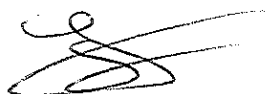


ANEXO I

ESTÁNDARES DE GESTIÓN, GEOREFERENCIACIÓN E INTEROPERABILIDAD

Documento de Interfaz con el Modelo Digital Institucional Proyecto: Vía de Evitamiento de la Ciudad de Cusco — Fase de Estructuración y Transacción APP

Versión vigente



1. Objeto

El presente Anexo regula las condiciones de estructuración, georeferenciación, gestión e interoperabilidad aplicables a toda la información que el CONSULTOR integre, transforme o produzca en el marco de los Términos de Referencia.

Este Anexo es independiente del contenido técnico o económico del encargo, que queda regulado en el contrato y sus demás cláusulas. Su función exclusiva es establecer cómo debe estructurarse y gestionarse esa información para garantizar su compatibilidad con el Modelo Digital Institucional de PROINVERSIÓN, independientemente de su origen, formato previo o empresa que la haya generado.

△ El CONSULTOR gestiona su propio CDE y sistemas GIS/GMAO con plena libertad de herramientas. Su obligación no es implementar los sistemas institucionales, sino producir información estructuralmente compatible con ellos.

2. Marco Institucional Aplicable

El presente Anexo se implementa mediante los Apéndices Técnicos del Modelo Digital del Proyecto, los cuales establecen las reglas específicas de georeferenciación, identificación de activos e interoperabilidad de la información.

Son de aplicación directa los siguientes Apéndices:

Apéndice 1	Marco geodésico y sistema de coordenadas del proyecto
Apéndice 2	Catálogo Oficial de Activos (COA)
Apéndice 3	Ciclo de vida del activo digital
Apéndice 4	Georeferenciación de modelos BIM

Estos documentos establecen las reglas técnicas necesarias para garantizar la convergencia entre:

- ingeniería del proyecto (BIM),
- información territorial (GIS),
- gestión operativa del activo.

La integración entre estos dominios se basa en la estructura común del activo digital definida mediante:

AssetID + coordenadas territoriales + referencia lineal del eje (PK).

3. Secuencia Técnica definida en los Apéndices 1-4.

Con carácter previo a cualquier entregable, el CONSULTOR completará las siguientes fases en orden estricto:

Fase 0 — CRS del Proyecto

Declaración formal del sistema de referencia espacial: EPSG explícito, zona UTM, datum SIRGAS/WGS84 (Apéndice 1). Si el proyecto cruza zonas UTM, se adoptará un único CRS de ingeniería conforme al Apéndice 1. Condición previa a cualquier trabajo territorial; sin CRS declarado no existe información válida.

Fase 1 — Auditoría y transformación

Recepción y auditoría de toda la información existente del proyecto, independientemente de su origen y formato (CAD, PDF, Excel, estudios de distintas empresas). Transformación a formatos interoperables con EPSG explícito y transformabilidad matemática verificable. Registro de fuente, empresa de origen y fecha de cada dato incorporado.

Fase 2 — Eje institucional

Definición del eje oficial del corredor en el CRS declarado, con identificador, versión y epsg_code registrados. Base obligatoria para el cálculo de progresivas (PK). El eje deberá ser coherente con la traza de los estudios previos existentes y constituye referencia inmutable para los entregables posteriores.

4. Estructura Mínima por Activo

Todo activo integrado en el marco del contrato deberá cumplir simultáneamente los siguientes requisitos, conforme a la estructura del activo definida en el Apéndice 2 — Catálogo Oficial de Activos (COA):

- AssetID institucional conforme al Catálogo Oficial de Activos (COA).
- Tipo de activo con clasificación disciplinaria.
- Fuente de generación declarada: BIM / GIS / GMAO, con empresa de origen y fecha.
- Geometría válida con tipo declarado: POINT / LINESTRING / POLYGON.
- Código EPSG explícito, coherente con el CRS declarado en Fase 0.
- Referencia lineal (axis_id, pk_declared) cuando exista eje institucional definido.
- nexo_bim y nexo_gis declarados.

⚠ El campo nexo_bim = sí implica que el activo tiene representación en modelo IFC y deberá cumplir adicionalmente el Apéndice 4. El campo nexo_gis = sí es obligatorio para todo activo con geometría territorial.

5. Modelo IFC — Requisitos de Estructuración

Toda información integrada con representación en modelo BIM deberá estructurarse en IFC 4.3 para infraestructura conforme al Apéndice 4. El CONSULTOR garantizará:

- Declaración de IfcProjectedCRS e IfcMapConversion conformes al Apéndice 4.
- Coherencia matemática verificable: vector unitario, bounding box territorial, tolerancia PK verificable conforme al Apéndice 4.
- Trazabilidad de cada elemento IFC hacia su fuente: empresa de origen, documento o estudio, fecha.
- Estructura jerárquica mínima: IfcProject → IfcSite → IfcFacility → IfcFacilityPart por tramo.
- Federación de disciplinas en un modelo consolidado.
- Formato OpenBIM (IFC 4.3). No se admitirán entregables dependientes exclusivamente de software propietario.

La información territorial sin modelado BIM deberá igualmente declarar EPSG explícito y coherencia PK verificable, conforme al Apéndice 1.



6. Entorno Común de Datos (CDE) del Consultor

El CONSULTOR deberá operar un Entorno Común de Datos (CDE) propio, conforme a ISO 19650, como repositorio central de toda la información del proyecto durante la vigencia del contrato. No se admitirá gestión de información en repositorios no estructurados, carpetas compartidas genéricas ni sistemas sin control de estados y versionado.

El CDE del CONSULTOR deberá garantizar:

- Gestión de estados de información conforme a ISO 19650: en elaboración, en revisión, aprobado para compartir, publicado.
- Versionado inalterable de entregables: cada versión publicada queda registrada y no puede modificarse retroactivamente.
- Segregación por disciplina, fase e hito contractual.
- Registro automático de eventos de carga, actualización y publicación con timestamp y usuario responsable.
- Acceso en modo lectura para PROINVERSIÓN en cualquier momento del contrato, sin necesidad de solicitud formal previa.
- Interoperabilidad con el OpenCDE institucional del PROINVERSIÓN mediante APIs abiertas buildingSMART.

El CONSULTOR publicará entregables validados en el CDE institucional de forma incremental, conforme avance la integración. No se admitirán entregas únicas al cierre del contrato como único mecanismo de transferencia.

△ PROINVERSIÓN debe poder consultar, validar y trabajar sobre el modelo a medida que se integra la información, sin esperar a la entrega final.

7. Sistema de Gestión Local Estructurado (GIS/MAO)

El CONSULTOR implementará un sistema de gestión local estructurado (equivalente funcional a un sistema GIS/GMAO de gestión de activos), destinado a organizar la información territorial, predial, de interferencias y de activos del proyecto durante la fase de estructuración.

Dicho sistema deberá:

- Mantener identificación inequívoca de activos mediante asset_uid estructurado.
- Almacenar geometría con EPSG explícito, coherente con el CRS declarado.
- Vincular activos, eventos e intervenciones con timestamp verificable por registro.
- Mantener trazabilidad de versiones y registro de fuente por cada dato incorporado.
- Evitar gestión fragmentada en repositorios no estructurados o formatos no interoperables.
- Permitir exportación estructurada completa en cualquier momento del contrato.

La estructura de datos deberá ser compatible con el modelo del ciclo del activo definido en el Apéndice 3, de modo que permita futura sincronización con los sistemas institucionales sin rediseño de base de datos. La arquitectura tecnológica es de libre elección del CONSULTOR, siempre que no genere dependencia propietaria que impida la transferencia institucional.



8. Información Económica Estructurada por Activo

Toda información económica generada o integrada en el marco del contrato deberá estructurarse de forma vinculada al AssetID institucional, de modo que el BIM pueda asociarla automáticamente a cada activo sin intervención manual.

No se admitirán entregas económicas desvinculadas del inventario de activos, ni formatos que requieran transformación o limpieza previa a su carga institucional.

La información económica se entregará en CSV estructurado con las siguientes condiciones de formato:

- Separador de campo declarado explícitamente (coma o punto y coma).
- Encoding UTF-8 sin BOM.
- Sin celdas combinadas, filas de subtotal, colores como semántica ni metadatos de formato.
- Primera fila de cabecera con nombres de campo exactos conforme al esquema institucional.
- Una fila por activo o por estimación, sin agrupaciones implícitas.

El esquema mínimo de campos por registro económico es el siguiente:

asset_uid	Identificador único del activo. Clave primaria de vínculo con el inventario COA y el modelo IFC. Obligatorio.
tipologia	Clasificación disciplinaria del activo conforme al COA. Obligatorio.
capex_total	Costo de construcción total del activo o grupo de activos. En soles sin IGV. Obligatorio.
capex_unitario	Costo unitario por unidad de medida declarada (m, m ² , ud.). Permite comparación entre propuestas. Obligatorio cuando aplique.
unidad_medida	Unidad de medida del capex_unitario: m, m ² , m ³ , ud. Obligatorio cuando capex_unitario está presente.
opex_anual	Costo anual de operación y mantenimiento. En soles sin IGV. Obligatorio.
vida_util_años	Vida útil estimada del activo en años. Imprescindible para simulación de ciclo de vida. Obligatorio.
nivel_madurez	Nivel de confianza de la estimación: Orden de magnitud / Conceptual / Detallado. Obligatorio.
fuentes	Empresa, estudio o documento de origen de la estimación económica. Obligatorio.
fecha_estimacion	Fecha de la estimación en formato ISO 8601 (YYYY-MM-DD). Obligatorio.
observaciones	Notas o condicionantes relevantes para la interpretación de la estimación. Opcional.

⚠ El campo nivel_madurez es crítico para la evaluación de propuestas: PROINVERSIÓN necesita saber si está comparando estimaciones de orden de magnitud o presupuestos detallados. Una estimación conceptual y una detallada no son comparables directamente.

La concordancia entre el asset_uid del CSV económico, el AssetID del inventario COA y el identificador del elemento IFC deberá ser verificable automáticamente. La discordancia en cualquiera de estos tres vínculos constituirá incumplimiento técnico del entregable.

9. Georeferenciación Obligatoria

Toda información territorial deberá cumplir el Apéndice 1. En particular:

- Toda geometría declarará EPSG explícito coherente con el CRS del proyecto.
- No se admitirán sistemas locales no documentados ni conversiones sin trazabilidad técnica.
- La coherencia entre progresivas (PK) y coordenadas reales deberá ser verificable en todo momento.
- La tolerancia máxima admisible será la establecida en el Apéndice 4.
- Cuando se cruce más de una zona UTM, se aplicará CRS único conforme al Apéndice 1.

△ Toda conversión de coordenadas entre sistemas deberá documentarse con trazabilidad técnica completa. No se aceptarán transformaciones manuales sin registro verificable.

10. Naturaleza de la Información y Canales de Integración

Los Apéndice 2 y 3 contienen la matriz completa de determinación de canal. El CONSULTOR deberá estructurar su información distinguiendo las siguientes naturalezas, de forma que su futura incorporación al Modelo Digital Institucional utilice el canal correcto:

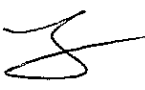
Información de ingeniería con impacto contractual	Modificaciones de sección tipo, alineamiento, estructuras. Estructurar en OpenBIM (IFC 4.3) conforme al Apéndice 4. Canal de incorporación institucional: OpenBIM.
Información territorial sin impacto contractual	Activos GIS, levantamientos, inventarios sin redesign de ingeniería. Estructurar según tipología definida en los Apéndices 2 y 3.
Información económica por activo	CSV estructurado vinculado al AssetID conforme a la sección 8. Canal de incorporación institucional: BIM Central / Metadata Central del SaaS mediante carga estructurada.

No se permite escritura directa en bases institucionales ni integración fuera de los canales definidos en el Apéndices 2 y 3.

11. Exportabilidad y Ausencia de Dependencia Propietaria

En caso PROINVERSIÓN disponga durante la ejecución del contrato de plataformas institucionales tales como BIM Central, OpenCDE institucional o sistemas GMAO centrales, el CONSULTOR deberá garantizar que la información estructurada generada pueda ser transferida o sincronizada con dichos sistemas sin reprocesamiento manual.

Independientemente, al cierre del contrato, el CONSULTOR entregará:

- 
- La totalidad de la base de datos estructurada.
 - Diccionario de datos y esquema relacional.
 - Exportación en formatos abiertos: GeoJSON, GPKG, CSV estructurado, IFC 4.3.

- CSV económico estructurado conforme al esquema de la sección 8.
- Manifest de integridad con versiones y hashes verificables (SHA-256 o equivalente) de todos los archivos entregados.
- Documentación suficiente para que PROINVERSIÓN cargue la información en el sistema institucional sin intervención del CONSULTOR y sin dependencia de licencias propietarias.

12. Régimen de Aceptación Técnica

La aceptación técnica de los entregables bajo este Anexo estará condicionada a la verificación de los siguientes criterios de interoperabilidad, con independencia de los criterios de contenido que establezca el contrato:

- ✓ CRS declarado formalmente antes del inicio de la transformación.
- ✓ Toda geometría con EPSG explícito coherente con el CRS del proyecto.
- ✓ AssetID único por activo, sin duplicidades, conforme al COA.
- ✓ Modelo IFC con lfcProjectedCRS e lfcMapConversion correctos.
- ✓ CDE operativo con acceso institucional en lectura verificable.
- ✓ Publicaciones incrementales realizadas conforme a la periodicidad contractual.
- ✓ CSV económico con esquema institucional completo y concordancia AssetID verificable.
- ✓ Trazabilidad de fuente declarada por cada activo o dato incorporado.
- ✓ Estructura de datos compatible con el modelo de integración del Apéndice 3.
- ✓ Exportación completa en formatos abiertos sin restricciones propietarias.
- ✓ Manifest de integridad con hashes verificables.

△ Cuando PROINVERSIÓN disponga de la plataforma SaaS institucional operativa, la aceptación técnica del modelo IFC quedará condicionada adicionalmente a la validación automática positiva del modelo contra el IDS institucional ejecutada en dicha plataforma.

13. Prohibiciones Expresas

- X Geometría sin EPSG explícito o con sistemas locales no documentados.
- X Activos sin AssetID estructurado conforme al COA.
- X Modelos BIM sin lfcProjectedCRS e lfcMapConversion cuando exista representación territorial.
- X Conversiones de coordenadas sin trazabilidad técnica documentada.
- X Gestión de información BIM fuera de un CDE conforme a ISO 19650.
- X Entrega única de información al cierre del contrato como único mecanismo de transferencia al OpenCDE institucional.
- X Información económica desvinculada del AssetID institucional o en formatos que requieran transformación previa.
- X Arquitecturas o formatos que generen dependencia propietaria que impida la transferencia institucional.
- X Gestión fragmentada de información en repositorios no estructurados o no interoperables.
- X Incoherencia verificable entre progresivas (PK) y coordenadas reales.
- X Entrega de información sin manifest de integridad con hashes verificables.



14. Efecto Contractual

El incumplimiento de las obligaciones de interoperabilidad establecidas en el presente Apéndice podrá implicar rechazo técnico del entregable afectado y obligación de subsanación sin reconocimiento adicional de plazo ni costo, con independencia de que el contenido técnico del entregable sea correcto. En particular cuando concorra:

- Ausencia de declaración formal de CRS conforme al Apéndice 1.
- Geometría entregada sin EPSG explícito.
- Estructura de datos incompatible con el modelo de integración del Apéndice 3.
- Activos sin AssetID estructurado.
- Modelos BIM sin IfcProjectedCRS e IfcMapConversion cuando exista representación territorial.
- CDE no operativo o sin acceso institucional verificable.
- Ausencia de publicaciones incrementales en el OpenCDE institucional conforme a la periodicidad contractual.
- CSV económico sin concordancia verificable con el AssetID del inventario y del modelo IFC.
- Entregables con dependencia propietaria que impida su reutilización institucional.
- Manifest de integridad ausente o con hashes no verificables.



APÉNDICE 1

MARCO GEODÉSICO Y SISTEMA DE COORDENADAS DEL PROYECTO

1 Objeto

El presente Anexo establece el marco geodésico oficial y las reglas técnicas obligatorias para la generación, declaración, validación y entrega de información geoespacial asociada al proyecto.

Su objetivo es garantizar:

- coherencia territorial entre ingeniería, territorio y operación;
- interoperabilidad entre modelos BIM, registros GIS y sistemas de gestión de activos;
- trazabilidad espacial de todos los activos del proyecto.

Las disposiciones del presente Anexo son de cumplimiento obligatorio para:

- concesionarios,
- consultores,
- asesores técnicos,
- y cualquier entidad que genere información territorial vinculada al proyecto.

2 Marco geodésico oficial

El sistema geodésico oficial del proyecto se basa en el **Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS)**, compatible con **WGS84**, conforme a los estándares administrados por el Instituto Geográfico Nacional del Perú.

Toda información territorial deberá ser expresada en sistemas de coordenadas proyectadas UTM con datum WGS84, utilizando código EPSG explícito.

3 Sistemas de coordenadas aplicables en el Perú

Los sistemas UTM aplicables en el territorio nacional son:

EPSG	Zona UTM	Región aproximada
EPSG:32717	UTM Zona 17S	Región noroccidental
EPSG:32718	UTM Zona 18S	Región centro-occidental (incluye Lima)
EPSG:32719	UTM Zona 19S	Región sur y suroriental



El sistema de coordenadas oficial del proyecto deberá declararse explícitamente en toda información territorial entregada.

4 Regla de declaración del CRS del proyecto

Todo proyecto deberá declarar formalmente su **Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS)** antes del inicio de cualquier modelado o levantamiento territorial.

La declaración deberá incluir:

- EPSG del sistema proyectado;
- datum geodésico;
- zona UTM aplicable;
- unidad de medida (metros).

Sin CRS declarado, no se considerará válida la información territorial generada.

5 Regla de arranque territorial

En fases tempranas del proyecto, cuando aún no exista un eje de ingeniería definitivo, los levantamientos territoriales podrán realizarse directamente en el sistema UTM correspondiente a la zona geográfica del proyecto.

Este CRS se considerará provisional hasta la formalización contractual del sistema de referencia del proyecto.

Esta disposición permite iniciar trabajos territoriales tales como:

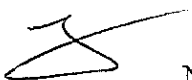
- identificación predial,
- levantamientos topográficos preliminares,
- identificación de interferencias,
- delimitación de áreas de intervención.

6 Regla de coherencia espacial obligatoria

Toda información territorial generada para el proyecto deberá ser coherente con el CRS oficial declarado.

En particular:

- todas las geometrías deberán estar expresadas en el CRS del proyecto;
- cuando exista eje institucional definido, las referencias lineales (PK) deberán calcularse en el CRS del eje.



No se permitirá el uso simultáneo de múltiples CRS dentro del mismo proyecto sin versionado formal del eje institucional.

7 Regla para proyectos que intersectan múltiples zonas UTM

Cuando un proyecto lineal cruce el límite teórico entre dos zonas UTM, deberá adoptarse un único CRS de ingeniería para todo el eje del proyecto, correspondiente a la zona dominante.

Las transformaciones entre zonas UTM deberán gestionarse mediante sistemas geográficos intermedios compatibles con WGS84.

8 Levantamientos territoriales y precisión mínima

Los levantamientos territoriales deberán garantizar una precisión planimétrica compatible con las necesidades de ingeniería, gestión predial y cálculo de áreas afectadas.

Como referencia general:

tipo de información	precisión planimétrica recomendada
Infraestructura	≤ 0.10 m
Pedios	≤ 0.30 m
Interferencias	≤ 0.50 m

Se aceptarán tecnologías de levantamiento tales como:

- GNSS diferencial (RTK o PPK),
- estación total,
- fotogrametría con posicionamiento GNSS,
- u otros métodos técnicamente equivalentes.

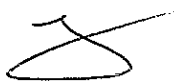
9 Identificación geoespacial de activos

Todo activo territorial del proyecto deberá registrarse con:

- sistema de coordenadas explícito (EPSG);
- geometría válida (punto, línea o polígono);
- identificador institucional del activo.

Esta regla aplica a todos los activos, incluyendo:

- infraestructura,
- predios,
- interferencias,
- elementos territoriales vinculados al proyecto.



10 Compatibilidad con modelos BIM

Cuando un activo territorial posea representación en modelos BIM, la georreferenciación del modelo deberá ser coherente con el CRS declarado para el proyecto.

Las reglas técnicas específicas de georreferenciación de modelos BIM se establecen en el **Anexo 4 — Georreferenciación de Modelos BIM**.

11 Prohibiciones técnicas

Se consideran incumplimientos técnicos del presente Anexo:

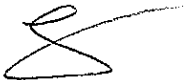
- X Entregar coordenadas sin EPSG explícito.
- X Mezclar zonas UTM dentro del mismo eje sin versionado formal.
- X Utilizar sistemas de coordenadas locales no documentados.
- X Convertir coordenadas manualmente sin trazabilidad técnica documentada.
- X Declarar un CRS provisional como definitivo sin formalización contractual.

12 Principio institucional de coherencia territorial

Toda información espacial generada para el proyecto deberá ser matemáticamente reproducible y compatible con el sistema de referencia declarado.

La coherencia geodésica constituye condición estructural para:

- la integración entre modelos BIM y sistemas GIS,
- el cálculo de referencias lineales del proyecto,
- la gestión territorial de predios e interferencias,
- y la operación posterior del activo.



APÉNDICE 2

CATÁLOGO OFICIAL DE ACTIVOS (COA)

1 Objeto

El presente Anexo establece la estructura institucional de identificación y descripción de los activos asociados al proyecto.

Su objetivo es garantizar que todos los activos generados durante el ciclo de vida del proyecto:

- sean identificables de forma única,
- puedan integrarse entre sistemas BIM, GIS y de gestión de activos,
- mantengan trazabilidad desde su origen hasta su operación.

El Catálogo Oficial de Activos (COA) constituye la referencia única para la identificación de activos en el proyecto.

2 Principio de unicidad del activo

Todo activo vinculado al proyecto deberá poseer un **identificador institucional único**, denominado **AssetID**.

El AssetID constituye el identificador común utilizado en:

- modelos BIM,
- registros GIS,
- sistemas de gestión de activos,
- sistemas de mantenimiento,
- sistemas de seguimiento contractual.

Un activo no podrá existir en ningún sistema del proyecto sin un AssetID válido.

3 Dominio del activo

Los activos del proyecto pueden originarse en tres dominios técnicos:

dominio	descripción
Ingeniería (BIM)	activos derivados del modelado de infraestructura
Territorio (GIS)	activos derivados de levantamientos territoriales
Operación (GMAO)	activos derivados de la gestión operativa

Independientemente de su dominio de origen, todos los activos deberán cumplir la estructura definida en el COA.

4 Identificador institucional del activo (AssetID)

El identificador institucional del activo deberá cumplir la siguiente estructura general:

PROYECTO - DISCIPLINA - TIPOLOGÍA - SECUENCIA

Ejemplo:

AVP-ITS-PORTICO-0001

AVP-PRED-PREDIO-0245

AVP-HID-DRENAJE-0032

Donde:

componente	significado
PROYECTO	código del proyecto
DISCIPLINA	dominio técnico
TIPOLOGÍA	tipo de activo
SECUENCIA	número correlativo

La estructura detallada podrá definirse en el Plan de Ejecución BIM o documento equivalente aprobado por el Concedente.

5 Estructura mínima de información del activo

Todo activo deberá registrar como mínimo la siguiente información:

propiedad	descripción
asset_id	identificador institucional del activo
disciplina	disciplina técnica
tipologia	tipo de activo
nexo_bim	indica si el activo posee representación BIM
nexo_gis	indica si el activo posee representación territorial
source_system	sistema de origen del activo
estado_activo	estado dentro del ciclo del activo



6 Identificación geoespacial del activo

Cuando el activo posea representación territorial, deberá registrarse además:

propiedad	descripción
geometry_type	tipo de geometría
epsg_code	sistema de coordenadas
pk_inicio	referencia lineal inicial
pk_fin	referencia lineal final
geo_quality	precisión estimada de la geometría

Los tipos de geometría permitidos son:

POINT
LINESTRING
POLYGON

7 Activos territoriales

Se consideran activos territoriales aquellos cuya representación principal se encuentra en el sistema territorial del proyecto.

Entre ellos se incluyen:

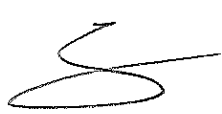
- predios,
- interferencias,
- áreas de intervención,
- servidumbres,
- delimitaciones territoriales del proyecto.

Estos activos podrán existir sin representación BIM.

8 Propiedades mínimas para predios

Todo predio asociado al proyecto deberá registrar al menos la siguiente información:

propiedad	descripción
predio_id	identificador predial
codigo_catastral	código catastral oficial
area_predio_m2	área total del predio
area_afectada_m2	área afectada por el proyecto
estado_predial	estado del proceso predial
valor_tasacion	valor de tasación
fecha_tasacion	fecha de tasación



Cuando un área territorial represente múltiples predios, cada predio deberá registrarse como activo independiente.

9 Propiedades mínimas para interferencias

Las interferencias identificadas en el territorio deberán registrar al menos:

propiedad	descripción
interferencia_id	identificador
tipo_servicio	tipo de infraestructura
operador	entidad responsable
estado_interferencia	estado del proceso
impacto_diseno	indica impacto sobre ingeniería

10 Correspondencia entre BIM y GIS

Cuando un activo posea representación BIM, su identificador deberá coincidir con el AssetID definido en el COA.

La representación BIM deberá mantener correspondencia con el activo territorial mediante:

- AssetID común,
- coherencia de sistema de coordenadas,
- consistencia de propiedades del activo.

11 Dominio de modificación del activo

La modificación de la información del activo deberá respetar el dominio técnico correspondiente:

dominio	responsabilidad
BIM	modificación de ingeniería
GIS	modificación territorial
GMAO	modificación operativa

Ningún sistema podrá modificar información fuera de su dominio técnico sin validación formal.

12 Principio de convergencia del activo digital

Los activos generados en cualquier dominio deberán converger en un registro institucional común que garantice la coherencia territorial del proyecto.

El COA constituye el mecanismo que permite dicha convergencia, garantizando la interoperabilidad entre sistemas.

13 Prohibiciones técnicas

Se consideran incumplimientos del presente Anexo:

X Crear activos sin AssetID institucional.

X Registrar predios agrupados cuando existan múltiples predios individuales.

X Utilizar identificadores distintos para un mismo activo en sistemas diferentes.

X Modificar propiedades del activo fuera del dominio técnico correspondiente.

APÉNDICE 3

CICLO DE VIDA DEL ACTIVO DIGITAL

1 Objeto

El presente Anexo establece las reglas institucionales que regulan el ciclo de vida de los activos asociados al proyecto, desde su identificación inicial hasta su operación.

Su objetivo es garantizar:

- trazabilidad del activo durante todo el ciclo del proyecto;
- coherencia entre información de ingeniería, territorio y operación;
- integración progresiva de la información generada por diferentes disciplinas.

2 Concepto de activo digital

Se entiende por **activo digital** toda representación estructurada de un elemento físico o territorial asociado al proyecto.

Un activo digital podrá representar, entre otros:

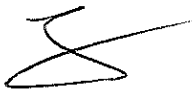
- infraestructura construida,
- predios afectados por el proyecto,
- interferencias de servicios,
- elementos operativos del sistema.

Todo activo digital deberá registrarse conforme a la estructura definida en el **Catálogo Oficial de Activos (COA)**.

3 Dominios de generación del activo

Los activos del proyecto pueden originarse en tres dominios técnicos:

dominio	origen del activo
Ingeniería (BIM)	modelado de infraestructura
Territorio (GIS)	levantamientos territoriales
Operación (GMAO)	gestión operativa del activo



El dominio de origen no condiciona la validez del activo dentro del sistema institucional.

4 Flujos de creación del activo

4.1 Activos originados en ingeniería

Los activos de infraestructura podrán originarse en modelos BIM derivados de la ingeniería del proyecto.

Ejemplos:

- estructuras,
- sistemas ITS,
- drenajes,
- obras de arte.

En estos casos el activo se genera inicialmente en el dominio de ingeniería y posteriormente se integra al registro territorial del proyecto.

4.2 Activos originados en territorio

Los activos territoriales podrán originarse en levantamientos territoriales realizados durante las fases de formulación, estructuración o ejecución del proyecto.

Ejemplos:

- predios,
- interferencias de servicios,
- servidumbres,
- delimitaciones territoriales.

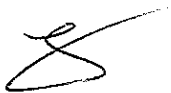
Estos activos podrán existir sin representación BIM.

4.3 Activos originados en operación

Durante la operación del activo podrán generarse nuevos registros derivados de:

- incidencias operativas,
- eventos territoriales,
- intervenciones de mantenimiento.

En estos casos el activo podrá originarse en sistemas de gestión operativa y posteriormente integrarse al registro territorial institucional.



5 Integración territorial del activo

Independientemente de su dominio de origen, todo activo deberá poseer representación territorial coherente con el sistema de coordenadas del proyecto.

La representación territorial del activo constituye la referencia oficial para:

- análisis espacial del proyecto,

- cálculo de referencias lineales,
- gestión territorial del activo.

6 Representación BIM del activo

Cuando el activo posea representación en modelos BIM, esta deberá cumplir las reglas de georreferenciación establecidas en el **Anexo H — Georreferenciación de Modelos BIM**.

La representación BIM constituye la referencia técnica para:

- ingeniería del proyecto,
- coordinación interdisciplinaria,
- definición geométrica del activo.

7 Registro institucional del activo

Todos los activos deberán integrarse progresivamente en el registro institucional del proyecto, utilizando la estructura de identificación definida en el COA.

Este registro permitirá:

- trazabilidad del activo,
- coherencia entre dominios técnicos,
- integración entre fases del proyecto.

8 Dominio de modificación del activo

Las modificaciones de la información del activo deberán realizarse respetando el dominio técnico correspondiente.

dominio	alcance de modificación
Ingeniería	modificación de geometría y diseño
Territorio	modificación de información territorial
Operación	modificación de información operativa

Las modificaciones realizadas en un dominio no deberán alterar información perteneciente a otro dominio sin validación técnica correspondiente.

9 Integración progresiva del activo

A medida que el proyecto avance en su ciclo de vida, la información del activo deberá enriquecerse progresivamente mediante la incorporación de datos provenientes de distintos dominios técnicos.

Este proceso de integración progresiva permitirá consolidar la representación digital del activo a lo largo de las diferentes fases del proyecto.

10 Gestión predial dentro del ciclo del activo

Los predios identificados como parte del proyecto deberán registrarse como activos territoriales independientes.

Cada predio deberá poseer:

- identificación única,
- delimitación territorial,
- estado del proceso predial.

La gestión predial constituye una fase fundamental del ciclo territorial del activo y deberá integrarse progresivamente con la información de ingeniería del proyecto.

11 Gestión de interferencias

Las interferencias de servicios identificadas durante el desarrollo del proyecto deberán registrarse como activos territoriales.

La gestión de interferencias deberá permitir:

- identificación del servicio afectado,
- registro del operador responsable,
- seguimiento del estado de resolución.

12 Principio de convergencia del activo digital

Los activos generados en cualquier dominio técnico deberán converger progresivamente en una representación digital coherente del proyecto.

Esta convergencia se basa en:

- el sistema de coordenadas definido en el Anexo 1;
- la estructura del activo definida en el COA;
- las reglas de georreferenciación establecidas en el Anexo 4.



13 Prohibiciones técnicas

Se consideran incumplimientos del presente Anexo:

- X Crear activos sin registro en el COA.
- X Modificar activos fuera del dominio técnico correspondiente.
- X Eliminar registros históricos de activos.
- X Registrar interferencias o predios sin delimitación territorial.

APÉNDICE 4

GEOREFERENCIACIÓN DE MODELOS BIM

1 Objeto

El presente Anexo establece las reglas técnicas para la georreferenciación de los modelos BIM asociados al proyecto.

Su objetivo es garantizar que los modelos BIM puedan integrarse de forma coherente con el sistema territorial del proyecto, permitiendo su interoperabilidad con sistemas GIS y de gestión de activos.

Las disposiciones de este Anexo son obligatorias para todos los modelos BIM entregados en el marco del contrato.

2 Principio de georreferenciación

Todo modelo BIM deberá estar vinculado al sistema de coordenadas oficial del proyecto definido en el **Apéndice 1 — Marco Geodésico**.

La georreferenciación deberá garantizar que las coordenadas de cualquier elemento del modelo puedan transformarse matemáticamente al sistema territorial del proyecto.

3 Estructura IFC obligatoria

Los modelos BIM entregados deberán incluir, como mínimo, la siguiente estructura IFC:

```
IfcProject
├─ IfcGeometricRepresentationContext
│   ├── IfcProjectedCRS
│   └─ IfcMapConversion
└─ IfcSite
    └─ IfcLocalPlacement
```

Esta estructura constituye la base de la georreferenciación del modelo.



4 Sistema de referencia proyectado

El sistema de referencia territorial del modelo deberá declararse mediante la entidad:

```
IfcProjectedCRS
```

Esta entidad deberá declarar explícitamente:

atributo	descripción
Name	sistema de coordenadas
GeodeticDatum	datum geodésico
MapProjection	proyección cartográfica
MapZone	zona UTM
MapUnit	unidad del sistema

Ejemplo:

```
Name = "EPSG:32718"  
GeodeticDatum = "WGS84"  
MapProjection = "UTM"  
MapZone = "18S"  
MapUnit = "metre"
```

5 Transformación entre sistema local y sistema territorial

La relación entre el sistema local del modelo BIM y el sistema territorial del proyecto se define mediante:

IfcMapConversion

Esta entidad define una transformación entre:

Sistema local del modelo

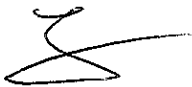
y

Sistema proyectado del territorio

6 Parámetros de IfcMapConversion

La transformación deberá definirse mediante los siguientes parámetros:

parámetro	significado
Eastings	desplazamiento en eje Este
Northings	desplazamiento en eje Norte
OrthogonalHeight	desplazamiento vertical
XAxisAbscissa	componente X del eje
XAxisOrdinate	componente Y del eje
Scale	factor de escala



Estos parámetros permiten definir:

- traslación

- rotación
- escala

del modelo respecto al sistema territorial.

7 Sistema local del modelo

Dentro del modelo BIM, la posición de cada elemento se define mediante una jerarquía de transformaciones locales basada en:

`IfcLocalPlacement`

Cada elemento hereda su posición a partir de:

`IfcProject`
→ `IfcSite`
→ `IfcBuilding`
→ `IfcElement`

Esta estructura define el sistema de coordenadas interno del modelo.

8 Regla de coherencia geométrica

Los modelos BIM deberán cumplir las siguientes condiciones:

- el sistema local del modelo deberá ser consistente;
- las unidades deberán expresarse en metros;
- la transformación territorial deberá ser única para todo el modelo.

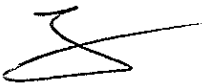
No se permitirá:

- múltiples transformaciones territoriales dentro del mismo modelo;
- redefinición del CRS del proyecto.

9 Validación de la georreferenciación

La georreferenciación del modelo se considerará válida cuando:

- el CRS del modelo coincida con el CRS del proyecto;
- la transformación definida en `IfcMapConversion` permita ubicar correctamente el modelo en el territorio;
- los elementos del modelo presenten coherencia espacial con la cartografía territorial del proyecto.



10 Integración territorial del modelo BIM

Una vez aplicado el proceso de georreferenciación, los elementos del modelo BIM deberán poder integrarse con la información territorial del proyecto, permitiendo:

- superposición con cartografía territorial;
- análisis espacial del proyecto;
- cálculo de referencias lineales;
- verificación de interferencias territoriales.

11 Prohibiciones técnicas

Se consideran incumplimientos del presente Anexo:

- X Modelos BIM sin declaración de `IfcProjectedCRS`.
- X Modelos BIM sin definición de `IfcMapConversion`.
- X Uso de sistemas de coordenadas locales no vinculados al CRS del proyecto.
- X Redefinir manualmente coordenadas territoriales dentro del modelo.

12 Principio institucional de georreferenciación

Los modelos BIM representan la geometría de ingeniería del proyecto.

La localización territorial de dicha geometría se establece mediante la transformación definida en `IfcMapConversion`, que vincula el sistema local del modelo con el sistema geodésico del proyecto.

Esta vinculación garantiza la coherencia espacial entre:

- ingeniería,
- territorio,
- y gestión operativa del activo.

