciado de forma correcta desde la librería
E2.3	Los componentes (piezas, sub-ensamblajes y piezas de librería) están correctamente colocados
E2.3a	Las posiciones relativas entre los componentes (piezas, sub-ensamblajes y piezas de librería) concuerdan con sus posiciones funcionales
E2.3b	Los componentes (piezas, sub-ensamblajes y piezas de librería) están libres de interferencias indeseadas
<b>E3</b>	<b>El ensamblaje es consistente (30%)</b>
E3.1	El componente base es apropiado, y está bien vinculado al sistema global de referencia
E3.1a	El componente elegido como base funciona como soporte o contenedor, y es preferiblemente una pieza fija (particularmente si el ensamblaje es un mecanismo)
E3.1b	El componente base está correctamente vinculado al sistema global de referencia
E3.2	El ensamblaje permite movimientos válidos e impide movimientos indeseados (Todos los componentes están correctamente ensamblados mediante relaciones de emparejamiento)
E3.2a	El ensamblaje impide movimientos inválidos (se han usado relaciones de emparejamiento para impedir movimientos indeseados)

E3.2b	El ensamblaje permite movimientos válidos (se han liberado los grados de libertad necesarios para que los mecanismos funcionen)
<b>E4</b>	<b>El ensamblaje es conciso (20%)</b>
E4.1	El ensamblaje está libre de relaciones de emparejamiento repetitivas o fragmentadas
E4.2	Las operaciones de patrón de replicado (trasladar-y-repetir, girar-y-repetir y simetría) se usan siempre que es posible
E4.3	Las piezas ensambladas están libres de relaciones de emparejamiento innecesarias (no hay piezas innecesariamente "encadenadas" entre sí)
<b>E5</b>	<b>El ensamblaje es claro (15%)</b>
E5.1	Todos los componentes y relaciones de emparejamiento están apropiadamente etiquetados y organizados en carpetas
E5.1a	Los componentes están etiquetados y agrupados para enfatizar su función, en lugar del modo en el que han sido definidos
E5.1b	Las relaciones de emparejamiento están etiquetadas para enfatizar su función
E5.1c	Las relaciones de emparejamiento relacionadas están agrupadas para enfatizar las relaciones padre/hijo
E5.2	El ensamblaje utiliza relaciones de emparejamiento compatibles y fáciles de entender
E5.2a	Siempre se usan las relaciones de emparejamiento más compatibles
E5.2b	Siempre se usan las relaciones de emparejamiento más fáciles de entender
<b>E6</b>	<b>El ensamblaje transmite la intención de diseño (15%)</b>
E6.1	El árbol del ensamblaje replica el proceso real de ensamblaje/desensamblaje
E6.1a	La secuencia de ensamblaje va desde los elementos principales hasta los auxiliares
E6.1b	La secuencia del árbol de ensamblaje refleja una secuencia de montaje realista
E6.2	Los sub-ensamblajes han sido adecuadamente identificados y eficientemente usados
E6.2a	Los sub-ensamblajes encapsulan funciones claramente perceptibles
E6.2b	Las condiciones de emparejamiento de los sub-ensamblajes permiten los movimientos apropiados (han sido "flexibilizadas")
E6.3	Se usan los ofrecimientos (o "affordances", o funcionalidades de montaje) provistos en las piezas para facilitar ensamblajes (si existen)
E6.3a	Se han identificado los ofrecimientos provistos para agarrar, trasladar, orientar e insertar las piezas
E6.3b	Los ofrecimientos provistos para agarrar, trasladar, orientar e insertar las piezas, si existen, han sido prioritariamente usados para ensamblar
E6.4	Las piezas pertenecientes a familias modulares (si existen) pueden intercambiarse de forma fácil y segura
E6.4a	Se han identificado las piezas que pertenecen a familias modulares
E6.4b	Los emparejamientos de las piezas que pertenecen a familias modulares (si existen) ayudan a que intercambiarlas sea fácil y seguro

## Rúbrica de dibujo de pieza

Ítem	Afirmación
<b>Dp1</b>	<b>El dibujo es válido (No se sigue evaluando si no es válido)</b>
Dp1.1	Tanto el fichero del dibujo como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
Dp1.1a	El fichero del dibujo tiene el contenido y nombre esperados, y está en la ubicación esperada
Dp1.1b	El/los modelos o ensamblajes vinculados al dibujo son accesibles
Dp1.2	El fichero del dibujo puede ser abierto
Dp1.2a	El fichero del dibujo puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
Dp1.2b	El fichero del dibujo es compatible con el CAD del receptor
Dp 1.3	El fichero del dibujo puede ser usado
Dp1.3a	El árbol del dibujo está libre de mensajes de error
Dp1.3b	El fichero del dibujo está libre de operaciones en progreso al abrirlo
<b>Dp2</b>	<b>El dibujo de pieza está completo (30%)</b>
Dp 2.1	Las vistas muestran completamente todos los elementos exteriores de la pieza
Dp 2.2	Los cortes muestran completamente todos los elementos interiores de la pieza
Dp 2.3	Se han incluido los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria necesarias
Dp 2.4	Las cotas muestran todas las dimensiones de la pieza
<b>Dp3</b>	<b>El dibujo de pieza es consistente (25%)</b>
Dp 3.1	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria), están extraídas del modelo
Dp 3.1a	Las vistas (incluso las cortadas) están extraídas del modelo y vinculadas a él
Dp 3.1b	El dibujo minimiza los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria delineadas manualmente
Dp 3.2	Las cotas están vinculadas al modelo
Dp 3.3	Tanto las representaciones geométricas como las cotas cumplen las normas UNE o ISO
Dp 3.3a	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria), cumplen las normas UNE o ISO
Dp 3.3b	Las cotas cumplen las normas UNE o ISO
<b>Dp4</b>	<b>El dibujo de pieza es conciso (15%)</b>
Dp 4.1	El dibujo está libre de vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas innecesarias para mostrar el modelo
Dp 4.1a	El dibujo está libre de vistas que no ayudan a mostrar el exterior del modelo
Dp 4.1b	El dibujo está libre de cortes que no ayudan a mostrar el interior del modelo
Dp 4.1c	El dibujo está libre de geometría suplementaria que no ayuda a mostrar el modelo
Dp 4.1d	El dibujo está libre de cotas que no ayudan a mostrar las dimensiones del modelo
Dp 4.2	El dibujo está libre de redundancias en vistas, cortes, geometría suplementaria o cotas
Dp 4.2a	El dibujo está libre de vistas redundantes
Dp 4.2b	El dibujo está libre de cortes redundantes
Dp 4.2c	El dibujo está libre de geometría suplementaria redundante
Dp 4.2d	El dibujo está libre de cotas redundantes
<b>Dp5</b>	<b>El dibujo de pieza es claro (15%)</b>
Dp5.1	El formato de hoja es correcto
Dp5.1a	El tamaño de la hoja de dibujo es estándar y es apropiado para el dibujo
Dp5.1b	La hoja contiene recuadro y bloque de títulos, que cumplen normas
Dp5.2	El documento del dibujo está bien identificado
Dp5.2a	El bloque de títulos incluye los datos identificativos (la identificación del documento, su propietario y la fecha)
Dp5.2b	El bloque de títulos incluye los datos administrativos (la identificación del autor) y los descriptivos

	(el título del contenido)
Dp5.2c	El bloque de títulos incluye los datos de las representaciones gráficas (sistemas de representación, escalas y unidades dimensionales)
Dp5.3	El contenido del dibujo de pieza está bien presentado
Dp5.3a	Los tipos de líneas son correctos
Dp5.3b	La colocación de las vistas, los cortes, la geometría suplementaria, las cotas y las marcas favorece la lectura del dibujo
<b>Dp6</b>	<b>El dibujo de pieza transmite la intención de diseño (15%)</b>
Dp 6.1	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas ayudan a resaltar la intención de diseño (orientación, simetría, etc.)
Dp 6.1a	La orientación de la pieza ayuda a transmitir su funcionalidad
Dp 6.1b	La disposición de las vistas, cortes y cotas ayuda a resaltar las simetrías y los patrones
Dp 6.2	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas muestran los datos originales de diseño
Dp 6.2a	El modelo se ha dibujado evitando perder cotas de diseño (no hay transferencias de cotas)
Dp 6.2b	El modelo se ha dibujado evitando ocultar simetrías y patrones

## Rúbrica de dibujo de ensamblaje

Item	Afirmación
<b>De1</b>	<b>El dibujo es válido (No se sigue evaluando si no es válido)</b>
De1.1	Tanto el fichero del dibujo como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
De1.1a	El fichero del dibujo tiene el contenido y nombre esperados, y está en la ubicación esperada
De1.1b	El/los modelos o ensamblajes vinculados al dibujo son accesibles
De1.2	El fichero del dibujo puede ser abierto
De1.2a	El fichero del dibujo puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
De1.2b	El fichero del dibujo es compatible con el CAD del receptor
De1.3	El fichero del dibujo puede ser usado
De1.3a	El árbol del dibujo está libre de mensajes de error
De1.3b	El fichero del dibujo está libre de operaciones en progreso al abrirlo
<b>De2</b>	<b>El dibujo del ensamblaje está completo (30%)</b>
De2.1	Las vistas, los cortes y la geometría suplementaria (y las cotas, si son necesarias) son apropiados para mostrar el ensamblaje
De2.1a	Las vistas y cortes ayudan a mostrar el mayor número posible de componentes del ensamblaje
De2.1b	Las vistas y cortes ayudan a mostrar la colocación de los componentes del ensamblaje
De2.1c	Se han incluido los ejes de simetría, las trazas de corte, y la geometría suplementaria necesarios
De2.1d	Las cotas ayudan a mostrar la colocación de los componentes del ensamblaje, y/o el tamaño global del ensamblaje
De2.2	El dibujo contiene una marca por cada componente del ensamblaje
De2.3	La lista de despiece incluye información de todos los componentes del ensamblaje
<b>De3</b>	<b>El dibujo del ensamblaje es consistente (25%)</b>
De3.1	El dibujo está bien vinculado, tanto al ensamblaje como a las listas de despiece
De3.1.1.	Las vistas (incluso las cortadas) están extraídas del ensamblaje y vinculadas a él
De3.1.2.	Las marcas y las listas de despiece están vinculadas al ensamblaje y relacionadas entre ellas.
De3.2.	Tanto las representaciones geométricas y las cotas, como las marcas y la lista de despiece cumplen las normas UNE o ISO
De3.2.1.	Todas las vistas (incluso las cortadas y la geometría suplementaria) y las cotas, cumplen las normas UNE o ISO
De3.2.2.	Las marcas cumplen las normas UNE o ISO
De3.2.3.	Las listas de despiece cumplen las normas UNE o ISO
<b>De4</b>	<b>El dibujo del ensamblaje es conciso (15%)</b>
De4.1.	El dibujo está libre de vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas innecesarias o redundantes para mostrar el ensamblaje
De4.1.1.	El dibujo está libre de vistas, cortes y geometría complementaria que no ayudan a mostrar los componentes del ensamblaje
De4.1.2.	El dibujo está libre de cotas que no ayudan a definir la colocación de los componentes ni el tamaño total del ensamblaje
De4.2.	El dibujo está libre de información innecesaria o redundante en las marcas y en la lista de despiece
De4.2.1.	El dibujo está libre de marcas falsas o repetidas
De4.2.2.	El dibujo está libre de información falsa o repetida en las listas de despiece
<b>De5</b>	<b>El dibujo del ensamblaje es claro (15%)</b>
De5.1	El formato de hoja es correcto
De5.1a	El tamaño de la hoja de dibujo es estándar y es apropiado para el dibujo
De5.1b	La hoja contiene recuadro y bloque de títulos, que cumplen normas

De5.2	El documento del dibujo está bien identificado
De5.2a	El bloque de títulos incluye los datos identificativos (la identificación del documento, su propietario y la fecha)
De5.2b	El bloque de títulos incluye los datos administrativos (la identificación del autor) y los descriptivos (el título del contenido)
De5.2c	El bloque de títulos incluye los datos de las representaciones gráficas (sistemas de representación, escalas y unidades dimensionales)
De5.3	El contenido del dibujo de ensamblaje está bien presentado
De5.3a	Los tipos de líneas son correctos
De5.3b	La colocación de las vistas, los cortes, la geometría suplementaria, las cotas y las marcas favorece la lectura del dibujo
<b>De6</b>	<b>El dibujo del ensamblaje transmite la intención de diseño (15%)</b>
De6.1	Las vistas, cortes, geometría suplementaria y cotas ayudan a resaltar la intención de diseño (orientación, simetría, etc.)
De6.1a	La orientación del ensamblaje ayuda a transmitir su funcionalidad
De6.1b	La disposición de las vistas, cortes y cotas ayuda a resaltar las simetrías y los patrones.
De6.2	El orden de las marcas ayuda a resaltar la secuencia de ensamblaje/desensamblaje
De6.2a	La secuencia de marcas va desde los elementos principales hasta los auxiliares
De6.2b	El orden de las marcas sugiere una secuencia realista de ensamblaje
De6.3	La información de la lista de despiece ayuda a transmitir la intención de diseño
De6.3a	Los nombres de las marcas ayudan a entender su función
De6.3b	Los materiales de los que están hechos los componentes ayudan a entender su comportamiento
De6.3c	Las observaciones aportan información relevante (sobre piezas estándar, etc.)

## Rúbrica de documento planos

Item	Afirmación
<b>PL1</b>	<b>El documento planos es válido (No se sigue evaluando si no es válido)</b>
PL1.1	El documento planos puede ser localizado
PL1.2	Todos los dibujos están agrupados en un único documento, o en un conjunto de documentos fácilmente ordenables
PL1.3	Los dibujos están en formatos portables, listos para ser usados
<b>PL2</b>	<b>El documento planos está completo (30%)</b>
PL2.1	El documento planos incluye todos los dibujos de diseño del producto
PL2.1a	El documento planos incluye todos los dibujos de ensamblaje y subensamblajes no comerciales
PL2.1b	El documento planos incluye todos los dibujos de piezas no comerciales
PL2.1c	El documento planos incluye todos los dibujos de esquemas y visualizaciones gráficas de datos
PL2.2	El documento planos incluye todas las referencias a los componentes comerciales del producto
<b>PL3</b>	<b>El documento planos es consistente (25%)</b>
PL3.1	Todos los dibujos que se agrupan en el documento planos están codificados
PL3.1a	Todos los dibujos tienen su código en el campo correspondiente a la numeración del documento del bloque de títulos
PL3.1b	Los nombres de los ficheros (u hojas) que contienen a cada uno de los dibujos son consistentes con la codificación del documento planos
PL3.2	La codificación de los planos concuerda en todos los sitios donde se utiliza
PL3.2a	Hay concordancia entre la codificación en las listas de piezas y las numeraciones de los dibujos en los bloques de títulos
PL3.2b	Hay concordancia entre la codificación de los dibujos y el orden de las páginas del documento planos que los contiene
<b>PL4</b>	<b>El documento planos es conciso (15%)</b>
PL4.1	El documento planos no incluyen más dibujos que los necesarios.
PL4.1a	El documento planos no incluye dibujos redundantes
PL4.1b	El documento planos no incluye dibujos irrelevantes
PL4.2	Cada dibujo no incluye más información de la necesaria
PL4.2a	Los dibujos de ensamblaje solo incluyen información de qué piezas los conforman y cómo se relacionan
PL4.2b	Los dibujos de piezas sólo incluyen información de cómo son dichas piezas
PL4.2c	Los dibujos de esquemas sólo muestran las relaciones entre diferentes componentes de un grupo de objetos
PL4.2d	Los dibujos de visualizaciones gráficas de datos sólo muestran las correlaciones entre diferentes datos u objetos
<b>PL5</b>	<b>El documento planos es claro (15%)</b>
PL5.1	El documento planos está paginado y contiene un índice
PL5.1a	El documento planos comienza con un índice de dibujos, y/o las listas de despiece actúan como índices de los dibujos
PL5.1b	La paginación de los dibujos concuerda con el índice
PL5.2	La paginación de los dibujos ayuda a "navegar" por el documento
PL5.2a	Es fácil encontrar el ensamblaje al que pertenece cada pieza
PL5.2b	Es fácil encontrar las piezas que conforman cada ensamblaje
PL5.2c	Es fácil relacionar los esquemas y visualizaciones gráficas de datos con el resto de los dibujos del producto
<b>PL6</b>	<b>El documento planos transmite la intención de diseño (15%)</b>

PL6.1	La estructura del documento facilita consultas sobre el proceso real de ensamblaje/desensamblaje y/o operación del producto
PL6.1a	La secuencia de dibujos refleja el proceso de montaje o desmontaje
PL6.1b	La sucesión de dibujos refleja una secuencia de operación realista
PL6.2	Se usa una codificación de dibujos que ayuda a entender el producto
PL6.2a	La codificación aclara la sucesión y la importancia de los diferentes dibujos que conforman el documento planos
PL6.2b	La codificación simplifica la búsqueda y recuperación de los dibujos del documento planos

## Rúbrica de documento anotado

Item	Afirmación
<b>1</b>	<b>El documento anotado es válido (No se sigue evaluando si no es válido)</b>
1.1	Tanto el fichero del documento anotado como sus ficheros vinculados, pueden ser encontrados
1.1a	El fichero del documento anotado tiene el contenido y nombre esperados, y está en la ubicación esperada
1.1b	Todos los documentos vinculados al documento anotado son accesibles, incluso cuando las librerías no están disponibles o cuando hay problemas de compatibilidad entre versiones
1.2	El fichero del documento anotado puede ser abierto
1.2a	El fichero del documento anotado puede ser re-abierto después de cerrar la sesión actual (incluso en otro ordenador)
1.2b	El fichero del documento anotado es compatible con la aplicación (CAD, PDF, etc.) del receptor
1.3	El fichero del documento anotado puede ser usado
1.3a	El fichero del documento anotado está libre de mensajes de error
1.3b	El fichero del documento anotado está libre de operaciones en progreso
<b>2</b>	<b>El documento anotado está completo (30%)</b>
2.1	El documento anotado incluye todos los modelos, ensamblajes y dibujos necesarios para dar sentido a las anotaciones
2.1a	El documento anotado incluye todos los modelos requeridos
2.1b	El documento anotado incluye todos los ensamblajes requeridos
2.1c	El documento anotado incluye todos los dibujos requeridos
2.2	El documento anotado incluye todas las anotaciones requeridas
2.2a	El documento anotado incluye todas las anotaciones de geometría requeridas
2.2b	El documento anotado incluye todas las anotaciones de fabricación requeridas
2.2c	El documento anotado incluye todas las anotaciones de diseño requeridas
<b>3</b>	<b>Las anotaciones del documento anotado son consistentes (25%)</b>
3.1	Las anotaciones están bien vinculadas a los modelos, ensamblajes o dibujos
3.1a	Cada anotación está presente en aquel documento principal que muestra la característica a controlar o la información a vincular
3.1b	Cada anotación señala claramente el elemento con el que guarda relación
3.2	Las anotaciones cumplen las normas aplicables
3.2a	Los símbolos son apropiados para el tipo de anotación
3.2b	Las leyendas y parámetros son apropiados para el tipo de anotación
<b>4</b>	<b>Las anotaciones del documento anotado son concisas (15%)</b>
4.1	No hay anotaciones repetidas o redundantes
4.1a	Todas las anotaciones aportan información diferente al resto
4.1b	Las anotaciones que se muestran en diferentes documentos vinculados, están también vinculadas entre sí
4.2	No hay anotaciones innecesarias o irrelevantes
4.2a	Todas las anotaciones aportan información necesaria
4.2b	Todas las anotaciones aportan información relevante
<b>5</b>	<b>Las anotaciones del documento anotado son claras (15%)</b>
5.1	Las anotaciones están colocadas evitando solapes y maximizando su visibilidad

5.1a	No se producen solapes entre las anotaciones y la geometría, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
5.1b	No se producen solapes entre anotaciones, ni en las vistas principales ni en las vistas guardas
5.2	Las anotaciones están agrupadas en vistas de anotación coherentes
5.2a	Todas las anotaciones están agrupadas
5.2b	Los grupos de notas son coherentes con la dirección de visualización predominante
<b>6</b>	<b>Las anotaciones del documento anotado transmiten la intención de diseño (15%)</b>
6.1	La ordenación de las anotaciones facilita la interrogación de las propiedades y atributos del producto referido en el documento
6.1a	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre geometría
6.1b	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre fabricación
6.1c	La ordenación de las notas facilita las consultas sobre criterios de diseño
6.2	Las anotaciones ayudan a entender la relación del producto con la información que muestran
6.2a	La colocación de las notas ayuda a entender sus relaciones mutuas, y sus relaciones con los productos
6.2b	No hay "transferencia" de notas que altere la naturaleza de la información que se transmite, o su relación con el producto