



Especificación de Diseño:

ED-A-04.00-03c

Dirección de Ingeniería

Dirección Técnica

DISEÑO GENERAL

Página 1 de 16

ALCANCE Y REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DE MAQUETAS VIRTUALES

Todos los derechos reservados. Este documento es propiedad exclusiva de Repsol S.A. Su reproducción total o parcial está totalmente prohibida y queda amparada por la legislación vigente. Los contraventores serán perseguidos legalmente tanto en España como en el extranjero. El uso, copia, reproducción o venta de esta publicación, solo podrá realizarse con autorización expresa y por escrito del propietario de la publicación. El receptor del mismo es el responsable de la custodia y el buen uso que se le dé ya que su contenido es confidencial. La información contenida en este documento está sujeta a los términos y condiciones del acuerdo o contrato en virtud del cual este documento ha sido suministrado a la organización receptora del mismo. En todo caso, con independencia de la existencia de un acuerdo o contrato previo, ninguna parte de la información contenida en este documento podrá ser revelada fuera de la propia organización receptora, ni ser almacenada, sea cual sea el sistema soporte a emplear, o reproducida de cualquier manera o por cualquier medio, sin la debida autorización por escrito de los representantes legales de Repsol, a menos que en los términos de tal acuerdo o contrato se permita expresamente.

All rights reserved. This document is exclusive property of REPSOL S.A. Any reproduction is totally prohibited and it is covered under the current legislation. Offenders will be prosecuted inside and outside Spain. Any use, copy, reproduction or sale of this publication can only be done with the owner's written consent. The receptor is responsible for its custody and the correct use given as it is a confidential publication. The information contained in this document is subject to the terms and conditions of the agreement or contract under which the document was supplied to the recipient's organization. Without prejudice to the formalization of such agreement or contract, none of the information contained in this document shall be disclosed outside the recipient's own organization, reproduced or stored in any retrieval system in any form or by any means, without due written authorization from Repsol's legal advisers, unless the terms of such agreement or contract expressly allow.


03c	DICIEMBRE 2021	REVISADO DONDE SE INDICA. INCLUIDOS ASPECTOS EN EQUIPO DE REVISIÓN Y CONTENIDO MODELO 3D	MIGUEL ÁNGEL JIMÉNEZ DÍAZ	C.A.B	T.P.M
03b	DICIEMBRE 2018	REVISADOS CRITERIOS DE ELABORACIÓN DE NUBES DE PUNTOS	J.I.V / C.A.B.	C.A.B.	T.P.M.
03a	MAYO 2017	REVISADO DONDE SE INDICA. INCLUIDA HD-A-0400.01	E.B.P. / C.A.B.	C.A.B.	J.D.P.M.
03	NOVIEMBRE 2016	REVISIÓN GENERAL	M.A.J.D. / C.A.B.	C.A.B.	J.D.P.M.
02	ENERO 2010	REVISIÓN GENERAL	M.A.J.D.	J.J.S.	F.H.L.
REV.	FECHA	DESCRIPCION	REALIZADO (nombre y firma)	COMPROBADO (nombre y firma)	APROBADO / AUTORIZADO (nombre y firma)

REVISIONES DE LA ESPECIFICACION



INDICE

1.	GENERAL	3
1.1.	Introducción	3
1.2.	Objeto	3
1.3.	Orden de prioridad	3
1.4.	Responsabilidad	3
1.5.	Unidades de medida	3
2.	DISEÑO	3
2.1.	Procedimiento informático	4
2.2.	Representación de elementos en el modelo	4
2.3.	Nube de puntos	8
2.4.	Desarrollo del modelo	10
2.5.	Base de datos	11
2.6.	Utilidades	11
2.7.	Actualización del modelo	11
2.8.	Procedimiento de revisión del modelo	11
2.9.	Documentación final	16
3.	NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE REFERENCIA	16
3.1.	Normas y especificaciones técnicas de Repsol	16

		Código doc:	Especificación de Diseño:	
ED-A-04.00-03c		ALCANCE Y REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DE MAQUETAS VIRTUALES		
Dirección de Ingeniería	Dirección Técnica	DISEÑO GENERAL	DICIEMBRE 2021	Página 3 de 16

1. GENERAL

1.1. Introducción

El presente documento forma parte de la última edición de las especificaciones técnicas de Repsol, y hace referencia, asimismo, a la última edición de las normas y códigos que son mencionados y / o aplicables, así como a lo indicado en los Datos Básicos de Diseño (D.B.D.) que recogen los aspectos particulares para cada proyecto y que serán transcritos a la Requisición de Material particular.

La aplicación total o parcial esta especificación será confirmada en los Datos Básicos de Diseño específicos de cada proyecto.

1.2. Objeto

Esta especificación establece los requisitos mínimos para la elaboración de modelos 3D y nubes de puntos.

1.3. Orden de prioridad

En caso de conflicto entre documentos prevalecerá el siguiente orden de prioridad:

- Legislación y reglamentación local de obligado cumplimiento (siempre y cuando en el resto de los documentos aplicables no se establezcan criterios más restrictivos).
- D.B.D. del proyecto
- Esta especificación
- Otros códigos y normas referenciados

No obstante lo anterior, esta discrepancia ha de ser advertida a Repsol por escrito antes de continuar con el proceso de diseño/fabricación.

1.4. Responsabilidad

El cumplimiento de las reglas y recomendaciones dadas en esta especificación no eximen ni parcial ni totalmente, a los diseñadores / suministrador, de sus respectivas responsabilidades y garantías o cualquiera otra obligación contractual.


1.5. Unidades de medida

Se utilizarán las unidades de medida del Sistema Internacional (SI) o del sistema imperial, según se defina al inicio del proyecto, aunque para tubuladuras de equipos y tuberías se utilizarán pulgadas para la medida de diámetros y libras para el rating de bridas. Asimismo, en el caso de utilizar Sistema Internacional, se admitirán presiones en kg/cm².

2. DISEÑO

El modelo 3D, a realizar por la Ingeniería, se extenderá al conjunto de todas las nuevas unidades que lo integran.

Se realizarán modelos 3D en todos los proyectos de revamping dentro de unidades. Para proyectos de revamping fuera de unidades, se realizarán modelos 3D siempre que Repsol lo solicite.

		Código doc:	Especificación de Diseño:	
ED-A-04.00-03c		ALCANCE Y REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DE MAQUETAS VIRTUALES		
Dirección de Ingeniería	Dirección Técnica	DISEÑO GENERAL	DICIEMBRE 2021	Página 4 de 16

En cualquier caso, se producirá la documentación en 2D siguiendo los criterios de la ED-A-10.00 “Requisitos para la elaboración de planos y documentos de Ingeniería. Parte general.”

El modelo debe actualizarse “as built” según quedó construido al finalizar la obra.

2.1. Procedimiento informático

2.1.1. Programa de diseño 3D

Para el diseño 3D y, en la medida que la herramienta lo permita, como base para la generación de la documentación del Proyecto, se aceptarán las siguientes herramientas informáticas:

- SP3D de Intergraph.
- E3D de AVEVA.

Cualquier otra herramienta deberá someterse a la aprobación de Repsol.

La Ingeniería autora del proyecto indicará la información completa de la versión del programa utilizado para la generación de la base de datos.

Con independencia de lo indicado en esta especificación, para cada proyecto, y previamente al inicio del diseño de la nueva maqueta electrónica, la Ingeniería propondrá y justificará diferentes alternativas de diseño de detalle a considerar, para su estudio por Repsol. La Ingeniería, no deberá comenzar los trabajos sin haber conseguido la autorización de Repsol relativa a la propuesta del grado de detalle del modelo a realizar para el proyecto considerado.

Una vez autorizada por Repsol la alternativa de diseño de detalle propuesta, la Ingeniería editará, para cada proyecto, un manual específico de alcance del diseño 3D que recogerá los detalles precisos para una perfecta definición del proyecto y de su maqueta electrónica. El manual estará basado en esta especificación y en la especificación ED-A-10.00.

Cualquier otra aplicación de diseño será sometida a la aprobación de Repsol.



2.1.2. Programa de visualización y consulta

La herramienta de diseño empleada por la Ingeniería, se integrará con un navegador Navisworks según lo especifique Repsol a principio de proyecto. La sesión generada debe permitir el uso en las funciones de supervisión del diseño, visualización del modelo, consultas inteligentes y, si así se precisase al inicio del modelo, vínculos mediante bases de datos con documentación asociada (requisiciones, programas de construcción, P&ID's, etc.).



2.1.3. Identificación del modelo

Deberá indicarse el nombre de proyecto, la instalación industrial, la Unidad y el número de anexo. Así como el número de revisión, asignando una letra a cada una de las entregas parciales realizadas previas a la emisión en Revisión 0 que sería el 100% de la maqueta.

2.2. Representación de elementos en el modelo

2.2.1. Coordenadas y elevaciones

Las coordenadas serán absolutas, referidas al 0,0 de planta, mientras que las elevaciones se referirán a la cota 0 de cada unidad.


2.2.2. Código de colores.

Para la elaboración del modelo, se definirán los colores que a continuación se citan para cada elemento objeto de diseño.

Los colores indicados a continuación también deberán ser usados para la visualización en cada modelo que se entregue a Repsol y durante las etapas de revisión oficial del modelo, a través del navegador correspondiente:



- Todos los equipos y las Unidades paquete Verde oscuro
- Luminarias Rojo
- Luminarias de emergencia Azul
- Motores eléctricos Azul
- Cimentaciones (fuera de tierra) y hormigón Gris
- Estructuras en acero, pescantes, vigas monorraíl..... Azul oscuro
- Plataformas, pasarelas y escaleras metálicas Verde claro
- Ignifugado Naranja pálido
- Puentes grúa..... Amarillo
- Tubería de proceso de acero al carbono Naranja
- Tubería de vapor y condensado Verde amarillento
- Colector de antorcha y tuberías de gases..... Amarillo
- Tubería de servicios (excepto aguas) Azul
- Tubería servicios agua (todos menos condensados) Verde
- Aislamiento Igual color que el tubo y transparente
- Canal de pluviales Azul claro
- Drenajes aceitosos enterrado Gris
- Drenajes químicos enterrados Azul
- Drenajes sanitarios enterrados Marrón
- Tubería de agua enterrada Verde
- Resto de tubería enterrada (Nota 1) Negro
- Servicios contra incendios Rojo vivo
- Válvulas en general Igual color que el tubo
- Bridas de orificio..... Igual color que el tubo
- Figuras en ocho..... Igual color que el tubo
- Niveles de vidrio Igual color que el tubo
- Instrumentos Igual color que el tubo
- Bandejas y zanjías electricidad..... Verde
- Bandejas instrumentos aéreas Blanco
- Zanjías instrumentos Rosa
- Carreteras y accesos (ejes y bordillos) Negro
- Estaciones de servicio.. Según servicio
- Espacios para mantenimiento/volumenes de acceso Gris
- Vías de escape..... Rojo transparente
- Barandillas Amarillas
- Pavimento pesado Negro
- Pavimento ligero..... Gris
- Grava Marrón

		Código doc:	Especificación de Diseño:	
ED-A-04.00-03c		ALCANCE Y REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DE MAQUETAS VIRTUALES		
Dirección de Ingeniería	Dirección Técnica	DISEÑO GENERAL	DICIEMBRE 2021	Página 6 de 16

Nota 1: Excepto las líneas que tengan un color asignado en tramo aéreo mantendrán este color al enterrarse.

2.2.3. Contenido y grado detalle de cada elemento en el modelo

El modelo debe estructurarse de manera que todas las disciplinas involucradas puedan chequear si los criterios de diseño y de ingeniería se han cumplido en materia de seguridad, operabilidad y mantenimiento, y con el objetivo de facilitar la ingeniería y la construcción de la planta. Se resume a continuación, por especialidades, la información gráfica que debe figurar en el modelo de la siguiente forma:

a) Plataforma base

Incluye la infraestructura, los viales, carreteras, taludes, etc. y los límites físicos de la Unidad.



b) Espacios reservados

Se deberán mostrar los espacios siguientes:

- Accesos y pasos para mantenimiento
- Accesos y pasos para operación
- Espacios requeridos para posicionamiento de equipos de mantenimiento como grúa incluyendo el espacio requerido para el giro de la cabina.
- Espacios requeridos por la extracción/sustitución de elementos de equipos, instrumentos o accesorios y que deban preverse para evitar su obstrucción: extracción de haces tubulares, motores, ventiladores, válvula de gran tamaño, recorridos de polipastos y de puentes grúa, volumen apertura de bocas de hombre/inspección, área de bajada de elementos de torres, etc.
- Vías de escape. Se representarán desde las estructuras elevadas hasta lugar seguro. También se representarán las rutas de evacuación de las unidades.

Todos estos volúmenes que se muestren para ocupación de espacio, pero no representen objetos reales deberán visualizarse transparentes en la maqueta y estar agrupados en “conjuntos” de Navisworks, dentro de la sesión guardada, bien juntos, bien diferenciados por su naturaleza (mantenimiento, operación, vías de escape, áreas clasificadas o cualquier otro volumen que se requiera), o en una misma capa para poder desactivar todos fácilmente si se requiere.

En zonas con equipos existentes, se modelará el volumen de desmontaje y su desplazamiento hasta el área de servicio para comprobar que las nuevas instalaciones no interfieren el desmontaje de estos equipos.

c) Equipos

Se modelarán todos los equipos que tengan denominación en la Lista de Equipos oficial del proyecto. Su aproximación a la realidad será la necesaria para que sean representativos, ocupando espacios con volúmenes envolventes. Se incluirán todas las tubuladuras que estén numeradas en el plano del equipo, y especialmente aquellas que estén contenidas en los P&ID's, sus plataformas y elementos estructurales, escaleras, barandillas, rodapiés, clips de soportes de plataformas y tuberías, etc. asociados a estos equipos. Se indicará el ítem (tag) del equipo, descripción del equipo, número de P&ID, espesor de aislamiento, temperaturas y presiones de operación, diseño y prueba hidráulica, estado del plano de suministrador (No Recibido; Rev.A, APC).



Se representarán los actuadores de las persianas de los aerorrefrigerantes y elementos significativos de los sistemas auxiliares de bombas como pueden ser los botellones de planes API para sellado de bombas y cualquier punto terminal en el que se conecten tuberías (drenajes, venteos, refrigeración, etc.).



d) Unidades paquete

Se deberá incorporar aquellos contenidos que requieran ser identificados con mayor detalle como son: los equipos, las tuberías, cajas de cables de electricidad e instrumentación (de forma que se asegure que no hay interferencias con otras), zonas de operación y/o mantenimiento, etc.

Se modelarán hasta el detalle requerido para su análisis por Operación, Seguridad y Mantenimiento, incluyendo líneas recogidas por la lista de líneas, equipos con tag y, en general, cualquier elemento (equipo, tubería, instrumento, estructura, etc.) que defina espacios de operación y mantenimiento dentro de equipos paquete.

Cualquier tubería, equipo o instrumento que esté en el P&ID deberá estar identificada con su numeración de línea/equipo/tag y número de P&ID

**e) Tuberías**

Cualquier tubería que esté en el P&ID deberá estar identificada con su numeración de línea y número de P&ID. Se incluirán en el modelo, convenientemente identificadas mediante su tipo de fluido, número de línea, tamaño, especificación de material, número de P&ID, condiciones de operación, diseño y prueba hidráulica/neumática, traceado, encamisado, espesor y tipo de aislamiento, las siguientes:

- Todas las líneas incluidas en los P&ID's y en la lista de líneas. Esto incluirá, como mínimo, todas las líneas de proceso y servicios, las líneas a/de trampas de vapor, a/de dispositivos para toma de muestras, drenajes abiertos y cerrados, distribución de lubricación, etc.
- Se incluirá el modelado del aislamiento en las líneas, el cual se visualizará transparente.
- Igualmente se modelarán todos los accesorios, filtros, montajes típicos, testigos de corrosión, recorridos de inyecciones de químicos, válvulas, bridas, drenajes, venteos, tomas de instrumentos, trampas de vapor, duchas lavajeros, estaciones de servicio, etc.
- Las válvulas deberán tener modelados sus accesorios de apertura, cierre y/o regulación (volante, motor, solenoides, etc.).

Se comprobará ausencia de interferencias dados los desplazamientos previstos en las tres dimensiones para las líneas en base al cálculo de estrés, señalando dicho volumen generado en la maqueta.

Los planos en dos dimensiones extraídos de la maqueta, deberán cumplir lo establecido en la especificación ED-A-10.00 y sus adendas, y la especificación ED-L-01.00 "*Diseño de tuberías e implantaciones*" en su apartado de "*Documentación a emitir por la Ingeniería*" en el caso de planos de tuberías e isométricos.

No se permitirá el "maquillaje" de isométricas ya extraídas excepto en aquellos casos donde sea necesario incorporar algún detalle constructivo (celda) que complemente la información de dicha isométrica o en casos especiales debidamente justificados.

f) Soportes de tuberías

Se incluirán en el modelo los soportes estándar y especiales de tuberías, topes, guías, muelles, juntas de expansión, etc. en todas aquellas líneas que no sean a soportar en campo.

**g) Traceado con vapor y tuberías encamisadas**

Si se empleasen cabezales comerciales, solamente se incluirá en el modelo el volumen ocupado por dicha estación de vapor o condensado y su soporte. Siempre se modelará la línea de suministro o retorno de la misma. Para los sistemas encamisados se incluirá la conexión de alimentación a la camisa y la de retorno (sean de agua, vapor o aceite térmico) y la interconexión entre las mismas.

h) Obra civil y estructuras

Se incluirá todo tipo de estructuras de hormigón o metálicas, incluyendo el ignifugado, así como cimentaciones, zanjas de hormigón, balsas, etc.

También se modelarán todas las plataformas, escaleras de acceso (inclinadas y de gato), la rejilla y las barandillas. En caso de requerirse cortes o agujeros en alguno de estos elementos, también se representará.


Se incluirán los mecanismos de elevación y de desmontaje (pescantes, grúas, cabrestantes, etc.). En general, a modo de resumen, deberá constar en detalle de lo siguiente:

- Cimentaciones, estructuras de hormigón, losas, bordillos, cubetos, etc.
- Canaletas de servicios.
- Estructuras metálicas, plataformas, escaleras, barandillas, quitamiedos, etc. incluyendo los detalles constructivos del fabricante de estructuras (nudos, tornillos y placas bases).
- Soportes estructurales de tuberías.
- Situación y acotación de todas las plataformas, escaleras, escalas y demás elementos estructurales.

i) Edificios

Se incluirán al efecto de mostrar el espacio ocupado, indicando también los caminos para su acceso. El grado de detalle será el mínimo que lo haga representativo para la función indicada.

Se modelarán como mínimo las salas de control, oficinas, subestaciones eléctricas, casetas de analizadores, almacenes, etc.

		Código doc:	Especificación de Diseño:	
ED-A-04.00-03c		ALCANCE Y REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DE MAQUETAS VIRTUALES		
Dirección de Ingeniería	Dirección Técnica	DISEÑO GENERAL	DICIEMBRE 2021	Página 8 de 16

Incluir los equipos y sistemas de distribución de ventilación, calefacción y aire acondicionado.

El interior de los edificios no requerirá detalle más allá de la representación de equipos principales contenidos en su interior, si aplicase, como puede ser el caso de las subestaciones eléctricas o edificios con equipos de manejo de sólidos.

j) Sistemas enterrados

Se representarán las redes de tuberías enterradas, incluidas las de los sistemas contra incendios, agua de refrigeración, sistemas de drenaje, las zanjas de cables, pasos de calle, canales, tapas, rejillas, registros, arquetas, sumideros, fosos, depósitos de recogida, balsas de retención, etc. según corresponda.



k) Instrumentos

Al modelo se incorporarán los que van montados sobre equipos o tuberías. Se tendrá en cuenta el espacio necesario para su mantenimiento o desmontaje.

Se incorporarán también los transmisores, indicadores, soportes y switches. También se representarán los conduit.

Paneles de control locales. Se representará como un volumen de operación, indicando el tag asociado. Se tendrá en cuenta el espacio necesario para su mantenimiento o desmontaje.

Cajas de conexión de instrumentos. Se representará como un volumen de mantenimiento. Se tendrá en cuenta el espacio necesario para su apertura y mantenimiento.

Bandejas de cables. Al modelo se incorporarán siempre los recorridos principales de las mismas.

Se representarán los enclavamientos de las válvulas de seguridad y los cajones de las válvulas Fire-safe.



l) Electricidad

Se representarán todos los equipos eléctricos incluyendo alumbrado (luminarias, soportes, etc.) motores, cuadros eléctricos, cabinas de interruptores, botoneras, cajas de interconexiones, etc. Las luminarias de emergencia se representarán en azul para diferenciarlas.

Equipo de generación y distribución de energía eléctrica (indicando espacios de operación y mantenimiento).

Tubos de diámetro mayor de 3".

Bandejas de cables. Al modelo se incorporarán siempre los recorridos principales de las mismas.



m) Sistemas de protección contra incendios

Se deben incluir todas las tuberías, hidrantes, monitores, bocas de incendio, sistema de diluvio, depósitos de agua y de espumógeno, anillos de refrigeración, columnas secas, extintores, armarios de material, y cualquier otro sistema de extinción así como el sistema de detección de fuego y gas.

Se incluirán las botoneras de paro de emergencia y los detectores de llama.


Se representará el espacio ocupado por las devanaderas en estaciones de servicio y bocas de incendio.

Las luminarias de emergencia se representarán en azul para diferenciarlas.

Tanto equipos como líneas tendrán los mismos requerimientos de etiquetas de información que se pide para equipos y tuberías en esta misma especificación.

2.3. Nube de puntos

Se deberá realizar nube de puntos siempre que se trate de proyectos de revamping dentro de unidades donde no se cuente con documentación as-built suficiente. En el caso de disponer de nubes de puntos o maquetas anteriores, deberán ser validadas previamente para garantizar su aplicabilidad en el Proyecto.

		Código doc:	Especificación de Diseño:	
ED-A-04.00-03c		ALCANCE Y REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DE MAQUETAS VIRTUALES		
Dirección de Ingeniería	Dirección Técnica	DISEÑO GENERAL	DICIEMBRE 2021	Página 9 de 16

2.3.1. Equipos

Los requerimientos técnicos serán los siguientes:

- Las precisiones requeridas serán entre 3-5 mm para unidades y entre 8-10 mm para racks.
- La resolución será tal que al menos el 90% de los elementos superiores a 15 mm puedan ser identificados sobre modelo 3D.
- El nivel de ruido/tolerancia será inferior a 1 mm.
- El escaneado tiene que definir geométricamente todos los elementos de 1½" (en racks) y ¾" (en unidades) y mayores, con los criterios de precisión y resolución definidos en los puntos anteriores.

El contratista que vaya a elaborar la nube de puntos deberá suministrar todos los equipos y materiales necesarios para llevar a cabo los servicios contratados. Esto incluye, pero no se limita, lo siguientes elementos:

- Equipos de protección individual requeridos en cada caso y de acuerdo con la legislación vigente.
- Elementos especiales necesarios para alcanzar emplazamientos complicados.
- Señales de puntería y otros elementos misceláneos de campo.
- Estaciones de levantamiento / receptores

El contratista debe asegurarse de que, para cada barrido, la temperatura está dentro de los márgenes de funcionamiento de sus equipos, y serán adecuadamente compensados y controlados con respecto a la temperatura de trabajo. En cualquier caso, se asegurará que la temperatura operativa del equipo estará al menos entre -20°C y +50°C

2.3.2. Toma de datos

La unidad será dividida en tantas zonas como se considere necesario, a fin de racionalizar el grado de detalle requerido en cada una, y tratando de adaptarse, en la medida de lo posible, a las zonas en que se va a dividir el posterior trabajo de diseño 3D.

El tamaño de los ficheros de cada una de las zonas de trabajo (*work breakdown structure* WBS) definidas no será superior a 4Gb. Si el tamaño de la nube de puntos de una determinada zona fuera superior a este, se partirá el modelo de esta área en "contenedores" de tamaño inferior a 4Gb que puedan agregarse y desagregarse. La estructura y límites de estos contenedores se acordará con Repsol.

En algunas zonas, sobre todo en áreas muy próximas a ventiladores por ejemplo, las vibraciones por ruido aéreo no son despreciables y han de considerarse, así como el estacionamiento en la proximidad de compresores, torres o reactores sometidos a vibración. Si fuese preciso, se analizará un estudio previo de la influencia de estas vibraciones, a partir de las coordenadas obtenidas desde un punto de estacionamiento sometido a vibración y un punto de estacionamiento considerado estable. Una vez evaluadas las posibles desviaciones se sopesará la posibilidad de emplear amortiguadores.

Así mismo habrá que prever y evitar en la medida de lo posible, la emisión de vapores y humos que pueden aparecer reflejados en la nube de puntos.

2.3.3. Procesado de datos

Las coordenadas de referencia tienen que estar adecuadas y referidas a las coordenadas de la planta. Para ello, se deberá realizar la verificación del sistema de referencia topográfico de Planta para detectar errores que pudieran afectar a la toma de datos y a los resultados de la misma. En el caso de detectar desviaciones significativas, se informará a Repsol.

2.3.4. Documentación a emitir



La nube de puntos se entregará en formato de Cyclone (última versión) (tipo de archivo *.imp), que sea compatible con Cloudworx (última versión), y que permita la importación a la herramienta de diseño 3D. Se pedirá opcionalmente el formato para LFM. Además, se suministrará formato ptx o pts.

El contratista deberá llevar a cabo y proporcionar elementos de control de calidad en todos los datos antes de emitirlos oficialmente.

El contratista deberá entregar todos los datos en formato electrónico en una unidad de disco duro externo. La entrega de la nube de puntos deberá producirse en un plazo de tres semanas a partir de la conclusión de las labores de escaneado.

Los entregables deben incluir:

- Previamente al inicio de los trabajos, se deberá presentar un procedimiento de escaneado para aprobación en el que se definan las condiciones ambientales, calibración, etc., que se requieren para una correcta toma de medidas. En el informe final se incluirán las hojas de tomas de datos en campo en las que deben venir reflejados los datos ambientales.
- Plano de barridos: implantación de la unidad, con los elementos que sean necesarios para establecer y asegurar el registro de los datos del sistema de coordenadas de la planta. Se deberá enviar para aprobación de Repsol previo al inicio de los trabajos.
- Ficheros de escaneado, sin filtrar.
- Memoria recapitulativa de los trabajos realizados, incluyendo fotografías digitales en las que se definen los elementos escaneados.
- Cálculos justificativos de la precisión: aportar el cálculo de la adecuación del número y precisión de barridos a la calidad requerida.
- Nubes de puntos: modelo 3D rasterizado, sin inteligencia, integrable con modelos inteligentes. El modelo unificado, debe referirse tanto a coordenadas UTM como a coordenadas de planta. Se entregará en los formatos antes indicados.
- Fotografías digitales en las que se definen los elementos a escanear, tomadas con cámaras de alta resolución.
- Fichero ASCII: se entregará un fichero con la información geométrica (posición espacial de los puntos x, y, z) y radiométrica (modelo de color RGB – modelo cromático que permite representar distintos colores a partir de la mezcla de los tres colores primarios rojo, verde, azul-) de los puntos capturados.
- Certificados de calibración de los equipos, incluyendo los test de repetitividad y variabilidad.
- Procedimiento de orientación de los datos, garantizando la exactitud de los mismos, y presentando pruebas estadísticas y/o matemáticas de los resultados.
- Modelo fotorrealista. Se entregarán los ficheros .xml de cada punto de escaneado sobre planos de planta, indicando la posición real y exacta de cada uno de éstos, en una composición .html que permita la visualización independiente y sin necesidad de licencias ni instalación de software complementario (TrueViewer). En cualquier caso, se entregarán todos los panoramas generados para la obtención del modelo en formato .jpg.



Igualmente se entregará fichero para visualizar en jetstream.

2.4. Desarrollo del modelo

Al inicio del proyecto, antes de comenzar la elaboración del modelo, la ingeniería emitirá un procedimiento de generación del modelo y administración de la aplicación de diseño, detallado para la generación de cada archivo por especialidades.

También incluirá las tablas, especificaciones, archivos gráficos y de datos que se hayan requerido emplear, generar y/o desarrollar a lo largo del proyecto para la ejecución del modelo, dentro de la documentación a entregar al fin del proyecto.

Cada unidad del modelo debe estar dividido en áreas, que se identificarán en un plano clave, de manera que se puedan extraer isométricas por áreas, tal y como indica la especificación ED-A-10.00 en la sección “Numeración de isométricas por áreas”. Así mismo, los planos de planta, en general no deberán abarcar más de un área.

En el caso de las líneas, equipos, zanjas, estructuras y cimentaciones, debe existir un atributo que identifique su estado de diseño: preliminar, aprobado para diseño y emitido para construcción, a fin de facilitar la revisión del modelo.



Para cada elemento del modelo podrá consultarse en la aplicación de visualización, todos los atributos que lo definen en la lista de líneas, isométrica y la información contenida en las mismas incluyendo el UNICODE y número de isométrica correspondiente. Asimismo, los atributos que lo definen en la lista de equipos, de instrumentos, etc. tal y como se describe en esta especificación, según corresponda, así como los diagramas mecánicos correspondientes. En el caso de estructuras, canales, zanjas, bandejas, etc. deberán darse sus dimensiones, características principales, denominación, nombres comerciales o normalizados, etc. según aplique a cada elemento.

Cualquier lista de material deberá extraerse directamente del modelo, utilizando la herramienta de exportación que se requiera.

2.5. Base de datos

La base de datos debe ser compatible con la aplicación de diseño del modelo, con la de planificación y control de proyecto, y con la de control de documentos.

Al inicio del proyecto el contratista de ingeniería elaborará un procedimiento de creación, desarrollo, mantenimiento y administración de la base de datos que soporta el diseño del modelo. Así mismo, desarrollará las especificaciones de Repsol y catálogos que sean necesarias.

2.6. Utilidades

2.6.1. Interferencias

Antes de la edición de isométricas para construcción se debe realizar un informe de resolución de interferencias dentro de cada modelo y contra el resto de modelos, que garantice la ausencia de interferencias. En él se detallarán aquellas interferencias que no queden resueltas.

2.7. Actualización del modelo

La herramienta informática de diseño, mantendrá un histórico de las actualizaciones la Planta. El histórico corresponderá como mínimo a la información empleada en cada una de las sesiones de revisión conjunta del modelo (ver apartado 2.8. *Procedimiento de revisión del modelo*).

2.8. Procedimiento de revisión del modelo

A lo largo del tiempo de ejecución de un proyecto, normalmente, se establecerán tres revisiones oficiales del modelo. Los comentarios surgidos durante estas reuniones de revisión de diseño se incluirán posteriormente por la Ingeniería en el modelo sin coste adicional alguno. Dichos comentarios deberán reflejarse en una lista de comentarios para la revisión del modelo, que contendrá la exposición del comentario, las acciones tomadas y una foto significativa del modelo.




2.8.1. Sistema informático a disposición de Repsol

La ingeniería facilitará a Repsol una actualización del modelo en formato Navisworx. El modelo es un documento del proyecto, por lo que se emitirá de igual manera que cualquier otro plano, siguiendo los mismos criterios de numeración e identificación de revisiones, que tendrán la consideración de internas hasta la emisión de la maqueta 100%, que será la revisión 0 del documento.

Se realizará una emisión del modelo cada dos semanas y previo a la realización de las revisiones oficiales de maqueta. En fase de emisión de isométricas, cada emisión de isométricas exigirá emisión de una nueva maqueta. Repsol podrá solicitar emisiones puntuales, si lo requiriese, en algún momento del proyecto.

El modelo tendrán los "conjuntos" e "identificadores" de Navisworx que solicita esta especificación.

		Código doc:	Especificación de Diseño:	
ED-A-04.00-03c		ALCANCE Y REQUISITOS PARA LA ELABORACIÓN DE MAQUETAS VIRTUALES		
Dirección de Ingeniería	Dirección Técnica	DISEÑO GENERAL	DICIEMBRE 2021	Página 12 de 16

2.8.2. Equipo de revisión del modelo

Los participantes de Repsol en la revisión del modelo para un proyecto tipo, deberán ser los siguientes:

- Ingeniero de Proyecto
- Ingeniero de Procesos
- Ingeniero de Tuberías y Planimetrías
- Ingeniero de Obra Civil
- Ingeniero de Construcción
- Ingeniero de máquinas (60% y 90%)
- Especialista de Seguridad Industrial
- Representantes del Negocio. Personal de seguridad, operación y mantenimiento de la Instalación Industrial
- Otros representantes autorizados por Repsol



2.8.3. Alcance de las revisiones

Aparte de los comentarios u observaciones puramente ligadas al diseño, las revisiones al modelo previstas también sirven para analizar la planta con relación a la seguridad, el análisis secuencial del montaje de equipos, los accesos, el mantenimiento, poder optimizar los recorridos de tuberías críticas y aleadas, comprobación de los requisitos de diseño, etc. Adicionalmente, se deberá verificar en cada etapa de revisión, los criterios de factor humano que recoge la HD-A-0400.01 "*Lista de verificación de criterios de factor humano en maqueta 3D*". En caso de existir criterios particulares de factor humano no recogidos en la HD-A-0400.01, se incluirán en las últimas tres filas de dicha hoja de datos.

Durante las revisiones oficiales, se harán los comentarios con soporte gráfico, tal y como indica esta especificación. La Ingeniería debe proveer los medios para que se puedan tomar fotos o vistas con comentarios mediante tags realizados y consensuados durante la reunión.

Estos comentarios deben ser emitidos con las notas de reunión, en el plazo de una semana. La Ingeniería debe tomar las acciones que enumeran en menos de tres semanas, emitiendo un informe de seguimiento y cierre de dichas acciones pendientes.

Siempre se iniciará la reunión dando el aprobado a los comentarios pendientes de la sesión previa.

2.8.4. Etapas de revisión del modelo

a) Revisión de la implantación general (inicial al 30% de avance del modelo).

Esta etapa de revisión del modelo corresponderá a un 30% del progreso del modelo.

Su objetivo será verificar la implantación de los equipos principales, la disposición de las estructuras y los espacios de mantenimiento, desde el punto de vista de operación y seguridad, con el objeto de finalizar la implantación.

En ella se deben fijar los aspectos de operación y mantenimiento principales que debe cumplir la implantación: accesos de maquinarias y personas, áreas de mantenimiento y servicio, seguridad y constructibilidad, además de verificar que las vías de escape cumplen con norma y no tienen obstrucciones.

Aquellos equipos de los que no se disponga de plano preliminar, serán modelados con el volumen de ocupación previsto en la implantación emitida.

Antes de la revisión del 30% del modelo, deberán estar aprobados para diseño los siguientes documentos:

- Lista de líneas
- Diagramas mecánicos

Esta revisión del modelo se iniciará cuando el modelo en 3D esté completado con lo indicado a continuación más cualquier otro punto que sea aplicable para el proyecto en particular:

- Viales, taludes, accesos, límite de unidad, pavimentos, aceras, canales de drenaje, sumideros y arquetas.

- Áreas de mantenimiento, acceso de equipos de mantenimiento, área de extracción de partes de equipos que requieran mantenimiento, volumen recorrido por polipastos, puentes grúa, vigas monorraíl, pescantes, aperturas de bocas de hombre, áreas de desmontaje de torres, hornos, carga/descarga de catalizador, etc.
- Todas las vías de evacuación hasta lugar seguro confirmando que no se ven obstaculizadas.
- Todos los equipos mecánicos, hornos, calderas, etc. (nombrados con su ítem), sus motores y sus cimentaciones.
- Volumen de equipos paquete, sus motores y sus cimentaciones.
- Todos los equipos de generación de energía eléctrica.
- Colectores principales de sistemas de drenaje, todas las arquetas, fosas, depósitos enterrados, sumideros de pavimento, balsas de retención, etc. En general todos los elementos enterrados a excepción de los ramales y sumideros de recogida de drenajes.
- Todos los edificios, casetas de analizadores, casetas de servicio, casetas de operadores, etc. y sus accesos.
- Vallados.
- Estructuras principales, con sus niveles y plataformas correspondientes, así como sus cimentaciones ubicadas y con dimensiones preliminares.
- Bandejas de tuberías elevadas y no elevadas.
- Sistemas de tuberías que puedan tener impacto en la implantación, líneas de más de 12", aquellas críticas por proceso y/o que requieran ser aprobadas por Licenciante, críticas por estrés según los criterios de la documentación del Proyecto, o críticas por plazo de entrega (material bajo aleado o cualquier otra especificación de material que implique un plazo de entrega importante con impacto en el Proyecto).
- Anillo perimetral contra incendios, hidrantes, monitores y conexiones de manguera.
- Zanjas de cables eléctricos y de instrumentación.
- Volumen de seguridad con áreas clasificadas, áreas potenciales de incendio y área estéril de la antorcha.

b) Revisión intermedia de la Ingeniería de Detalle (grado de avance del 60% del modelo)

Esta etapa de revisión del modelo corresponde a la etapa de revisión del diseño, considerada el 60% del progreso del modelo.

Esta revisión del modelo se iniciará cuando el modelo 3D contenga todas las líneas iguales o mayores de 2", las bandejas de cables, todas las cimentaciones, colectores y subcolectores de sistemas de drenajes y estructuras principales.

Su objetivo es verificar la seguridad, operabilidad y accesibilidad a partes de equipos, instrumentos y válvulas, y el diseño correcto de los circuitos críticos, así como la facilidad para el mantenimiento.

Cualquier comentario surgido en la revisión que afecte a isométricos ya emitidos para construcción, deberá implementarse con máxima prioridad para minimizar el impacto en la prefabricación de isométricos.

Antes de la revisión del 60% del modelo, deberán estar aprobados los siguientes documentos:

- Planos generales de hornos, calderas, columnas, compresores y generadores.
- Planos de sistemas enterrados (aprobados para construcción)

El modelo contendrá como mínimo los siguientes puntos, más cualquier otro punto que sea aplicable para el proyecto en particular:

- Todos los elementos de la anterior revisión y los comentarios correspondientes.
- Todas las tuberías de proceso y servicio mayores de 1,5".
- Todos los detalles del límite de batería.
- Estaciones de vapor y condensado.





- Todos los equipos mecánicos con escaleras, plataformas, clips, conexiones y tuberías correctamente orientados. También aquellos equipos que se integren en una unidad paquete, así como las tuberías de la misma.
- Todas las vigas de izado, davits, polipastos y grúas permanentes.
- Todos los equipos eléctricos principales.
- Botoneras.
- Todos los paneles locales.
- Instrumentación en línea.
- Las bandejas de cables eléctricos y de instrumentación principales.
- Válvulas de control y seguridad.
- Todas las luminarias sobre viales y a nivel de suelo.
- Todas las estructuras con sus plataformas, rejillas, escaleras, barandillas, etc.
- Equipos principales del sistema contra incendios (puestos de control de diluvio, tuberías, depósitos de agua y espumógeno, etc.) y detectores de gas y llama.
- Toda la tubería enterrada, en canal, zanjas y canales de drenaje.
- Detección de colisiones que supongan cambios costosos en la fase de construcción.
- Revisión de materias ligadas a la construcción, secuencias de montaje de equipos, estructuras, etc.
- Estructuras de racks principales incluyendo los detalles constructivos del fabricante de estructuras (nudos, tornillos y placas bases).

c) Revisión final (al 90% de avance)

Esta etapa de revisión del modelo corresponderá al 90% de progreso del modelo.

Esta revisión del modelo se inicia cuando todos los recorridos de tuberías (mayores de 2"), bandejas de cables de electricidad e instrumentación estén completados y aprobados. Igualmente, las estructuras, cimentaciones y sistema de contra incendios.

Su objetivo principal es verificar los trazados de tuberías, los recorridos de cables eléctricos y de instrumentación, de los sistemas enterrados, etc., y que todo ello cumple con los P&ID's finales del proyecto, los estándares y con los requisitos de operación, mantenimiento y seguridad.



Los diseños de líneas de 2" deberán quedar congelados. Indicando como status "aprobada", para evitar cambios posteriores a la revisión. Cualquier modificación posterior sobre una línea mayor de 2" deberá someterse a la aprobación de Repsol antes de realizar la emisión de la isométrica.

Antes de la revisión del 90% del modelo, deberán estar aprobados los siguientes documentos:

- Diagramas mecánicos (aprobados para construcción)
- Planos generales y de detalle de todos los equipos estáticos, dinámicos y paquete.

El modelo contendrá como mínimo:

- Todos los elementos de la anterior revisión y los comentarios correspondientes.
- Todas las tuberías de proceso, servicios y contra incendios con todos sus accesorios, montajes típicos, instrumentos en línea, trampas de vapor, drenajes, venteos, conexiones a equipos, estaciones de servicio, toma muestras, etc.
- Todos los equipos y distribución del sistema de contra incendios: Monitores, hidrantes, bocas de incendio, anillos, etc.
- Todos los instrumentos.
- Todas las bandejas de cables, conduit, tubos de más de 3", etc.
- Todos los paneles de control.

- Todo el equipo de seguridad. Duchas, lavajos, detectores, pulsadores de emergencia, pulsadores de accionamiento de VAAR, alarmas luminosas y sonoras, etc.
- Todos los edificios.
- Toda la ventilación, calefacción y aire acondicionado, sus equipos y distribución.
- Todos los tableros eléctricos.
- Todas las subestaciones.
- Todos los soportes de tuberías no estructurales (patines, trunnions, guías, topes, colgantes, muelles, etc.).
- Todas las estructuras incluyendo los detalles constructivos del fabricante de estructuras (nudos, tornillos y placas bases).
- Todas las plataformas.
- Todo el alumbrado (de viales, estructuras, equipos, escaleras, etc.), cajas de conexiones, botoneras, etc.
- Todas las unidades paquete con sus tuberías, equipos y cimentaciones.



- Agrupación de aquellos elementos ("conjuntos" de Navisworks) cuya temperatura de operación se encuentre 150 °C por encima de la temperatura de auto-ignición del fluido que clasifica el área.
- Volúmenes de áreas clasificadas.
- Atributos de información requeridos por esta especificación. Si así se requiriese al principio de proyecto, deberán ligarse mediante la base de datos a la última edición de los documentos correspondientes.

2.8.5. Documentación disponible para las revisiones.

Las reuniones de revisión del modelo deben convocarse con un mínimo de 2 semanas de antelación, incluyendo la agenda de la reunión.



La documentación requerida para las revisiones deberá ser facilitada a Repsol previa a la revisión del modelo.

Para cada etapa de revisión del modelo se dispondrá como mínimo de la siguiente documentación de proyecto con la revisión exigida en los puntos anteriores:

- Diagramas mecánicos de proceso y servicio
- Plano de implantación
- Plano de cimentaciones, canales y pavimentos
- Plano de sistemas enterrados
- Lista de líneas



2.8.6. Lista de comentarios de revisión del modelo

Durante las revisiones, se irán anotando sobre el modelo con "identificadores" de Navisworks, los puntos que requieren acción o consulta. Además, se realizará un listado de los mismos, que se mantendrá al día y se emitirá cada dos semanas indicando el estado de ejecución o discusión de los mismos.

Esta lista debe incluir fotos descriptivas de la situación previa y posterior a la acción, si procede, añadiendo la descripción de la misma.

Este listado se anexará a las notas de reunión que se emitirán tras la revisión de maqueta. Adicionalmente, se anexará la HD-A-0400.01. También se incluirá como anexo a las mismas la sesión de maqueta con la que se ha realizado la revisión y la referencia a la revisión de P&I utilizados.

Las sesiones de maqueta posteriores a las revisiones, se emitirán incluyendo los "identificadores" de las revisiones oficiales.



2.9. Documentación final

Finalizado el diseño, la Ingeniería proporcionará a Repsol, íntegramente y con todas las posibilidades de reproducción, la formación desarrollada para el Proyecto con la herramienta de diseño 3D.

Repsol recibirá, dentro del libro de ingeniería, las copias completas (formato back-up) de la base de datos producida o generada por la herramienta de diseño 3D, así como las especificaciones empleadas, incluyendo catálogos y simbología.

Se hará entrega en formato disco duro de los archivos "*as built*" de la aplicación de diseño, revisión, y de las bases de datos y herramientas informáticas definidas en esta especificación. Todos ellos en formatos de archivo originales y neutros, que permitan su visualización y manipulación con las aplicaciones definidas en esta especificación.

Si así lo requiriese Repsol, se incluirá la simulación de la construcción en los términos que establece esta especificación, así como un vídeo de la misma.

Adicionalmente, a la base de datos se entregará el procedimiento de generación, mantenimiento y administración de la misma emitido para el proyecto, así como los catálogos y/o especificaciones generadas, tanto archivos gráficos como de datos.

Con el modelo se entregará un manual técnico en el que se describa su procedimiento de instalación, configuración, librerías, extracción de planos e isométricos, realización de back-up y un listado de los archivos modelados ordenados por disciplinas.

Se hará entrega del procedimiento de detección y corrección de interferencias.

Para la recepción de la documentación, Repsol podrá recabar la asistencia y comprobación, o la auditoria en su caso, de una tercera parte.

La Ingeniería deberá certificar a Repsol que será posible utilizar la información entregada para seguir introduciendo modificaciones o ampliaciones con posterioridad a la finalización del diseño, por cualquier otra Ingeniería o por el propio Negocio.

3. NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE REFERENCIA

3.1. Normas y especificaciones técnicas de Repsol

3.1.1. Especificaciones de diseño

ED-A-10.00	Requisitos para la elaboración de planos y documentos de Ingeniería. Parte general.
ED-L-01.00	Diseño de tuberías e implantaciones.

3.1.2. Hojas de datos

HD-A-0400.01	Lista de verificación de criterios de factor humano en maqueta 3D.
--------------	--