



CENTRO ARGENTINO DE INGENIEROS
COMISIÓN DE EMPRESAS PROVEEDORAS
DE SERVICIOS DE INGENIERÍA

ALCANCES de ingeniería **Modelo 3D**



CENTRO ARGENTINO DE INGENIEROS
COMISIÓN DE EMPRESAS PROVEEDORAS
DE SERVICIOS DE INGENIERÍA



ALCANCES

de ingeniería

Modelo 3D

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ALCANCES	2
ÍNDICE DE CONTENIDOS	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1 OBJETO.....	6
1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN	6
1.3 ANTECEDENTES.....	6
2. REFERENCIAS.....	7
2.2 AACE International Recommended Practice No. 18R-97, Cost Estimate Classification System– As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries.....	8
2.3 Recomendación IAP IP 1.00, Ingeniería de Proceso, Ingeniería Básica e Ingeniería de Detalle.	8
2.4 ISO 16792 - Technical product documentation — Digital product definition data practices - Third Edition	8
3. CONSIDERACIONES GENERALES	9
3.1 CONCEPTOS SOBRE LA IMPORTANCIA Y LAS VENTAJAS DEL DESARROLLO DE INGENIERÍAS MULTIDISCIPLINARIAS EN AMBIENTE VIRTUAL (MODELO 3D).....	10
3.2 CONSIDERACIONES GENERALES A TENER EN CUENTA AL INICIO DE LOS TRABAJOS	11
3.3 CONSIDERACIONES GENERALES RELACIONADAS A LA INTEGRACIÓN CON OTROS SOFTWARES.....	12
3.4 CONSIDERACIONES GENERALES RELACIONADAS A LA INTEGRACIÓN DE DISTINTOS PROYECTOS.....	13
3.5 CONSIDERACIONES RELACIONADAS A LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN AMPLIACIONES O REFACCIONES DE PLANTAS EXISTENTES (REVAMPS)	14
3.6 CONSIDERACIONES GENERALES ENTRE EL MODELADO 3D Y LAS DENOMINADAS METODOLOGIAS BIM (Building Information Modeling).....	16
4. ALCANCE DE MODELADO 3D EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE INGENIERÍA.....	18
5. REUNIONES DE DESIGN REVIEW 30%, 60%, 90%	20

6. MEDICION DE AVANCE MODELO 3D	23
6.1 Resumen de Cañerías	25
6.2 Modelado de equipos	26
6.3 Modelado Civil – Estructuras	26
6.4 Modelado Electricidad e Instrumentación	27
6.5 Ponderación de Avance.....	28
7. VERIFICACIÓN DE	30
INTERFERENCIAS	30
7.1 TIPOS DE INTERFERENCIAS	32
7.2 ESTADOS DE APROBACIÓN	32
7.3 REPORTE DE INTERFERENCIAS	33
7.4 PROCESO DE CHEQUEO DE INTERFERENCIAS	34
8. CHEQUEO DE CONSISTENCIA MODELO 3D.....	35
9. NIVELES DE DESARROLLO SEGÚN “BIM” - LOD	38
9.1 BIM 4D – BIM 5D – BIM nD	39
9.2 LOD (Level of Development) – Niveles de Desarrollo.....	39
Subcomisión de Alcances.....	42

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETO

El objeto del presente documento es definir el alcance del desarrollo de los Modelos 3D en las distintas fases de ingeniería de un Proyecto normalizando el nivel de detalle y documentos extraíbles constitutivos de cada fase a fin de facilitar su empleo.

Este documento constituye una guía basada en la experiencia y mejores prácticas recopiladas de Empresas de Servicios de Ingeniería/ Construcción y Comitentes, para establecer las premisas de ingeniería en lo que respecta a nivel de Modelado 3D y el alcance de la actividad necesario para el desarrollo óptimo de proyectos multidisciplinarios en entorno virtual (Modelo 3D).

Complementa la práctica recomendada de CEPSI “Alcances de Ingeniería”

1.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

La presente publicación es de aplicación a cualquier proyecto de la industria de procesos, que incluye la manufactura y producción de químicos, petroquímicos y procesamiento de hidrocarburos. La misma puede ser en parte aplicable a otras industrias como la industria farmacéutica, metalúrgica, minería, generación de energía e industrias similares.

1.3 ANTECEDENTES

En la medida que existen en el mercado de ingeniería y ejecución de proyectos diversas definiciones sobre los contenidos de los Modelos 3D en las distintas fases de ejecución de ingeniería, resulta relevante para el sector poder acordar una terminología común entre todos los usuarios, ya sea las empresas ejecutoras de ingeniería como los usuarios finales, de tal forma de especificar de manera no limitativa las bases para pliegos de licitaciones y contratos de ejecución.

2. REFERENCIAS

2.1 Práctica Recomendada” Alcances de ingeniería” de CEPSI

2.2 AACE International Recommended Practice No. 18R-97, Cost Estimate Classification System– As Applied in Engineering, Procurement, and Construction for the Process Industries.

2.3 Recomendación IAP IP 1.00, Ingeniería de Proceso, Ingeniería Básica e Ingeniería de Detalle.

2.4 ISO 16792 - Technical product documentation — Digital product definition data practices - Third Edition

2.5 BIM Forum USA – BIM Forum Argentina

2.6 American Institute of Architects (AIA) (AIA G202-2013 Building Information Modeling Protocol Forms)

3. CONSIDERACIONES GENERALES

3.1 CONCEPTOS SOBRE LA IMPORTANCIA Y LAS VENTAJAS DEL DESARROLLO DE INGENIERÍAS MULTIDISCIPLINARIAS EN AMBIENTE VIRTUAL (MODELO 3D)

Los proyectos de ingeniería están compuestos por una gran cantidad de actores tanto de ingeniería, como también de otros interesados o stakeholders: organismos, comitente, constructores, subcontratistas, operadores, mantenimiento. Adicionalmente el grupo de ingeniería suele estar formado por varias disciplinas.

El uso de un entorno de diseño virtual o modelado 3D proporciona soluciones para la interrelación entre cada disciplina, revisión de avance, identificación de oportunidades y mejoras, chequeo de interferencias, revisión de espacios de maniobra de equipos, operación y mantenimiento, pre-estudios de montaje, estudio de constructibilidad, estudios de seguridad durante la construcción, seguimiento de montaje, cronograma de proyectos, entre otras ventajas. Todo esto gracias a la facilidad con que pueden visualizarse los volúmenes ocupados por los distintos equipos, estructuras, cañerías, fundaciones y todo elemento a ser incluido en el proyecto.

En este sentido es siempre importante representar en este entorno de trabajo cada uno de los elementos que componen el proyecto. Se recomienda que el detalle con que se representen esos volúmenes sea el adecuado para el tipo, tamaño y plazo de cada proyecto, con el fin de que la elaboración del modelo 3D sea una herramienta que quede al servicio del proyecto y no un impedimento para cumplir con los plazos acordados. Por ejemplo, en una ingeniería donde lo que se busca es definir espacios y chequear la viabilidad del proyecto, podría modelarse un equipo como un volumen general con las conexiones principales, mientras que en un proyecto de ingeniería de detalle el mismo deberá incluir todas las conexiones con su tag y ser fiel al plano constructivo del equipo. No es el propósito de este apartado definir los distintos tipos de detalle de modelado, para ello el lector deberá remitirse al apartado 4. Es importante destacar que independientemente del nivel de detalle con que se modele cada elemento, los mismos deben respetar las dimensiones generales conocidas al momento del modelado.

Hasta aquí hemos mencionado las ventajas desde el punto de vista visual y de representación “física” del proyecto, cabe destacar que el modelado 3D presenta otras ventajas relacionadas con la emisión de productos o elaborados, ya que una vez modelado el proyecto pueden extraerse y emitirse de forma relativamente ágil la documentación asociada a compras, fabricación, construcción y montaje. Para lo cual se debió haber seteado correctamente las bases de datos, reglas y estilos asociados al proyecto.

Se deberán estipular instancias de revisión de diseño, en las mismas deberán participar tanto los grupos de ingeniería como aquellos interesados en el resultado del proyecto, por ejemplo, operaciones, mantenimiento, seguridad, entre otros. La cantidad de revisiones, profundidad de revisión y participantes deberán ser definidos teniendo en cuenta la relevancia, tamaño y plazos del proyecto en ejecución. En el apartado 5 se desarrolla en detalle este aspecto.

3.2 CONSIDERACIONES GENERALES A TENER EN CUENTA AL INICIO DE LOS TRABAJOS

Es recomendable que se definan y acuerden de forma temprana todas las especificaciones aplicables al proyecto, codificación de materiales requerida, grado de detalle y formato de los elaborados que se deban extraer del modelado 3D, nivel de detalle del propio modelado y toda otra definición que pudiera generar retrabajos y extensiones en el plazo de la elaboración de ingeniería.

Otro aspecto importante que debe ser tenido en cuenta al inicio del proyecto es la estructura de desglose de trabajos del proyecto o WBS por sus siglas en inglés. Información que debe ser suministrada por el responsable de proyecto. De esta forma se puede alinear el desarrollo del modelado 3D a esta estructura de desglose desde el inicio y no durante el desarrollo ya que esto genera retrabajos y extensiones en los plazos previstos.

Adicionalmente es necesario que se definan otros aspectos, tales como, coordenadas de mojones o cero de planta, elevaciones, tipo y calidad de la información de partida, tipo de relevamiento de la planta existente (ver

apartado 3.5), así como otros aspectos como grado de detalle y precisión del primer cómputo de materiales, porcentaje de avance de la revisión formal de modelo 3D, frecuencia de envío de modelo 3D al cliente, información que debe tener incorporada la modelo 3D navegable en formato de visualizador, etc.

Con el fin de incorporar todas estas consideraciones, aspectos o acuerdos del proyecto, se recomienda la elaboración de un “Plan de Ejecución del Modelo 3D”.

Para los proyectos grandes o que lo ameriten, se recomienda definir un responsable o Coordinador del modelo 3d, con el fin de agrupar las tareas de integración de las distintas especialidades dentro del proyecto, gestionar la documentación relevante al modelo 3d, calcular el avance global y realizar la verificación de interferencias con sus reportes asociados.

3.3 CONSIDERACIONES GENERALES RELACIONADAS A LA INTEGRACIÓN CON OTROS SOFTWARES.

Algunos softwares de modelado 3D permiten integración con otros módulos del mismo proveedor del software o mismo con otros softwares. De esta forma existe la posibilidad de realizar, por ejemplo, una integración entre el desarrollo de ingeniería de procesos a nivel de diagramas P&ID con el desarrollo del modelado 3D, lo cual facilita la revisión de la consistencia entre estos elaborados. Se recomienda evaluar para cada proyecto en particular las ventajas y desventajas de esta integración desde el punto de vista de los plazos de ejecución.

Muchos softwares permiten importar información directamente desde el modelo 3D tales como los de análisis de tensiones en cañerías, calculo estructural, etc. El esfuerzo que se requiere para realizar esta integración de forma adecuada y productiva depende del software para el modelado 3D elegido y el específico al cual se va a exportar.

Otras integraciones posibles en algunos softwares de modelado 3D implican integraciones con procesos de compras y hasta gestión en

almacén de materiales. Se debe tener presente que cuanto más potente es el software se requieren más esfuerzos relacionados con la administración del mismo. La mejor metodología de trabajo a aplicar se analizará de acuerdo con el tamaño del proyecto, su complejidad, cronograma, disponibilidad de tecnología y capacitación tanto del lado del cliente como de la empresa proveedora de los servicios de ingeniería.

3.4 CONSIDERACIONES GENERALES RELACIONADAS A LA INTEGRACIÓN DE DISTINTOS PROYECTOS.

En ocasiones es necesario que en un mismo proyecto convivan subproyectos realizados por distintas compañías proveedoras de servicios. Dos casos típicos se dan cuando: a) Se subcontrata un paquete del proyecto o existe un proveedor de un equipo paquete y este desarrolla su propia ingeniería con su propio modelo 3D y/o b) El cliente decide subdividir un proyecto entre varios proveedores de ingeniería. En ambos casos es necesario arribar a un modelo 3D en común, con el fin de verificar espacios, interferencias, interfaces, etc.

Dado que no siempre es posible que todas las compañías utilicen la misma plataforma de modelado, y aun logrando esto se debe además asegurar que sean de la misma versión o compatibles, y realizar distintas verificaciones a niveles de bases de datos y administración de modelo 3D, es posible optar por ensamblar varios modelos 3D mediante la ayuda de softwares de visualización.

Estos visualizadores además de permitir importar datos geométricos permiten importar otros datos como los materiales asociados a los distintos componentes, etiquetas o “labels” como ser números de línea, tag de instrumentos, de equipos, de conexiones. Permiten además realizar chequeos de interferencias o “clash detection”, realizar cortes o distintas vistas, grabar videos de paseos por el modelo 3D, tomar medidas, coordenadas, prender o apagar distintos sectores o elementos. Por lo que son muy útiles para revisar el diseño y avance del mismo.

Adicionalmente, en algunos casos, permiten incorporar el planning de obra esperado y el real, por lo que puede hacerse un seguimiento visual del avance de la obra, lo cual modifica el concepto de modelo 3D a modelo

4D. Es importante que esta necesidad sea determinada previo al inicio del proyecto puesto que requiere de la definición de ciertos atributos específicos durante el modelado. De la misma forma se debe tener en cuenta que la información que pueda ser incorporada a la herramienta de visualización dependerá de su compatibilidad con el soft de modelado original y de las capacidades y potencia de este último. Por lo tanto, debe estar definido al inicio en incorporado en el plan de ejecución de modelado 3D mencionado en el apartado 3.2.

Estos softwares de visualización poseen además la ventaja de que cualquier persona interesada en el proyecto pueda navegar el modelo 3D con sólo tener un programa instalado que suele ser libre, o incluso en algunos casos acceder al mismo vía web.

3.5 CONSIDERACIONES RELACIONADAS A LA UTILIZACIÓN DE TECNOLOGÍAS DISPONIBLES EN AMPLIACIONES O REFACCIONES DE PLANTAS EXISTENTES (REVAMPS)

El uso de modelado 3D para los proyectos de ingeniería a ser desarrollados en instalaciones existentes puede generar grandes beneficios, puesto que es posible determinar con mucha exactitud los espacios ocupados por las nuevas instalaciones, para que esto sea factible es muy importante contar con información precisa de las instalaciones existentes en la planta.

Distintos métodos pueden ser empleados para obtener la información de los espacios ocupados por las instalaciones existentes.

Un primer método lo conforman los métodos tradicionales, es decir, el uso de planos conforme a obra provistos por el operador de la instalación y/o un relevamiento tradicional con la posterior representación en modelo 3D. Al relevamiento tradicional se le puede incorporar un relevamiento con determinación de puntos topográficos en planta lo cual aumenta el grado de certeza de la representación 3D.

Existen otras metodologías que incorporan más grado de detalle, como ser, un relevamiento topográfico más detallado de las instalaciones, donde

el producto del relevamiento son volúmenes en lugar de sólo algunos puntos.

También se puede realizar un relevamiento mediante un escaneo Láser utilizando tecnología LIDAR (Light imaging detection and ranging) que genera a partir de un elemento relevado, una nube de puntos geo-referenciado. El producto de este relevamiento puede ser incorporado al diseño con ciertos criterios para así poder chequear más en detalle posibles interferencias.

La nube de puntos debe ser transformada al modelo 3D con un software que sea compatible con la tipología de elementos que la nube de puntos representa y que se esté usando en el modelo 3D que puede ser distinto por ejemplo para cañerías que para estructuras.

Es deseable que la nube de puntos sea transformada a sólidos por el proveedor del servicio, de esta forma se vuelve más manejable para el desarrollo de la ingeniería.

Es importante destacar que todas estas metodologías son igualmente válidas y que dependerá de las características y posibilidades del proyecto el uso de una u otra.

Se debe tener en cuenta además que, de realizarse, por ejemplo, un relevamiento con nube de puntos y un relevamiento topográfico detallado estos pueden tener diferencias mínimas uno con el otro por la propia inexactitud de los elementos de medición, en general estas diferencias no incurren en problemas reales de ejecución del proyecto, el inconveniente radica en lo pequeños ajustes que deban hacerse a nivel de modelado 3D, por tal motivo se recomienda que, en caso de existir varios tipos de relevamiento de un mismo sitio, se acuerde cual va tomarse como referencia principal y cuales como de apoyo. Esto deberá estar correctamente definido al momento de la revisión de modelo, ya que las mínimas diferencias mencionadas pueden generar un sin número de pequeñas interferencias que son visuales pero que no existen en la realidad por lo que deben ser desestimadas.

Se deberá tener en cuenta que el cambio de una metodología a otra durante el transcurso del proyecto conlleva retrabajos para realizar ajustes, lo cual termina impactando en plazos. Es recomendable que se defina la

metodología con la que se relevarán las instalaciones de la forma más temprana posible.

3.6 CONSIDERACIONES GENERALES ENTRE EL MODELADO 3D Y LAS DENOMINADAS METODOLOGIAS BIM (Building Information Modeling)

La industria de procesos, que incluye la manufactura y producción de químicos, petroquímicos y procesamiento de hidrocarburos, dada su complejidad, fue de las primeras en utilizar el modelado 3D como herramienta gráfica y de asistencia en el diseño, donde los softwares comerciales que se comenzaron a utilizar datan del año 1984.

En la medida que la utilización de estas herramientas se fue haciendo más popular y se fueron abaratando sus costos y el del hardware requerido para usarlas se empezaron a utilizar en otras industrias en donde si bien eran de menor complejidad, el uso del modelado en 3D daba ventajas sustanciales en el proceso del diseño.

Desde los años 70 algunos autores comenzaron a hablar del concepto BIM. En el año 2002 una importante firma de software adquirió a otra firma con un producto muy potente para modelado de modelos 3D y empezaron a difundir y popularizar el acrónimo “BIM” a la metodología existente de modelado en 3D y gestión de activos.

El modelado en 3D desde su inicio como herramienta de diseño, fue evolucionando hasta constituir la columna vertebral de la centralización de la generación y gestión de datos de un proyecto (activo) o de los procedimientos necesarios para hacerlo en forma eficiente.

De esta forma podemos definir BIM como una metodología de trabajo basada en un modelo virtual tridimensional que contiene toda la información relacionada con “el proyecto” y que brinda a todos los interesados (organismos, inversores, arquitectos, ingenieros, constructores, mantenimiento, etc.) la visión y las herramientas para planificar, diseñar, construir y administrar “el proyecto” de manera más eficiente a lo largo de todo su ciclo de vida. Es decir, es una metodología de gestión de activos que centraliza toda la información del activo

(Edificio, refinería, un puente, etc.) desde su concepción, diseño, construcción, operación y hasta su cierre o descomisionamiento.

En la medida que la difusión y utilización de esta metodología se expandió y comenzó a ser utilizada en el ámbito público, se realizaron esfuerzos para estandarizar su uso en distintos países. Es así que muchos países desarrollaron sus procesos, procedimientos y protocolos comunes cuyo objetivo era la optimización de los procesos que intervienen en el diseño, la planificación y la ejecución de la Obra Pública y la posterior gestión del activo.

En muchos Términos de Referencia o pliegos de Licitación tanto en el ámbito público como en diversas industrias del ámbito privado se incluye lo que se denomina Mandato BIM o Protocolo BIM que con mayor o menor alcance impone el uso de la metodología BIM en distintas etapas del proyecto.

En el ámbito público los protocolos BIM y la estandarización genera un lenguaje fluido y preciso común que sirve también para garantizar la neutralidad tecnológica, y que todas las partes puedan consultar y gestionar la información generada desde distintos software independiente de haber sido encargados por distintos organismos nacionales, provinciales, municipales, etc.

Los diversos subconjuntos de BIM se describen comúnmente en términos de dimensiones: 3D (modelo espacial inteligente), 4D (tiempo), 5D (costo), 6D (operación), 7D (sostenibilidad) y 8D (seguridad).

A su vez se definen distintos niveles de diseño/desarrollo o LOD (Level of Development), LOD 100, LOD 200, LOD 300, etc.

En el capítulo 4 se incluye a modo de referencia el nivel LOD esperado para cada etapa de proyecto. Se deberá tener en cuenta que dependiendo de las características del proyecto puede variarse o acordarse LODs distintos al indicado.

En el capítulo 9 se aborda más en detalle el concepto de BIM nD así como el de los distintos niveles de desarrollo (LODs).

4. ALCANCE DE MODELADO 3D EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE INGENIERÍA

En primera instancia esta guía define los entregables que aplican a cada fase por Especialidad y seguidamente presenta las características principales necesarias que debe cumplir cada entregable para lograr el objetivo de la fase.

Para cada una de las fases se deberá considerar, dependiendo del tipo de proyecto y el contexto, la realización de los estudios especiales de partida necesarios.

Se recomienda consensuar con el cliente la eliminación de los items o especialidades que no sean parte del alcance del proyecto.

En esta guía se presentan LODs propuestos como referencia. Los mismos deberán ser revisados conforme al alcance propio del proyecto y las necesidades particulares que se pretendan revisar.

En el Anexo 1 podrán encontrar las planillas desarrolladas referidas a cada una de las etapas de ingeniería y su equivalencia con la metodología LOD.

5. REUNIONES DE DESIGN REVIEW 30%, 60%, 90%

A lo largo del tiempo de ejecución de un proyecto, normalmente, se establecerán tres revisiones oficiales del modelo. Una buena práctica es considerarlas al 30%, 60%, y 90% del avance del modelo 3D.

En cada revisión se elaborará una minuta en donde se registrarán los hallazgos encontrados, y se acordarán las tareas a llevar a cabo para solucionarlos, indicando responsable y plazo de resolución. A tal efecto es saludable que el desarrollador de ingeniería cuente con un formulario estándar para volcar los temas, comúnmente llamado informe de revisión de modelo 3D.

Este informe es parte del desarrollo de ingeniería, y cada sesión deberá comenzar con una revisión de puntos abiertos de sesiones previas.

Roles de Revisión

Como criterio general deben participar todas las personas que están de alguna manera involucradas en el desarrollo del proyecto, ingeniería, construcciones, precomisionado, comisionado, calidad, seguridad, puesta en marcha y las personas encargadas posteriormente de la operación y mantenimiento de la planta y/o unidad.

A modo de guía, las siguientes personas deberán estar presentes, como mínimo, en una reunión de revisión:

- **Coordinador de Revisión**

Es la persona responsable de establecer la agenda de revisión, presentar los asistentes, objetivos y metodología.

Dará orden a la reunión y guiará la misma para cumplir los objetivos. También será la persona responsable de anotar los comentarios que surgen durante la misma.

- **Coordinador del modelo 3D**

Es la persona responsable del manejo del modelo 3D. Buscará las perspectivas y vistas más convenientes para la mejor comprensión,

siempre ateniéndose a la agenda de revisión por zonas/áreas conforme a la agenda pre-establecida. Puede ser el especialista de Cañerías o quien haya sido designado como Coordinador de la revisión, en función de la magnitud del proyecto o etapa de revisión.

- **Especialistas de disciplinas**

Los diversos especialistas de disciplinas (Procesos/Cañerías/Instrumentación/Civil/Electricidad, etc.) estarán disponibles de forma total o parcial durante las reuniones de revisión, conforme se haya establecido en la agenda y de acuerdo al desarrollo de ingeniería alcanzado a ser revisado.

Serán los responsables de aclarar dudas puntuales al cliente sobre el desarrollo de ingeniería, explicar estrategias de diseño a implementar, y responder cuestiones técnicas propias de cada disciplina.

- **Representantes del Cliente**

Los representantes del cliente serán seleccionados por el mismo, y deberán contar con conocimientos previos sobre el proyecto a revisar. Como mínimo debe contarse con la presencia del Líder de proyecto, personal de operaciones y mantenimiento.

- **Otros Asistentes**

En función de las necesidades propias de cada proyecto, se podrán convocar especialistas de otras áreas, subcontratistas, así como también proveedores de equipos.

En el Anexo 2 podrán encontrar las planillas desarrolladas referidas a cada una de las etapas de ingeniería y los ítems que deben revisarse en cada una de las reviews previamente mencionadas.

6. MEDICION DE AVANCE MODELO 3D

El avance del modelo 3D deber ser medido de alguna manera. No es el objetivo de este capítulo el poder medir la cantidad de horas consumidas para lograr un determinado avance, por el contrario, es poder estimar que porcentaje del modelo 3D se ejecutó, y cuanto falta para poder concluirla.

Todo proveedor de ingeniería deberá contar con un formulario de Medición de Avance con un resumen similar al de la imagen a continuación. Es importante mencionar que la estructura del WBS deberá estar alineada con las áreas sobre las cuales vamos a medir el avance del modelo 3D.

RESUMEN AVANCE DE MAQUETA								
ÁREA	ÁREA 3D	PESO DE CADA ÁREA	PIPING	EQUIPOS	CIVIL/ESTRUCTURAS	ELECTRICIDAD/INSTRUMENTOS	AVANCE POR ÁREA	
A01	0100	0,114	44,21%	0,00%	0,00%	0,00%	22,11%	
A02	0200	0,215	35,65%	0,00%	0,00%	0,00%	17,82%	
A03	0300	0,209	33,33%	0,00%	0,00%	0,00%	16,67%	
A04	0400	0,131	41,36%	0,00%	0,00%	0,00%	20,68%	
A05	0500	0,068	4,12%	0,00%	0,00%	0,00%	2,06%	
A06	0600	0,072	15,56%	0,00%	0,00%	0,00%	7,78%	
A07	0700	0,068	55,59%	0,00%	0,00%	0,00%	27,79%	
A08	0800	0,026	37,69%	0,00%	0,00%	0,00%	18,85%	
A09	0900	0,030	46,67%	0,00%	0,00%	0,00%	23,33%	
A10	1000	0,068	39,12%	0,00%	0,00%	0,00%	19,56%	
A11	1100	0,000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
A12	1200	0,000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
A13	1300	0,000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
A14	1400	0,000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	
AVANCE GLOBAL POR ESPECIALIDAD		100,00%	35,28%	0,00%	0,00%	0,00%		
							Avance Gobial de Maqueta	17,64%

Figura 1: Resumen Medición de Avance

El documento de medición de avance deberá contar diferentes solapas, donde sea posible verificar los avances de cada especialidad.

En la hoja resumen mencionada anteriormente se podrá visualizar un resumen del avance por áreas, junto con la ponderación de las diferentes especialidades.

- Se debe colocar las diferentes áreas y subáreas del proyecto.
- El peso de cada área se calcula dividiendo el número de líneas del área entre número de líneas totales.
- El avance de Piping proviene de la hoja de Resumen de Cañerías.

- El avance de equipos proviene de un porcentaje de equipos iniciados y terminados, cuya información se encuentra en la hoja de Modelado de equipos.
- El porcentaje de CIVIL/ESTRUCTURA proviene de la hoja Modelado Civil-Estructuras.
- El porcentaje de ELECTRICIDAD/INSTRUMENTACIÓN proviene de la hoja de Modelado Electricidad-Instrumentación.
- El avance por área se calcula multiplicando el porcentaje de la disciplina por la ponderación que posee cada especialidad.
- Para el avance global por especialidad se multiplica el porcentaje del área según la especialidad por el peso de cada área.
- Todas hojas de modelado deben ser actualizadas con una periodicidad acordada. Una buena práctica es hacerlo quincenalmente, es decir recomendado, pero no mandatorio.

6.1 Resumen de Cañerías

En el resumen de cañerías estará compuesto por todas las filas que forman parte del documento de Procesos “listado de líneas”. Adicionalmente, se agregan las siguientes columnas para poder medir el avance y lograr una mejor ponderación del estado de la línea.

ESTADO		
RUTEO INICIAL (70%)	RUTEO COMPLETO (*) (15%)	CON SOPORTES (15%)
SI	NO	NO
SI	NO	NO

Figura 2: Columnas complementarias

El resumen de cañerías deberá poder calcular el avance por área. En el caso que la línea pase por varias áreas se deberá reportar en cada una de estas.

Con los datos de la imagen anterior se calcula el porcentaje de avance de cañerías. Es conveniente que en la misma solapa los proveedores de

ingeniería cuenten con un resumen similar al que mostramos a continuación.

RESUMEN CAÑERÍAS						
ÁREA (TA)	ÁREA 3D	LÍNEAS POR ÁREA	PARCIALES	COMPLETAS (*)	COMPLETAS C/ SOPORTES	PORCENTAJE
A01	0100	57	36	0	0	44%
A02	0200	108	55	0	0	36%
A03	0300	105	50	0	0	33%
A04	0400	66	39	0	0	41%
A05	0500	34	2	0	0	4%
A06	0600	36	8	0	0	16%
A07	0700	34	27	0	0	56%
A08	0800	13	7	0	0	38%
A09	0900	15	10	0	0	47%
A10	1000	34	19	0	0	39%
A11	1100	0	0	0	0	0%
A12	1200	0	0	0	0	0%
A13	1300	0	0	0	0	0%
A14	1400	0	0	0	0	0%
TOTALES		502	253	0	0	

Figura 3: Resumen Cañerías

6.2 Modelado de equipos

La hora resumen “Modelado de Equipos” deberá contar con todas las áreas del proyecto, y los equipos asociados a cada una de estas.

A medida que se avanza con el modelado se indicará si está “iniciado”, y finalmente si el modelado se encuentra “según plano de detalle”.

A continuación, un ejemplo de hoja resumen.

SEGUIMIENTO MODELADO EQUIPOS									
1	TAG	Cantid	Area	Descripción	Nombre	Provisión por	DIAGRAMA	MODELADO PARCI	MODELADO C/ PLANO DE DETAL
3	0100-V-001	1	0100	CONJUNTO BATERIA 0100-V-001	SLUG CATCHER			NO	NO
4	0301-V-001	1	0300	CONJUNTO GENERAL 0301-V-001	SEPARADOR FLASH DE CONDENSADO DE ENTRADA			NO	NO
5	0700-V-001	1	0700	CONJUNTO GENERAL 0700-V-001	KOD			NO	NO
6	0200-V-005	1	0200	CONJUNTO GENERAL 0200-V-005	SEPARADOR FRIO			NO	NO
7	0300-V-001	1	0300	CONJUNTO GENERAL 0300-V-001/002	SEPARADOR FLASH DE CONDENSADO DE ENTRADA / GASOLINA			NO	NO
8	0300-V-002	1	0300	CONJUNTO GENERAL 0300-V-001/002	SEPARADOR FLASH DE CONDENSADO DE ENTRADA / GASOLINA			NO	NO
9	0307-E-004	1	0300	CONJUNTO GENERAL 0307-E-004	REBOILER DE ESTABILIZADORA			NO	NO
10	0308-E-003	1	0300	CONJUNTO GENERAL 0308-E-003	INTERCAMBIADOR CARGA / FONDO ESTABILIZADOR			NO	NO
11	1001-V-003	1	1000	CONJUNTO GENERAL 1001-V-003	PULMON DE AIRE DE INSTRUMENTOS			NO	NO
12	0201-E-002	1	0200	CONJUNTO GENERAL 0201-E-002	INTERCAMBIADOR GAS-GASOLINA			NO	NO
13	0202-E-001 A	1	0200	CONJUNTO GENERAL 0202-E-001 A	INTERCAMBIADOR GAS-GAS			NO	NO
14	0202-E-001 B	1	0200	CONJUNTO GENERAL 0202-E-001 A	INTERCAMBIADOR GAS-GAS			NO	NO
15	0202-E-001 C	1	0200	CONJUNTO GENERAL 0202-E-001 A	INTERCAMBIADOR GAS-GAS			NO	NO
16	0202-E-001 D	1	0200	CONJUNTO GENERAL 0202-E-001 A	INTERCAMBIADOR GAS-GAS			NO	NO
17	0205-E-003	1	0200	CONJUNTO GENERAL 0205-E-003	CHILLER			NO	NO
18	0300-A-001	1	0300	CONJUNTO GENERAL 0300-A-001	AEROENFRIADOR DE GASOLINA ESTABILIZADA			NO	NO
19	0401-H-002	1	0400	CONJUNTO GENERAL 0401-H-002	REBOILER REGENERADORA DE GLICOL			NO	NO
20	0401-E-001	1	0400	CONJUNTO GENERAL 0401-E-001	PRECALENTADOR DE CARGA			NO	NO
21	0402-V-004	1	0400	CONJUNTO GENERAL 0402-V-004	SEPARADOR FLASH DE GLICOL RICO			NO	NO
22	0401-T-003	1	0400	CONJUNTO GENERAL 0401-T-003	TORRE REGENERADORA			NO	NO
23	0401-V-001	1	0400	PLANO DE CONIUNTO GENERAL 0401-V-001	SUMIDERO DE MEG			NO	NO
24	0206-V-004	1	0200	CONJUNTO GENERAL 0206-V-004	SEPARADOR CARGA A CHILLER			NO	NO
25	0300-T-005	1	0300	CONJUNTO GENERAL 0300-T-005	COLUMNA ESTABILIZADORA			NO	NO
26	0600-V-004	1	0600	CONJUNTO GENERAL 0600-V-004	TANQUE DE REPOSICION DE PROPANO			NO	NO

Figura 4: Resumen Modelado de Equipos

6.3 Modelado Civil – Estructuras

Se colocará el avance en porcentaje de las fundaciones principales, estructuras metálicas, plataformas, escaleras de acceso, drenajes, y

underground. A partir de estos porcentajes se calculará el porcentaje de avance por área en la hoja “Resumen Avance”.

A continuación, un ejemplo de hoja resumen.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	SEGUIMIENTO MODELADO CIVIL/ESTRUCTURAS							
2	ÁREA (TA)	ÁREA 3D	FUNDACIONES PRINCIPALES (20%)	ESTRUCTURAS METÁLICAS (20%)	PLATAFORMAS (20%)	ESCALERAS DE ACCESO Y ESCAPE (20%)	DRENAJES Y UNDERGROUND (20%)	PORCENTAJE
3	A01	0100	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
4	A02	0200	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
5	A03	0300	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
6	A04	0400	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
7	A05	0500	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
8	A06	0600	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
9	A07	0700	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
10	A08	0800	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
11	A09	0900	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
12	A10	1000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
13	A11	1100	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
14	A12	1200	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
15	A13	1300	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
16	A14	1400	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
17								

Figura 5: Resumen Civil - Estructuras

6.4 Modelado Electricidad e Instrumentación

Al igual que civil y estructuras, se colocará el porcentaje de avance por área. Se deberá considerar la ponderación de todos los elementos citados a continuación:

- Paneles de equipos
- Bandejas y cañeros principales.
- Cajas de conexionado.
- Botoneras.
- Luminarias y columnas de iluminación.
- Caños tipo Conduit (mayores o iguales a 3” de diámetro).

Con esta información se calculará el porcentaje de avance de electricidad e instrumentación por área, que se verá reflejado en “Resumen Avance”.

A continuación, un ejemplo de hoja resumen.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	SEGUIMIENTO MODELADO ELECTRICIDAD/INSTRUMENTOS								
2	ÁREA (TA)	ÁREA	PANELES DE EQUIPOS (10%)	BANDEJAS Y CAÑEROS TRONCALES PRINCIPALES (60%)	CAJAS DE CONEXIONADO (10%)	BOTONERAS (5%)	LUMINARIAS Y COLUMNAS DE ILUMINACIÓN (10%)	CAÑO TIPO CONDUIT (MAYORES O IGUALES A 3" DIÁMETRO) (5%)	PORCENTAJE
4	A01	0100	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
5	A02	0200	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
6	A03	0300	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
7	A04	0400	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
8	A05	0500	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
9	A06	0600	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
10	A07	0700	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
11	A08	0800	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
12	A09	0900	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
13	A10	1000	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
14	A11	1100	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
15	A12	1200	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
16	A13	1300	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
17	A14	1400	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
18									

Figura 6: Resumen Electricidad - Instrumentación

6.5 Ponderación de Avance

A continuación, un cuadro resumen con las ponderaciones sugeridas por especialidad y por tipo de ingeniería.

Ingeniería Básica Extendida

Cañerías	50%
Ruteo Inicial	70%
Ruteo Completo	30%
Equipos	20%
Modelado Basico	100%
Civil / Estructura	18%
Fundaciones Principales	25%
Estructuras Metálicas	25%
Plataformas	20%
Escaleras Principales	15%
Drenajes y Underground mayores a 4"	15%
Electricidad / Instrumentación	12%
Paneles de Equipos	20%
Bandejas y Cañeros Troncales Principales	80%

Nota: las incidencias son referenciales, no mandatorios. Se recomienda un acuerdo entre partes al inicio del proyecto.

Ingeniería de Detalle

Cañerías	50%
Ruteo Inicial	70%
Con Soporte	15%
Ruteo Completo	15%
Equipos	20%
Modelado Parcial	60%
Modelado con Plano de Detalle	40%
Civil / Estructura	18%
Fundaciones Principales	20%
Estructuras Metálicas	20%
Plataformas	20%
Escaleras de Acceso y Escape	20%
Drenajes y Underground	20%
Electricidad / Instrumentación	12%
Paneles de Equipos	10%
<hr/>	
Bandejas y Cañeros Troncales Principales	60%
Cajas de Conexión	10%
Botoneras	5%
Luminarias y Columnas de Iluminación	10%
Caños Tipo Conduit (Mayores o iguales a 3")	5%

Nota: las incidencias son referenciales, no mandatorias. Se recomienda un acuerdo entre partes al inicio del proyecto.

7. VERIFICACIÓN DE INTERFERENCIAS

La aparición de interferencias en el proceso de construcción produce retrasos en el plazo de ejecución del proyecto, aumento de costes, paros a los suministradores, etc.

El siguiente apartado tiene como finalidad establecer un procedimiento de actuación frente al problema de la aparición de interferencias, es decir, colisiones físicas o no físicas entre los distintos elementos presentes en el modelo 3D. Para ello, se analizarán los diferentes tipos de interferencias y se detallará el proceso que se ha de seguir para detectar, analizar, tratar y resolver las interferencias que se puedan presentar en el modelado.

Una verificación de interferencia exitosa garantiza que exista suficiente espacio alrededor de una pieza para que puedan funcionar correctamente, recibir el servicio adecuado y ser instalada o retirada fácilmente cuando sea necesario.

Cada software utiliza categorías y estados distintos, los presentes en el documento están a modo de ejemplo o representan una base a seguir en caso de no tenerlo definido. No forma parte del documento especificar los métodos y las prioridades de comprobación de interferencias, ya que depende del software seleccionado.

7.1 TIPOS DE INTERFERENCIAS

Los reportes generados en base a herramientas de gestión de interferencias deberán distinguir al menos tres tipos principales:

Dura: Representa una situación en donde dos o más componentes se superponen entre sí, por ejemplo, una colisión entre tuberías, estructuras, equipos, etc.

Suave: Una colisión entre espacios no físicos, por ejemplo, aislación, áreas de mantenimiento, seguridad, etc.

Construcción: Una colisión o discrepancia donde dos o más componentes no cumplen un criterio de distancia especificado. Por ejemplo, si un componente de tuberías requiere al menos una pulgada de distancia de todas las estructuras, pero existen casos en los que no se cumple, se reportará una colisión de Construcción. Este tipo de colisiones normalmente son utilizadas para Estudios Especiales o en algunos casos, tratadas como colisiones Soft.

7.2 ESTADOS DE APROBACIÓN

Con el fin de gestionar las interferencias reportadas e identificar el proceder para cada una, se utilizarán principalmente tres tipos de estados.

No Aprobada: Una vez que se ha pasado por primera vez el chequeo de interferencias, todas las que se han detectado tienen un mismo estado de aprobación: “No aprobadas” dado que aún no se han revisado. Después de revisadas, las interferencias que continúen teniendo este estado, deberán resolverse volviendo al diseño del modelo que ha causado la colisión y modificándolo.

Aprobada: Hace referencia a las interferencias que fueron revisadas y pueden ser ignoradas, generalmente porque la interferencia no representa una colisión existente o que en la realidad tienen que colisionar. Las interferencias entre áreas de mantenimiento o los nudos presentes en las estructuras son un claro ejemplo.

Solventada: Se aplica a las interferencias que han sido solucionadas, es decir, se ha cambiado el diseño de alguno (o ambos) de los componentes que la producían. Este tipo de interferencias no aparecerán cuando se vuelva a generar el reporte de interferencias.

7.3 REPORTE DE INTERFERENCIAS

Mediante un reporte de interferencias generado a partir del software que combine los modelos 3D que apliquen, se podrá dar seguimiento y tomar acción por cada interferencia detectada.

A continuación, se detallan los campos mínimos a reportar:

- Id de Interferencia. Debe ser único con el fin de dar seguimiento.
- Tipo de Interferencia: Dura / Sueve / Construcción
- El Estado de Aprobación de la Interferencia: No Aprobada, Aprobada, Solventada.
- Detalle de las partes / items que hayan colisionado.
- La ubicación de la interferencia: x, y, z.
- Las disciplinas propietarias de la parte. Ej: Piping / Electricidad.

Los campos antes mencionados son importantes para poder tomar acción por cada uno de las interferencias detectadas, ya sea definiendo una matriz de interferencias general para el proyecto o mediante el trabajo en conjunto de las disciplinas involucradas, definiendo un responsable interno de seguimiento que oficie como mediador.

7.4 PROCESO DE CHEQUEO DE INTERFERENCIAS

1. Crear y actualizar las envolventes (archivo que contiene la geometría básica de cualquier objeto de diseño) para la detección de interferencias.
2. Detecta colisiones entre envolventes de modelos.
3. Especificar los parámetros necesarios para el chequeo de interferencias, creación de envolventes, etc.
4. Revisar y cambiar el estado de aprobación de las interferencias detectadas.
5. Señalar los archivos para los cuales se puede hacer el chequeo de interferencias en sus distintas disciplinas.
6. Usar formatos definidos para generar informes de interferencias personalizados.
7. Programar todo el proceso de generación de envolventes y chequeo de interferencias no de forma inmediata, sino estableciendo una fecha y hora en el futuro. Se recomienda que la verificación de interferencias sea ejecutada, como mínimo, dos semanas antes de las reuniones de revisión del diseño.

8. CHEQUEO DE CONSISTENCIA MODELO 3D

El siguiente apartado tiene como finalidad establecer las bases para mantener la consistencia de los modelos 3D desde el punto de vista de la integridad de los datos, de los requerimientos mínimos para la verificación y de los tipos de reportes a presentar.

Con el fin de mantener la consistencia del modelo 3D se deberán implementar rutinas de calidad y listas de verificación de documentos, asegurando la integración de los datos en el proyecto 3D.

8.1 INTEGRIDAD DE LA BASE DE DATOS

Los objetos con problemas de integridad de la base de datos pueden interferir con las actividades de modelado o afectar la precisión de los resultados del proyecto, como planos o reportes. Un ejemplo típico de un problema de integridad de la base de datos es un objeto que existe sin una relación obligatoria con otro objeto en el modelo.

Por tal motivo se verifica la consistencia de los objetos del modelo, trabajando directamente en una base de datos (catálogo, modelo o reportes) y creando registros para los objetos que deben limpiarse.

El flujo de trabajo para abordar los problemas de integridad de la base de datos consta de revisar las bases de datos con regularidad. Para ello, se puede generar un reporte de Análisis de Consistencias, entre las bases de datos 3D y 2D de las herramientas de automatización de proyectos, para revisar los problemas encontrados y corregirlos realizando el flujo de trabajo descrito por el proveedor de la herramienta utilizada.

8.2 PLATAFORMA DE DISEÑO

La plataforma de diseño que se utilice para la elaboración del modelo 3D deberá garantizar la consistencia de información entre aplicaciones mediante la publicación y recuperación de objetos, con sus atributos e información asociada, por medio del software utilizado o mediante cruces externos previamente acordados.

Se deberá contar con la infraestructura informática de acuerdo al software utilizado, considerando la infraestructura necesaria para el

almacenamiento de la información, desarrollo, licenciamiento y comunicación.

8.3 CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN

El modelo 3D deberá representar todos los ítems modelados requeridos en el proyecto con alta precisión tanto en el dimensionamiento como en la posición, así como todos los datos de ingeniería inherentes a cada componente del modelo 3D, representando la actual y verdadera información del proyecto.

El modelo 3D debe ser utilizado para extracción de planos de plantas de cañerías, cortes transversales y longitudinales, take-off de materiales, reportes de interferencias multidisciplinarias (clashes), reportes de desarrollo del proyecto, además de verificaciones generales. También podrá ser utilizado para construcción, comisionado, operación y estudios de mantenimiento y verificaciones.

Ningún documento extraído del modelo 3D puede ser revisado en el propio documento. En este caso deberá primero ser revisado en el modelo 3D, para permitir nueva extracción y emisión del documento.

En caso de que un proveedor externo de algún equipo mecánico, eléctrico o accesorios especiales proporcione el Modelo Electrónico Tridimensional de su equipo, el contratista debe integrarlo al modelo que está desarrollando, con el fin de asegurar un avance de modelado de la consistencia de información entre los planos de equipos de proveedores y lo que se haya modelado.

9. NIVELES DE DESARROLLO SEGÚN “BIM” - LOD

9.1 BIM 4D – BIM 5D – BIM nD

Los diversos subconjuntos de BIM se describen comúnmente en términos de dimensiones: 3D (modelo espacial inteligente), 4D (tiempo), 5D (costo), 6D (operación), 7D (sostenibilidad) y 8D (seguridad).

BIM 4D es un proceso de planificación para vincular las actividades de construcción representadas en los cronogramas con modelos 3D para desarrollar una simulación gráfica del progreso de la construcción. Agregar la 4a dimensión 'Tiempo' ofrece una oportunidad para evaluar la planificación del trabajo de un proyecto. Los participantes del proyecto pueden visualizar, analizar y comunicar eficazmente la secuencia de ejecución y la proyección temporal de los trabajos, y así, detectar los problemas relacionados con la secuencia, y con el progreso de la construcción. Como consecuencia, se pueden mejorar la secuencia de los trabajos reduciendo plazos y mejorando la productividad, se puede elegir el mejor plan de trabajo de los múltiples posibles.

BIM 5D es la integración del "costo" vinculado a los elementos del modelo que permite la generación instantánea de presupuestos y representaciones financieras (diagramas de certificaciones, diagramas de pagos, flujo de caja) del proyecto. El uso de un modelo integrado BIM 5D reduce el tiempo necesario para la ejecución de presupuestos de semanas a horas y mejora la precisión de los mismos. Permite obtener en minutos el impacto en los costos de un cambio de diseño en cualquier etapa de desarrollo del mismo, permitiendo la optimización de la gestión de cambios durante la fase de diseño.

Existen más niveles de BIM que se vinculan a la operación y el mantenimiento, sostenibilidad, seguridad y otros más.

9.2 LOD (Level of Development) – Niveles de Desarrollo

El LOD define el nivel de desarrollo o madurez de información que posee un elemento del modelo (no confundir con nivel de detalle de un elemento). El LOD no está asociado a una fase del proyecto sino a un elemento o conjuntos de elementos de la misma tipología: viga, columna,

cañería, ventana, estructuras de hormigón, cerramientos, cañerías, instalación eléctrica, etc.

La especificación de Nivel de Desarrollo (LOD) es una referencia que permite a los profesionales de la industria de Arquitectura, Ingeniería y Construcción especificar y articular con un alto nivel de claridad el contenido y la fiabilidad de los elementos de los Modelos BIM de los proyectos.

La especificación LOD utiliza las definiciones básicas desarrolladas por la American Institute of Architects (AIA) (AIA G202-2013 Building Information Modeling Protocol Forms) y está organizado en correspondencia con el UniFormat de la Construction Specification Institute (CSI). El BIM Forum USA tiene un documento que completa más las definiciones de la AIA.

LOD 100 – Versión conceptual del elemento

El elemento objeto puede estar representado por un símbolo o representación genérica. No es necesaria su definición geométrica, aunque este puede depender de otros objetos definidos gráfica y geoméricamente. Muchos elementos pueden permanecer en este nivel de desarrollo en fases muy avanzadas del proyecto.

LOD 200 – Geometría aproximada del elemento + datos aproximados

Es el nivel en el que se definen gráficamente el elemento, especificando aproximadamente cantidades, tamaño, forma y/o ubicación respecto al conjunto del proyecto. Puede incluir información no gráfica.

Su uso está vinculado a elementos genéricos o cuyas definiciones detalladas vienen dadas por agentes externos al proyecto.

Es el LOD más bajo en el que se indica la posibilidad de incluir información no gráfica de un elemento, así como características de envolventes, pesos, fabricantes y manuales de mantenimiento.

En este LOD, los elementos son marcadores de posición genéricos. Pueden ser reconocibles como los componentes que representan, o pueden ser volúmenes para reserva de espacio. Cualquier información derivada de los elementos de LOD 200 debe ser considerada aproximado.

LOD 300 – Geometría precisa + Datos

Es el nivel en el que se definen gráficamente el elemento, especificando de forma precisa, el objeto está definido geométricamente en detalle, cantidades, y/o ubicación y orientación respecto al conjunto del proyecto (coordenadas de origen. También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.

LOD 350 - Geometría precisa con conexiones a otros elemento +Datos

Equivalente al nivel LOD 300 pero además se modelan las piezas necesarias para la coordinación del elemento con elementos cercanos o adjuntos. Estas partes incluirán elementos tales como soportes y conexiones e interferencias con otros sistemas.

También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.

LOD 400 – Geometría y Datos para fabricación/construcción

El elemento objeto está definido geométricamente en con suficiente detalle y precisión para su fabricación, ensamblado e instalación, así como su posición, pertenencia a un sistema constructivo específico.

La cantidad, el tamaño, la forma, la ubicación y la orientación del elemento tal como está diseñado se pueden medir directamente desde el modelo sin hacer referencia a información no modelada, como notas o llamadas de dimensión.

También se indica la posibilidad de incluir información no gráfica vinculada al elemento.

LOD 500 – Conforme a Obra

Los elementos modelo son verificados in situ en términos de tamaño, forma, ubicación, cantidad y orientación. Información no gráfica también puede adjuntarse a los elementos del modelo.

Subcomisión de Alcances

Nómina de los miembros que participaron en la redacción de esta publicación:

Roberto Massa	(MASALRO)
Hernán Bustamante	(HYTECH)
Andrés Galarza	(HYTECH)
Eugenio Forchieri	(PAE)
Alejandro Durante	(TECHINT)
Pablo Tolosa	(AESAS)
Jorge Petrocelli	(CIAR)
Deidry Mejía Kreutzer	(CIAR)
Pablo Morel	(SECIN)
Nicolas Salgado	(WORLEY)
Eduardo Medina	(WORLEY)
Ramon Ruiz Guiñazu	(IATASA)
Mariana Perez	(IATASA)
Luciano Salitur	(INFA)
Nahuel Ivan Pereyra	(PAE)
Bernardo Gabriel Ortiz	(YPF)
Pablo Hector Bergara	(YPF)

Centro Argentino de Ingenieros
Cerrito 1250
(C1010AAZ) Buenos Aires, Argentina
Tel.: (54-11) 4811 0570
www.cai.org.ar

ANEXO 1

ALCANCE DE MODELADO 3D EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE INGENIERÍA

Clasificación AACEI (referencia de precisión de la estimación) Clase 5 (-30% / 50%) / Clase 4 (-20% / 40%)

IC

ETAPA 0: Ubicación de Equipos Model Review

		Tipo de documento / Actividad	Estado mínimo requerido	LOD
Estado de la información para el review		Model Review Lista de Acciones	N/A	
		PFDs / UFDs	Emitido para aprobación	
		P&Ids	Preliminar	
		Lista de líneas	Emitido para aprobación	
		Plot Plan	Preliminar	
		Lay Out	Preliminar	
		Clash Detection realizado (Todas las Disciplinas)	N/A	

		Review Items	Estado mínimo requerido	LOD
Piping y Mecánica		Equipos	Todos los equipos modelados volumen traslucido con datos preliminares. Ubicación preliminar de todos los equipos.	LOD 200
		Zonas de carga/descarga, Acceso/Egreso, vías de escapes, accesos de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, ubicación de grúas, etc.	Áreas principales indicadas con volúmenes traslucidos.	LOD 100
		Cañerías de procesos y servicios, incluyendo válvulas.	Ruteo preliminar de diámetros grandes/críticos o determinantes que condicione la posición de los equipos en el Layout	LOD 200
		Instrumentación	No requerido en esta etapa	
		Partes especiales de cañerías	No requerido en esta etapa	
		Pipe Stress Analysis	No requerido en esta etapa	
		Soportes de cañerías	No requerido en esta etapa	
		Soportes estructurales de cañerías	No requerido en esta etapa	
		Duchas y lavaojos	No requerido en esta etapa	
		Estaciones de servicio	No requerido en esta etapa	
		Protección contra incendio	No requerido en esta etapa	
		Manifolds traicing de vapor	No requerido en esta etapa	
		Cañerías enterradas	No requerido en esta etapa	
	HVAC		Ductos de suministro y retorno	No requerido en esta etapa
		Conductos de escape (ventilación específica, colectores de polvo, etc.)	No requerido en esta etapa	
		Equipos, Paneles y Componentes del Sistema	Modelado preliminar del espacio ocupado por el equipamiento HVAC como volumen.	LOD 200
		Zonas de descarga, pasillos de acceso, espacio de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	No requerido en esta etapa	
		Soportes	No requerido en esta etapa	

Items a revisar (por disciplinas de ingeniería y diseño)	Arquitectura	Edificios y grandes estructuras. Salas de control, Sub Estaciones, etc	Modelado de los edificios principales (Largo, ancho y alto) necesario para la realización del Plot Plan general y el layout de equipos.	LOD 200
		Paredes	No requerido en esta etapa	
		Ventanas, puertas, semicírculo de apertura de puertas.	No requerido en esta etapa	
		Techos / Drenaje de piso	No requerido en esta etapa	
	Civil	Pendiente del sitio	Modelado de la pendiente general en la elevación de punto alto (H.P.). Se utiliza para la referencia visual y la comprensión general de la topografía del sitio para ayudar con la disposición de equipos.	LOD 300
		Pilotes	No requerido en esta etapa	
		Fundaciones	Modelado de fundaciones preliminares para ubicar equipos y estructuras de acuerdo con la disposición de equipos y desarrollo del Plot Plan. El modelo se basará en geometría básica y los requisitos de soportación.	LOD 200
		Pavimento	No requerido en esta etapa	
		Sumideros de proceso, zanjas y alcantarillas	Modelado de sumideros de proceso preliminares y trincheras asociadas para asistir con el desarrollo del Lay-Out y Plot Plan.	LOD 200
	Infraestructura	Calles	Modelado preliminar de calles principales y accesos de mantenimiento a equipos para asistir a la correcta disposición de equipos en planta.	LOD 200
		Vías Ferrocarril	Modelado preliminar de la disposición del ferrocarril según sea necesario para ayudar con la disposición de equipos y el desarrollo del plot plan.	LOD 200
		Muelles	Modelado preliminar de instalaciones marinas según sea necesario para ayudar con la disposición de equipos y el desarrollo del plot plan	LOD 200
		Alambrado / Vallado	No requerido en esta etapa	
		Diques	Modelado preliminar de la disposición general del dique, para ayudar al desarrollo de la disposición de equipos y el Plot Plan. Necesario para ser usado en cálculos preliminares de los espacios de contención requeridos.	LOD 200
		Estructura principal / Rack o Senda de Cañerías	Modelado y dimensionamiento preliminar de los principales miembros de la estructura (vigas, columnas).	LOD 200
		Estructura secundaria	No requerido en esta etapa	
		Vigas verticales	Modelado de la ubicación y tipo de refuerzo.	LOD 200

Estructural	Vigas horizontales	No requerido en esta etapa	
	Nudos, conexiones	No requerido en esta etapa	
	Pisos / Suelos	Modelado del piso simple sólo como referencia visual.	LOD 100
	Plataformas y entresijos	No requerido en esta etapa	
	Escaleras	Modelado preliminar de la ubicación de las escaleras de escape.	LOD 100
	Barandas y guarda pie	No requerido en esta etapa	
	Estructura de soporte de equipos	Modelado y definición preliminar del tamaño de la estructura de soporte de equipos.	LOD 200
	Civil, Estructural	Drenaje pluvial / Sistema de drenaje	No requerido en esta etapa
CSA - Varios	Facilidades de izaje (Perfiles y elevadores)	No requerido en esta etapa	
	Soportes estructurales miscelaneos (Elec/Inst)	No requerido en esta etapa	
	Soportes estructurales miscelaneos (Piping)	No requerido en esta etapa	
	Fireproofing	No requerido en esta etapa	
Electricidad	CCMs	Ubicación preliminar del CCM	
	Subestaciones / Transformadores	Ubicación preliminar. Modelado de volumen ocupado.	LOD 200
	Zonas de descarga, pasillos de acceso, acceso de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	Espacios criticos/principales propuestos mediante un volumen preliminar traslúcido.	LOD 100
	Botoneras arranque / parada de motor	No requerido en esta etapa	
	Iluminación	No requerido en esta etapa	
	Bandejas de cables	No requerido en esta etapa	
	Paneles y gabinetes	No requerido en esta etapa	
	Junction Boxes	No requerido en esta etapa	
	Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	No requerido en esta etapa	
Soportes	No requerido en esta etapa		
Instrumentación	Bandeja de cables	No requerido en esta etapa	
	Paneles y gabinetes	No requerido en esta etapa	
	Junction Boxes	No requerido en esta etapa	
	Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	No requerido en esta etapa	
	Soportes	No requerido en esta etapa	
	Soportes para instrumentación de equipo remota	No requerido en esta etapa	
	Fire and Gas equipment	No requerido en esta etapa	

Clasificación AACEI (referencia de precisión de la estimación) Clase 3 (-15% / 30%)

IB**ETAPA 1: Check List 30% Model Review**

Estado de la información para el review	Tipo de documento / Actividad	Estado mínimo requerido	LOD
	Model Review Lista de Acciones	Comentarios a Etapa 0 corregidos	
	PFDs / UFDs	Emitido para HAZOP	
	P&Ids	Emitido para HAZOP	
	Lista de líneas	Emitido para HAZOP	
	Plot Plan	Emitido para aprobación	
	Lay Out	Emitido para aprobación	
	Clash Detection realizado (Todas las Disciplinas)	Completado para el alcance de esta etapa	

		Review Items	Estado mínimo requerido	LOD
Piping y Mecánica		Equipos	Todos los equipos modelados con datos preliminares. Equipos en posición definitiva incluyendo conexiones, boca de hombre, escaleras de acceso y ubicación general de plataformas. Paquetizados modelados como un VOLUMEN.	LOD 300
		Zonas de carga/descarga, Acceso/Egreso, vías de escapes, accesos de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, ubicación de grúas, etc.	Todos los volúmenes traslucidos modelados.	LOD 100
		Cañerías de procesos y servicios, incluyendo válvulas.	Líneas críticas/determinantes (de gran diámetro o críticas por procesos ó materiales) modeladas al 100% de acuerdo al estado de P&ID emitidos para diseño. Se modelarán líneas iguales o superiores al diámetro promedio.	LOD 300
		Instrumentación	Instrumentos en línea que determinen ruteos de cañerías particulares, modelados según información preliminar (Por ejemplo caudalímetros)	LOD 300
		Partes especiales de cañerías	Todas las partes especiales que determinen diseños de cañerías particulares, modelados según información preliminar.	LOD 300
		Pipe Stress Analysis	Estudios preliminares para líneas principales que tengan impacto relevante en el diseño, el diseño propuesto debe estar incorporado al modelo. Propuesta de ubicación de loops y puntos fijos. Cargas preliminares enviadas a civil. Cargas sobre conexiones preliminares enviadas a Mecánica para validación.	LOD 300
		Soportes de cañerías	No requerido en esta etapa	
		Soportes estructurales de cañerías	Soportes estructurales de gran porte para líneas críticas ó de mayor diámetro.	LOD 300
		Duchas y lavaojos	No requerido en esta etapa	
		Estaciones de servicio	No requerido en esta etapa	
		Protección contra incendio	Colectores principales enterrados o aéreos modelados. Ubicación preliminar de derivaciones a monitores. Ubicación preliminar de tanques espumígenos con muros.	LOD 200

visar (por disciplinas de ingeniería y diseño)		Manifolds traicing de vapor	No requerido en esta etapa	
		Cañerías enterradas	Colectores principales de líneas presurizadas modeladas según la última información disponible en P&ID.	LOD 300
	HVAC	Ductos de suministro y retorno	Reserva de espacio revisada y aprobada basada en información preliminar.	LOD 200
		Conductos de escape (ventilación específica, colectores de polvo, etc.)	Reserva de espacio revisada y aprobada basada en información preliminar.	LOD 200
		Equipos, Paneles y Componentes del Sistema	Reserva de espacio revisada y aprobada basada en información preliminar.	LOD 200
		Zonas de descarga, pasillos de acceso, espacio de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	Modelado de reserva de espacio como volúmenes basado en información preliminar.	LOD 200
		Soportes	Reserva de espacio para los soportes principales de los ductos.	LOD 200
	Arquitectura	Edificios y grandes estructuras. Salas de control, Sub Estaciones, etc	Columnas y vigas principales según cálculos preliminares.	LOD 200
		Paredes	Modelado de reserva de espacio como volúmenes basado en información preliminar.	LOD 200
		Ventanas, puertas, semicírculo de apertura de puertas.	Ubicación y cantidad de ventanas y puertas modeladas según layout preliminar, incluyendo volúmenes parciales de apertura de puertas.	LOD 300
		Techos / Drenaje de piso	Ubicación y tamaños modelados.	LOD 300
	Civil	Pendiente del sitio	Modelado de la pendiente general en la elevación de punto alto (H.P.). El modelado refleja diferencias de materiales y espesor. Para ser utilizado como referencia visual y el desarrollo de cantidades de materiales.	LOD 300
		Pilotes	Modelado del diseño de los pilotes basado en cálculos preliminares. Para ser utilizado como base para el MTO (tipo, longitud, cant, etc.)	LOD 300
		Fundaciones	Modelado de fundaciones basado en calculos preliminares. Para ser usado como base para el MTO.	LOD 200
		Pavimento	Modelado en el pavimento en el punto alto de la unidad. El modelado incluye diferenciación de materiales y espesor. Para ser usado como referencia visual y para la elaboración del MTO.	LOD 300
		Sumideros de proceso, zanjas y alcantarillas	Modelado de alcantarillas preliminares, sumideros de procesos y trincheras asociadas. Para ser usado como base para el MTO.	LOD 200
	Infraestructura	Calles	Modelado preliminar de calles principales y accesos de mantenimiento a equipos en Layout. El modelado refleja diferencias de materiales y espesor. Para ser utilizado como referencia visual y como base para el MTO.	LOD 300
		Vías Ferrocarril	Modelado preliminar de la disposición del ferrocarril. Incluye diferenciación de materiales y espesor, para ser utilizado como referencia visual y para el desarrollo del MTO.	LOD 300
		Muelles	Modelado de instalaciones marinas de diseño preliminar. Para ser utilizado como base para el MTO.	LOD 300
		Alambrado / Vallado	Modelado preliminar del alambrado (tipo, altura, material, No. puertas, etc.). Para ser utilizado como base para el MTO.	LOD 300
Diques		Modelado del layout preliminar del dique basado en cálculos preliminares del volumen de contención requerido. Para ser usado como base para los MTO.	LOD 300	

Items a re			
Estructural	Estructura principal	Modelado y dimensionamiento preliminar de los principales miembros de la estructura (vigas, columnas). Para ser usado como base para el MTO.	LOD 300
	Estructura secundaria	Modelado y dimensionamiento preliminar de los miembros secundarios de la estructura. Para ser usado como base para el MTO.	LOD 300
	Vigas verticales	Modelado preliminar de todos los refuerzos verticales. Para ser utilizado como base para el MTO.	LOD 300
	Vigas horizontales	Modelado preliminar de todos los refuerzos horizontales. Para ser utilizado como base para el MTO.	LOD 300
	Nudos, conexiones	Modelado de las placas, cartelas, etc para las interconexiones principales. Para ser usado en la revisión de interferencias.	LOD 200
	Pisos / Suelos	Modelado de suelos en punto alto de superficie acabada incluyendo designación de material, grado y espesor. Para ser utilizado como base para el MTO.	LOD 100
	Plataformas y entresijos	Modelado de plataformas de acceso y mantenimiento. Para ser usado como base para el MTO.	LOD 300
	Escaleras	Modelado de escaleras. Para ser usado de base para el MTO.	LOD 300
	Barandas y guarda pie	Modelado de barandas y guardapie alrededor de todas las estructuras y plataformas. Para ser usado como base para el MTO.	LOD 300
	Estructura de soporte de equipos	Modelado y definición preliminar del tamaño de la estructura de soporte de equipos. A ser usada como base en MTO.	LOD 300
Civil, Estructural y Arquitectura (CSA) - Enterrado (U/G)	Drenaje pluvial / Sistema de drenaje	Modelado del drenaje pluvial, incluyendo cañerías y cuencas de captación. Para ser utilizado como base en MTO.	LOD 300
CSA - Varios	Facilidades de izaje (Perfiles y elevadores)	Modelado según el plan de mantenimiento preliminar y el modelo de cálculo.	LOD 200
	Soportes estructurales miscelaneos (Elec/Inst)	No requerido en esta etapa	
	Soportes estructurales miscelaneos (Piping)	No requerido en esta etapa	
	Fireproofing	Ubicación y extensión modelada con información preliminar de las zonas necesarias a contar con Fireproofing.	LOD 200
dad	CCMs	Ubicación final, modelado con dimensiones preliminares	LOD 200
	Subestaciones / Transformadores	Ubicación final, modelado con dimensiones preliminares.	LOD 200
	Zonas de descarga, pasillos de acceso, acceso de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	Espacios definidos y modelado con volúmenes preliminares.	LOD 100
	Botoneras arranque / parada de motor	No requerido en esta etapa	

	Electrici	Iluminación	No requerido en esta etapa	
		Bandejas de cables	Reserva de espacio para bandejas principales portacables (>300mm)	LOD 200
		Paneles y gabinetes	Reserva de espacio basado en datos preliminares.	LOD 200
		Junction Boxes	Reserva de espacio para JB de 500 mm x 500 mm (ancho x alto) y mayores en función de los datos preliminares.	LOD 200
		Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	Las principales trincheras, conduits y cañeros modelados preliminarmente.	LOD 200
		Soportes	Espacio de reserva para elementos electricos principales.	LOD 200
	Instrumentacion	Bandeja de cables	Reserva de espacio para bandejas principales portacables (>300mm)	LOD 200
		Paneles y gabinetes	Reserva de espacio basado en datos preliminares.	LOD 200
		Junction Boxes	Reserva de espacio para JB de 500 mm x 500 mm (ancho x alto) y mayores en función de los datos preliminares.	LOD 200
		Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	Las principales trincheras, conduits y cañeros modelados preliminarmente.	LOD 200
		Soportes	Espacio de reserva para elementos electricos principales.	LOD 200
		Soportes para instrumentación de equipo remota	No requerido en esta etapa	
Fire and Gas equipment	No requerido en esta etapa			

Clasificación AACEI (referencia de precisión de la estimación) Clase 2 (-10% / 10%)

IBE**ETAPA 2: Check List 60% Model Review**

Estado de la información para el review	Tipo de documento / Actividad	Estado mínimo requerido	LOD
	Model Review Lista de Acciones	Comentarios a Etapa 1 corregidos	
	PFDs / UFDs	Emitido para diseño	
	P&Ids	Emitido para diseño	
	Lista de líneas	Emitido para diseño	
	Plot Plan	Emitido para diseño	
	Lay Out	Emitido para diseño	
	Clash Detection realizado (Todas las Disciplinas)	Completado	

		Review Items	Estado mínimo requerido	LOD
Piping y Mecánica		Equipos	Todos los equipos modelados según información disponible del proveedor. Equipos en posición definitiva incluyendo conexiones, boca de hombre, escaleras de acceso y ubicación general de plataformas.	LOD 350
		Zonas de carga/descarga, Acceso/Egreso, vías de escapes, accesos de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, ubicación de grúas, etc.	Todos los volúmenes traslucidos modelados y actualizados a la última información disponible.	LOD 100
		Cañerías de procesos y servicios, incluyendo válvulas.	Todas las líneas iguales o mayores a Ø2" modeladas de acuerdo a la última revisión de P&ID	LOD 350
		Instrumentación	Todos los instrumentos modelados basados en la información del proveedor hasta el momento.	LOD 350
		Partes especiales de cañerías	Todas las partes especiales modeladas según la información del proveedor disponible al momento.	LOD 350
		Pipe Stress Analysis	Estudios de stress completos para críticas nivel 1 y 2 completas e impacto incorporado en el modelo. Cargas definitivas enviadas a civil para aprobación. Cargas definitivas sobre conexiones enviadas a Mecánica para aprobación.	LOD 300
		Soportes de cañerías	No requerido en esta etapa	
		Soportes estructurales de cañerías	Todos los soportes estructurales modelados.	LOD 350
		Duchas y lavaojos	Ubicación definitiva. Modelado con la información del proveedor disponible al momento del review.	LOD 300
Estaciones de servicio	No requerido en esta etapa			

	Protección contra incendio	Todas las cañerías mayores e iguales a 2" y equipamiento de lucha contra incendio (monitores, hidrantes, etc) modelados con la información disponible de los proveedores.	LOD 350
		Ubicación de todos los equipos de incendio, con sus respectiva orientación de conexiones y plataformas modeladas. Ubicación e información definitiva.	
		Manifolds traicing de vapor	Manifolds modelados con la información disponible al momento.
	Cañerías enterradas	Todas las líneas presurizadas modeladas con la última información disponible en P&ID.	LOD 350
HVAC	Ductos de suministro y retorno	Conductos iniciales modelados de acuerdo con cálculos detallados y diagrama de flujo de aire.	LOD 350
	Conductos de escape (ventilación específica, colectores de polvo, etc.)	Ubicaciones finales. Todos los equipos modelados según los datos iniciales (revisados) o finales del proveedor. Ubicaciones y orientaciones de todas las plataformas y boquillas del Equipo completadas. Dispositivos de control inicial, amortiguadores, rejillas, etc. modelados.	LOD 350
	Equipos, Paneles y Componentes del Sistema	Todos los equipos modelados en su ubicación definitiva con la información del proveedor disponible al momento del review. Plataformas y conexiones de todos los equipos, modeladas en su posición definitiva.	LOD 350
	Zonas de descarga, pasillos de acceso, espacio de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	Modelado de reserva de espacio como volúmenes basado en información disponible al momento.	LOD 350
	Soportes	Todos los soportes modelados.	LOD 350
Arquitectura	Edificios y grandes estructuras. Salas de control, Sub Estaciones, etc	Modelado con suficiente detalle para emision para la emision para aprobación.	LOD 300
	Paredes	Se muestra la ubicación correcta. Conexiones de módulo a módulo.	LOD 300
	Ventanas, puertas, semicirculo de apertura de puertas.	Confirmacion de ubicación de puertas y ventanas con apertura de las mismas modeladas.	LOD 300
	Techos / Drenaje de piso	Las ubicaciones de drenaje del techo y del suelo se muestrasn en su posicion definitiva y los detalles de conexión se basan en la información preliminar del proveedor. Se muestran todas las trampas.	LOD 350
	Pendiente del sitio	El modelado incluye pendientes, cunetas, zanjas, etc. Se incluye la diferenciación de materiales y espesores. Para ser usado como referencia visual y la elaboracion de los planos a emitirse para construcción.	LOD 350
	Pilotes	Modelo refleja el estado de la última información disponible con chequeo de interferencias ya realizado.	LOD 350

Items a revisar (por disciplinas de ingeniería y diseño)			
Civil	Fundaciones	Modelado de fundaciones basado en calculos detallados. Para ser usado como base para planos a emitirse para diseño ó construcción.	LOD 350
	Pavimento	Modelado del pavimento, incluyendo cunetas, zanjas y pendientes. El modelado incluye la diferenciacion de materiales y espesores. Para ser usado como referencia visual y en la elaboración de los planos para construcción.	LOD 350
	Sumideros de proceso, zanjas y alcantarillas	Modelado de alcantarillas preliminares, sumideros de procesos y trincheras asociadas. Para ser usado como base para la elaboración de planos para construcción.	LOD 350
Infraestructura	Calles	Modelado final de calles principales y accesos de mantenimiento a equipos en Layout. El modelado incluye la diferenciacion de materiales y espesores. Para ser usado como referencia visual y en la elaboración de los planos para construcción.	LOD 350
	Vías Ferrocarril	Modelado definitivo de la disposición del ferrocarril. Incluye diferenciación de materiales y espesor, para ser utilizado cómo referencia visual y para el desarrollo del los planos para construcción.	LOD 350
	Muelles	Modelado de instalaciones marinas de diseño preliminar. Para ser utilizado como base para la elaboración de planos para construcción.	LOD 350
	Alambrado / Vallado	Modelado preliminar del alambrado (tipo, altura, material, No. puertas, etc.). Para ser utilizado como base para la elaboración de planos para construcción.	LOD 350
	Diques	Modelado del layout preliminar del dique basado en cálculos definitivos del volumen de contención requerido. Para ser usado como base para los planos para construcción.	LOD 350
Estructural	Estructura principal	Modelado y dimensionamiento definitivo de los principales miembros de la estructura (vigas, columnas). Para ser usado como base para la elaboración de planos para construcción.	LOD 350
	Estructura secundaria	Modelado y dimensionamiento definitivo de los miembros secundarios de la estructura. Para ser usado como base para la elaboración de planos para construcción.	LOD 350
	Vigas verticales	Modelado de todos los refuerzos verticales que se utilizarán como base para los planos constructivos.	LOD 350
	Vigas horizontales	Modelado de todos los refuerzos horizontales que se utilizarán como base para los planos constructivos.	LOD 350
	Nudos, conexiones	Modelado de las placas, cartelas, etc para las interconexiones principales. Para ser usado en la revisión de interferencias.	LOD 300
	Pisos / Suelos	Modelado de suelos en punto alto de superficie acabada incluyendo designación de material, grado y espesor. Incluye penetraciones de los equipos. Para ser utilizado como base para la elaboración de planos para construcción.	LOD 100
	Plataformas y entrespisos	Modelado de plataformas de acceso y mantenimiento. Para ser usado como base para los planos constructivos.	LOD 350
	Escaleras	Modelado de escaleras. Para ser usado de base para los planos constructivos.	LOD 350
	Barandas y guarda pie	Modelado de barandas y guardapie alrededor de todas las estructuras y plataformas. Para ser usado como base en los planos para construcción.	LOD 350

	Estructura de soporte de equipos	Modelado definitivo del tamaño de la estructura de soporte de equipos. A ser usada como base en planos para construcción.	LOD 350
Civil, Estructural y Arquitectura (CSA) Enterrado (U/G)	Drenaje pluvial / Sistema de drenaje	Modelado del drenaje pluvial, incluyendo cañerías y cuencas de captación. Para ser utilizado como base en los planos constructivos o finales de etapa.	LOD 350
CSA - Varios	Facilidades de izaje (Perfiles y elevadores)	Modelado según el plan de mantenimiento final y el modelo de cálculo. Para ser utilizado como base para los planos constructivos o diseño.	LOD 300
	Soportes estructurales miscelaneos (Elec/Inst)	Soportes tipo "tee". Modelado preliminar con los soportes conocidos al momento del review.	LOD 300
	Soportes estructurales miscelaneos (Piping)	Soportes tipo "tee". Modelado preliminar con los soportes conocidos al momento del review.	LOD 300
	Fireproofing	Ubicación y extensión modelada con información final de las zonas necesarias a contar con Fireproofing. A ser usada como base en planos para construcción o final.	LOD 300
Electricidad	CCMs	Ubicación final, modelado con dimensiones disponibles del proveedor.	LOD 300
	Subestaciones / Transformadores	Ubicación final, modelado con dimensiones disponibles del proveedor.	LOD 300
	Zonas de descarga, pasillos de acceso, acceso de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	Espacios definidos y modelado de acuerdo a la información disponible con volúmenes.	LOD 300
	Botoneras arranque / parada de motor	Todo lo modelado tiene en cuenta los requerimientos de acceso alrededor del piping, ductos y equipos.	LOD 300
	Iluminación	Iluminación fijada a parrales principales o luminaria que pueda afectar la circulación o mantenimiento modelada.	LOD 300
	Bandejas de cables	Bandejas principales portacables (>300) modeladas en su ubicación definitiva. Reserva de espacio para bandejas portacables principales (<300mm)	LOD 300
	Paneles y gabinetes	Ubicaciones definitivas, tamaños basados en datos iniciales (revisados) o del Proveedor final.	LOD 300
	Junction Boxes	Todos los JB están modelados. Ubicaciones preliminares, tamaños basados en datos iniciales (revisados) o del Proveedor final.	LOD 300
	Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	Las principales trincheras, conduits y cañeros modelados.	LOD 300
	Soportes	Todos los soportes modelados.	LOD 300
	Bandeja de cables	Bandejas principales portacables (>300) modeladas en su ubicación definitiva.	LOD 350
	Paneles y gabinetes	Ubicaciones definitivas, tamaños basados en datos iniciales (revisados) o del Proveedor final.	LOD 350

	Instrumentación	Junction Boxes	Todos los JB están modelados. Ubicaciones preliminares, tamaños basados en datos iniciales (revisados) o del Proveedor final.	LOD 350
		Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	Las principales trincheras, conduits y cañeros modelados.	LOD 350
		Soportes	Todos los soportes modelados.	LOD 350
		Soportes para instrumentación de equipo remota	Todo modelado teniendo en cuenta los requisitos de acceso del cliente, tuberías circundantes, trabajo de conductos, equipos, etc. Ubicaciones preliminares.	LOD 300
		Fire and Gas equipment	Las líneas de detectores de gas de visión, detectores de tipo punto y puntos de llamada manuales modelados. Ubicaciones preliminares. Si se llevó a cabo un estudio de mapeo de incendios y gas, el equipo debe ubicarse en coordenadas exactas según el estudio preliminar.	LOD 300

Clasificación AACEI (referencia de precisión de la estimación)

ID

ETAPA 3: Check List 90% Model Review

Estado de la información para el review	Tipo de documento / Actividad	Estado mínimo requerido	LOD
	Model Review Lista de Acciones	Comentarios a Etapa 2 corregidos	
	PFDs / UFDs	Emitido para construcción	
	P&IDs	Emitido para construcción	
	Lista de líneas	Emitido para construcción	
	Plot Plan	Emitido para diseño (actualización)	
	Lay Out	Emitido para diseño (actualización)	
	Clash Detection realizado (Todas las Disciplinas)	Completado	

Review Items		Estado mínimo requerido	LOD
ing y Mecánica	Equipos	Todos los equipos modelados con la información final del proveedor.	LOD 400
	Zonas de carga/descarga, Acceso/Egreso, vías de escapes, accesos de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, ubicación de grúas, etc.	Todos los volúmenes translucidos modelados y actualizados a la última información disponible.	LOD 100
	Cañerías de procesos y servicios, incluyendo válvulas.	Todas las líneas modeladas de acuerdo a la última revisión de P&ID	LOD 400
	Instrumentación	Todos los instrumentos modelados con la información final del proveedor.	LOD 400
	Partes especiales de cañerías	Todas las partes especiales modeladas según la información final del proveedor.	LOD 400
	Pipe Stress Analysis	Estudios de stress completos para todas las líneas críticas e impacto incorporado en el modelo. Todas las cargas aprobadas por civil.	LOD 400
	Soportes de cañerías	Todas las cargas sobre conexiones aprobadas por mecánica. Función y ubicación final de soportes para todas las líneas.	LOD 400
	Soportes estructurales de cañerías	Todos los soportes modelados con sus dimensiones finales, ya sea por PIPING o Estructura/Civil.	LOD 400
	Duchas y lavaojos	Modelado con la información final del proveedor.	LOD 400
	Estaciones de servicio	Todas las líneas modeladas de acuerdo a la última revisión de P&ID.	LOD 400

Pip	Protección contra incendio	Todas las cañerías y equipamiento de lucha contra incendio (monitores, hidrantes, etc) modelados con la información definitiva de los proveedores. Sprinkler y mangueras modeladas y ubicadas con información definitiva.	LOD 400
	Manifolds traicing de vapor	Manifolds modelados con la información definitiva.	LOD 400
	Cañerías enterradas	Todas las líneas presurizadas modeladas con la información definitiva de P&ID.	LOD 400
HVAC	Ductos de suministro y retorno	Conductos iniciales modelados de acuerdo con cálculos detallados y diagrama de flujo de aire (emitido para construcción)	LOD 400
	Conductos de escape (ventilación específica, colectores de polvo, etc.)	Todos los equipos modelados según los datos del proveedor final. Dispositivos de control, amortiguadores, rejillas, etc. modelados. (Totalmente detallado)	LOD 400
	Equipos, Paneles y Componentes del Sistema	Todos los equipos modelados con la información final del proveedor.	LOD 400
	Zonas de descarga, pasillos de acceso, espacio de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	Modelado de reserva de espacio como volúmenes basado en información definitiva	LOD 400
	Soportes	Todos los soportes modelados con todos los detalles.	LOD 400
Arquitectura	Edificios y grandes estructuras. Salas de control, Sub Estaciones, etc	El modelo refleja el estado para construcción y ha pasado el chequeo de interferencias.	LOD 400
	Paredes	Se muestra en tamaño y la ubicación final. Todas las penetraciones: Configurado por diseño, totalmente detallado.	LOD 400
	Ventanas, puertas, semicírculo de apertura de puertas.	Ubicación definitiva de puertas y ventanas con apertura de las mismas modeladas.	LOD 400
	Techos / Drenaje de piso	Ubicaciones finales de drenaje del techo y suelo. Se muestran los detalles de conexión. Se muestran las trampas finales.	LOD 400
	Pendiente del sitio	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción.	LOD 400
	Pilotes	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción.	LOD 400
	Fundaciones	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción.	LOD 400

Items a revisar (por disciplinas de ingeniería y diseño)	Civil	Pavimento	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción.	LOD 400
		Sumideros de proceso, zanjas y alcantarillas	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción.	LOD 400
	Infraestructura	Calles	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción.	LOD 400
		Vías Ferrocarril	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción.	LOD 400
		Muelles	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción.	LOD 400
		Alambrado / Vallado	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción.	LOD 400
		Diques	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción.	LOD 400
		Estructura principal	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
		Estructura secundaria	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
		Vigas verticales	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
		Vigas horizontales	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400

Estructural	Nudos, conexiones	Modelado de las placas, cartelas, etc para las interconexiones principales. Para ser usado en la revisión de interferencias. El modelo detallado de las conexiones será volcado cuando este disponible.	LOD 400
	Pisos / Suelos	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
	Plataformas y entrepisos	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
	Escaleras	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
	Barandas y guarda pie	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
	Estructura de soporte de equipos	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
Civil, Estructural	Drenaje pluvial / Sistema de drenaje	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción.	LOD 400
CSA - Varios	Facilidades de izaje (Perfiles y elevadores)	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
	Soportes estructurales miscelaneos (Elec/Inst)	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
	Soportes estructurales miscelaneos (Piping)	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
	Fireproofing	Modelo de acuerdo a la emisión para construcción y el chequeo de interferencias ha sido realizado.	LOD 400
ad	CCMs	Ubicación final, modelado con dimensiones finales del proveedor.	LOD 400
	Subestaciones / Transformadores	Ubicación final, modelado con dimensiones finales del proveedor.	LOD 400
	Zonas de descarga, pasillos de acceso, acceso de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	Modelado de acuerdo a la información definitiva.	LOD 400

Electricidad	Botoneras arranque / parada de motor	Botoneras modeladas considerando los requerimientos de acceso alrededor del piping, ductos y equipos.	LOD 400
	Iluminación	Todas las luminarias modeladas.	LOD 400
	Bandejas de cables	Todas las bandejas modeladas en su posición definitiva.	LOD 400
	Paneles y gabinetes	Ubicaciones definitiva, tamaños basados en los datos del Proveedor Final.	LOD 400
	Junction Boxes	Todos los JB están modelados. Ubicaciones finales, tamaños basados en los datos del Proveedor Final.	LOD 400
	Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	Las principales trincheras, conduits y cañeros modelados con información final.	LOD 400
	Soportes	Todos los soportes modelados con todos los detalles.	LOD 400
Instrumentación	Bandeja de cables	Todas las bandejas modeladas en su posición definitiva.	LOD 400
	Paneles y gabinetes	Ubicaciones definitiva, tamaños basados en los datos del Proveedor Final.	LOD 400
	Junction Boxes	Todos los JB están modelados. Ubicaciones finales, tamaños basados en los datos del Proveedor Final.	LOD 400
	Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	Las principales trincheras, conduits y cañeros modelados con información final.	LOD 400
	Soportes	Todos los soportes modelados con todos los detalles.	LOD 400
	Soportes para instrumentación de equipo remota	Todo modelado teniendo en cuenta los requisitos de acceso del cliente, tuberías circundantes, trabajo de conductos, equipos, etc. Ubicaciones preliminares.	LOD 400
	Fire and Gas equipment	Las líneas de detectores de gas de visión, detectores de tipo punto y puntos de llamada manuales modelados. Ubicaciones definitivas. Si se llevó a cabo un estudio de mapeo de incendios y gas, el equipo debe ubicarse en coordenadas exactas según el estudio definitivo.	LOD 400

ANEXO 2

REUNIONES DESIGN REVIEW EN LAS DIFERENTES ETAPAS DE INGENIERÍA

Clasificación AACEI (referencia de precisión de la estimación)

IC

	Piping y Mecánica	Review Items	¿Qué verificar durante el Design Review del 30%?
		Equipos	<p>Facilidades de mantenimiento. Grúas, pescantes, etc. Áreas de mantenimiento. Altura bajo parrales. Acceso para equipos y montacargas. Acceso a equipo y áreas de desarme. Constructibilidad. Acceso y posicionamiento de grúas de gran porte.</p>
		Zonas de carga/descarga, Acceso/Egreso, vías de escapes, accesos de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, ubicación de grúas, etc.	
		Cañerías de procesos y servicios, incluyendo válvulas.	
		Instrumentación	
		Partes especiales de cañerías	
		Pipe Stress Análisis	
		Soportes de cañerías	
		Soportes estructurales de cañerías	
		Duchas y lavaojos	
		Estaciones de servicio	
		Protección contra incendio	
		Manifolds traicing de vapor	
		Cañerías enterradas	
		Ductos de suministro y retorno	Áreas de mantenimiento del equipo HVAC.
		Conductos de escape (ventilación específica, colectores de polvo, etc.)	Dimensiones generales.

Engineering and Design Disciplines)	HVAC	Equipos, Paneles y Componentes del Sistema		
		Zonas de descarga, pasillos de acceso, espacio de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.		
		Soportes		
	Arquitectura	Edificios y grandes estructuras. Salas de control, Sub Estaciones, etc		Evaluar dimensiones de edificios. Método de construcción. Áreas para obradores.
		Paredes		
		Ventanas, puertas, semicírculo de apertura de puertas.		
		Techos / Drenaje de piso		
	Civil	Pendiente del sitio		Verificar interferencias de fundaciones principales. Verificar interferencias en el underground.
		Pilotes		
		Fundaciones		
		Pavimento		
		Sumideros de proceso, zanjas y alcantarillas		
		Calles		Accesos y Vías de evacuación. Áreas pavimentadas, carreteras, y caminos de circulación.

Items to be Reviewed (by Engin	Infraestructura	
	Estructural	<p>Vías Ferrocarril</p> <p>Muelles</p> <p>Alambrado / Vallado</p> <p>Diques</p> <p>Estructura principal</p> <p>Estructura secundaria</p> <p>Vigas verticales</p> <p>Vigas horizontales</p> <p>Nudos, conexiones</p> <p>Pisos / Suelos</p> <p>Plataformas y entrepisos</p> <p>Escaleras</p> <p>Barandas y guarda pie</p> <p>Estructura de soporte de equipos</p>

	Civil, Estructural	Drenaje pluvial / Sistema de drenaje	N/A
	CSA - Varios	Facilidades de izaje (Perfiles y elevadores)	N/A
		Soportes estructurales misceláneos (Elec/Inst)	
		Soportes estructurales misceláneos (Piping)	
		Fireproofing	
	Electricidad	CCMs	Dimensiones generales del CCM dentro de la subestación.
		Subestaciones / Transformadores	
		Zonas de descarga, pasillos de acceso, acceso de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	
		Botoneras arranque / parada de motor	
		Iluminación	
		Bandejas de cables	
		Paneles y gabinetes	
		Junction Boxes	
Trincheras, Conduits/cañeros enterrados			
Soportes			
Instrumentación	Bandeja de cables	N/A	
	Paneles y gabinetes		
	Junction Boxes		
	Trincheras, Conduits/cañeros enterrados		
	Soportes		
	Soportes para instrumentación de equipo remota		
Fire and Gas equipment			

Clasificación AACEI (referencia de precisión de la estimación)

IB

	Piping y Mecánica	Review Items	¿Qué verificar durante el Design Review del 30%?
		Equipos	Disposición general de los equipos principales. Facilidades para operación de equipos. Plataformas de acceso, escaleras, barandas, altura de válvulas, acceso para operación y salidas requeridas por seguridad, operadores de cadenas, espacio de circulación entre equipos.
		Zonas de carga/descarga, Acceso/Egreso, vías de escapes, accesos de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, ubicación de grúas, etc.	Facilidades de mantenimiento. Grúas, pescantes, etc. Áreas de mantenimiento. Acceso a equipo y áreas de desarme.
		Cañerías de procesos y servicios, incluyendo válvulas.	Altura bajo parrales. Acceso para equipos y montacargas. Ruteo de Cañerías Críticas.
		Instrumentación	Constructibilidad. Acceso y posicionamiento de grúas de gran porte.
		Partes especiales de cañerías	Revisar ubicación de duchas lavaojos.
		Pipe Stress Analysis	Ubicación de colectores enterrados.
		Soportes de cañerías	
		Soportes estructurales de cañerías	
		Duchas y lavaojos	
		Estaciones de servicio	
		Protección contra incendio	
		Manifolds traicing de vapor	

Disciplines)		Cañerías enterradas	
	HVAC	Ductos de suministro y retorno	Áreas de mantenimiento del equipo HVAC. Dimensiones generales.
		Conductos de escape (ventilación específica, colectores de polvo, etc.)	
		Equipos, Paneles y Componentes del Sistema	
		Zonas de descarga, pasillos de acceso, espacio de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	
		Soportes	
	Arquitectura	Edificios y grandes estructuras. Salas de control, Sub Estaciones, etc	Evaluar dimensiones de edificios. Método de construcción. Áreas para obradores.
		Paredes	
		Ventanas, puertas, semicírculo de apertura de puertas.	
		Techos / Drenaje de piso	
	Civil	Pendiente del sitio	Verificar interferencias de fundaciones principales. Verificar interferencias en el underground.
		Pilotes	
		Fundaciones	
Pavimento			

Items to be Reviewed (by Engineering and Design I		Sumideros de proceso, zanjas y alcantarillas	
	Infraestructura	Calles	Accesos y Vías de evacuación. Áreas pavimentadas, carreteras, y caminos de circulación.
		Vías Ferrocarril	
		Muelles	
		Alambrado / Vallado	
		Diques	
	Estructural	Estructura principal	Altura bajo estructuras principales. Puentes de cañerías. Expansión futura, espacios de reserva, amplitud y niveles.
		Estructura secundaria	Acceso de equipos de mantenimiento bajo parrales de cañerías.
		Vigas verticales	
		Vigas horizontales	
		Nudos, conexiones	

Estr	Pisos / Suelos	
	Plataformas y entrepisos	
	Escaleras	
	Barandas y guarda pie	
	Estructura de soporte de equipos	
Civil, Estructural	Drenaje pluvial / Sistema de drenaje	Verificar interferencias con underground.
CSA - Varios	Facilidades de izaje (Perfiles y elevadores)	Facilidades para mantenimiento. pescantes, monorraíles, grúas.
	Soportes estructurales miscelaneos (Elec/Inst)	
	Soportes estructurales miscelaneos (Piping)	
	Fireproofing	
Electricidad	CCMs	Verificar dimensiones CCM's y áreas de mantenimiento dentro de las sub estaciones. Verificar espacios de canalizaciones principales.
	Subestaciones / Transformadores	
	Zonas de descarga, pasillos de acceso, acceso de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	
	Botoneras arranque / parada de motor	
	Iluminación	
	Bandejas de cables	
	Paneles y gabinetes	

		Junction Boxes	Revisión de canalizaciones principales.
		Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	
		Soportes	
Instrumentación	Bandeja de cables		
	Paneles y gabinetes		
	Junction Boxes		
	Trincheras, Conduits/cañeros enterrados		
	Soportes		
	Soportes para instrumentación de equipo remota		
	Fire and Gas equipment		

Clasificación AACEI (referencia de precisión de la estimación)

IBE

Review Items		¿Qué verificar durante el Design Review del 30%?	¿Qué verificar durante el Design Review del 60%?
Piping y Mecánica	Equipos	Disposición general de los equipos principales. Facilidades para operación de equipos. Plataformas de acceso, escaleras, barandas, altura de válvulas, acceso para operación y salidas requeridas por seguridad, operadores de cadenas, espacio de circulación entre equipos.	Verificar accesos, vías evacuación, áreas pavimentadas, carreteras, canales y drenajes, tuberías subterráneas. Facilidades para mantenimiento: pescantes, monorraíles, grúas, acceso entre equipos, amplitud y altura bajo puentes de tuberías (acceso para montacargas y equipos), espacios libres para intercambiadores (carcasa-tubo), mantenimiento de equipos, entre otros.
	Zonas de carga/descarga, Acceso/Egreso, vías de escapes, accesos de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, ubicación de grúas, etc.	Facilidades de mantenimiento. Grúas, pescantes, etc. Áreas de mantenimiento. Acceso a equipo y áreas de desarme.	Constructibilidad: vías de acceso, accesos de grúas y espacio para maniobras, alcance de grúas, montaje de cañerías, instalación de módulos o paquetes modulares, soldaduras de campo, venteos y drenajes de pruebas hidrostáticas.
	Cañerías de procesos y servicios, incluyendo válvulas.	Altura bajo parrales. Acceso para equipos y montacargas. Ruteo de Cañerías Críticas.	Consolidar ubicación de duchas lavaojos.
	Instrumentación	Constructibilidad. Acceso y posicionamiento de grúas de gran porte.	Consolidar el diseño de todas las líneas de proceso y servicios, incluyendo accesorios especiales, e instrumentos, entre otros.
	Partes especiales de cañerías	Revisar ubicación de duchas lavaojos.	
	Pipe Stress Analysis	Ubicación de colectores enterrados. Verificar diseño de todas las líneas de proceso y servicios, incluyendo accesorios especiales, e instrumentos, entre otros.	
	Soportes de cañerías		
	Soportes estructurales de cañerías		
	Duchas y lavaojos		
	Estaciones de servicio		
	Protección contra incendio		
Manifolds traicing de vapor			

Disciplines)		Cañerías enterradas		
	HVAC	Ductos de suministro y retorno	Áreas de mantenimiento del equipo HVAC. Dimensiones generales.	Áreas de mantenimiento del equipo HVAC. Dimensiones generales.
		Conductos de escape (ventilación específica, colectores de polvo, etc.)		
		Equipos, Paneles y Componentes del Sistema		
		Zonas de descarga, pasillos de acceso, espacio de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.		
		Soportes		
	Arquitectura	Edificios y grandes estructuras. Salas de control, Sub Estaciones, etc	Evaluar dimensiones de edificios. Método de construcción. Áreas para obradores.	Consolidar dimensiones de edificios. Consolidar método de construcción.
		Paredes		
		Ventanas, puertas, semicírculo de apertura de puertas.		
		Techos / Drenaje de piso		
	Civil	Pendiente del sitio	Verificar interferencias de fundaciones principales. Verificar interferencias en el underground.	Verificar interferencias de fundaciones principales. Verificar interferencias en el underground.
		Pilotes		
		Fundaciones		
Pavimento				

Items to be Reviewed (by Engineering and Design I		Sumideros de proceso, zanjas y alcantarillas		
	Infraestructura	Calles	Accesos y Vías de evacuación. Áreas pavimentadas, carreteras, y caminos de circulación.	Accesos y Vías de evacuación. Áreas pavimentadas, carreteras, y caminos de circulación.
		Vías Ferrocarril		
		Muelles		
		Alambrado / Vallado		
		Diques		
	Structural	Estructura principal	Altura bajo estructuras principales. Puentes de cañerías. Expansión futura, espacios de reserva, amplitud y niveles.	Puentes de cañerías: expansión futura, espacios de reserva (amplitud y niveles), bridas alternadas, ramales y cambios de nivel en cambios de dirección.
		Estructura secundaria	Acceso de equipos de mantenimiento bajo parrales de cañerías.	
		Vigas verticales		
		Vigas horizontales		
		Nudos, conexiones		

	Estr	Pisos / Suelos		
		Plataformas y entresijos		
		Escaleras		
		Barandas y guarda pie		
		Estructura de soporte de equipos		
	Civil, Estructural	Drenaje pluvial / Sistema de drenaje	Verificar interferencias con underground.	Verificar interferencias con underground.
	CSA - Varios	Facilidades de izaje (Perfiles y elevadores)	Facilidades para mantenimiento. pescantes, monorrales, grúas.	Facilidades para mantenimiento. pescantes, monorrales, grúas.
		Soportes estructurales miscelaneos (Elec/Inst)		
		Soportes estructurales miscelaneos (Piping)		
		Fireproofing		
	Electricidad	CCMs	Verificar dimensiones CCM's y areas de mantenimiento dentro de las sub estaciones. Verificar espacios de canalizaciones principales.	Verificar dimensiones CCM's y areas de mantenimiento dentro de las sub estaciones. Verificar espacios de canalizaciones principales. Verificación de interferencia entre canalización, cañerías, y equipos. Revisión de espacio para cajas de conexionado.
		Subestaciones / Transformadores		
		Zonas de descarga, pasillos de acceso, acceso de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.		
		Botoneras arranque / parada de motor		
		Iluminación		
Bandejas de cables				
Paneles y gabinetes				

		Junction Boxes	Revisión de canalizaciones principales.	<p>Verificar posición de instrumentos montados en cañerías y en tanques/recipientes.</p> <p>Verificación de interferencia entre canalización, cañerías, y equipos.</p> <p>Revisión de espacio para cajas de conexionado.</p>
		Trincheras, Conduits/cañeros enterrados		
		Soportes		
	Instrumentación	Bandeja de cables		
		Paneles y gabinetes		
		Junction Boxes		
		Trincheras, Conduits/cañeros enterrados		
		Soportes		
		Soportes para instrumentación de equipo remota		
		Fire and Gas equipment		

Clasificación AACEI (referencia de precisión de la estimación)

ID

		Review Items	¿Qué verificar durante el Design Review del 30%?
Piping y Mecánica		Equipos	Disposición general de los equipos principales.
		Zonas de carga/descarga, Acceso/Egreso, vías de escapes, accesos de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, ubicación de grúas, etc.	Facilidades para operación de equipos. Plataformas de acceso, escaleras, barandas, altura de válvulas, acceso para operación y salidas requeridas por seguridad, operadores de cadenas, espacio de circulación entre equipos.
		Cañerías de procesos y servicios, incluyendo válvulas.	Facilidades de mantenimiento. Grúas, pescantes, etc.
		Instrumentación	Áreas de mantenimiento. Acceso a equipo y áreas de desarme.
		Partes especiales de cañerías	Altura bajo parrales. Acceso para equipos y montacargas. Ruteo de Cañerías Críticas.
		Pipe Stress Análisis	Constructibilidad. Acceso y posicionamiento de grúas de gran porte. Revisar ubicación de duchas lavajos. Ubicación de colectores enterrados.
		Soportes de cañerías	
		Soportes estructurales de cañerías	Verificar diseño de todas las líneas de proceso y servicios, incluyendo accesorios especiales, e instrumentos, entre otros.
		Duchas y lavajos	
		Estaciones de servicio	
		Protección contra incendio	
		Manifolds traicing de vapor	
		Cañerías enterradas	

HVAC	Ductos de suministro y retorno	Áreas de mantenimiento del equipo HVAC. Dimensiones generales.
	Conductos de escape (ventilación específica, colectores de polvo, etc.)	
	Equipos, Paneles y Componentes del Sistema	
	Zonas de descarga, pasillos de acceso, espacio de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	
	Soportes	
Arquitectura	Edificios y grandes estructuras. Salas de control, Sub Estaciones, etc	Evaluar dimensiones de edificios. Método de construcción. Áreas para obradores.
	Paredes	
	Ventanas, puertas, semicírculo de apertura de puertas.	
	Techos / Drenaje de piso	
Civil	Pendiente del sitio	Verificar interferencias de fundaciones principales. Verificar interferencias en el underground.
	Pilotes	
	Fundaciones	
	Pavimento	
	Sumideros de proceso, zanjas y alcantarillas	

Items to be Reviewed (by Engineering and Design Disciplines)			
Infraestructura	Calles	Revisión de accesos y vías de evacuación. Áreas pavimentadas, carreteras, y caminos de circulación.	
	Vías Ferrocarril		
	Muelles		
	Alambrado / Vallado		
	Diques		
Estructural	Estructura principal	Altura bajo estructuras principales. Puentes de cañerías. Expansión futura, espacios de reserva, amplitud y niveles. Acceso de equipos de mantenimiento bajo parrales de cañerías.	
	Estructura secundaria		
	Vigas verticales		
	Vigas horizontales		
	Nudos, conexiones		

		Pisos / Suelos	
		Plataformas y entrepisos	
		Escaleras	
		Barandas y guarda pie	
		Estructura de soporte de equipos	
	Civil, Estructural	Drenaje pluvial / Sistema de drenaje	Verificar interferencias con underground.
	CSA - Varios	Facilidades de izaje (Perfiles y elevadores)	Facilidades para mantenimiento. pescantes, monorrales, grúas.
		Soportes estructurales misceláneos (Elec/Inst)	
		Soportes estructurales misceláneos (Piping)	
		Fireproofing	
	Electricidad	CCMs	Verificar dimensiones CCM's y áreas de mantenimiento dentro de las sub estaciones. Verificar espacios de canalizaciones principales.
		Subestaciones / Transformadores	
		Zonas de descarga, pasillos de acceso, acceso de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	
		Botoneras arranque / parada de motor	
		Iluminación	
		Bandejas de cables	

		Paneles y gabinetes	Revisión de canalizaciones principales.
		Junction Boxes	
		Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	
		Soportes	
	Instrumentación	Bandeja de cables	
		Paneles y gabinetes	
		Junction Boxes	
		Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	
		Soportes	
		Soportes para instrumentación de equipo remota	
Fire and Gas equipment			

Clasificación AACEI (referencia de precisión de la estimación)

ID

	Review Items	¿Qué verificar durante el Design Review del 60%?
Piping y Mecánica	Equipos	Verificar accesos, vías evacuación, áreas pavimentadas, carreteras, canales y drenajes, tuberías subterráneas.
	Zonas de carga/descarga, Acceso/Egreso, vías de escapes, accesos de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, ubicación de grúas, etc.	Facilidades para mantenimiento: pescantes, monorraíles, grúas, acceso entre equipos, amplitud y altura bajo puentes de tuberías (acceso para montacargas y equipos), espacios libres para intercambiadores (carcasa-tubo), mantenimiento de equipos, entre otros.
	Cañerías de procesos y servicios, incluyendo válvulas.	
	Instrumentación	Constructibilidad: vías de acceso, accesos de grúas y espacio para maniobras, alcance de grúas, montaje de cañerías, instalación de módulos o paquetes modulares, soldaduras de campo, venteos y drenajes de pruebas hidrostáticas.
	Partes especiales de cañerías	
	Pipe Stress Análisis	Consolidar ubicación de duchas lavaojos.
	Soportes de cañerías	Revisión de 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, etc.
	Soportes estructurales de cañerías	Revisión de todos los equipos y distribución del sistema de contra incendios: Monitores, hidrantes, bocas de incendio, anillos, etc.
	Duchas y lavaojos	
	Estaciones de servicio	
	Protección contra incendio	
	Manifolds traicing de vapor	
	Cañerías enterradas	

HVAC	Ductos de suministro y retorno	Revisión de áreas de mantenimiento del equipo HVAC. Dimensiones generales.
	Conductos de escape (ventilación específica, colectores de polvo, etc.)	
	Equipos, Paneles y Componentes del Sistema	
	Zonas de descarga, pasillos de acceso, espacio de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	
	Soportes	
Arquitectura	Edificios y grandes estructuras. Salas de control, Sub Estaciones, etc	Consolidar dimensiones de edificios. Consolidar método de construcción.
	Paredes	
	Ventanas, puertas, semicírculo de apertura de puertas.	
	Techos / Drenaje de piso	
Civil	Pendiente del sitio	Verificar interferencias de fundaciones principales. Verificar interferencias en el underground.
	Pilotes	
	Fundaciones	
	Pavimento	
	Sumideros de proceso, zanjas y alcantarillas	

Items to be Reviewed (by Engineering and Design Disciplines)			
Infraestructura	Calles	Validación de accesos y vías de evacuación. Áreas pavimentadas, carreteras, y caminos de circulación.	
	Vías Ferrocarril		
	Muelles		
	Alambrado / Vallado		
	Diques		
Estructural	Estructura principal	Puentes de cañerías: expansión futura, espacios de reserva (amplitud y niveles), bridas alternadas, ramales y cambios de nivel en cambios de dirección. Revisión de estructuras menores.	
	Estructura secundaria		
	Vigas verticales		
	Vigas horizontales		
	Nudos, conexiones		

		Pisos / Suelos	
		Plataformas y entrepisos	
		Escaleras	
		Barandas y guarda pie	
		Estructura de soporte de equipos	
	Civil, Estructural	Drenaje pluvial / Sistema de drenaje	Verificar interferencias con underground.
	CSA - Varios	Facilidades de izaje (Perfiles y elevadores)	Revisión de facilidades para mantenimiento. pescantes, monorraíles, grúas.
		Soportes estructurales misceláneos (Elec/Inst)	
		Soportes estructurales misceláneos (Piping)	
		Fireproofing	
	Electricidad	CCMs	Verificar dimensiones CCM's y áreas de mantenimiento dentro de las sub estaciones. Verificar espacios de canalizaciones principales.
		Subestaciones / Transformadores	Verificación de interferencia entre canalización, cañerías, y equipos.
		Zonas de descarga, pasillos de acceso, acceso de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	Revisión de espacio para cajas de conexionado.
		Botoneras arranque / parada de motor	
		Iluminación	
		Bandejas de cables	

Instrumentación	Paneles y gabinetes	<p>Verificar posición de instrumentos montados en cañerías y en tanques/recipientes.</p> <p>Verificación de interferencia entre canalización, cañerías, y equipos.</p> <p>Revisión de espacio para cajas de conexionado.</p>
	Junction Boxes	
	Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	
	Soportes	
	Bandeja de cables	
	Paneles y gabinetes	
	Junction Boxes	
	Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	
	Soportes	
	Soportes para instrumentación de equipo remota	
Fire and Gas equipment		

Clasificación AACEI (referencia de precisión de la estimación)

ID

		Review Items	¿Qué verificar durante el Design Review del 90%?
Piping y Mecánica		Equipos	Verificar accesos, vías evacuación, áreas pavimentadas, carreteras, canales y drenajes, tuberías subterráneas.
		Zonas de carga/descarga, Acceso/Egreso, vías de escapes, accesos de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, ubicación de grúas, etc.	Facilidades para mantenimiento: pescantes, monorraíles, grúas, acceso entre equipos, amplitud y altura bajo puentes de tuberías (acceso para montacargas y equipos), espacios libres para intercambiadores (carcasa-tubo), mantenimiento de equipos, entre otros.
		Cañerías de procesos y servicios, incluyendo válvulas.	
		Instrumentación	Constructibilidad: vías de acceso, accesos de grúas y espacio para maniobras, alcance de grúas, montaje de cañerías, instalación de módulos o paquetes modulares, soldaduras de campo, venteos y drenajes de pruebas hidrostáticas.
		Partes especiales de cañerías	
		Pipe Stress Análisis	Consolidar ubicación de duchas lavaojos. Revisión de 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, etc.
		Soportes de cañerías	
		Soportes estructurales de cañerías	Consolidar todos los equipos y distribución del sistema de contra incendios: Monitores, hidrantes, bocas de incendio, anillos, etc.
		Duchas y lavaojos	
		Estaciones de servicio	
		Protección contra incendio	
		Manifolds traicing de vapor	
		Cañerías enterradas	

HVAC	Ductos de suministro y retorno	Validación de áreas de mantenimiento del equipo HVAC. Dimensiones generales.
	Conductos de escape (ventilación específica, colectores de polvo, etc.)	
	Equipos, Paneles y Componentes del Sistema	
	Zonas de descarga, pasillos de acceso, espacio de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	
	Soportes	
Arquitectura	Edificios y grandes estructuras. Salas de control, Sub Estaciones, etc	
	Paredes	
	Ventanas, puertas, semicírculo de apertura de puertas.	
	Techos / Drenaje de piso	
Civil	Pendiente del sitio	Verificar interferencias de fundaciones principales. Verificar interferencias en el underground.
	Pilotes	
	Fundaciones	
	Pavimento	
	Sumideros de proceso, zanjas y alcantarillas	

Items to be Reviewed (by Engineering and Design Disciplines)		
Infraestructura	Calles	
	Vías Ferrocarril	
	Muelles	
	Alambrado / Vallado	
	Diques	
Estructural	Estructura principal	Puentes de cañerías: expansión futura, espacios de reserva (amplitud y niveles), bridas alternadas, ramales y cambios de nivel en cambios de dirección. Validación de estructuras menores.
	Estructura secundaria	
	Vigas verticales	
	Vigas horizontales	
	Nudos, conexiones	

		Pisos / Suelos	
		Plataformas y entrepisos	
		Escaleras	
		Barandas y guarda pie	
		Estructura de soporte de equipos	
	Civil, Estructural	Drenaje pluvial / Sistema de drenaje	Verificar interferencias con underground.
	CSA - Varios	Facilidades de izaje (Perfiles y elevadores)	Aprobación de facilidades para mantenimiento. pescantes, monorrieles, grúas.
		Soportes estructurales misceláneos (Elec/Inst)	
		Soportes estructurales misceláneos (Piping)	
		Fireproofing	
	Electricidad	CCMs	Verificar dimensiones CCM's y áreas de mantenimiento dentro de las sub estaciones. Verificar espacios de canalizaciones principales.
		Subestaciones / Transformadores	Revisión de todas las bandejas de cables, conduit, tubos de más de 3", etc.
		Zonas de descarga, pasillos de acceso, acceso de mantenimiento, zonas de extracción, zonas de operación, etc.	Revisión de todas las cajas de conexionado.
		Botoneras arranque / parada de motor	
		Iluminación	
		Bandejas de cables	

Instrumentación	Paneles y gabinetes	
	Junction Boxes	
	Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	
	Soportes	
	Bandeja de cables	Revisión de todos los instrumentos. Revisión de todas las bandejas de cables, conduit, tubos de más de 3", etc.
	Paneles y gabinetes	Revisión de todas las cajas de conexionado.
	Junction Boxes	Revisión de válvulas automáticas o de control y de instrumentos de todos los diámetros con los certificados de los proveedores.
	Trincheras, Conduits/cañeros enterrados	
Soportes		
Soportes para instrumentación de equipo remota		
Fire and Gas equipment		