



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**MODELADO INTELIGENTE PARA COMPATIBILIZAR, METRADOS Y
PRESUPUESTOS DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS DE UN
POLIDEPORTIVO-PUERTO INCA-HUANUCO-2014**

TESISTA:

BARRIONUEVO CUESTAS, JESUS MARCOS

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANUCO – PERU

2016

DEDICATORIA

A Dios:

A mis padres, esposa e hijo, a los docentes de la
Facultad de Ingeniería Civil, amigos y colegas.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida, la fortaleza y fuerza suficiente para salir adelante y cumplir con mis propósitos planteados.

A mi familia quienes son la razón por la cual sigo creciendo en lo profesional y humano.

A mi Asesor Ing. Ever Osorio, por encaminarme en este proyecto y por haberme proporcionado las herramientas necesarias para alcanzar la culminación de la misma.

A todos mis docentes por la enseñanza impartida a lo largo de los años de mi formación profesional, en las aulas y laboratorios.

Y finalmente a todas las personas que colaboraron para la realización de este trabajo de investigación.

INDICE

DEDICATORIA.

AGRADECIMIENTO

INDICEI

INTRODUCCIÓN..... II

RESUMEN..... III

ABSTRACTIV

CAPITULO I: MARCO TEORICO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

1.1. TITULO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

1.2.1. Antecedentes y Fundamentos del Problema..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.1. Antecedentes..... ¡Error! Marcador no definido.

1.2.1.2. Fundamentación del Problema 10

1.2.2. Formulación del Problema 12

1.2.2.1. Formulación del Problema General 12

1.2.2.2. Formulación de Problemas Específicos..... 12

1.2.3. Objetivos..... 12

1.2.3.1. Objetivo General..... 12

1.2.3.2. Objetivos Específicos 12

1.2.4. Justificación e Importancia 13

1.2.5.	<i>Limitaciones y alcances</i>	13
1.2.6.	<i>Marco de referencia</i>	13
1.3.	MARCO TEORICO	14
1.3.1.	<i>Modelado de la información de la edificación (BIM)</i>	14
1.3.2.	<i>Aplicaciones BIM para la etapa de la construcción</i>	15
1.3.3.	<i>Beneficios del uso del BIM en el diseño y la construcción.</i>	17
1.3.4.	<i>Tecnología de la información y comunicación (TIC)</i>	19
1.3.5.	<i>BIM como herramienta de realidad virtual</i>	22
1.3.6.	<i>Niveles de desarrollo BIM (LOD)</i>	26
1.3.7.	<i>Modelado 3D, 4D, 5D, 6D, 7D</i>	38
1.4.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	63
1.5.	HIPÓTESIS	71
1.5.1.	<i>Hipótesis General</i>	71
1.5.2.	<i>Hipótesis Especificas</i>	71
1.6.	VARIABLES	72
1.6.1.	<i>V.I. Variable Independiente</i>	72
1.6.2.	<i>V.I. Variable Dependiente</i>	72
CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO		73
2.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	73
2.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	73
2.3.	DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN	73

2.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	74
2.4.1.	<i>Población</i>	74
2.4.2.	<i>Muestra</i>	74
2.5.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	74
2.6.	TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS.	74
2.6.1.	<i>Técnicas de recolección de información.</i>	74
2.6.2.	<i>procesamiento de datos.</i>	75
2.6.2.	<i>preentacion de datoss.</i>	75
	CAPITULO III: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	76
3.1.	RESULTADOS.	76
3.1.1.	<i>Descripción del trabajo</i>	76
3.1.2.	<i>resultados de la metodologia BIM</i>	81
3.1.3.	<i>optencion de la base de datos</i>	152
	CONCLUSIONES	153
	RECOMENDACIONES	155
	CAPITULO IV: BIBLIOGRAFÍA	156
	CAPITULO V: ANEXOS	159
	ANEXO 01: PLAN DE TESIS	
	ANEXO 02: PANEL DE FOTOGRAFIAS	

ANEXO 03 : REPORTE DE METRADOS CON METODOLOGIA BIM Y PLANILLA DE METRADOS ASI COMO LOS PLANOS DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO “CREACION DE UN POLIDEPORTIVO EN EL DISTRITO DE PUERTO INCA, PROVINCIA DE PUERTO INCA-HUANUCO” **¡ERROR!**
MARCADOR NO DEFINIDO.

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 0.1: Ciclo de vida de un proyecto (Grupo NAN)	2
FIGURA 0.2: Representación virtual tridimensional mediante el uso del BIM (Proyecto: Polideportivo de Puerto Inca).....	15
FIGURA 0.3: Modelado 3d proyectado en 2d	23
FIGURA 0.4: espacio realidad virtual inmersiva EAFIT-CIDICO	24
FIGURA 0.5: Realidad aumentada.	26
FIGURA 0.6: nivel de desarrollo LOD	28
FIGURA 0.7: Modelos de nivel 1	29
FIGURA 0.8: elementos de construccion.	30
FIGURA 0.9: detalles constructivos en 2d.....	31
FIGURA 10: analisis de areas y volúmenes	32
FIGURA 11: analisis generales de sistema.....	33
FIGURA 12: analisis especifico de sistema.....	35
FIGURA 13: detalles constructivos.....	36
FIGURA 14: vinculacion del modelo.....	37
FIGURA 15: Imagen del programa Microsoft Project 2013, permite crear programaciones temporales.....	45
FIGURA 16: diferentes fases del proceso constructivo con un software BIM llamado RIB TWO y que incorpora 5d.....	46
FIGURA 17: proceso de asignacion de un codigo de montaje.....	52

FIGURA 18: tabla de revit.....	52
FIGURA 19: etiqueta del certificado energetico indicada en el RD.....	56
FIGURA 20: la septima dimension abarca la mayor parte del ciclo de vida de un edificio...57	
FIGURA 21: piramide conceptual del BIM.....	61
FIGURA 22: Niveles del modulo baño del polideportivo.....	64
FIGURA 23: basada en el manual de revit structure 2011 en español.....	65
FIGURA 24: basada en el manual de revit structure 2011 en español.....	68

INDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 0.1: E-01-CIMENTACION Y DETALLES.....	151
IMAGEN 0.3: E-02: VIGAS Y DETALLES.....	151
IMAGEN.0.4: E-04-VIGAS DE CIMENTACIÓN Y DETALLES.....	152

INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTO N°01 Ventana de inicio de Revit Structure en Español 2016. ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°02 Modelo del módulo baños del polideportivo para ocultar visualmente..... ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°03 modelo del módulo baños del polideportivo para ocultar visualmente..... **¡Error! Marcador no definido.**

FOTO N°04 Modelo del módulo baños del polideportivo se puede observar cualquier lugar que se quiera revisar ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°05 Detalle que muestra la no necesidad de columnas para la escalera posterior. ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°06 Modelo del módulo baños del polideportivo se puede seleccionar cualquier elemento para una mejor observación y detallar el elemento..... ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°07 escalera n 2 apoyo en viga..... ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°08 el desarrollo se facilita con los niveles..... ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°09 el desarrollo se facilita con las elevaciones ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°10 nivel de zapata..... ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°11 vista en planta del nivel de zapata..... ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°12 Vista en planta del Nivel de cimentación..... ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°13 Obtención de las cuantificaciones de las vigas de cimentación . ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°14 Modelo del módulo baños del polideportivo detalle del refuerzo de la escalera N°1 ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°15 Modelo Analítico del módulo baños del polideportivo..... ¡Error! Marcador no definido.

FOTO N°16 Modelo del polideportivo detalle de la boletería..... ¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

La construcción en nuestro país crece continuamente así como los procesos constructivos mejoran con el tiempo, pero aún son susceptibles a mejoras que permitan tener una mejor administración de la información de un proyecto de edificación más aun para lo que corresponde en la obtención de los metrados.

Siendo la cantidad de trabajo y el respectivo presupuesto medidas que no tengan errores. Siendo el impacto de estas deficiencias negativas para el costo y plazo de entrega de las obras.

Los proyectos de edificaciones hoy en día han aumentado en complejidad, requiriendo la aplicación de instrumentos eficientes en la obtención de los metrados.

Estas deficiencias en los documentos contractuales ocasionan mayores costos y plazos en su entrega.

Una metodología eficiente para la generación de los metrados, usando modelos 3D para una mejor visualización es el BIM que modela la información de la edificación de una forma única, centralizada e inteligente evitando con esto las inconsistencias en los metrados sin importar su tamaño o dificultad, después de creado el modelo tridimensional es posible generar toda la cantidad de trabajo para su construcción, la ventaja de esto es que si se requiere realizar algún cambio, esto se realiza en el modelo 3D y en seguida se actualiza toda la información de manera automática, todo esto es posible mediante la construcción virtual con tecnología BIM.

El presente trabajo de investigación busca una metodología para la elaboración de los metrados de la especialidad de estructuras de un polideportivo basado en la plataforma BIM.

RESUMEN

La investigación “MODELADO INTELIGENTE PARA COMPATIBILIZAR, METRADOS Y PRESUPUESTOS DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS DE UN POLIDEPORTIVO-PUERTO INCA-HUANUCO-2014” se realizó modelando la información del proyecto: “CREACION DE UN POLIDEPORTIVO EN EL DISTRITO DE PUERTO INCA, PROVINCIA DE PUERTO INCA-HUANUCO - 2014”.

En el sector construcción los problemas que afrontan son conocidos: incumplimiento de plazos y costos, entre los más recurrentes, consecuencias de una inadecuada planificación y la obtención de metrados erróneos y consecuentemente presupuestos no compatibles con el trabajo a realizar. La presente tesis tiene como objetivo principal aplicar la metodología BIM para la obtención de los metrados y presupuestos de un polideportivo, siendo los metrados y los presupuestos parte de los documentos contractuales que se entregaran a la contratista para la ejecución del proyecto. Estos documentos contienen la cantidad de trabajo a ejecutar y su respectivo presupuesto, siendo el tiempo para revisarlos lo estrictamente necesario, sin embargo la verificación de los metrados requiere mucho cuidado por lo que la aplicación de una metodología más eficiente resulta de vital importancia, ya que errores en los metrados conducen a presupuestos deficientes ocasionando mayores costos y plazo de entrega del proyecto.

La metodología BIM registra los metrados y pudiéndola visualizar porque son generados mediante la “construcción virtual.

Convencionalmente la metodología usada se basa en el uso de software CAD. La metodología BIM se centra en la pre construcción o construcción virtual donde los metrados se generan mientras se construye ahorrando tiempo.

El BIM genera una base de datos único y centralizado del proyecto en 3D, con información geométrica y no geométrica, inteligente, estandarizada y paramétrico, flexible para aceptar modificaciones de forma, que incorpora desde el inicio del proyecto los metrados.

Palabras claves:

Modelado Inteligente glosario de términos del comité Bim Peru de la Capeco

Metrados y Presupuestos definición por CAPECO

Polideportivo A.10 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Compatibilizar metrados y Presupuestos

ABSTRACT

Research "MODELING INTELLIGENT COMPATIBLE, metrados AND BUDGETS SPECIALTY STRUCTURE OF A SPORTS-PUERTO INCA-HUANUCO-2014" was held modeling project information: "CREATION OF A SPORTS CENTRE IN THE DISTRICT OF PUERTO INCA, Puerto INCA-HUANUCO - 2014 ".

In the construction sector the problems faced are known: missed deadlines and costs, among the most recurrent consequences of inadequate planning and obtaining erroneous metrados and consequently not compatible with the work to be done budgets. This thesis main objective is to apply the BIM methodology for obtaining the metrados and budgets of a sports center, with the metrados and the budgets of the contractual documents

that the contractor for the project implementation surrender. These documents contain the amount of work being performed and its budget, being the time to review what is strictly necessary, however the verification of metrados requires great care so that the application of a more efficient methodology is of vital importance, since metrados errors lead to poor budgets ocasionados higher costs and project delivery. The BIM methodology metrados records and pudiéndola view that are generated by the "virtual construction. Conventionally the methodology used is based on the use of CAD software. The BIM methodology focuses on the pre virtual construction or construction where metrados builds are generated while saving time.

The BIM generates a single centralized base project 3D data, geometric and non-geometric, intelligent, parametric information standardized and flexible to accept changes in form, incorporating since the beginning of the project metrados.

Keywords:

Intelligent Modeling glossary of terms Bim Peru committee of CAPECO

Metrados and Budget definition CAPECO

Nacional sports A.10 of Building Regulations.

Metrados compatible and budgets

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1. Titulo

“Modelado Inteligente para compatibilizar, metrados y presupuestos de la especialidad de Estructuras de un Polideportivo-Puerto Inca-Huanuco-2014.

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Antecedentes y Fundamentos del Problema

1.2.1.1. Antecedentes

A. Antecedentes a Nivel Internacional ⁽¹⁾

La introducción de la metodología BIM a nivel mundial ha avanzado a diferente velocidad según el país. Por ejemplo, en EEUU, Reino Unido o los países nórdicos es difícil encontrar a un técnico que no asuma la necesidad de utilizar este tipo de metodología, siendo en el Reino Unido obligatorio en licitaciones públicas a partir del 2016. A nivel europeo, se ha publicado en enero del 2014 una directiva que fomente el uso del BIM para conseguir una mayor eficiencia en los recursos comprometidos a la obra pública.

Reportaje del grupo NAN Arquitectura y Construcción.

1. Revista digital número 90 de NAN Arquitectura y Construcción, (2014), Pg 49. Recuperado de : <http://profesionaleshoy.es/arquitectura/2014/04/02/bim-como-el-proximo-lenguaje-en-la-construccion/8163>

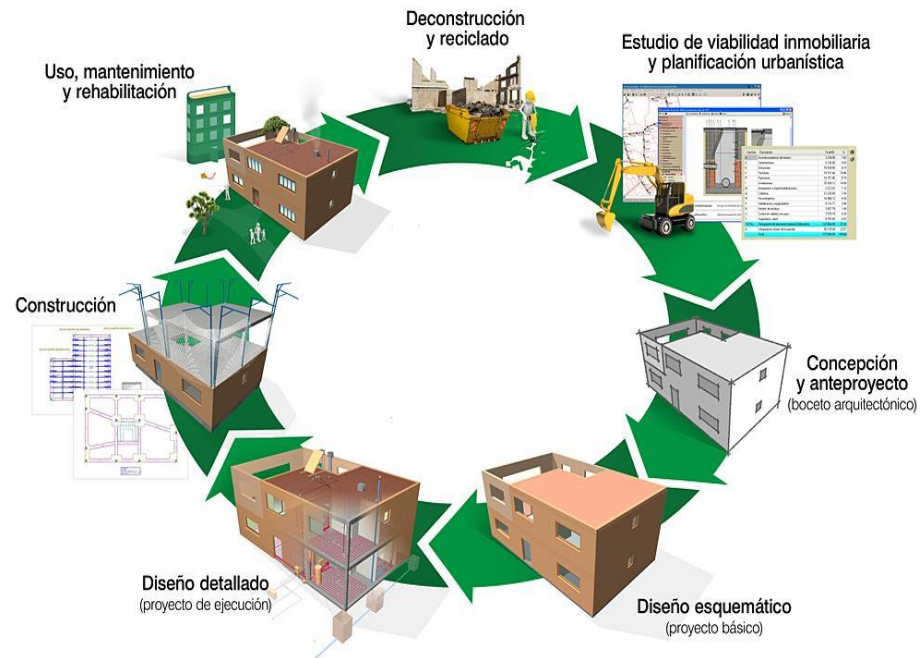


FIGURA 0.1: Ciclo de vida de un proyecto (Grupo NAN)

Tomando como ejemplo a EEUU, la implantación de BIM en el sector de Arquitectura-Construcción lleva la evolución de usuarios: años 2007-28%, año 2009-49% y año 2012-71%.

El estado actual del BIM en España puede calificarse como incipiente, siendo cada vez más los técnicos y constructoras que buscan este tipo de metodología para diferenciarse al resto, y ser más eficiente y eficaz tanto en fase de diseño como en fase de construcción y explotación.

En este sentido, se creó la asociación BuildingSmart Spanish Chapter “www.buildingsmart.es” que es el capítulo español de la asociación BuildingSmart,

1. Revista digital número 90 de NAN Arquitectura y Construcción, (2014), Pg 49. Recuperado de : <http://profesionaleshoy.es/arquitectura/2014/04/02/bim-como-el-proximo-lenguaje-en-la-construccion/8163>

nexo de unión de los agentes involucrados en la metodología BIM, como promotoras, constructoras, fabricantes de materiales, proyectistas, calculistas, instaladores, etc.

Siendo en América Latina Brasil y Chile los países donde se tiene la iniciativa de implementar la metodología BIM de forma gubernamental.

Reportaje del grupo NAN Arquitectura y Construcción.

B. Antecedentes a Nivel Nacional

La metodología BIM es el equivalente a la metodología DCV

Universidad Nacional de Ingeniería.

LABORATORIO DE DISEÑO Y CONSTRUCCION VIRTUAL (Lab. DCV)

Facultad de Ingeniería Civil-UNI

La inauguración de este Laboratorio se llevó a cabo el 29 de Agosto del 2014 a las 11 horas en las instalaciones del Departamento Académico de Construcción de la UNI. Con el objetivo de promover las mejores prácticas en la en la gestión de los proyectos.

PACHECO R. TESIS: MEJORAMIENTO DE LA CONSTRUCTIBILIDAD MEDIANTE HERRAMIENTAS BIM (2014) ⁽²⁾

El sector Construcción lidero el crecimiento de la economía peruana en los años 2012 y 2013, con expansiones de 9.7% y 8.5%, respectivamente. Para el 2014 se ha proyectado tener un crecimiento del 9.5%.

La principal demanda de construcción proviene del sector privado, en especial para la edificación de viviendas y centros comerciales.

2. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *MEJORAMIENTO DE LA CONSTRUCTIBILIDAD MEDIANTE HERRAMIENTAS BIM* [para optar título]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

El 68% de la demanda provendría del sector privado y el resto (32%) del Sector Público, en el marco de un renovado dinamismo de las concesiones para reducir la brecha de infraestructura.

Es en este actual contexto de crecimiento económico del país, la importancia de gestionar buenos proyectos para cumplir con los objetivos trazados, desde la etapa de factibilidad hasta su puesta en marcha, por lo que, se requiere de herramientas innovadoras para gestionar la información.

Alcántara, P. (2013). Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM. Tesis presentada de la Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. ⁽³⁾

En proyectos de edificaciones, desarrollados según el modelo tradicional de entrega de proyectos Diseño/Licitación/Construcción, los documentos de diseño e ingeniería son elaborados en la etapa de diseño por arquitectos, consultorías y proyectistas de ingeniería, desempeñando un papel importante en los proyectos de construcción ya que trasladan las necesidades y requerimientos del cliente en planos y especificaciones técnicas. Estos documentos, al contener toda la información necesaria para llevar a cabo la construcción, sirven de base durante el proceso de licitación y posteriormente se entregan a la empresa contratista como documentos oficiales para que comience con la ejecución.

3. Alcántara P. (2013), *METODOLOGIA PARA MINIMIZAR LAS DEFICIENCIAS DE DISEÑO BASADA EN LA CONSTRUCCION VIRTUAL USANDO TECNOLOGIAS BIM* [para optar título]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería FIC

En una situación ideal, los documentos contractuales del proyecto de construcción deberían estar completos, precisos, sin conflictos y ambigüedades, pero desafortunadamente esto es raramente encontrado y muy a menudo la contratista empieza la construcción con documentos incompatibles, erróneos e incompletos, requiriendo, por consiguiente, clarificaciones que tienen que ser respondidas por los proyectistas y diseñadores en pleno proceso de construcción. Cuando se da este caso, es esencial que la información sea entregada a la contratista eficientemente y sin retrasos, de lo contrario podría influir en la eficiencia durante el desarrollo del proyecto.

Se define deficiencia de diseño como “alguna deficiencia en los planos o especificaciones”. Las más comunes deficiencias de diseño se clasifican en tres tipos:

- Conflictos o discrepancias entre los planos y especificaciones de los documentos contractuales.
- Errores y conflictos de coordinación interdisciplinaria.
- La falta de constructabilidad.

Basado en esta clasificación y con la finalidad de manejar estadísticas más recientes y ajustadas a nuestra realidad se realizó un estudio para clasificar las deficiencias en los documentos de diseño/ingeniería encontradas durante la construcción de cinco proyectos de edificaciones construidos en la ciudad de Lima. Para ello fueron analizados las consultas que se emiten y responden por la vía formal

contratista gerencia, analizado una muestra de 2104 observaciones encontradas dentro de 1406 Solicitudes de Información (RFI).

En efecto, se encontró que el mayor porcentaje de consultas emitidas a través de RFI están relacionadas a “Deficiencias en los documentos de diseño/ingeniería”, siendo un buen indicador de los tiempos que usualmente una empresa constructora invierten revisar toda la información contractual del proyecto buscando resolver las deficiencias encontradas en los planos y especificaciones técnicas que se presentan debido a una inadecuada representación gráfica bidimensional 2D, a la falta de detalles, incompatibilidades o a una deficiente integración con los planos de las demás especialidades, sacrificando tiempo-esfuerzo que podrían ser dedicadas a la realización de actividades exclusivamente productivas.

Para aliviar este problema, se plantea una metodología con procesos y herramientas basados en el uso de modelos tridimensionales BIM-3D que facilitan el proceso de visualización y compatibilización de los documentos de diseño anticipándonos a la construcción real del proyecto, de esta manera el enfoque de esta metodología se centra en la premisa de construir dos veces.

Siendo la primera la denominada “construcción virtual”, en donde identificaremos y minimizaremos las deficiencias en los documentos de diseño e ingeniería y la optimizaremos mediante revisiones de constructabilidad, introduciendo en los modelos todos los cambios que sean necesarios. La segunda, la

3. Alcántara P. (2013), *METODOLOGIA PARA MINIMIZAR LAS DEFICIENCIAS DE DISEÑO BASADA EN LA CONSTRUCCION VIRTUAL USANDO TECNOLOGIAS BIM* [para optar título]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería FIC

construcción real y definitiva, en donde ya minimizamos las deficiencias de diseño, en donde la contratista podría aumentar esfuerzos en temas de planificación, producción, control y seguridad.

El modelo BIM podría decirse que es la evolución del diseño asistido por computadora CAD que sólo usa líneas, arcos y símbolos bidimensionales 2D para representar objetos geométricos. En cambio un software BIM utiliza objetos 3D inteligentes con información paramétrica como el área, volumen, etc. El BIM como tecnología es muy nueva en el Perú, tan sólo pocas empresas vienen incorporándolo dentro de sus procesos de diseño y/o construcción.

A falta de estadísticas para contar con casos prácticos de aplicación e implementación de estas tecnologías, uno de los objetivos de esta investigación fue la de estudiar su uso y aplicabilidad adaptadas a las condiciones de gestión de los proyectos a nivel local. Para ello se exploraron algunas aplicaciones del BIM durante la etapa de construcción del Edificio Educativo Universidad del Pacífico, considerado como el primer proyecto demostrativo en GyM S.A.

HERNANDEZ N. TESIS: PROCEDIMIENTO PARA LA COORDINACION DE ESPECIALIDADES EN PROYECTOS CON PLATAFORMA BIM (2011) ⁽⁴⁾

BIM (Building Información Modeling) se define como el proceso de generación y gestión de datos en un proyecto de construcción durante todo su ciclo de vida, Su forma de trabajo es construir modelos en plataformas tridimensionales en distintos

4. Hernández N. (2011), *PROCEDIMIENTO PARA LA COORDINACION DE ESPECIALIDADES EN PROYECTOS CON PLATAFORMA BIM* [para optar título] , Santiago de Chile: Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de Ingeniería Civil

software de modelamiento dinámico del proyecto que aumentan la productividad en el diseño y construcción.

En el ámbito de la construcción en el mercado nacional, la plataforma BIM está cobrando fuerza, frente a esto, empresas que se aventuran a innovar con dicha tecnología, se van topando con nuevos desafíos para su efectiva implementación. Este modelamiento de la información para la edificación consiste en realizar, mediante un proceso de generación y administración de una base de datos centralizada de elementos paramétricos, una modelación completa de la obra que comprende: geometría de la construcción en 3D, relaciones espaciales, cantidades y propiedades de cada elemento de la construcción, y una serie de información, que en definitiva, facilitan y optimizan el ciclo de vida de la obra, desde la etapa preliminar del diseño hasta cuando se explota el proyecto. Toda esta información que se maneja y administra con BIM, debe ser coordinada, así también la información de diseño digital, y la documentación que se utiliza desde la concepción, construcción y operación de un proyecto.

El uso de BIM en un proyecto de construcción permite un fácil acceso a la información del proyecto, con lo cual se reduce considerablemente el número de requerimientos de información y el tiempo de resolución de estos.

4. Hernández N. (2011), *PROCEDIMIENTO PARA LA COORDINACION DE ESPECIALIDADES EN PROYECTOS CON PLATAFORMA BIM* [para optar título] , Santiago de Chile: Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de Ingeniería Civil

BERDILLANA F. TESIS: TECNOLOGIAS INFORMATICAS PARA LA VISUALIZACION DE LA INFORMACION Y SU USO EN LA CONSTRUCCION-LOS SISTEMAS 3D INTELIGENTE-(2008) ⁽⁵⁾

Las tecnologías 3D en la industria de la construcción son las más representativas de una nueva forma de trabajo que está produciendo y producirá cambios cada vez mayores en la industria de la construcción. Los resultados obtenidos hasta ahora demuestran que no existen obstáculos en nuestro desarrollo para implementar dichas tecnologías y obtener beneficios. Las tecnologías 3D permiten hoy en día la realización de modelos tridimensionales de un proyecto, durante la etapa de diseño, planificación y programación, siendo comúnmente usadas por empresas de arquitectura, ingeniería y construcción.

La idea de productos CAD basados en BIM (Building Information Model o Modelo Integrado de Información para la construcción), se ha previsto como la manera ideal de representar edificios de manera digital. El sector de la construcción tradicionalmente ha transmitido la información de los proyectos de edificación mediante dibujos con notas y especificaciones. La tecnología CAD automatizó ese proceso. Sin embargo, el software para costos, planificación y programación no han trabajado como parte integral del CAD, que el BIM sí lo hace. Finalmente, se da cuenta de los alcances de la tecnología de la información y la ayuda que brindan dichas herramientas para la integración de proyectos, los cuales representan una ventaja no solo para arquitectos e ingenieros, sino también para el

5. Berdillana F. (2008), *TECNOLOGIAS INFORMATICAS PARA LA VISUALIZACION DE LA INFORMACION Y SU USO EN LA CONSTRUCCION-LOS SISTEMAS 3D INTELIGENTE*, (para optar el título)

propio cliente, ya que este puede conocer por adelantado muchos aspectos del proyecto y el impacto económico que pudieran tener los cambios en la obra.

C. Antecedentes Locales

No existen estudios que pueden contribuir a la investigación. Para la presente investigación se consultara la información disponible en la web.

Por lo que definimos el problema como:

Deficiencia en la integración de las etapas de diseño y construcción, comunicación e integración de la Arquitectura, ingeniería (Estructural, Sanitaria, Eléctrica), que repercute en incompatibilidades, interferencias de los documentos contractuales que no deberían corregirse en pleno proceso constructivo, por lo que implica impacto en el costo y plazo de entrega de la obra, es por esta razón investigamos el problema con el título **“MODELADO INTELIGENTE PARA COMPATIBILIZAR, METRADOS Y PRESUPUESTOS DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS DE UN POLIDEPORTIVO-PUERTO INCA-HUANUCO-2014”**. EN EL DISTRITO Y PROVINCIA DE PUERTO INCA DEPARTAMENTO DE HUANUCO – 2014.

1.2.1.2. Fundamentación del Problema

Las deficiencias en la elaboración de los metrados y presupuestos de la especialidad de estructuras, las cuales se detectan y corrigen en plena construcción de

la obra, en la etapa menos indicada donde todo cambio, debido a estos problemas, tiene un mayor impacto en los costos y plazo de entrega.

Siendo la contratista la encargada de revisar y rectificar las deficiencias en los metrados y presupuestos en plena construcción, sacrificando tiempo-esfuerzo que le podría dedicar a la realización de actividades exclusivamente de producción, planificación, calidad y seguridad del proyecto.

Siendo necesaria la aplicación de una metodología estructurada y planificada que permita obtener los metrados y presupuestos antes de llegar a la etapa de construcción.

Aquí lo enunciamos por lo que definimos el problema como:

Deficiencia en la elaboración de los metrados y sus respectivos presupuestos, que no deberían corregirse en pleno proceso constructivo, por lo que implica impacto en el costo y plazo de entrega de la obra, es por esta razón investigamos el problema con el título **“MODELADO INTELIGENTE PARA COMPATIBILIZAR, METRADOS Y PRESUESTO DE UN POLIDEPORTIVO-PUERTO INCA-HUANUCO - 2014”**

1.2.2. Formulación del Problema

1.2.2.1. Formulación del Problema General

¿De qué manera el modelado inteligente, compatibiliza los metrados y presupuestos de la especialidad de estructuras de un polideportivo?

1.2.2.2. Formulación de Problemas Específicos

¿Cómo el modelado inteligente compatibiliza los metrados de la especialidad de estructuras de un polideportivo?

¿De qué manera el modelado inteligente mejora la elaboración del presupuesto de la especialidad de estructuras de un polideportivo?

1.2.3. Objetivos

1.2.3.1. Objetivo General

Aplicar el modelado inteligente (metodología BIM) para la obtención de los metrados y presupuestos de la especialidad de estructuras de un polideportivo.

1.2.3.2. Objetivos Específicos

1. Aplicar la metodología BIM para obtener los metrados de la especialidad de estructuras de un polideportivo.
2. Identificar las ventajas de la metodología BIM para la elaboración del presupuesto de la especialidad de estructuras de un polideportivo.

1.2.4. Justificación e Importancia

Ausencia de una metodología estructurada y planificada que permita compatibilizar los metrados y presupuestos de la especialidad de estructuras de un polideportivo antes de llegar a la etapa de construcción.

Proyectos de construcción cada vez más complejos que requieren un enfoque distinto de gestión de la información usando tecnologías y herramientas más eficaces.

1.2.5. Limitaciones y alcances

La principal limitante será la poca experiencia que existe para la aplicación de la metodología BIM para compatibilizar metrados y presupuesto de la especialidad de estructuras de polideportivos.

1.2.6. Marco de referencia

La información a modelar será del expediente técnico “CREACION DE UN POLIDEPORTIVO EN EL DISTRITO DE PUERTO INCA, PROVINCIA DE PUERTO INCA-HUANUCO - 2014”.

Que se encuentra en la etapa de construcción

Ubicación Política

Distrito	:	Puerto Inca
Provincia	:	Puerto Inca
Departamento	:	Huánuco.

Ubicación Geográfica

La Ubicación del terreno donde se edificara el polideportivo tiene las siguientes coordenadas UTM

- Este : 503 764.91 m.
- Norte : 8 962 987.92 m.
- Cota : 230.20 m.s.n.m

1.3. Marco Teórico

1.3.1. Modelado de la información de la edificación (BIM) ⁽⁶⁾

Del Glosario de términos de los protocolos BIM del Comité BIM-PERU del Instituto de la Construcción y el Desarrollo (ICD) de la CAPECO. Se define al BIM como: Por sus siglas en Ingles Building Información Modeling que significa Modelado Inteligente de Edificaciones, es una metodología que usa tecnología BIM basada en una Base de Datos Grafica y no Grafica.

El resultado de una actividad BIM es un modelo de información de la edificación acerca de su desempeño, su planeamiento, su construcción y su posterior operación.

BIM puede ser traducido como “Modelado de Información de la Edificación” y tal como se puede apreciar en la figura 0.2, permite representar virtualmente los componentes del proyecto. Tradicionalmente la información de los proyectos se comunica por medio de planos y especificaciones técnicas en documentos separados, sin embargo, el proceso de modelado en BIM tiene como

6. Comité BIM-Perú del Instituto de la Construcción y el Desarrollo (ICD) de la CAPECO ,(2014), Modelado de la información de la edificación (BIM), pg4

objetivo reunir toda la información de un proyecto en una sola base de datos de información inteligente completamente integrada e interoperable que pueda ser utilizada por todos los miembros del equipo de diseño y construcción y al final por los propietarios para su operación y mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de la edificación.



FIGURA 0.2: Representación virtual tridimensional mediante el uso del BIM (Proyecto: Polideportivo de Puerto Inca)

1.3.2. Aplicaciones BIM para la etapa de la construcción ⁽⁷⁾

Algunas aplicaciones del BIM para un proyecto de edificación y para un Polideportivo en nuestro caso son:

7. Alcántara rojas. (2013) *metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM, (optar el título de ingeniero civil)*, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería FIC

a) La obtención de cantidad de los materiales (metrados)

Se obtienen directamente del modelo BIM desde el inicio ya que es una base de datos donde todos los componentes de acuerdo a su categoría familia y tipo tienen asociado un parámetro de cantidad de materiales que pueden ser extraídos del modelo BIM, obteniendo reportes de todas las partidas del presupuesto.

b) Detección de errores, omisiones, conflictos y ambigüedades

Se construye los diseños representados en los planos: arquitectónicos de ingenierías y de instalaciones. En plena etapa de construcción uno de estos errores, omisiones, conflictos y ambigüedades de una especialidad o de distintas especialidades pueden significar re trabajos, ocasionando mayores costos y tiempos de entrega. Mediante la metodología que utiliza tecnología BIM puede ser usada para detectar estos conflictos, errores, omisiones y ambigüedades y evitar los re trabajos que deriven de la no identificación a tiempo de los mismos.

Visualización mediante la realidad virtual

Mediante los modelos en 3D de todos los componentes se pueden analizar las características de la edificación, que pueden servir para la generación del planeamiento de la construcción. Siendo el planeamiento de la construcción un factor crítico en la gestión del proyecto. El planificador de la construcción es una persona con mucha experiencia en la construcción de edificios que sabe estimar el trabajo y los equipos requeridos para la construcción del edificio. Usando este

conocimiento es creado un planeamiento de la construcción, el calendario para otros planes tales como transporte, medidas de seguridad, etc.

c) **Simulación 4D**

El modelo BIM-4D combina los modelos BIM-3D con la cuarta dimensión que viene a ser el tiempo para obtener las duraciones de las partidas de construcción programadas en un calendario de obra con algún software (MS Project). Al combinar las actividades de un programa de ejecución de la construcción con elementos de un modelo BIM-3D se obtiene una simulación visual de la secuencia constructiva, que también es conocida como modelo 4D, ya que muestra simultáneamente las tres dimensiones geométricas del proyecto, más la cuarta dimensión del tiempo

1.3.3. Beneficios del uso del BIM en el diseño y la construcción.⁽⁷⁾

La gestión de proyectos usando la tecnología BIM reduce la incertidumbre en su manejo, ya que aumenta las posibilidades de controlarlo, pues elimina las aproximaciones abstractas. Asimismo, la integración de las labores de diseño y construcción abre las puertas a una ingeniería en la que los profesionales se dedican a mejorar los diseños, la planificación de las obras y su control, reduciendo con ello el costo de los proyectos. Algunos beneficios de aplicar BIM son:

7. Alcántara rojas. (2013) *metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM, (optar el título de ingeniero civil)*, Lima: Universidad Nacional de Ingeniería FIC

a) En la etapa de diseño

- En el inicio de la etapa de diseño, para probar que se ha cumplido con las expectativas del cliente, se puede obtener listado y metrados de los materiales generales.
- Obtención de los planos del proyecto: de planta, de secciones, de elevaciones, de detalles y vistas 3D isométricas.
- Creación de imágenes foto realistas (renders), vistas de perspectivas, animaciones y escenas de realidad virtual para el marketing del edificio.
- Gestión de espacios y usos de los ambientes del edificio.
- Proveer datos para el análisis estructural de los elementos del edificio

b) En la etapa de construcción

- La revisión visual del diseño del proyecto
- Realizar análisis visuales o automatizados de interferencias físicas entre los diseños (detección de interferencias)
- Obtener reportes de metrados
- Intercambio electrónico de datos de diseño con proveedores (para detalles y fabricación de acero estructural, prefabricación de instalaciones)
- Simulación del proceso constructivo BIM-4D.
- Con la tecnología del edificio virtual, los propietarios están en una posición privilegiada que confirma la importancia de su papel, no solo en los inicios del

diseño de edificios, sino también en su planteamiento y operación en todo su ciclo de vida.

1.3.4. Tecnología de la información y comunicación (TIC).⁽⁸⁾

Las TIC conforman el conjunto de recursos necesarios para manipular la información: los ordenadores, los programas informáticos y las redes necesarias para convertirla, almacenarla, administrarla, transmitirla y encontrarla.

Las oportunidades para elevar los niveles de productividad en la industria de la construcción, en particular en el área de construcción, aún no han sido aprovechadas. En ese sentido, la explosión de la TIC se presenta como una poderosa herramienta, que puede contribuir de manera decisiva al despegue de la industria. Sin embargo, este aprovechamiento tiene que ir acompañado de una estrategia de implementación que permita aprovechar al máximo su verdadero potencial. Actividades clave como el diseño y la planificación, que tienen una incidencia directa y decisiva sobre la construcción, puede ser ampliamente mejoradas con la incorporación de nuevas herramientas de TIC como los modelos BIM.

La aplicación de TIC se muestra como el paso natural a seguir en las industrias y sectores que desean obtener competitividades de clase mundial. Hoy en día la TIC de las organizaciones en tiempo real sin diferenciar la ubicación, desarrolla un sistema de globalización. La evolución de estas tecnologías, caracterizadas por la reducción de costos y el incremento de la capacidad muestran

8. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

la funcionalidad del diseño del proceso de información. Durante los últimos 40 años hemos visto el rol de las computadoras en diferentes funciones. WAVES OF CHANGE – James L- McKenney (1995).

TIC en el Mundo

En los países desarrollados las herramientas de software son una de las áreas de las TIC que ha logrado mayor masificación en el mundo de la construcción, especialmente gracias a la gran oferta de servicios de nube, que mejoran el acceso a ellas a un costo muy conveniente., están presentes en la construcción en sí misma, al igual que en el proceso de diseño de edificios. “Es decir, pueden colaborar desde la gestión de las nóminas, pasando por la contabilidad, hasta llegar a la confección de los planos de la construcción y la realización de copias”.

TIC en Sudamérica

Países como Chile vienen implementando desde hace 10 años las TIC en la construcción.

En la actualidad cuenta con una plataforma tecnológica que está orientada a las pymes de la industria de la construcción y las inmobiliarias, a través de un servicio 100% nube.

“La principal virtud del servicio es permitir que los actores de esta industria puedan acceder a los beneficios que las herramientas de clase mundial en TIC entregan y que hasta ahora estaban reservadas sólo para las grandes empresas”, explica Waldo Garrido, gerente general de Asicom Gestión, dueño de Iconcreta.

“Nuestra principal característica es que somos un grupo de empresas especializado en la industria de la construcción y la vivienda desde hace más de 30 años. Ofrecemos asesorías y servicios profesionales basados en tecnologías de la información (TIC) a toda la cadena de valor de esta industria. Somos expertos en incorporar TIC a esta industria”, agrega. De acuerdo con el ejecutivo, la principal fortaleza de Iconcreta es que ha sabido canalizar los beneficios otorgados por las TIC en grandes empresas del sector, a la realidad de las Pymes, que no tienen los recursos humanos o técnicos para invertir en grandes plataformas tecnológicas, pero tienen los mismos problemas de las empresas grandes. Diario El Mercurio Chile (Agosto 2010).

TIC en el Perú

En el Perú las empresas grandes y medianas vienen aplicando TIC para mejorar sus procesos.

Perú cuenta con software propio como el S10, que es el software más empleado en el Perú para la realización de Presupuestos, además que cuenta con un programa completo de Gestión de Proyectos, Planeamiento, Gestión de Almacenes, etc. Donde gestiona todo el proyecto desde una base de datos.

En el año 2013 se crea el Capítulo Bim con el cual se busca fomentar esta forma de trabajo en las diferentes empresas constructoras.

Las empresas que ya vienen implementado esta forma de trabajo son GyM, Aesa, Marcan, etc. Donde ha visto los resultados obtenidos frente a la forma convencional de trabajo.

1.3.5. BIM como herramienta de realidad virtual ⁽⁸⁾

La Realidad Virtual (RV) se define como la creación mediante el uso de dispositivos tecnológicos de los objetos o situaciones no reales pero que son aceptadas como tal por los observadores (S.C-Y. Lu et al, 1999).

El termino R.V. en el sector de la construcción es definido por algunos autores como la visualización en tiempo real a través de un modelo de computador de un ambiente construido. (D. Greenwood et al, 2008)

La R.V. puede dividirse en las siguientes clases:

a) R.V. no inmersiva

La R.V. no inmersiva es aquella que se logra a través de la modelación de los proyectos utilizando programas de computador que permiten una visualización tridimensional. Dicha modelación le permite interactuar al observador con el modelo en tiempo real a través de monitores o superficies de proyección (Rosen et al, 2001), pero se abstiene de brindar al observador la sensación de presencia en dicha escena debido a la ausencia del hardware especial (Ramos et al, 2007). Es básicamente la proyección de una escena en tres dimensiones a través de un sistema de visualización apto para proyectar en dos dimensiones.

8. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

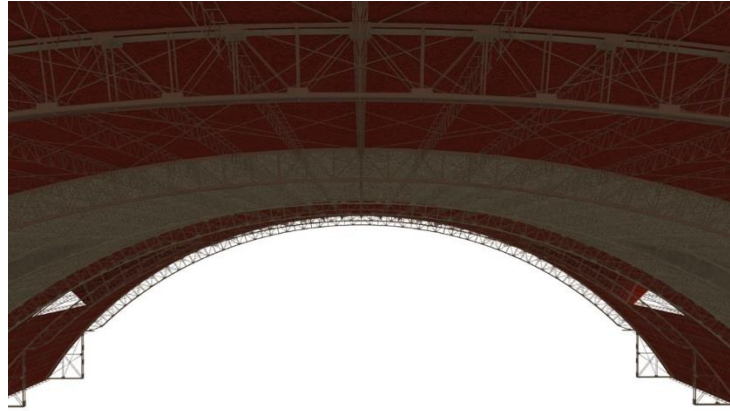


FIGURA 0.3: Modelo 3D proyectado en 2D.

b) R.V. inmersiva

La R.V. inmersiva es aquella en la que por medio de espacios tridimensionales generados por computador, el usuario puede interactuar en tiempo real con el modelo desarrollado, produciendo en el cómo usuario, la sensación de estar inmerso en la imagen proyectada con la opción de acceder a espacios normalmente inaccesibles o con gran contenido de riesgo, pudiendo modificar los hechos que allí ocurren tomando decisiones que de otra manera serian complicados y/o potencialmente inseguras.

Los ambientes inmersivos se caracterizan por generar en el publico la sensación de presencia en la escena gracias a la utilización de dispositivos ópticos que permiten observar tridimensionalmente la imagen proyectada y dispositivos lumínicos que permiten determinar de manera precisa la posición del observador

dentro del ambiente proyectado en escala real (1:1). Se permite con estos sistemas darle al observador o interactuante libertad y amplitud en sus movimientos (Ramos et al, 2007), inclusive llegando en determinadas situaciones a poder sentir a través del tacto gracias a la utilización de guantes electrónicos o brazos robóticos electromecánicos en el ambiente virtual generado. Es común que para lograr esta inmersión se incremente la sensación de presencia con el uso de sonidos envolventes que ambientan la imagen proyectada (S.C-Y. Lu et al.).

Las imágenes proyectadas en los ambientes virtuales son logradas gracias a la superposición de dos de ellas, permitiendo generar el ambiente estereoscópico requerido.



FIGURA 0.4: *Espacio Realidad Virtual Inmersiva EAFIT-CIDICO*

c) Realidad Aumentada

La realidad aumentada es aquella en la cual el observador no se encuentra en la capacidad de diferenciar si el ambiente en el cual se encuentra inmerso es o no real logrando con ello engañar los sentidos del observador. Lo anterior se logra mediante la superposición de objetos generados por computador con graficas reales de objetos de igual manera como se aprecian en el mundo real (S.C-Y. Lu et al, 1999).

Por lo anterior, la realidad aumentada al requerir modelar menos objetos que en la R.V. podría demandar menores requerimientos en cuanto a capacidades de desarrollo gráfico, lo cual genera menores costos para su aplicación haciéndose más factible de implementar que la R.V. comercial, sin embargo su limitación fundamental es que requiere de un ambiente real para ambientar la información modelada, ambiente que es inmodificable permitiendo solamente manipular y modificar de forma parcial la imagen virtualizada con las limitaciones que ello conlleva, sin embargo es útil para ciertos tipos de desarrollos.



FIGURA 0.5: *Realidad Aumentada*

Fuente: página web del canal de Panamá

1.3.6. Niveles de desarrollo BIM (LOD) ⁽⁹⁾

La AIA (American Institute of Architects) decidió por un sistema para medir la cantidad y calidad de información, inicialmente se denominó “Nivel de Detalle”, pero este fue cambiado por “Nivel de Desarrollo” en el 2013. AIA Contract Document G202-2013, Building Information Modeling Protocol

- LOD 100 El modelo del elemento puede ser representado gráficamente en el modelo general con un símbolo u otra representación genérica, pero no cumple los requisitos para LOD 200. La Información en relación con el

9. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

elemento de modelo (es decir, el costo por metro cuadrado, el tonelaje de la climatización, etc.) puede ser

- derivado de otros elementos del modelo. Para una lámpara, sería un símbolo al nivel del piso, que permite computarla y valorarla.
- LOD 200 El modelo del elemento se representa gráficamente en el modelo como un sistema genérico, objeto, o del conjunto con cantidades aproximadas, tamaño, forma, ubicación y orientación. Puede contener Información no gráfica. La lámpara posee una forma genérica, tamaño, forma y localización aproximada.
- LOD 300 El modelo del elemento se representa gráficamente en el modelo como un sistema específico, objeto o montaje en términos de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. Puede contener Información no gráfica. La lámpara posee 2×4 luminarias, posee un tamaño, forma y localización definidos.
- LOD 350 El modelo del elemento se representa gráficamente en el modelo como un sistema específico, objeto, o montaje en términos de cantidad, tamaño, forma, orientación, e interfaces con otros sistemas del edificio. Puede contener Información no gráfica. La lámpara es marca LLL, modelo MMM, de tamaño, forma y localización específicos.
- LOD 400 El modelo del elemento se representa gráficamente en el modelo como un sistema específico, objeto o montaje en términos de tamaño, forma, localización, cantidad y orientación con detalles, fabricación, ensamblaje y la información de la instalación. Puede contener Información no gráfica. La lámpara, además de la

definición de LOD 350, tiene un detalle de montaje especial, por ejemplo sobre un plafón decorativo.

- LOD 500 El modelo del elemento es una representación verificada sobre el terreno en términos de tamaño, forma, localización, cantidad y orientación Puede contener Información no gráfica.

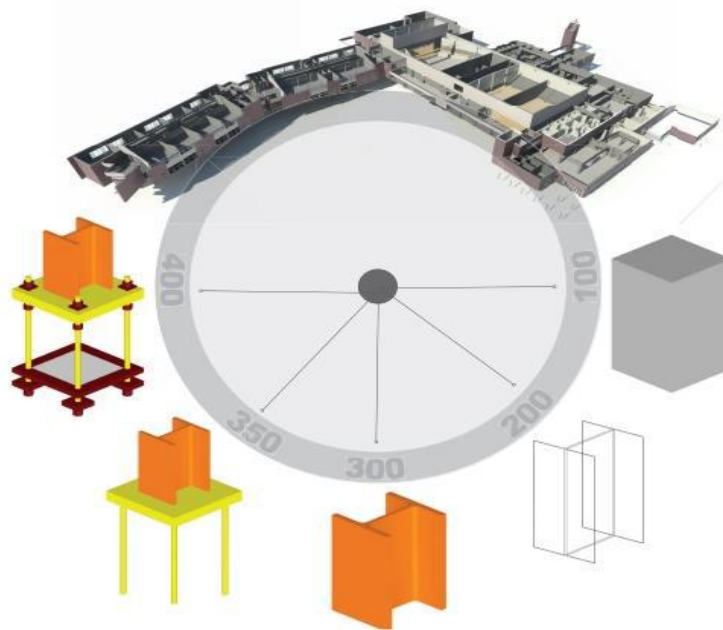


FIGURA 0.6: Nivel de Desarrollo LOD (Fuente: AIA BIM Fórum)

Además teniendo en cuenta el “Manual de Estándares BIM” de la empresa GyM preparado por MICRODESK. Empresa privada líder en nuestro medio nacional que propone la siguiente clasificación:

Clasificación que utilizan en sus proyectos

NIVEL 1 (ND1)

Los modelos de Nivel 1 incluyen elementos en que los cuales se hayan utilizado componentes genéricos. Al término de este Nivel, análisis basados en los sistemas generales pueden realizarse y cantidad general de materiales pueden obtenerse.

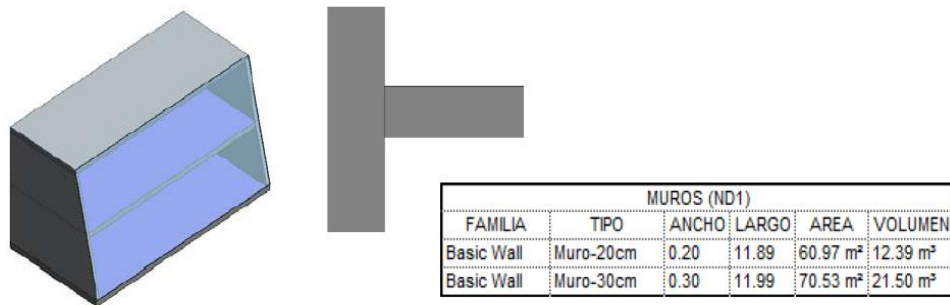


FIGURA 0.7: modelos de nivel 1

Las imágenes de arriba muestran elementos de construcción definidos con componentes genéricos, donde las características de los elementos son solo generales, tales como espesor o volumen. Este Nivel permite obtener cantidades de manera rápida. (Página 8 del manual).

NIVEL 2 (ND2)

Los modelos de nivel 2 incluyen elementos en que los cuales los componentes genéricos han sido reemplazados por componentes en los cuales la totalidad de sus materiales han sido definidos. Al término de este Nivel, análisis

basados en sistemas específicos pueden realizarse y cantidad real de materiales pueden obtenerse.

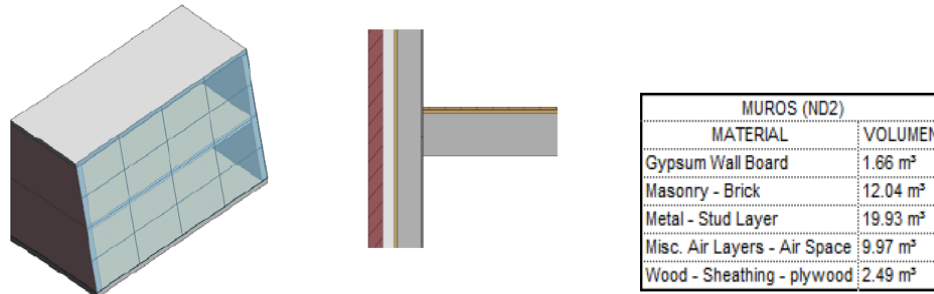


FIGURA 0.8: elementos de construcción

Las imágenes de arriba muestran elementos de construcción totalmente definidos, en donde todas sus características han sido determinadas. (Página 8 del manual).

NIVEL 3 (ND3)

Los modelos de Nivel 3 incluyen elementos en los cuales los componentes totalmente definidos han sido complementados con detalles que permiten su fabricación y/o construcción. En este nivel, el modelo incluye información 2D como texto, dimensiones, notas, etc. Al término de este Nivel, los Modelos deben tener toda la información necesaria para realizar Programación en Obra (4D), Estimados (5D) y Operación y Mantenimiento (6D).

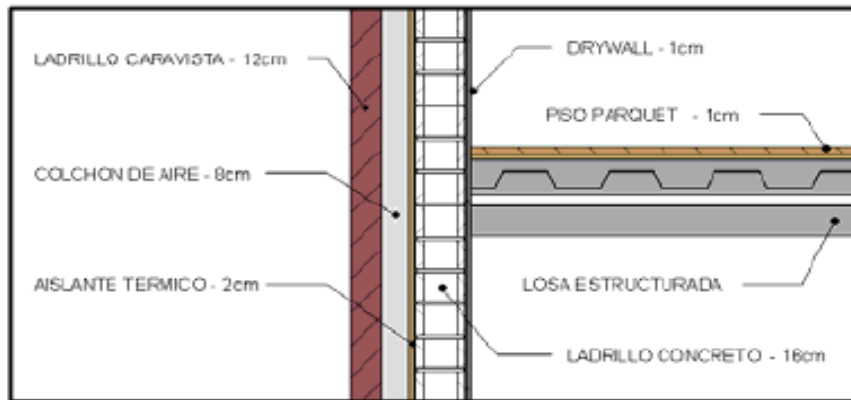


FIGURA 0.9: detalles constructivos en 2d

La imagen de arriba muestran un detalle constructivo en donde información en 2D ha sido colocada sobre una vista 3D.

EL COMITÉ BIM DEL PERU ⁽¹⁰⁾

Fundado en setiembre del 2012, busca lograr el crecimiento sostenido de la Productividad y Calidad en la Industria de la construcción.

- PROMOVER el uso adecuado del BIM.
- DIFUNDIR LA CAPACITACION en la elaboración y gestión de modelos BIM.
- DESARROLLAR Y ESTANDARIZACION procesos y buenas prácticas en el uso del BIM.

10. INCONET, Comité de BIM en el Perú, iniciativas BIM Perú

El comité BIM del Perú pertenece al instituto de la construcción y el Desarrollo (ICD), organismo de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).

Para lo que concierne a los niveles de Detalle se tiene lo siguiente

El Nivel de Detalles (ND) describe la cantidad de trabajo que se ha desarrollado dentro del modelo así como sus requisitos mínimos. El Nivel de Detalle es acumulativo y debe avanzar de un nivel a otro.

NIVEL DE DETALLE 100

Los modelos de Nivel 100 (ND-100) incluyen elementos tales como Masas que se utilizaran para estudios preliminares tales como Diseños Conceptual y Etapas (Phases) Generales del Proyecto.

Análisis basados en Ubicación y Orientación así como Metrados generales de Áreas y Volúmenes pueden ser realizados en este nivel

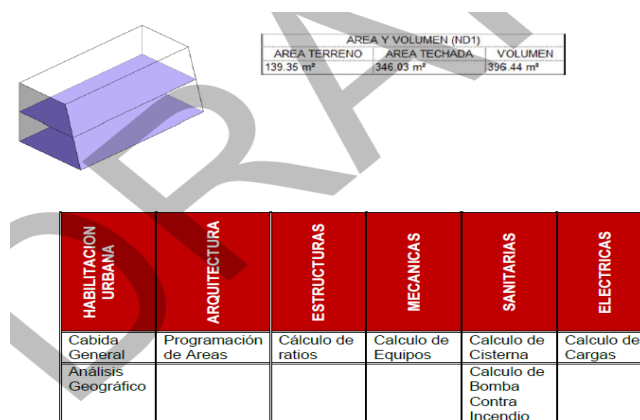


FIGURA 10: análisis de áreas y volúmenes

NIVEL DE DETALLE 200

Los modelos de Nivel 200 (ND-200) incluyen elementos en que los cuales las masas han sido remplazadas por componentes genéricos los cuales indican los anchos y/o espesores finales de los diferentes objetos/elementos de la edificación.

Análisis generales de Sistemas así como Análisis más específicos pueden ser realizados en este Nivel.

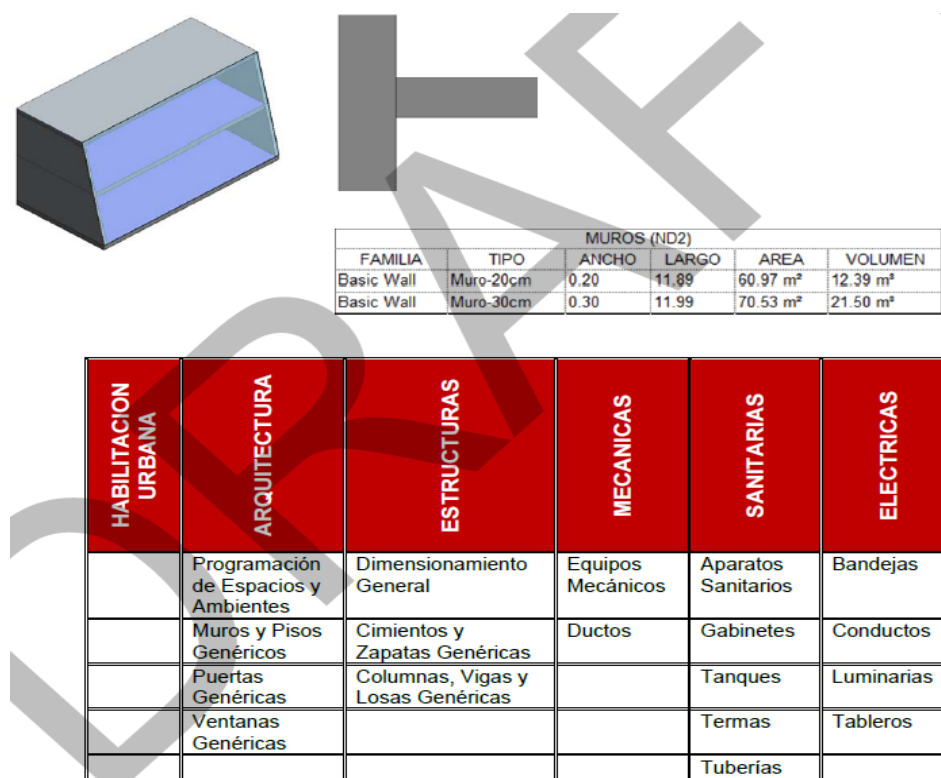


FIGURA 11: análisis generales de sistema

SUB-NIVEL DE DETALLE 250

Los modelos de Nivel 250 (ND-250) incluyen elementos en que los cuales los componentes genéricos han sido definidos por su deferentes Tipología. Si bien los componentes siguen siendo genéricos, esta diferenciación permite un mitrado más exacto especialmente para la construcción del Proyecto y para una fácil migración al Nivel de Detalle 300 (ND-300).

NIVEL DE DETALLE 300

Los modelos de Nivel 300 (ND-300) incluyen elementos en que los cuales los componentes genéricos han sido remplazados por componentes en los cuales la totalidad de sus materiales han sido definidos.

Análisis específicos de Sistemas así como Mitrados exactos basados en los diferentes materiales pueden ser realizados en este Nivel.

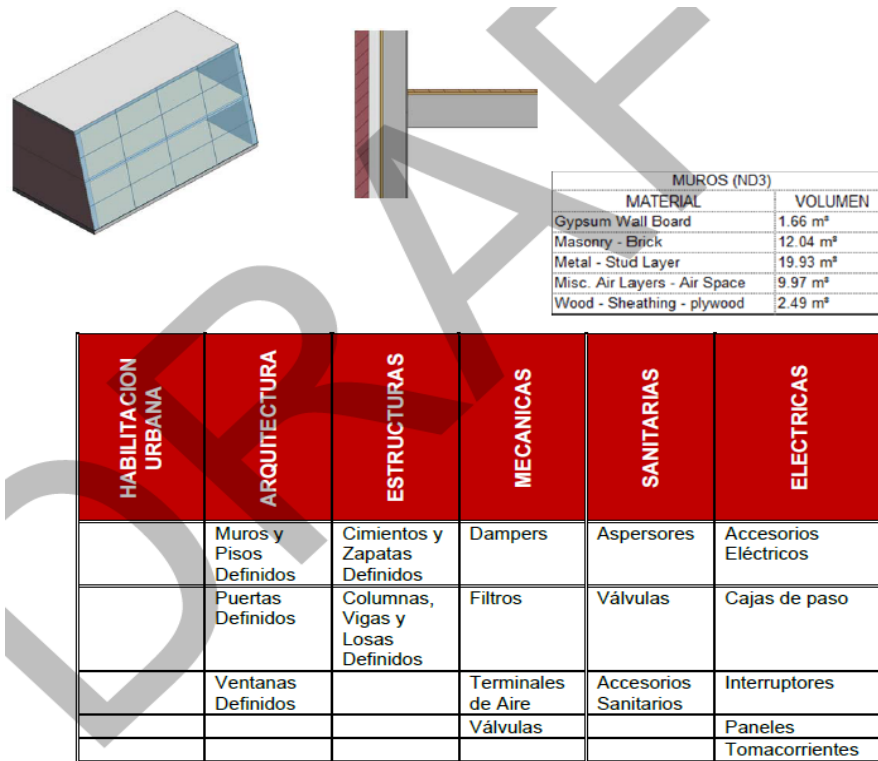


FIGURA 12: análisis específico de sistema

SUB-NIVEL DE DETALLE 350

Los modelos de Nivel 350 (ND-350) incluyen elementos en que los cuales los componentes ya están totalmente definidos y han sido complementado con geometría adicional en 3D para asegurar la constructabilidad de los mismos. Estos serán complementados con detalles en 2D a la hora de definirlos en la migración al Nivel de Detalle 400 (ND-400)

NIVEL DE DETALLE 400

Los modelos de Nivel 400 (ND-400) incluyen elementos en los cuales los componentes ya están totalmente definidos y han sido complementados con detalles que permiten su fabricación y/o construcción e incluyen información 2D como texto, dimensiones, notas, etc.

Detalles constructivos pueden ser obtenidos en este Nivel

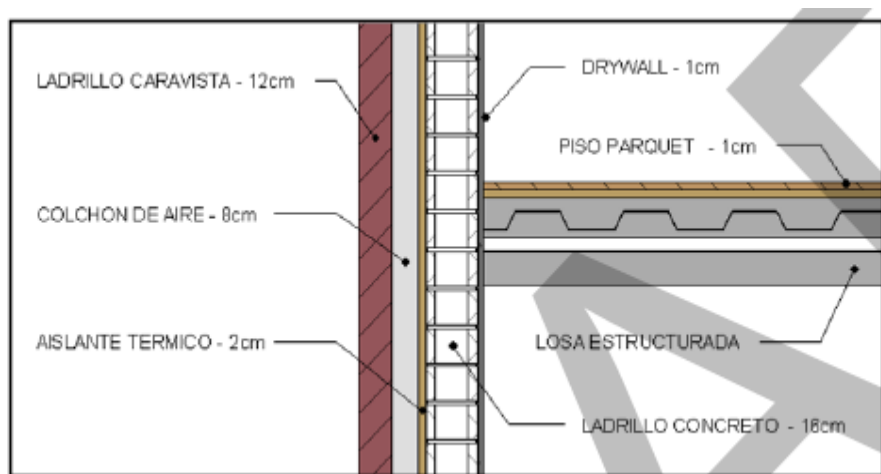


FIGURA 13: detalles constructivos

NIVELES DE DETALLE 500

Los modelos de Nivel 500 (ND-500) incluyen parámetros asociados a todos los elementos de la edificación que permiten, una vez exportados fuera del entorno BIM, realizar la Programación de Obra así como Mantenimiento y Operaciones del Proyecto.

La vinculación del Modelo con Sistemas de Base de Datos puede ser realizada en este Nivel.

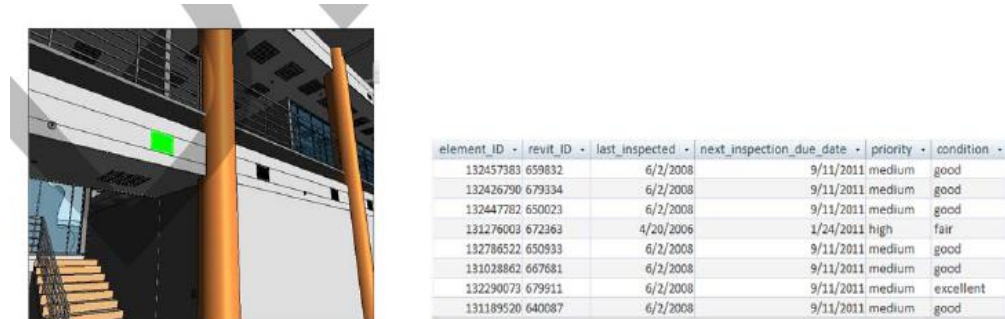


FIGURA 14: vinculación del modelo

Por ser el manual del comité BIM del Perú en reciente desarrollo asumiremos La AIA (American Institute of Architects) decidió por un sistema para medir la cantidad y calidad de información, inicialmente se denominó “Nivel de Detalle”, pero este fue cambiado por “Nivel de Desarrollo” en el 2013. AIA Contract Document G202-2013, Building Information Modeling Protocol y a los Estandares BIM de GyA como una guía para describir el nivel de desarrollo para esta Tesis.

En el Perú se utiliza principalmente el LOD 300 que nos permite compatibilizar los planos y resolver las interferencias entre las especialidades. En nuestro caso hemos aplicado en un polideportivo y hemos obtenido resultados de los metrados y presupuesto (Ver capítulo 3 discusión de resultados)

1.3.7. Modelado 3D, 4D, 5D, 6D, 7D ⁽¹¹⁾

LA DIMENSIÓN PLANA – 2D

BIM y CAD representan dos aproximaciones fundamentalmente diferentes al diseño arquitectónico y su documentación. Las aplicaciones de CAD imitan el tradicional proceso de papel y lápiz con dibujos electrónicos de dos dimensiones creados desde elementos gráficos 2D como líneas, tramas y textos, etc. Los dibujos de CAD, de forma similar a los dibujos en papel, son creados de forma independiente por lo que cada cambio en el diseño debe revisarse y modificarse manualmente en cada uno de ellos.

Las aplicaciones BIM imitan el proceso real de construcción. En lugar de crear dibujos con líneas 2D se construyen los edificios de forma virtual modelándolos con elementos reales de construcción, como muros, ventanas, forjados, cubiertas, etc. Esto permite a los arquitectos diseñar edificios de la misma forma en que son construidos. Como todos los datos están guardados en un solo modelo virtual central, los cambios en el diseño son automáticamente detectados y realizados en todos los dibujos individuales generados desde el modelo. Con esta aproximación integrada del modelo, BIM no solo ofrece un significativo incremento en la productividad sino que sirve como base para unos diseños mejor coordinados y para un proceso de construcción basado en el modelo. Mientras que el cambio desde CAD a BIM está ya justificado con los beneficios obtenidos durante la fase de

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

diseño, BIM todavía ofrece más beneficios durante la construcción y operativa de los edificios.

Ambos sistemas continuarán funcionando bien mientras se mantengan en sus propios campos de trabajo. Los intercambios de trabajo entre usuarios 2D se realizan de forma sencilla ya que el concepto de los programas que usan esta tecnología es el mismo. Aun así, el CAD no deja de ser una herramienta muy productiva y que puede incorporar diseño en tres dimensiones. De hecho sigue siendo la herramienta de diseño más utilizada hoy en día entre los profesionales tal y como refleja la encuesta realizada por el RIBA y el NBS en Reino Unido durante el año 2012.

Para nuestro caso en el polideportivo se usaron los planos del proyecto inicial información CAD-2D

LA INCORPORACIÓN DEL TERCER EJE – 3D

Quizás esta sea la dimensión más visualmente atractiva del BIM. Esto es debido a la aparición de programas de diseño que pueden realizar la visualización en tres dimensiones. Pero no debemos de confundir la mera visualización en tres dimensiones con los modelos de información que usan la tercera dimensión. En un sistema BIM, la tercera dimensión es una herramienta para introducir y mostrar datos. La visualización en sí misma dependerá a partes iguales del software que usemos y del hardware del que disponemos. Así pues la visualización no es la

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

finalidad de los sistemas BIM ya que, aunque son programas tecnológicamente avanzados en esta dirección, existen otros que nos permiten llevar a cabo renderizados (Renderizado – Es un término utilizado para referirse al proceso de crear una imagen mediante iluminación indirecta, partiendo de un modelo en 3D.) con una calidad muy alta.

El modelo 3D representa la geometría del edificio y es una colección de objetos: como muros, losas, columnas, puertas, ventanas, etc. Es una manera perfecta de visualizar que el producto final se verá tal y como lo hemos diseñado.

EL ANÁLISIS DE LA PROGRAMACIÓN TEMPORAL – 4D

Uno de los desarrollos más recientes e interesantes en el mundo BIM ha sido la introducción de una nueva dimensión. Mientras CAD-3D y BIM recorren de forma exhaustiva las dimensiones del espacio, BIM-4D integra el tiempo en el proceso.

Ya hemos visto el potencial de los modelos BIM en 3D. Estos modelos son ideales para visualizar el aspecto que tendrá el proyecto, cómo se integra en el paisaje actual, y tal vez incluso para hacer un recorrido virtual para mostrar cómo los visitantes interactúan y fluyen a través del edificio.

Pero hay otros usos para la geometría en el modelo. A partir de la geometría y la experiencia combinada del Project Manager y del Jefe de Obra, podemos obtener las cantidades de construcción a grueso modo. Estas cantidades pueden ser el alimento a partir del cual se pueden crear las programaciones y las

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

estimaciones. Sin embargo, en el mercado se cuestiona si el BIM-4D puede representar la secuencia del proyecto o si por el contrario debe derivarse como una consecuencia de una programación.

Las personas con más experiencia piensan que el BIM-4D ha de ser a la vez secuenciación y programación, además de control de producción en obra con el Jefe de Obra y las Subcontratas, y que incluso se podría llegar a la confrontación de estos datos con facturas en la misma obra. Estos pioneros afirman además que 4D BIM debe integrar la medición de materiales necesarios para la obra, recursos, índices de productividad y los costes laborales en el BIM (recordemos que la 'I' de BIM significa información), aunque esta última parte la dejaremos para cuando hablemos del BIM-5D.

Hay diferentes tipos de software que incluso realizan una secuencia propia de construcción y planificación y que también pueden producir una animación 4D.

Esto significa que a los elementos del modelo se les asigna una secuencia de construcción lógica y se pueden poner juntos en una animación que muestra al futuro propietario cómo se reunirán para formar el edificio. Hay una gran diferencia entre una animación 4D y una programación 4D, pero muchos propietarios están confundidos sobre este matiz.

Una programación BIM-4D es una derivación directa de la geometría BIM-3D y una optimización de los recursos. A partir de la geometría, extraemos

cantidades y asignamos estas cantidades a los recursos. Ahora podemos aplicar la secuencia lógica, incluyendo personal necesario, tasas de productividad y precios, llegado el caso.

Mediante la creación de un programa optimizado conseguimos que el proyecto fluya sin problemas.

Además de aportar un alto nivel de inteligencia en el procesado y una fácil colaboración para el diseño y construcción de edificios, la cuarta dimensión entrelaza la información BI-3D con la programación del método de ruta crítica del proyecto, optimizando la cadena de suministro, los plazos y las operaciones de la obra, colocando todos los datos en un modelo 3D visualmente digerible.

Uno de los principales usos del 4D en proyectos de construcción es su capacidad para facilitar guías sencillas, visualmente intuitivas para los propietarios e interesados en la obtención de un análisis detallado de ejecución constructiva dirigida por una línea de tiempo. Ésta incluye simulaciones animadas en las que se indica el orden en que los trabajos van a ser completados, junto con el tiempo que tardará en completarse sobre la base de una compleja serie de algoritmos de programación.

El hecho de que estas accesibles simulaciones tomen algunos puntos del diseño matemático sin contar las ecuaciones, también proporciona una clara ventaja en el proceso de licitación. Una presentación simulada 4D tiene el doble propósito de definir una visión integral del plan de construcción de un contratista y, a la

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

misma vez, demostrar que el constructor está al día con las tecnologías más avanzadas. BIM-4D ya ha demostrado su eficacia en una amplia gama de proyectos inmobiliarios de gran escala.

Sin embargo, el software BIM-4D no trata sólo de hacer presentaciones accesibles para el usuario. La utilidad de los datos 4D es mucho más profundo, permitiendo a los contratistas hacer una planificación improvisada en los cambios de horario y logística con base en la información de los modelos BIM-4D, optimizando así los flujos de trabajo.

La construcción es un trabajo repetitivo en las localizaciones donde se realiza. Estos lugares pueden ser identificados visualmente en modelos 3D, donde se complementa con los datos de tránsito que pueden ser usados para calcular la duración exacta en las operaciones en cada lugar. Este cálculo automático permite optimizar el tiempo utilizado por el personal, para lograr así un continuo flujo de trabajo y reducir diversos problemas en el proceso. Lo más interesante es que esta optimización puede reducir la duración del proyecto en un 10% sin aumentar los recursos.

Con todas estas ventajas que se disponen desde las primeras etapas del diseño hasta el final de la construcción, sería fácil asumir que los métodos basados en BIM-4D, se han convertido en la actualidad en un estándar de la industria en todos los lugares del mundo.

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Sin embargo, los aspectos económicos afectan claramente a un proyecto en su diseño y construcción, tanto como en las tecnologías empleadas para su diseño. En el actual panorama de recesión del mercado, el énfasis en proyectos de construcción se ha centrado en la entrega de edificaciones seguras, pero con el presupuesto más bajo posible.

Para muchos proyectos más pequeños o de tamaño medio, el costo asociado que viene con el uso de tecnologías avanzadas de BIM es simplemente demasiado alto para ser Viable. Esto limita su uso a gran escala y mega-proyectos, en los que BIM afronta mediante un diseño inteligente un producto de gran detalle visual, tomando en cuenta los datos más complejos en su desarrollo, lo que realmente justifica su elevado costo.

Pero a medida que los precios bajen y aumente la eficiencia del software, como es inevitable, lo más probable es que vayamos empezando a ver el uso de herramientas basadas en BIM-4D a través de una franja mucho más amplia de proyectos de diseño y construcción. Cabe decir que existen muchos programas que permiten crear tablas de programación temporal como por ejemplo: Microsoft Project, Oracle Primavera, Vico Software, Innovaya Simulación, Asta PowerProject,...

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

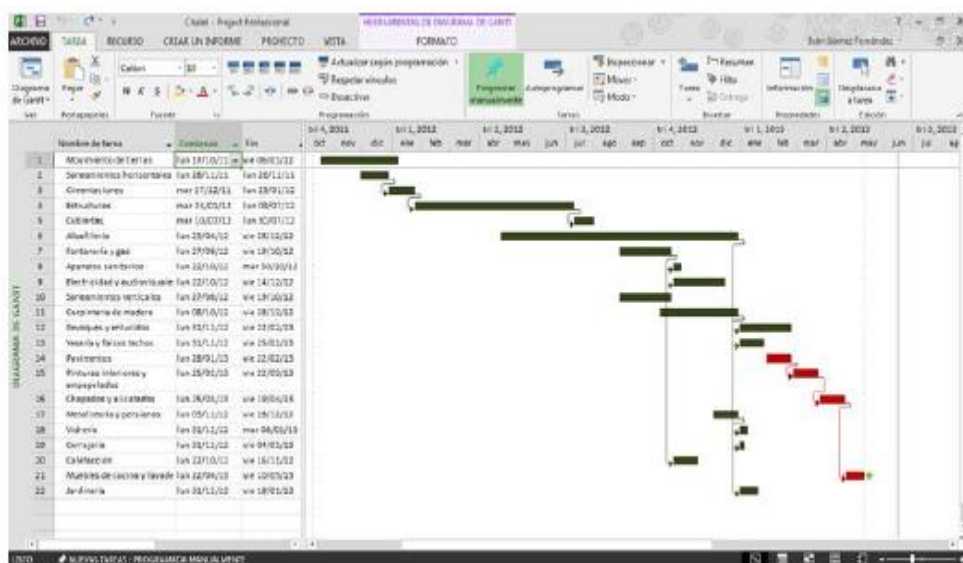


FIGURA 15: Imagen del programa Microsoft Project 2013, que permite crear programaciones temporales.

Fuente: Expediente creación de un Polideportivo

EL ASPECTO DEL COSTE/PRESUPUESTO – 5D

Como ya hemos visto con anterioridad, la cuarta y quinta dimensión ya fueron incorporadas al CAD hace tiempo y, además, con gran aceptación debido al amplio uso de los programas CAD.

Pero vamos a echar un vistazo atrás y ver como se fueron incorporando estas prácticas al proceso de modelado BIM.

La progresión parece lógica: todo comienza con planos 2D y luego recibimos o hacemos los modelos 3D y se coordinan, entonces realizamos las mediciones de los materiales con programas 4D y a continuación realizamos una estimación del coste para alcanzar así la quinta dimensión del BIM.

Los resultados obtenidos se muestran en el capítulo 3.

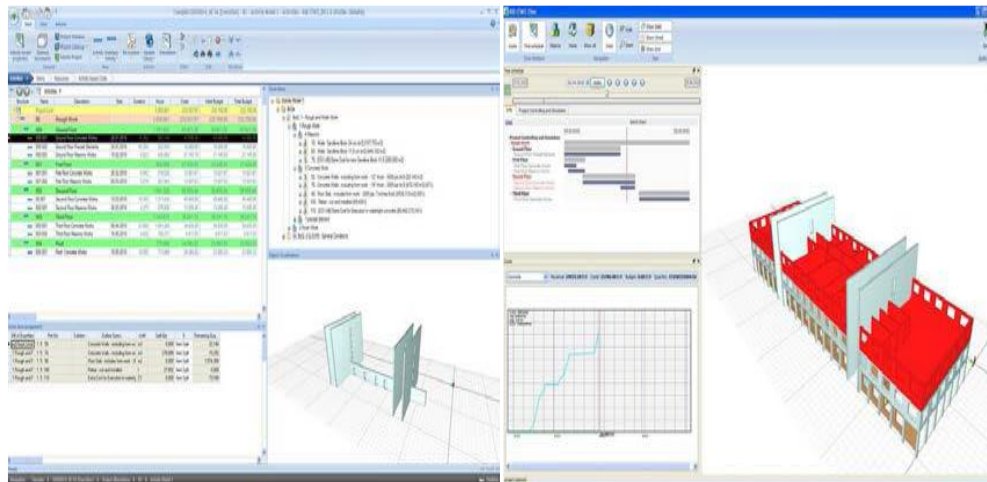


FIGURA 16: Diferentes fases del proceso constructivo con un software BIM llamado RIB iTWO y que incorporar 5D.

Fuente: <http://www.rib-software.com>. Acceso: Mayo 2013

En los últimos años ha ido creciendo el interés sobre el desarrollo de programas capaces de enlazar el software BIM con el software de estimación de costo. Este interés ha hecho que los técnicos tiendan a sobre-definir los modelos de información en un intento de que se use un solo software en el amplio campo de los espectros dimensionales del BIM.

El modelo BIM se convierte así en una base de datos alfanumérica para cuya gestión no está preparado.

- Los datos introducidos no se reutilizan con facilidad entre los sucesivos proyectos
- No se dispone de procedimientos adecuados para su actualización y mantenimiento respecto de la realidad
- No existe una relación integrada con los elementos gráficos a los que corresponden.

Este sistema además requiere un desarrollo informático importante y un esfuerzo inicial de carga de datos por parte del usuario que se superpone al trabajo habitual

También los técnicos de sistemas BIM han desarrollado enlaces de interoperabilidad

Como el IFC. Este enlace que en un principio podría parecer el más oportuno para trabajar con software de estimación de costos se puede volver un estorbo si no se usa de la forma adecuada. El formato IFC permite una sencilla transacción de datos siempre y cuando el software emisor de la información use el mismo código que el software que recibe la información, el propio IFC se ocupa de ello. Sin embargo, la transferencia de elementos de información complejos requiere un acuerdo más allá del propio formato IFC y, en muchos casos, no existe.

La conclusión es que para que un enlace entre dos programas funcione no es suficiente con crear condiciones de interoperabilidad técnicamente adecuadas entre las dos bases de datos respectivas, sino que debe tener en cuenta cómo se desarrolla la relación entre los profesionales implicados

Así pues se hace imprescindible un análisis profundo de las personas que están implicadas en el proceso de trabajo.

La mayoría de los equipos de trabajo actuales no se encuentran en una situación que se les pueda considerar equipos que trabajen de forma colaborativa, según BIM lo requiere, pero tampoco trabajan de forma individual, se suele

colaborar, pero cada Técnico suele realizar su parte del trabajo sin tener en cuenta el trabajo de los demás técnicos intervinientes.

Esto ocasiona que el desarrollo de programas de estimación de costos tenga diferentes derivadas.

Un equipo colaborativo representa el comportamiento teórico esperado. Los criterios de diseño para este proceso son bien conocidos. Se basan en un trabajo previo en el modelo, diferente al estrictamente necesario para generar la documentación gráfica, que permite obtener el presupuesto con facilidad cuando es necesario. En ese momento se extraen los datos del modelo BIM y se insertan en el presupuesto, en un proceso clásico de exportación-importación [...]. Sin embargo, si los profesionales trabajan de forma individual, el proceso de se hace una vez se termina todo el trabajo sobre el modelo de información.

Cuando se trabaja continuamente de forma individual, no se pueden prever las necesidades de todo el equipo en su conjunto. Así pues, surgen eventualidades provocadas por el nivel de detalle de un técnico que otro técnico no requiere o le son insuficientes.

Es frecuente oír, tanto en ámbitos comerciales como académicos, que el modelo BIM contiene o debe contener la totalidad del presupuesto. Sin embargo, otros autores creen que no todos los componentes de un presupuesto provienen del modelo BIM. Diferente bibliografía nos advierte sobre qué elementos no deben modelarse, bien porque para cuantificarlos y especificarlos no merece la pena

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

dibujarlos, porque provienen de otros programas de cálculo o simplemente porque no tienen existencia física. Incluso en la documentación de un programa comercial se reconoce directamente que hay artículos en una estimación de costo que no están incluidos en el modelo BIM.

Esto no se debe a deficiencias superables de los medios digitales actuales, sino a la eficacia histórica de la escritura y de la representación gráfica en dos dimensiones para definir la ejecución de una obra sin necesidad de graficar todos y cada uno de sus componentes, gracias al conocimiento implícito que añaden los sucesivos agentes implicados.

En consecuencia, el proceso de enlace no puede ser una sola exportación definitiva, sino que debe permitir que se reciban los datos del mismo proyecto una y otra vez, sin que estén documentados los añadidos, las eliminaciones y los cambios, pero que puedan integrarse con facilidad en el presupuesto existente.

G. Valderrama y S. Acosta (17) nos hablan también sobre el desarrollo de nuevos sistemas de enlace que se pueden adaptar a una gran variedad de procesos de uso. Nos hacen una descripción de los procesos soportados por los programas BIM y que pueden ser el primer paso de un desarrollo prometedor en este campo.

En primer lugar, la selección de unidades de obra se puede realizar directamente desde el sistema BIM a partir de catálogos previamente generados por el programa de presupuestos, que pueden contener un cuadro de precios completo o una selección de partidas específicas de un proyecto concreto.

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Además los datos que genera el responsable del modelo se pueden verificar íntegramente antes de enviarse al responsable del coste, mediante herramientas integradas en el sistema BIM o con otros recursos. Si el catálogo anterior incluye costes unitarios, en esta fase ya se puede conocer el importe de la parte modelada del proyecto.

Una cosa importante en el proceso es que el responsable del coste puede verificar y modificar los datos recibidos antes de su inserción en el presupuesto, sin necesidad de disponer del programa que gestiona el modelo BIM ni conocer su uso. Cuando cambia el modelo, la nueva información recibida se compara con la existente para detectar los elementos añadidos, los eliminados y los modificados, presentando sólo la información relevante para la toma de decisiones. De esta forma se pueden integrar sucesivamente nuevas versiones de los datos sin perder el trabajo realizado, aunque no vengan documentados explícitamente.

Cuando se reciban versiones sucesivas, los datos de los elementos gráficos pueden insertarse automáticamente en sus unidades de obra aunque este dato no provenga del modelo BIM, ya que el programa de presupuestos conserva las equivalencias de importaciones anteriores. También pueden prepararse plantillas de asignaciones predefinidas para recibir datos de modelos BIM en los que no se ha realizado el trabajo previo de asignación.

Se resuelven así procesos de uso en los que existe una elevada independencia entre el responsable del modelo y el del coste.

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

El programa de presupuestos mantiene internamente toda la información del modelo BIM que sea relevante para la asignación del coste, para la especificación o para la identificación de cada elemento. De esta forma se consigue la trazabilidad entre modelo, presupuesto y obra ejecutada, ya que cada entidad queda identificada unívocamente en todos estos ámbitos. El sistema BIM puede mostrar visualmente las entidades gráficas que corresponden a cada elemento del presupuesto.

El programa de presupuestos mantiene localizados los datos que provienen del modelo BIM y los introducidos manualmente por el responsable del coste, que se pueden modificar por separado sin interferencias entre ambos, permitiendo la introducción de los componentes del presupuesto que no provienen del modelo.

Esta posibilidad, junto con la trazabilidad recíproca, representa la vuelta de información desde el presupuesto hacia el modelo, cerrando el círculo por cual este proceso deja de ser simplemente una importación unidireccional o un enlace y puede llamarse propiamente una integración o un proceso de interoperabilidad. Se describe así un nuevo método de trabajo que permite la colaboración de todos los integrantes en los sistemas BIM. Una colaboración que hace posible entender la integración de los sistemas 5D y que facilita la labor del equipo de trabajo durante la concepción de la obra, pero sobre todo, durante la ejecución de la propia obra en sí misma.

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

SOSTENIBILIDAD – 6D

Los edificios, de forma individual o colectiva, tienen impactos ambientales, económicos y sociales que se producen en todas las etapas del ciclo de vida de múltiples maneras y en las escalas local, regional y global. La organización de normalización ASTM (ASTM - American Society for Testing Materials. Organismo de normalización internacional y colaboradora técnica de ISO.), en su norma E2114-08, define edificio sostenible como aquel edificio que proporciona los requisitos de rendimiento de construcción especificados al mismo tiempo que minimiza la perturbación y mejora el funcionamiento de los ecosistemas, tanto durante como después de su construcción y vida útil. También añade que un edificio verde optimiza la eficiencia en la gestión de recursos y el rendimiento operativo y, minimiza los riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Podríamos entender esto como un concepto de ciclo de vida ‘eco-eficiente’. Según J. Brunett podríamos expresar la ratio de eco eficiencia durante el ciclo de vida como:

Este es el punto al que mira esta nueva dimensión del BIM. Debemos de ser capaces de crear edificios con las mejores condiciones económicas y sociales, pero al mismo tiempo tenemos que pensar en el entorno que nos rodea y en cómo gestionar las obras de forma eficiente también en este campo.

En este sentido la sexta dimensión del BIM (en ocasiones llamada Green BIM o BIM verde), nos brinda la oportunidad de conocer cómo será el

comportamiento del edificio proyectado antes de que se tomen decisiones importantes y mucho antes de que comience la construcción.

Nos permite crear variaciones e iteraciones en la envolvente, los materiales utilizados, el tipo de combustible utilizado para enfriar/calentar la vivienda y la huella de carbono que produce la totalidad del proyecto teniendo en cuenta incluso su situación, su posición relativa con respecto a los proveedores, su orientación y muchos aspectos más.

En este sentido, tal y como apunta Liébana Carrasco, en algunos países han desarrollado certificados de eficiencia energética como el LEED (LEED - Acrónimo de Leadership in Energía & Environmental Design (Liderazgo en energía y diseño ambiental)). LEED es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council). Fue inicialmente implantado en el año 1998, Utilizándose en varios países desde entonces. Se compone de un conjunto de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios de todo tipo. Se basa en la incorporación en el proyecto de aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible de los espacios libres de la parcela y la selección de materiales. Existen cuatro niveles de certificación.

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

Los niveles energéticos pueden ir del A al G, siendo A el más eficiente y G el menos eficiente.

Además también se le adjunta una etiqueta energética, documento estandarizado en el que sólo se representa la escala energética y la letra que corresponde al edificio.

Es obligatorio desde Junio de 2013 para edificios de nueva construcción, edificios que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario y edificios públicos que ocupen más de 250 m² y sean frecuentados habitualmente por el público.

Será esto un punto y aparte en el estudio pormenorizado de las viviendas, y una buena oportunidad para incorporar el BIM-6D a las metodologías de trabajo aplicadas en las empresas (España).

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas



FIGURA 19: Etiqueta del certificado energético indicada en el RD 235/2013.

Fuente: <http://www.minetur.gob.es>. Acceso: Mayo 2013

El software BIM ha ido incorporando esta dimensión y ya es posible analizar un edificio de manera íntegra, teniendo en cuenta todas sus características funcionales, arquitectónicas y de localización.

GESTIÓN DEL CICLO DE VIDA – 7D

El siguiente paso en el uso del BIM parece que todavía queda lejos de alcanzar en nuestro país, pero parece el siguiente paso lógico en la cadena. Hemos hecho un recorrido desde la idea de la concepción del edificio que tiene el promotor, que le transmite al diseñador, este al arquitecto, pasando por los diferentes agentes que calculan instalaciones y estructuras y para finalizar las colaboraciones que deben de hacer los fabricantes y constructores. Parece entonces que el siguiente paso debe de ser incluir al cliente final. Para ello nace la séptima dimensión, que aparece para facilitar al cliente final la gestión de las instalaciones durante todo su ciclo de vida.



FIGURA 20: La séptima dimensión abarca la mayor parte del ciclo de vida de un edificio.

Fuente Fuente: <http://www.minetur.gob.es>. Acceso: Mayo 2013

Cuando hablamos de ciclo de vida de un edificio debemos de tener en cuenta que este abarca desde su concepción hasta su demolición. Así pues, el nuevo concepto de modelo de información que BIM quiere asumir, ha de ser coherente con este ciclo. La forma tradicional de trabajo en la industria AEC de España consistía en

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

crear un modelo para la fase de concepción y construcción, y que solamente los técnicos podían tener acceso o que solo ellos podían interpretar. En España incluso el concepto de planos ‘as built’ es relativamente reciente. Cuando hablamos de esta primera etapa de concepción y construcción, estamos hablando de los sistemas integrados de ejecución de proyectos (IPD – Acrónimo de la frase inglesa Integrated Project Delivery). El IPD no es más que un conjunto de métodos de trabajo que garantizan una alianza de colaboración de las personas, los sistemas, las estructuras empresariales y las prácticas en un proceso que aprovecha los talentos y puntos de vista de todos los participantes para optimizar los resultados de los proyectos, aumentar el valor para el propietario, reducir los gastos y maximizar la eficiencia a través de todas las fases de diseño, fabricación y construcción.

Pero esta etapa no abarca más de 3 o 4 años del monto total del ciclo de vida de un proyecto, que es cuando se construye. Es la etapa de diseño, contratación, construcción y puesta en marcha. Lo que resta de la vida útil del edificio será el campo que abarca la séptima dimensión del BIM.

Existe un interés creciente en la industria en torno al uso de modelos de información de edificios para la gestión de instalaciones (BIM-7D), pero lo complicado es hacer que esto funcione de forma real.

Después de la entrega de información a los Gestores de Instalaciones una vez terminada la construcción, los Gestores de Instalaciones luchan a menudo con la limitada información suministrada para gestionar el edificio. Sin embargo, debemos

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

admitir que es esta la parte más larga y más costosa del ciclo de vida del edificio. Es la fase de operación y gestión de activos y los Gestores necesitan una mejor información, en particular en las primeras fases de la operación.

Una vez que el proyecto se construye, se crea un modelo BIM 'as-built' y además se completa con toda la información de componentes de construcción pertinentes (por ejemplo, datos del producto y detalles, manuales de mantenimiento y operación, hojas de especificaciones técnicas, fotos, datos garantía, enlaces web del producto, información del fabricante y contactos, etc.) Generando una completa base de datos 3D.

Esta información se pondrá a disposición del usuario a través de un entorno personalizado que garantice que el propietario tiene la accesibilidad total. El propietario o su gestor tendrán así un potente pero simple modelo de construcción virtual que contiene toda la información relevante para la gestión de la propiedad, sistemas y componentes de construcción para la vida de la instalación.

A veces se puede llegar a entender que la Gestión de Instalaciones y el BIM son cosas diferentes, o se habla de cómo integrarlos, pero si tenemos en cuenta la definición de ambas llegaremos a otra conclusión. Según la International Facility Management Association (IFMA), la Gestión de Instalaciones es una profesión que abarca múltiples disciplinas para asegurar la funcionalidad del entorno constituido por la integración de las personas, el lugar, los procesos y la tecnología empleados.

Por otro lado podríamos decir que el modelado de información (BIM) es una representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación.

El BIM es una fuente de conocimiento compartido para obtener información sobre una instalación que forma una base fiable para decisiones durante su ciclo de vida, que se define como existente desde la primera concepción hasta su demolición.

El problema sigue siendo, sin embargo, que muchos no entienden los múltiples ámbitos de conocimiento o competencias relacionadas con la gestión del ciclo de vida del entorno construido, ni cómo se han integrado. O, lo que es aún peor, es que algunos de los que deben hacerlo entender no están dispuestos a compartir la información debido a los problemas que perciben en ese hecho.

Así pues, no nos queda más que volver a hablar de un cambio en mentalidad de la industria AEC, en los profesionales que la conforman.

Claramente los propietarios deben presionar en la dirección de BIM y la gestión de instalaciones del ciclo de vida. Un aspecto evidente es que son los propietarios los que deben de controlar que su inversión es la adecuada y para ello deben de conseguir la mejor técnica para asegurarse la mayor optimización en el retorno de inversión (ROI).

Dicho esto, los propietarios no pueden hacerlo solos. Por la propia naturaleza de la industria, todas las partes interesadas deben colaborar. A diferencia de otras industrias, lo que la construcción fabrica dura alrededor de 50 a 100 años,

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

tienen múltiples usos, y puede adaptarse a las situaciones cambiantes de su entorno. También involucra a un mayor número de proveedores y prestadores de servicios, así como un número virtualmente infinito de configuraciones.



FIGURA 21: Pirámide conceptual del BIM.

Fuente: Fuente: <http://www.minetur.gob.es>. Acceso: Mayo 2013

Los beneficios de BIM cuando se conecta al sistema de Gestión de instalaciones, contribuyen a una mejor gestión de:

- **Mantenimiento preventivo.-** La información sobre el edificio y equipo mecánico almacenado en los modelos BIM se utiliza para el mantenimiento preventivo permanente.
 - **Gestión del espacio.-** Los modelos BIM proporcionan información de áreas para la gestión del espacio y la ocupación e integrando datos de los recursos

humanos y del edificio, las empresas pueden reducir la mano de obra y lograr la reducción de los gastos más importantes del inmueble.

- Los continuos cambios – La gestión de dibujos y el registro exacto ha sido un reto para los propietarios y gestores de instalaciones.
- BIM ofrece dos ventajas sobre la tecnología CAD tradicional, proporcionando una manera sencilla de mostrar los aspectos tridimensionales de la construcción y proporcionando una extensa documentación de los componentes de construcción.
- Iniciativas de eficiencia energética – Los edificios comerciales e industriales son responsables de casi el 20% del consumo de energía, las empresas tienen la responsabilidad de analizar las opciones para mejorar el rendimiento energético.
- Los edificios existentes se pueden volver a analizar para la comparación de las distintas opciones mediante BIM.
- Gestión del ciclo de vida – El reciente énfasis en la sostenibilidad ha elevado el perfil de la gestión del ciclo de vida de la construcción. Los dueños responsables se están dando cuenta de que esto tiene sentido tanto económica como ecológicamente. Al integrar los datos sobre la esperanza de vida y los costos de reemplazo de los modelos, la dupla de BIM y Gestión de Instalaciones ayuda a los propietarios a entender cómo realizar el seguimiento de equipos, sistemas y componentes para la construcción de un mejor retorno de la inversión durante la vida del edificio.
- El mantenimiento de la información y la intención del diseño – El uso de la tecnología con un enlace bidireccional entre el sistema de Gestión de Instalaciones y

11. Espinoza J. Pacheco R. (2014) *mejoramiento de la constructibilidad mediante herramientas BIM* [para optar el grado de magister]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas

BIM, que permite al modelo BIM retener la utilidad lo largo del ciclo de vida del edificio.

El modelo de información de edificios 'as built' tiene que reflejar los cambios de la obra y las selecciones específicas de la construcción de los productos al final de la construcción, pero ya hay amplios beneficios para justificar su uso.

1.4. Definiciones Conceptuales.

La tecnología utilizada para la modelación de la tesis se tomó de la empresa Autodesk por proporcionar licencias gratuitas para estudiantes, aclarando que en el mercado se dispone de varios softwares que utilizan la tecnología BIM.

Siendo el software utilizado para la especialidad de estructuras el REVIT STRUCTURE. Del cual tomamos las definiciones los símbolos y siglas necesarias para el mejor entendimiento de la tecnología que usamos para modelar la información del Polideportivo de la especialidad de estructuras a construir virtualmente.

Los siguientes concepto nos permiten tener un mejor entendimiento de cómo se va construyendo virtualmente para después obtener nuestras cuantificaciones (metrados y presupuestos)

PARAMETRICO ⁽¹²⁾

Todos los elementos de Revit “son representados por parámetros y reglas que determinan la geometría y algunas propiedades no geométricas”, entendiéndose por

12. Autodesk (2011), paramétrico, Manual de Revit MEP en Ingles.

geometría a la forma de un determinado elemento (muro, losa, techo, etc.) y por No geométricas a los parámetros que no determinan la forma del elemento sino que proporcionan otras especificaciones o relaciones (materiales, volúmenes, ubicación, etc.).

NIVEL (LEVEL) ⁽¹²⁾

Son planos horizontales infinitos que sirven como referencia para ubicar los elementos.

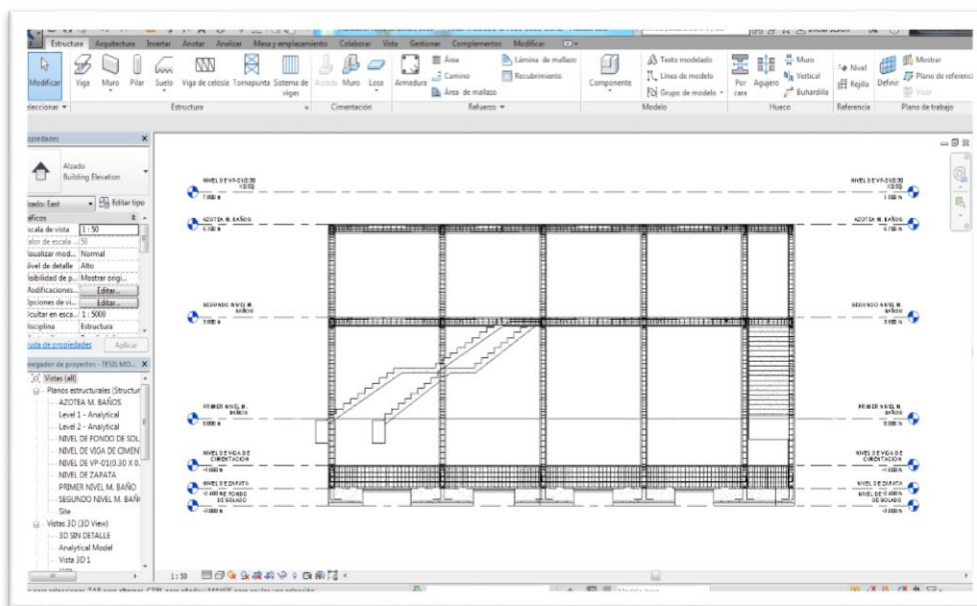


FIGURA 22: Niveles del módulo baño del polideportivo.

Fuente: Propia

ELEMENTO (ELEMENT) ⁽¹²⁾

Son cada uno de los elementos de construcción que se van añadiendo al modelo de edificación. Están clasificados por: Categorías, familias y tipos.

12. Autodesk (2011), paramétrico, Manual de Revit MEP en Ingles.

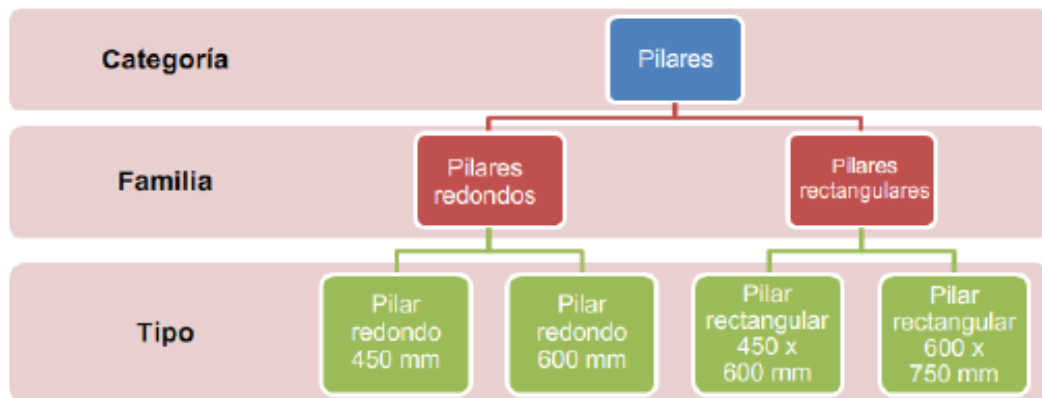


IMAGEN 23. Basada en el manual de Revit Estructure 2011 en español

CATEGORIA (CATEGORY) ⁽¹²⁾

Es la forma como están organizados los elementos de Revit. Las categorías pueden ser de dos tipos:

- Categorías de Modelo (ModelCategory).
- Categorías de Anotacion (AnnotateCtegory).

FAMILIA (FMILY) ⁽¹²⁾

Son grupos de elementos con características similares, definidos principalmente por su función en el modelo de edificación, comparten además parámetros de dimensión y tienen una representación simbólica similar. El ejemplo más claro para comprender el concepto de familias son las puertas, pues constituyen familias que pueden ser: simples, dobles, corredizas, levadizas, etc., pero todas ellas comparten la misma función, pueden tener diferentes dimensiones y se representan gráficamente mediante símbolos diferentes.

12. Autodesk (2011), paramétrico, Manual de Revit MEP en Ingles.

Existen tres tipos de familias en Revit:

Familias Cargables (loadable families)

Son todas las familias que pueden ser guardadas en archivos independientes RFA. Estas familias se pueden desarrollar desde las plantillas (Templetes) que Revit proporciona al momento de la instalación.

Familias de Sistema (System Families)

Estas familias no pueden ser guardadas ni creadas en archivos independientes, son parte integral de la plantilla de proyecto de Revit. Incluyen las siguientes Categorías:

- Muros, Losas, Cielorrasos y Techos.
- Escaleras, Barandas y Rampas.
- Carpinterías (Mullions), Paneles de Muro Cortina (CurtainPanels).
- Equipamiento Mecánico.
- Superficies Topográficas
- Niveles y Cotas.

Si bien las familias de sistema quedan guardadas en el proyecto, es posible transferirlas entre proyectos y también se pueden crear nuevos tipos con dimensiones o representaciones graficas diferentes.

Familias in Situ (In-place families)

Son familias creadas específicamente para cada proyecto, normalmente se trata de elementos que no se repetirán muchas veces puesto que son creadas para usos

específicos. Por ejemplo, el diseño único de una chimenea o algún tipo de muro cuya forma no pueda ser resuelta con las familias de sistemas de muros.

TIPO (TYPE) ⁽¹²⁾

Cada familia está constituida por tipos, por ejemplo la familia de columnas rectangulares puede tener diversos tipos, expresados en dimensiones diferentes tanto de base o de altura.

INSTANCIA (INSTANCE) ⁽¹²⁾

Son cada uno de los ejemplares colocados en el proyecto, estos son los elementos reales que se van añadiendo al Modelo de Edificación y tienen una posición y referencia específica en el proyecto. Existen dos tipos de Instancias de Modelo e Instancias de Anotación.

COMPORTAMIENTO DE LOS ELEMENTOS EN UN MODELADOR PARAMETRICO ⁽¹²⁾

En proyectos Revit Structure usa tres tipos de elementos:

- Elementos de modelo, que representan la geometría 3D real de un edificio. Aparecen en vistas relevantes del modelo. Muros estructurales, losas, rampas y Cubiertas son ejemplos de elementos de modelo.
- Elementos de referencia, que ayudan a definir el contexto del proyecto. Rejillas, niveles y niveles de referencia son ejemplos de elementos de referencia.
- Elementos específicos de Vista, que aparecen solo en las vistas en que se encuentran. Son útiles para describir o documentar un modelo. Cotas, etiquetas y componentes de detalle 2D son ejemplos de elementos específicos de vista.

12. Autodesk (2011), paramétrico, Manual de Revit MEP en Inglés.

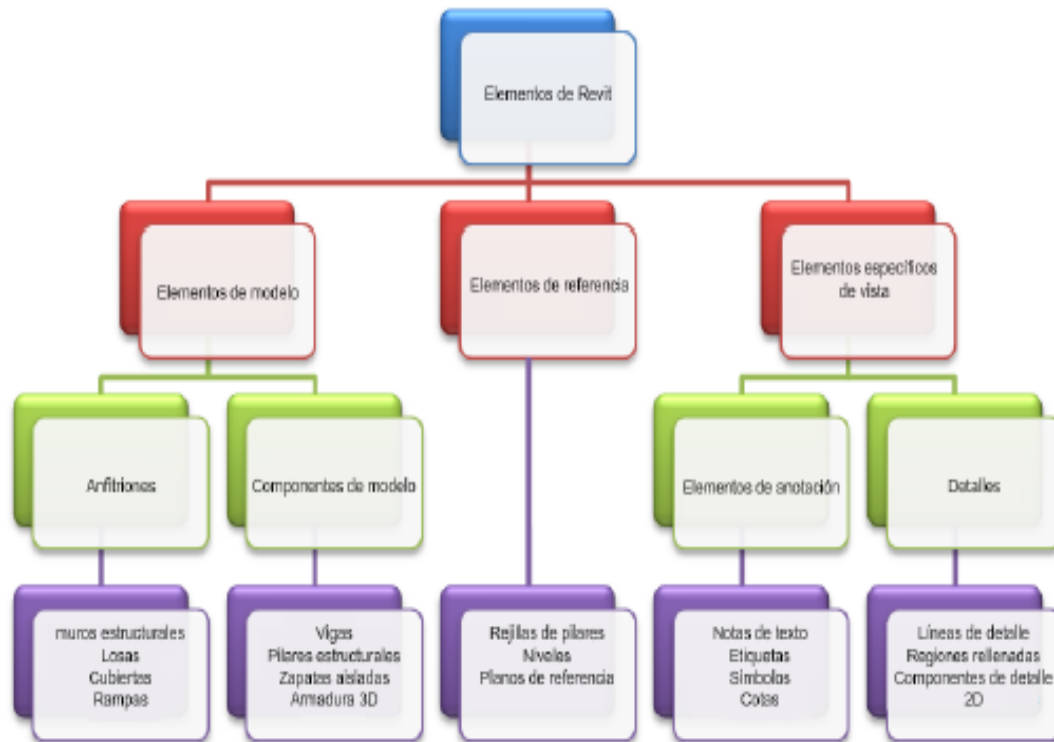


Imagen 24. Basada en el manual de Revit Structure 2011 en español

Hay dos tipos de elementos de modelo:

- Anfitriones (o elementos anfitriones), normalmente construidos in situ en el emplazamiento de construcción. Muros estructurales y cubiertas son ejemplos de anfitriones.
- Componentes de modelo, estos son todos los demás tipos de elementos en el modelo y mantiene la escala en papel, cotas, etiquetas y notas clave son ejemplos de elementos de anotación.

- Detalles, elementos 2D que proporcionan detalles sobre el modelo de construcción en una vista particular. Líneas de detalle, regiones rellenas y componentes de detalle 2D son ejemplos de detalle.

Esta implementación proporciona flexibilidad para los diseñadores. Los elementos de Revit Structure se han diseñado para su creación y modificación directa por parte del usuario, sin programación. Se puede dibujar, se puede definir elementos paramétricos nuevos en Revit Structure.

En Revit Structure, el comportamiento de los elementos está determinado fundamentalmente por su contexto en el edificio. El contexto está determinado por cómo se dibuja el componente y por las relaciones de restricción que se establezcan con otros componentes. Muchas veces el usuario no realiza ninguna acción para establecer estas relaciones, pero van implícitas en lo que se dibuja y como se dibuja. En otros casos se puede controlar, explícitamente bloqueando una cota o alineando dos muros, por ejemplo.

PROPIEDADES DE ELEMENTO ⁽¹²⁾

En Revit Structure, cada elemento que se puede insertar en un dibujo es un ejemplar de un tipo de familia. Los elementos tienen dos conjuntos de propiedades que controlan el aspecto y el comportamiento: propiedades de tipo y propiedades de ejemplar.

12. Autodesk (2011), paramétrico, Manual de Revit MEP en Inglés.

Propiedades de tipo ⁽¹²⁾

El mismo conjunto de propiedades de tipo es común a todos los elementos de una familia y cada propiedad tiene el mismo valor para todos los ejemplares de un tipo de familia concreto.

Propiedades de ejemplar ⁽¹²⁾

También se aplica un conjunto común de propiedades de ejemplar a todos los elementos pertenecientes a un tipo de familia concreto, pero los valores de estas propiedades pueden variar según la ubicación de un elemento en un edificio o un proyecto. Por ejemplo las cotas de sección de una viga son propiedades de tipo; la longitud de la viga es una propiedad de ejemplar.

Metrado ⁽¹³⁾

En conformidad con el Reglamento de la ley de Contrataciones del Estado, es el cálculo o la cuantificación por partidas de la cantidad de obra a ejecutar.

Partida ⁽¹³⁾

Cada uno de los productos o servicios que conforman el presupuesto de una Obra. Las partidas pueden jerarquizarse de la siguiente manera:

- Partidas de primer orden

12. Autodesk (2011), paramétrico, Manual de Revit MEP en Inglés.

13 Ministerios de vivienda (mayo 2010), metrado, partida, norma técnica metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas

Agrupan partidas de características similares. Pueden ser llamadas Partidas Títulos.

- Partidas de segundo orden

Agrupan partidas genéricas, que nombran una labor en general o sin precisar detalle.

Estas pueden ser llamadas Partidas Sub-títulos o Partidas Básicas.

- Partidas de tercer orden

Son partidas específicas que indican mayor precisión de trabajo. Estas pueden ser llamadas Partidas Básicas.

- Partidas de cuarto orden

Son partidas para casos excepcionales, de mayor especificidad.

1.5. Hipótesis.

1.5.1. Hipótesis General

H1: El modelado inteligente compatibiliza los metrados y el presupuesto de la especialidad de estructuras de un polideportivo.

1.5.2. Hipótesis Especificas

H1: La aplicación del modelado inteligente identifica los metrados de la especialidad de estructuras de un polideportivo.

H2: El modelado inteligente presenta ventajas para la elaboración del presupuesto de la especialidad de estructuras de un polideportivo.

1.6. Variables.

1.6.1. V.I. Variable Independiente

Modelado inteligente de la edificación.

a) Indicadores

X1: Estándares BIM

1.6.2. V.I. Variable Dependiente

Metrados y Presupuesto de la especialidad de estructuras de un polideportivo)

a) Indicadores

X1: Reglamento Nacional de edificaciones

CAPITULO II: MARCO METODOLÓGICO

2.1. Tipo de Investigación

Cuantitativa porque se generó una base de datos aplicando una metodología que utiliza tecnología BIM para extraer información para la elaboración de los metrados y el presupuesto de la especialidad de estructuras de un polideportivo.

2.2. Nivel de Investigación

Explicativo: porque la finalidad consistió en explicar una metodología eficiente como la metodología BIM con procedimientos y usos de software que utilizan tecnología BIM para poder generar los metrados y el presupuesto de la especialidad de estructuras de un polideportivo.

2.3. Diseño y Esquema de la Investigación

El diseño de la investigación se hará del expediente técnico del proyecto: “CREACION DE UN POLIDEPORTIVO EN EL DISTRITO DE PUERTO INCA, PROVINCIA DE PUERTO INCA-HUANUCO - 2014”, de los planos de la especialidad de estructuras siguiendo el contenido de la información que se tiene en dichos planos, para poder obtener los metrados y el presupuesto de la especialidad de estructuras.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

Se determina como población, todos los estudios definitivos de polideportivos que están en la fase de diseño aprobados por el evaluador encargado por la municipalidad provincial de Puerto Inca para su construcción.

2.4.2. Muestra

La selección de la muestra no probalística (intencionada) se focaliza en la municipalidad provincial de Puerto Inca ya que lo que se busca es una metodología eficiente para la compatibilización de los estudios definitivos de un polideportivo en la fase de diseño aprobados para su construcción, el tamaño de la muestra será 01.

2.5. Instrumentos de recolección de datos

Mediante softwares de almacenamiento de información con la tecnología especializada.

Se adoptó por los softwares de autodesk “REVIT ESTRUCTION” por tener licencias libres para la educación e investigación.

2.6. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos.

2.6.1. Técnicas de recolección de información.

Mediante la pre construcción o construcción virtual de la información contenida en los planos de la especialidad de estructuras del expediente técnico “CREACION DE UN POLIDEPORTIVO EN EL DISTRITO DE PUERTO INCA, PROVINCIA DE PUERTO INCA-HUANUCO - 2014”

2.6.2. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de la información se realizó mediante la aplicación de los programas que utilicen tecnologías BIM con licencias gratuitas como la de REVIT STRUCTURE.

2.6.3. Presentación de datos

Los datos se presentaron utilizando tablas de cuantificaciones y presupuestos, para usar la información de manera cuantitativa y cualitativa para un entendimiento claro de lo que se desea construir.

CAPITULO III: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1. Resultados.

3.1.1. Descripción del trabajo

Se quiere que los metrados y el presupuesto del expediente técnico “CREACION DE UN POLIDEPORTIVO EN EL DISTRITO DE PUERTO INCA, PROVINCIA DE PUERTO INCA-HUANUCO - 2014”. Sea construible para reducir su impacto en la etapa de construcción en temas de costos, plazos.

Así que nuestro punto de vista en la metodología BIM es desde el ojo observador de la contratista, porque es el que asume la responsabilidad de construir. Siendo las razones:

- Al no tener participación en la etapa de diseño, por ello tiene que compatibilizar los metrados.
- La contratista seguirá haciendo la compatibilización pero ahora empleando una metodología más eficiente basado en la construcción virtual que ofrece el BIM.
- Si no se realiza eficientemente la compatibilización quien se perjudica es la contratista ya que las deficiencias en los metrados y presupuestos generan ampliaciones de plazo, costos adicionales. El modelado inteligente que propone esta metodología con tecnología BIM es construir virtualmente la edificación, y que la contratista lo lleve a cabo siguiendo el planeamiento para su construcción, contando con la participación se du equipo técnico.

- El modelado inteligente que propone esta metodología con tecnología BIM es construir virtualmente la edificación, y que la contratista lo lleve a cabo siguiendo el planeamiento para su construcción, contando con la participación de tu equipo técnico.
- La metodología como se basa en la pre construcción minimiza las deficiencias de diseño, proponiendo una nueva forma de trabajar.
- El desarrollo de la metodología se centra en la premisa de construir dos veces siendo la primera de forma virtual, en donde podremos identificar las deficiencias para optimizarla mediante revisiones de constructabilidad, introduciendo los cambios necesarios. La segunda, la construcción real y definitiva, en donde ya se ha minimizado las deficiencias de diseño, enfocándonos en temas de planificación, producción, control y seguridad.

Desarrollo de la Metodología (Construcción Virtual BIM-3D del polideportivo)

La información contenida en el expediente técnico del polideportivo tiene su equivalente en el nivel 350 para los niveles de desarrollo producidos con la metodología BIM.

Un modelo BIM-3D es una base de datos de objetos o componentes 3D que dan forma y características propias a la edificación.

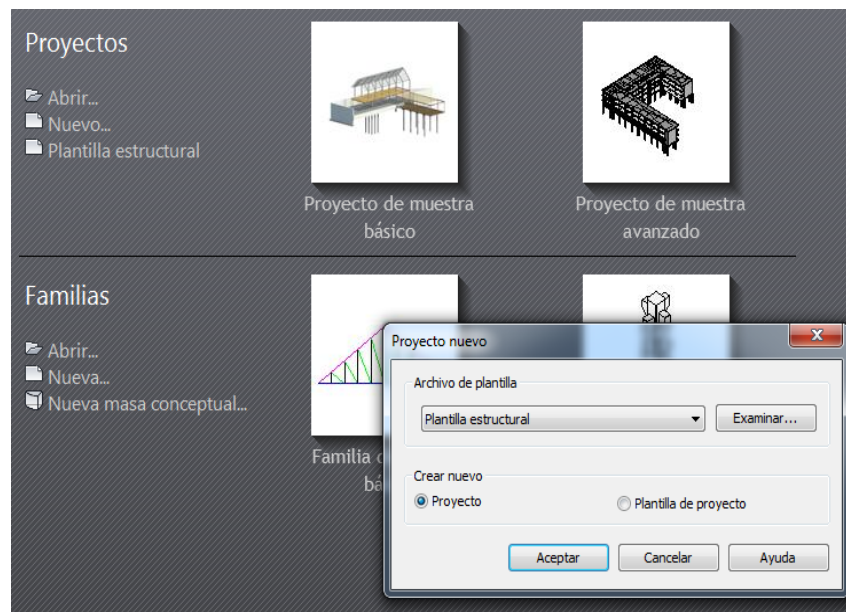
La teoría original del BIM recomienda un solo modelo. Sin embargo, cada disciplina deberá tener su propio modelo BIM para cumplir con sus obligaciones contractuales.

El modelado inteligente requiere la creación de modelos BIM-3D por especialidades: Arquitectura, Estructuras, IIEE Y IISS.

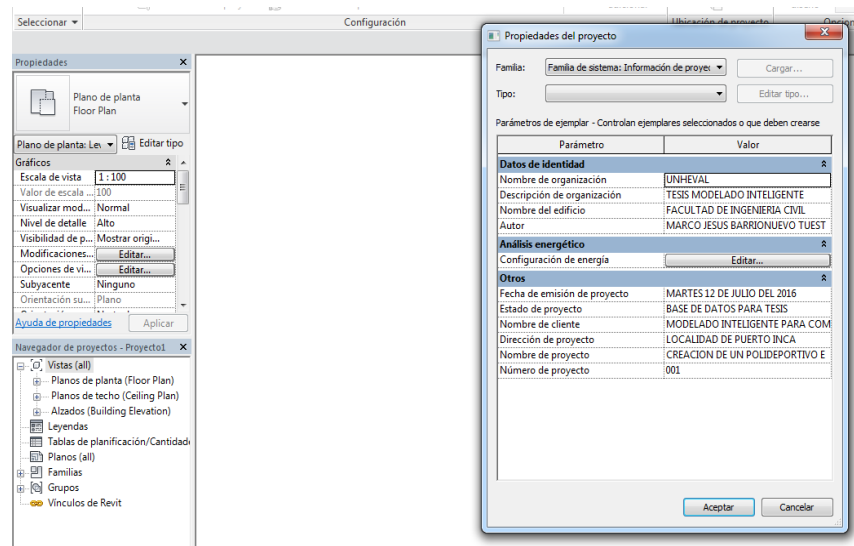
Para cumplir con los objetivos específicos de la tesis modelaremos la información contenida en los planos de estructuras del expediente técnico del proyecto “CREACION DE UN POLIDEPORTIVO EN EL DISTRITO DE PUERTO INCA, PROVINCIA DE PUERTO INCA-HUANUCO - 2014”.

Iniciamos el proyecto creándolo desde el menú inicio siguiendo esta secuencia:

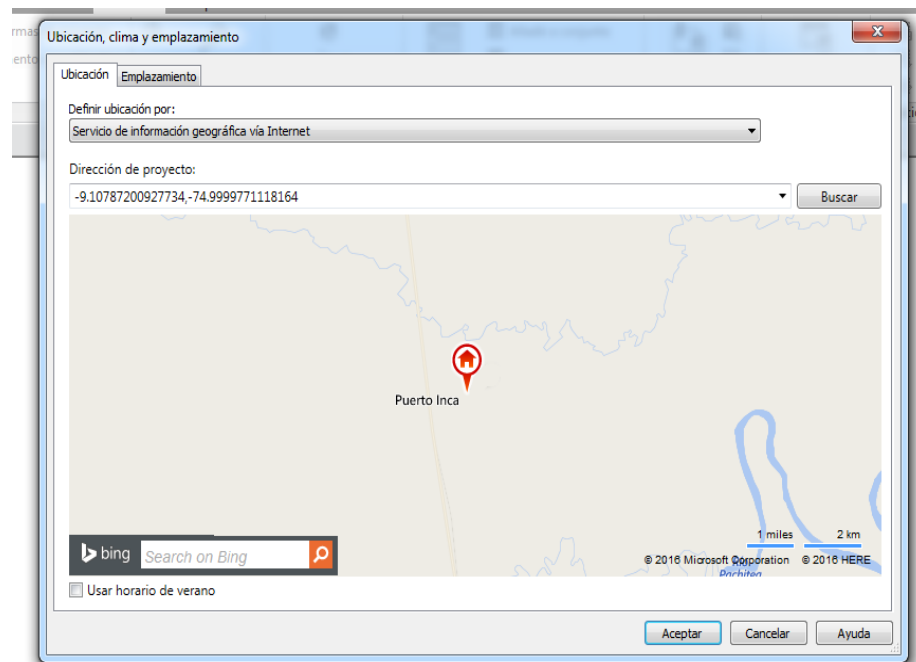
1. Crear el proyecto



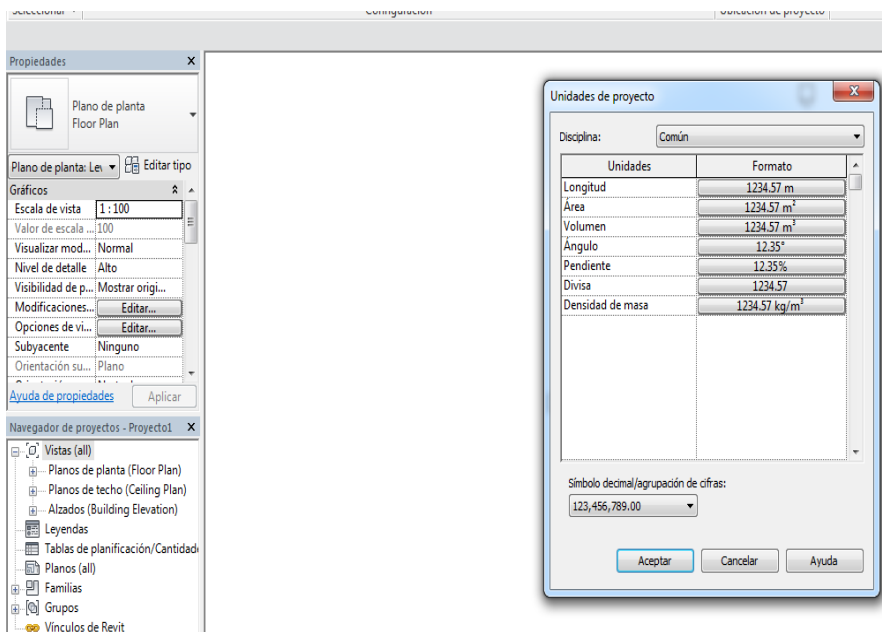
2. Especificar los datos del proyecto



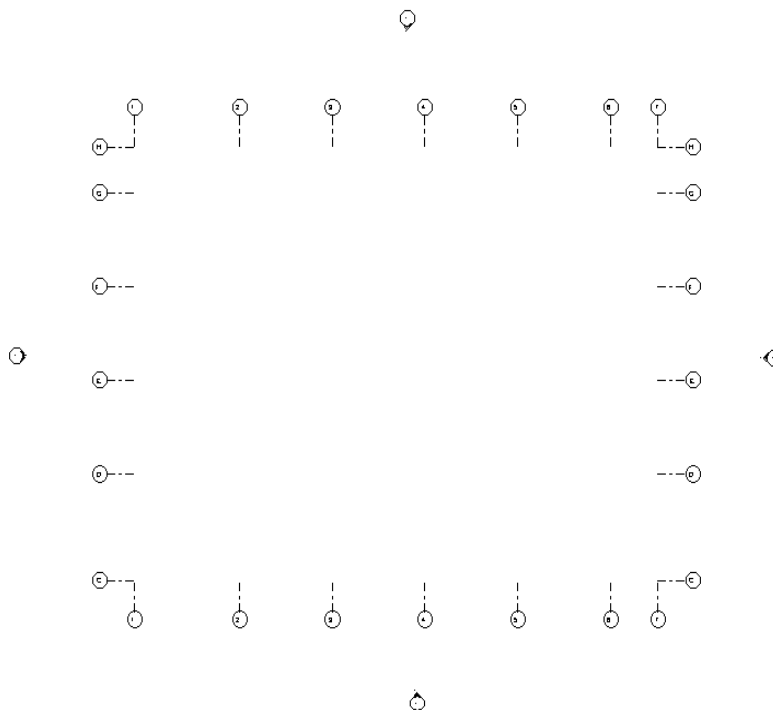
3. Especificar la ubicación del proyecto



4. Especificar las unidades del proyecto



5. Creacion de ejes y niveles





3.1.2. Resultados de la Metodología BIM

Se quiere que los metrados y el presupuesto del expediente técnico “CREACION DE UN POLIDEPORTIVO Las partidas que tomamos como desarrollo de esta metodología son: Zapatas, Columnas, Vigas de Cimentación y Vigas. A continuación se presenta los datos exportados por la metodología BIM en cada una de las partidas.

CUADRO RESUMEN DE ELEMENTOS SEGÚN METODOLOGÍA BIM PARTIDA CONCRETO PARA ZAPATAS									
Marca de tipo	Recuento (N° ELEMEN)	Material: Nombre	Elevación en parte inferior	Elevación en parte superior	NIVEL	PERALTE	LADO A	LADO B	VOLUMEN (M3)
Z-1	16	CONCRETO F'c=210 Kg/cm ²	-2.9	-2.4	NIVEL DE ZAPATA	0.5	2.2	2.2	38.72 m ³
Z-2	14	CONCRETO F'c=210 Kg/cm ³	-2.9	-2.4	NIVEL DE ZAPATA	0.5	1.2	2.4	18.10 m ³
Z-3	5	CONCRETO F'c=210 Kg/cm ⁴	-2.9	-2.4	NIVEL DE ZAPATA	0.5	1.3	1.3	3.71 m ³
TOTALES	35								60.53 m³

CUADRO RESUMEN DE ELEMENTOS SEGÚN METODOLOGÍA BIM PARTIDA ACERO PARA ZAPATA									
Recuento	Marca	NOMBRE DEL ELEMENTO	Material	Longitud total de barra	Longitud de barra	Tipo	Kg/ml	Diámetro de barra	Peso por Barra
1	ZAPATA	Z-1 EJE 2-E	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
1	ZAPATA	Z-1 EJE 2-E	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
2				50.34					51.35
1	ZAPATA	Z-1 EJE 2-F	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
1	ZAPATA	Z-1 EJE 2-F	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
2				50.34					51.35
1	ZAPATA	Z-1 EJE 2-G	ACERO GRADO 60	20.98	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	21.39
1	ZAPATA	Z-1 EJE 2-G	ACERO GRADO 60	21.43	1.79 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	21.86
2				42.41					43.25
1	ZAPATA	Z-1 EJE 3-D	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
1	ZAPATA	Z-1 EJE 3-D	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
2				50.34					51.35
1	ZAPATA	Z-1 EJE 3-E	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
1	ZAPATA	Z-1 EJE 3-E	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
2				50.34					51.35
1	ZAPATA	Z-1 EJE 3-F	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
1	ZAPATA	Z-1 EJE 3-F	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
2				50.34					51.35
1	ZAPATA	Z-1 EJE 3-G	ACERO GRADO 60	20.98	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	21.39
1	ZAPATA	Z-1 EJE 3-G	ACERO GRADO 60	21.43	1.79 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	21.86
2				42.41					43.25
1	ZAPATA	Z-1 EJE 4-E	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
1	ZAPATA	Z-1 EJE 4-E	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
2				50.34					51.35
1	ZAPATA	Z-1 EJE 4-F	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
1	ZAPATA	Z-1 EJE 4-F	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
2				50.34					51.35
1	ZAPATA	Z-1 EJE 4-G	ACERO GRADO 60	20.98	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	21.39
1	ZAPATA	Z-1 EJE 4-G	ACERO GRADO 60	21.43	1.79 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	21.86
2				42.41					43.25
1	ZAPATA	Z-1 EJE 5-E	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
1	ZAPATA	Z-1 EJE 5-E	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
2				50.34					51.35
1	ZAPATA	Z-1 EJE 5-F	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
1	ZAPATA	Z-1 EJE 5-F	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
2				50.34					51.35
1	ZAPATA	Z-1 EJE 5-G	ACERO GRADO 60	20.98	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	21.39
1	ZAPATA	Z-1 EJE 5-G	ACERO GRADO 60	21.43	1.79 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	21.86
2				42.41					43.25
1	ZAPATA	Z-1 EJE 6-E	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
1	ZAPATA	Z-1 EJE 6-E	ACERO GRADO 60	25.17	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	25.67
2				50.34					51.35
1	ZAPATA	Z-1 EJE 6-F	ACERO GRADO 60	23.07	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	23.53
1	ZAPATA	Z-1 EJE 6-F	ACERO GRADO 60	24.32	2.03 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	24.81
2				47.4					48.34
1	ZAPATA	Z-1 EJE 6-G	ACERO GRADO 60	23.07	2.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	23.53
1	ZAPATA	Z-1 EJE 6-G	ACERO GRADO 60	24.32	2.03 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	24.81
2				47.4					48.34
1	ZAPATA	Z-2 EJE 1-7	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
1	ZAPATA	Z-2 EJE 1-7	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 1-G	ACERO GRADO 60	12.59	1.80 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	12.84
1	ZAPATA	Z-2 EJE 1-G	ACERO GRADO 60	10.98	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	11.19
2				23.57					24.04
1	ZAPATA	Z-2 EJE 2-D	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
1	ZAPATA	Z-2 EJE 2-D	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 2-H	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
1	ZAPATA	Z-2 EJE 2-H	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 3-C	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
1	ZAPATA	Z-2 EJE 3-C	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 3-H	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
1	ZAPATA	Z-2 EJE 3-H	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 4-D	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
1	ZAPATA	Z-2 EJE 4-D	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 4-H	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55

1	ZAPATA	Z-2 EJE 4-H	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 5-C	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
1	ZAPATA	Z-2 EJE 5-C	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 5-D	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
1	ZAPATA	Z-2 EJE 5-D	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 5-H	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
1	ZAPATA	Z-2 EJE 5-H	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 6-D	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
1	ZAPATA	Z-2 EJE 6-D	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 7-F	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
1	ZAPATA	Z-2 EJE 7-F	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-2 EJE 7-G	ACERO GRADO 60	16.08	2.30 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	16.4
1	ZAPATA	Z-2 EJE 7-G	ACERO GRADO 60	14.27	1.10 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	14.55
2				30.35					30.96
1	ZAPATA	Z-3 EJE 1-7	ACERO GRADO 60	8.38	1.20 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	8.55
1	ZAPATA	Z-3 EJE 1-7	ACERO GRADO 60	8.38	1.20 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	8.55
2				16.77					17.1
1	ZAPATA	Z-3 EJE 1-E	ACERO GRADO 60	8.38	1.20 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	8.55
1	ZAPATA	Z-3 EJE 1-E	ACERO GRADO 60	8.38	1.20 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	8.55
2				16.77					17.1
1	ZAPATA	Z-3 EJE 2-C	ACERO GRADO 60	8.38	1.20 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	8.55
1	ZAPATA	Z-3 EJE 2-C	ACERO GRADO 60	8.38	1.20 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	8.55
2				16.77					17.1
1	ZAPATA	Z-3 EJE 6-C	ACERO GRADO 60	8.38	1.20 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	8.55
1	ZAPATA	Z-3 EJE 6-C	ACERO GRADO 60	8.38	1.20 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	8.55
2				16.77					17.1
1	ZAPATA	Z-3 EJE 7-E	ACERO GRADO 60	7.62	1.09 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	7.78
1	ZAPATA	Z-3 EJE 7-E	ACERO GRADO 60	8.38	1.20 m	Ø=1/2"	1.02	12.70 mm	8.55
2				16.01					16.33
70	TOTALES		LONGITUD	1,269.00				PESO	1,294.38

1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
1	C-1	SEGUNDO NIVEL	NIVEL DE TECHO	0.20	3.20
35				7.00	112.00
70	Total general: 70	TOTALES		19.91	318.50

CUADRO RESUMEN DE ELEMENTOS SEGÚN METODOLOGIA BIM PARTIDA ACERO PARA COLUMNAS REFUERZO								
Recuento	Marca	Descripción	NOMBRE DEL ELEMENTO	Longitud total de barra	Tipo	Diámetro de barra	Kg/m	Peso de La Barra
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-E	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-E	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-E	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-E	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-E	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-E	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-E	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-E	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
8				41.61				66.58
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-F	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-F	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-F	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-F	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-F	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-F	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-F	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-F	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
8				41.61				66.58
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-G	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-G	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-G	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-G	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-G	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-G	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-G	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-G	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
8				41.61				66.58
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-H	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-H	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-H	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-H	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-H	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-H	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-H	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 1-H	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
8				41.61				66.58
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-C	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-C	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-C	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-C	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-C	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-C	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-C	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-C	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
8				41.61				66.58
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-D	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-D	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-D	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-D	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-D	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-D	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-D	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-D	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
8				41.61				66.58
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-E	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-E	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-E	1.92	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.07
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-E	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-E	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57
1	C-1	REFUERZO	C-1 EJE 2-E	8.48	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.57

CUADRO RESUMEN DE ELEMENTOS SEGÚN METODOLOGÍA BIM PARTIDA ACERO PARA COLUMNAS ESTRIBO								
Recuento	Marca	Descripción	NOMBRE DEL ELEMENTO	Longitud total de barra	Tipo	Diámetro de barra	Kg/m	Peso Total de la Barra
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	11.96	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	6.93
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	1.84	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	1.07
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-E	1.84	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	1.07
17				50.58				29.34
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	11.96	Ø=3/8"	9.50 mm	6.93	6.93
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	1.84	Ø=3/8"	9.50 mm	1.07	1.07
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-F	1.84	Ø=3/8"	9.50 mm	1.07	1.07
17				50.58			29.34	29.34
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	11.96	Ø=3/8"	9.50 mm	6.93	6.93
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	1.84	Ø=3/8"	9.50 mm	1.07	1.07
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-G	1.84	Ø=3/8"	9.50 mm	1.07	1.07
17				50.58			29.34	29.34
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-H	11.96	Ø=3/8"	9.50 mm	6.93	6.93
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-H	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-H	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-H	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-H	1.84	Ø=3/8"	9.50 mm	1.07	1.07
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 1-H	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53

1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	11.96	Ø=3/8"	9.50 mm	6.93	6.93
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	1.84	Ø=3/8"	9.50 mm	1.07	1.07
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	1.84	Ø=3/8"	9.50 mm	1.07	1.07
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-F	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
19				52.42			30.4	30.4
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	11.96	Ø=3/8"	9.50 mm	6.93	6.93
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	1.84	Ø=3/8"	9.50 mm	1.07	1.07
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	3.68	Ø=3/8"	9.50 mm	2.13	2.13
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	2.76	Ø=3/8"	9.50 mm	1.6	1.6
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	1.84	Ø=3/8"	9.50 mm	1.07	1.07
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
1	C-1	ESTRIBO	C-1 EJE 7-G	0.92	Ø=3/8"	9.50 mm	0.53	0.53
19				52.42			30.4	30.4
641		TOTALES		1,812.59			1051.3	1051.3

1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	1.72	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	2.75
1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	1.72	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	2.75
1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	6.45	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	10.32
1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	6.86	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	10.97
1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	5.24	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	8.38
1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	5.65	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	9.03
1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	4.57	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	7.31
1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	6.45	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	10.32
1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	6.86	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	10.97
1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	7.01	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	11.22
1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	5.24	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	8.38
1	VG(0.25x0.30)	VG-102(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	5.65	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	9.03
21				90				144.01
371		TOTALES		2,485.98				3,977.56

1	VG(0.25X0.30)	VG-203(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	7.7	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	12.31
1	VG(0.25X0.30)	VG-203(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	7.04	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	11.26
17				74.83				119.72
17				74.83				119.72
1	VG(0.25X0.30)	VG-204(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	8.37	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.39
1	VG(0.25X0.30)	VG-204(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	8.37	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.39
1	VG(0.25X0.30)	VG-204(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	8.37	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.39
1	VG(0.25X0.30)	VG-204(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	8.37	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	13.39
1	VG(0.25X0.30)	VG-204(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	1.65	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	2.64
1	VG(0.25X0.30)	VG-204(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	1.72	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	2.75
1	VG(0.25X0.30)	VG-204(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	1.65	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	2.64
1	VG(0.25X0.30)	VG-204(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	2.65	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	4.24
1	VG(0.25X0.30)	VG-204(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	1.72	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	2.75
9				42.86				68.57
9				42.86				68.57
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	6.69	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	10.71
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	1.64	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	2.63
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	2.65	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	4.24
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	1.95	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	3.12
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	0.91	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	1.45
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	1.72	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	2.75
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	1.72	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	2.75
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	0.93	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	1.49
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	4.26	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	6.82
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	5.37	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	8.6
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	5.58	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	8.93
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	5.37	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	8.6
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	5.58	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	8.93
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	6.69	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	10.71
1	VG(0.25X0.30)	VG-205(0.25X0.30)	ACERO GRADO 60	4.26	Ø=5/8"	16.00 mm	1.6	6.82
15				55.34				88.54
15				55.34				88.54
262	TOTALES			1,121.71				1794.73

1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.58	Ø=5/8"	16.00 mm	1.60	2.54
9				19.81				31.7
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.84	Ø=5/8"	16.00 mm	1.60	2.94
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.58	Ø=5/8"	16.00 mm	1.60	2.54
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	3.13	Ø=5/8"	16.00 mm	1.60	5
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	3.13	Ø=5/8"	16.00 mm	1.60	5
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	3.13	Ø=5/8"	16.00 mm	1.60	5
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.84	Ø=5/8"	16.00 mm	1.60	2.94
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.58	Ø=5/8"	16.00 mm	1.60	2.54
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.58	Ø=5/8"	16.00 mm	1.60	2.54
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.58	Ø=5/8"	16.00 mm	1.60	2.54
9				19.39				31.02
126		TOTALES		261.88				419.01

16				75.86				171.44
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	7.28	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	16.44
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.61	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	10.43
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.63	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	10.46
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.2	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	14.01
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.58	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	14.88
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	5.84	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	13.21
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	7.53	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	17.02
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	9.07	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	20.5
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	7.28	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	16.44
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.61	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	10.43
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.63	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	10.46
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.2	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	14.01
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.58	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	14.88
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	5.84	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	13.21
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	7.53	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	17.02
1	VG(0.25X0.40)	VG-201(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	9.07	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	20.5
16				103.5				233.9
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.55	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	10.29
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.93	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	15.65
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	7.36	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	16.63
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	7.38	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	16.67
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	5.8	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	13.11
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.23	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	14.09
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.55	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	10.29
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.93	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	15.65
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	7.36	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	16.63
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	7.38	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	16.67
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	5.8	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	13.11
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.23	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	14.09
12				76.49				172.87
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.84	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	15.46
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.84	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	15.46
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.74	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	10.7
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.84	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	15.46
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	6.84	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	15.46
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.74	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	10.7
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	5.76	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	13.01
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	5.74	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	12.97
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	7.5	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	16.94
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	5.76	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	13.01
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	5.74	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	12.97
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	7.5	Ø=3/4"	19.10 mm	2.26	16.94
12				74.82				169.09
160		TOTALES		1,013.78				2291.15

1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	2.44	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	1.41
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.22	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.71
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	9.76	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	5.66
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.88	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.83
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	2.44	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	1.41
1	VG(0.25X0.40)	VG-202(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.22	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.71
36				153.67			0.58	89.13
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.22	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.71
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	8.54	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	4.95
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.88	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.83
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	3.66	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.12
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.22	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.71
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	8.54	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	4.95
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.88	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.83
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	3.66	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.12
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.22	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.71
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	8.54	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	4.95
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.88	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.83
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	3.66	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.12
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.22	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.71
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	8.54	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	4.95
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.88	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.83
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	3.66	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.12
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.22	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.71
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	8.54	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	4.95
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.88	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.83
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	3.66	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.12
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	1.22	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	0.71
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	8.54	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	4.95
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	4.88	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.83
1	VG(0.25X0.40)	VG-203(0.25X0.40)	ACERO GRADO 60	3.66	Ø=3/8"	9.50 mm	0.58	2.12
32				146.36			0.58	84.89
462				2,027.03			0.58	1175.68

A continuación se presenta los metrados realizados por el proyecto usando la metodología tradicional en las partidas analizadas.

HOJA DE METRADO												
										ACERO	KG/ML	
PROYECTO	:	"CREACIÓN DEL POLIDEPORTIVO DE LA LOCALIDAD DE PUERTO INCA - DISTRITO DE PUERTO INCA - PROVINCIA DE PUERTO INCA - HUÁNUCO"								1/4"	0.25	
										3/8"	0.58	
										1/2"	1.02	
										5/8"	1.60	
MÓDULO	:	COMEDOR-COCINA, VESTUARIO-SSHH-DUCHAS Y ALMACÉN								3/4"	2.26	
										1"	4.04	
FECHA	:	4 de agosto de 2016			HECHO POR :	OHLS						
ESPECIALIDAD	:	ESTRUCTURAS										
N°	DESCRIPCION	UND	MEDIDAS			N° DE VECES	SUB TOTAL				TOTAL	
			LARGO	ANCHO	ALTO		LONG.	AREA	VOL.	KG.		
I	MÓDULO DE COMEDOR, COCINA, VESTUARIO, SSHH, DUCHAS Y ALMACÉN											
01.04	CONCRETO SIMPLE											
01.05	CONCRETO ARMADO											
01.05.01	ZAPATAS											
01.05.01.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PIZAPATAS	M3										65.39
	Z-1 (2.20x2.20 m.)	M3	2.20	2.20	0.50	16.00				38.72		
	Z-2 (2.40x1.20 m.)	M3	2.40	1.20	0.50	15.00				21.60		
	Z-3 (1.30x1.30 m.)	M3	1.30	1.30	0.50	6.00				5.07		
01.05.01.02	ACERO DE REFUERZO PARA ZAPATAS FY=4200 KG/CM2	KG										1,447.23
	Z-1 (2.20x2.20 m.)											
	Acero Longitudinal Ø 1/2"	KG	2.15	1.02		192.00						421.06
	Acero Longitudinal Ø 1/2"	KG	2.15	1.02		192.00						421.06
	Z-2 (2.40x1.20 m.)											
	Acero Longitudinal Ø 1/2"	KG	1.15	1.02		210.00						246.33
	Acero Longitudinal Ø 1/2"	KG	2.35	1.02		105.00						251.69
	Z-3 (1.30x1.30 m.)											
	Acero Longitudinal Ø 1/2"	KG	1.25	1.02		42.00						53.55
	Acero Longitudinal Ø 1/2"	KG	1.25	1.02		42.00						53.55
01.05.02	COLUMNAS											
01.05.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 P/COLUMNAS	M3										21.51
	PRIMER PISO											
	C-1 (0.25x0.25 m.)	M3	0.25	0.25	6.10	37.00				14.11		
	SEGUNDO PISO											
	C-1 (0.25x0.25 m.)	M3	0.25	0.25	3.20	37.00				7.40		
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/COLUMNAS	M3										344.10
	PRIMER PISO											
	C-1 (0.25x0.25 m.)	M3	1.00		6.10	37.00				225.70		
	SEGUNDO PISO											
	C-1 (0.25x0.25 m.)	M3	1.00		3.20	37.00				118.40		
01.05.02.03	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS FY=4200 KG/CM2	KG										3,853.18
	C-1 (0.25x0.25 m.)											
	Acero Longitudinal Ø 5/8"	KG	10.20	1.60		148.00						2,415.36
	Estribos Ø 3/8"	KG	1.00	0.58		2479.00						1,437.82
01.05.05	VIGAS DE CIMENTACIÓN											
01.05.05.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 P/VIGAS DE CIMENTACIÓN	M3										41.14
	VC-01 (0.25x0.80 m.)	M3	205.72	0.25	0.80	1.00				41.14		
01.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/VIGAS DE CIMENTACIÓN	M2										380.58
	VC-01 (0.25x0.80 m.)	M2	205.72		1.85	1.00				380.58		
01.05.05.03	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN FY=4200 KG/CM2	KG										5,623.35
	VC-01 (0.25x0.80 m.)											
	Acero Longitudinal Ø 5/8"	KG	205.72	1.60		10.00						3,291.52
	Estribos Ø 3/8"	KG	2.30	0.58		1748.00						2,331.83
01.05.06	VIGAS											
01.05.06.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 P/VIGAS	M3										35.36
	PRIMER PISO											
	VP-101 (0.25x0.40 m.)	M3	22.00	0.25	0.40	4.00				8.80		
	VP-102 (0.25x0.40 m.)	M3	15.84	0.25	0.40	1.00				1.58		
	VP-103 (0.25x0.40 m.)	M3	3.96	0.25	0.40	2.00				0.79		
	VS-101 (0.25x0.30 m.)	M3	16.39	0.25	0.30	4.00				4.92		
	VS-102 (0.25x0.30 m.)	M3	12.39	0.25	0.30	1.00				0.93		
	VS-103 (0.25x0.30 m.)	M3	8.77	0.25	0.30	1.00				0.66		
	SEGUNDO PISO											
	VP-201 (0.25x0.40 m.)	M3	22.00	0.25	0.40	4.00				8.80		
	VP-202 (0.25x0.40 m.)	M3	15.84	0.25	0.40	1.00				1.58		
	VP-203 (0.25x0.40 m.)	M3	3.96	0.25	0.40	2.00				0.79		

	VS-201 (0.25x0.30 m.)	M3	16.39	0.25	0.30	4.00			4.92		
	VS-202 (0.25x0.30 m.)	M3	12.39	0.25	0.30	1.00			0.93		
	VS-203 (0.25x0.30 m.)	M3	8.77	0.25	0.30	1.00			0.66		
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/VIGAS	M2									382.12
	PRIMER PISO										
	VP-101 (0.25x0.40 m.)	M2	22.00	1.05		4.00			92.40		
	VP-102 (0.25x0.40 m.)	M2	15.84	1.05		1.00			16.63		
	VP-103 (0.25x0.40 m.)	M2	3.96	1.05		2.00			8.32		
	VS-101 (0.25x0.30 m.)	M2	16.39	0.85		4.00			55.73		
	VS-102 (0.25x0.30 m.)	M2	12.39	0.85		1.00			10.53		
	VS-103 (0.25x0.30 m.)	M2	8.77	0.85		1.00			7.45		
	SEGUNDO PISO										
	VP-201 (0.25x0.40 m.)	M2	22.00	1.05		4.00			92.40		
	VP-202 (0.25x0.40 m.)	M2	15.84	1.05		1.00			16.63		
	VP-203 (0.25x0.40 m.)	M2	3.96	1.05		2.00			8.32		
	VS-201 (0.25x0.30 m.)	M2	16.39	0.85		4.00			55.73		
	VS-202 (0.25x0.30 m.)	M2	12.39	0.85		1.00			10.53		
	VS-203 (0.25x0.30 m.)	M2	8.77	0.85		1.00			7.45		
01.05.06.03	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4200 KG/CM2										5,865.22
	PRIMER PISO										
	VP-101 (0.25x0.40 m.)					KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	24.05	1.60		16.00			615.68		
	Acero de Refuerzo ϕ 3/4"	KG	25.21	2.26		4.00			227.90		
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.40	0.58		656.00			532.67		
	VP-102 (0.25x0.40 m.)					KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	17.40	1.60		4.00			111.36		
	Acero de Refuerzo ϕ 3/4"	KG	18.24	2.26		1.00			41.22		
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.40	0.58		120.00			97.44		
	VP-103 (0.25x0.40 m.)					KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	4.80	1.60		8.00			61.44		
	Acero de Refuerzo ϕ 3/4"	KG	4.86	2.26		2.00			21.97		
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.40	0.58		60.00			48.72		
	VS-101 (0.25x0.30 m.)					KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	18.20	1.60		16.00			465.92		
	Acero de Refuerzo ϕ 1/2"	KG	19.19	1.02		4.00			78.30		
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.20	0.58		488.00			339.65		
	VS-102 (0.25x0.30 m.)					KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	13.95	1.60		4.00			89.28		
	Acero de Refuerzo ϕ 1/2"	KG	14.69	1.02		1.00			14.98		
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.20	0.58		93.00			64.73		
	VS-103 (0.25x0.30 m.)					KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	10.10	1.60		4.00			64.64		
	Acero de Refuerzo ϕ 1/2"	KG	10.57	1.02		1.00			10.78		
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.20	0.58		66.00			45.94		
	SEGUNDO PISO										
	VP-101 (0.25x0.40 m.)					KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	24.05	1.60		16.00			615.68		
	Acero de Refuerzo ϕ 3/4"	KG	25.21	2.26		4.00			227.90		
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.40	0.58		656.00			532.67		
	VP-102 (0.25x0.40 m.)					KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	17.40	1.60		4.00			111.36		
	Acero de Refuerzo ϕ 3/4"	KG	18.24	2.26		1.00			41.22		
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.40	0.58		120.00			97.44		
	VP-103 (0.25x0.40 m.)					KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	4.80	1.60		8.00			61.44		
	Acero de Refuerzo ϕ 3/4"	KG	4.86	2.26		2.00			21.97		
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.40	0.58		60.00			48.72		
	VS-101 (0.25x0.30 m.)					KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	18.20	1.60		16.00			465.92		
	Acero de Refuerzo ϕ 1/2"	KG	19.19	1.02		4.00			78.30		
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.20	0.58		488.00			339.65		

	VS-102 (0.25x0.30 m.)			KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	13.95	1.60	4.00			89.28	
	Acero de Refuerzo ϕ 1/2"	KG	14.69	1.02	1.00			14.98	
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.20	0.58	93.00			64.73	
	VS-103 (0.25x0.30 m.)			KG/ML					
	Acero Longitudinal ϕ 5/8"	KG	10.10	1.60	4.00			64.64	
	Acero de Refuerzo ϕ 1/2"	KG	10.57	1.02	1.00			10.78	
	Estribos ϕ 3/8"	KG	1.20	0.58	66.00			45.94	

A continuación se presenta el presupuesto obtenido con los metrados hechos con la metodología tradicional en las partidas analizadas.

PRESUPUESTO A COSTO DIRECTO DE LAS PARTIDA SEGÚN LA METODOLOGIA TRADICIONAL					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	ESTRUCTURAS				
01.01	OBRAS PROVISIONALES				
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.04	CONCRETO SIMPLE				
01.05	CONCRETO ARMADO				
01.05.01	ZAPATAS				31,541.47
01.05.01.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/ZAPATAS	m3	65.39	367.05	24,001.40
01.05.01.02	ACERO DE REFUERZO PARA ZAPATA FY=4,200KG/CM2	kg	1,447.23	5.21	7,540.07
01.05.02	COLUMNAS				44,593.12
01.05.02.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/COLUMNAS	m3	21.51	360.94	7,763.82
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO P/COLUMNAS	m2	344.10	48.69	16,754.23
01.05.02.03	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS FY=4,200KG/CM2	kg	3,853.18	5.21	20,075.07
01.05.05	VIGAS DE CIMENTACION				61,401.48
01.05.05.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/VIGAS DE CIMENTACIÓN	m3	41.14	365.27	15,027.21
01.05.05.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO P/VIGAS DE CIMENTACIÓN	m2	380.58	44.87	17,076.62
01.05.05.03	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN FY=4,200KG/CM2	kg	5,623.35	5.21	29,297.65
01.05.06	VIGAS				45,340.57
01.05.06.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/VIGAS	m3	35.36	365.27	12,915.95
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO P/VIGAS	m2	382.12	44.87	17,145.72
01.05.06.03	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4,200KG/CM2	kg	2,932.61	5.21	15,278.90
	COSTO DIRECTO				182,876.64

A continuación se presenta el presupuesto elaborado por la metodología BIM en las partidas analizadas.

PRESUPUESTO A COSTO DIRECTO DE LAS PARTIDA SEGÚN LA METODOLOGIA BIM					
Item	Descripción	Und	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01	ESTRUCTURAS				
01.01	OBRAS PROVISIONALES				
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.04	CONCRETO SIMPLE				
01.05	CONCRETO ARMADO				
01.05.01	ZAPATAS				28,961.26
01.05.01.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/ZAPATAS	m3	60.53	367.05	22,217.54
01.05.01.02	ACERO DE REFUERZO PARA ZAPATA FY=4,200KG/CM2	kg	1,294.38	5.21	6,743.72
01.05.02	COLUMNAS				40,312.42
01.05.02.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/COLUMNAS	m3	19.91	360.94	7,186.32
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/COLUMNAS	m2	318.50	48.69	15,507.77
01.05.02.03	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS FY=4,200KG/CM2	kg	3,381.64	5.21	17,618.34
01.05.05	VIGAS DE CIMENTACION				62,033.83
01.05.05.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/VIGAS DE CIMENTACIÓN	m3	39.70	365.27	14,501.22
01.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/VIGAS DE CIMENTACIÓN	m2	367.25	44.87	16,478.51
01.05.05.03	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN FY=4,200K	kg	5,960.48	5.21	31,054.10
01.05.06	VIGAS				41,392.02
01.05.06.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/VIGAS	m3	35.08	365.27	12,813.67
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/VIGAS	m2	379.87	44.87	17,044.77
01.05.06.03	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4,200KG/CM2	kg	2,213.74	5.21	11,533.59
	COSTO DIRECTO				172,699.53

A continuación se presenta una comparación de los resultados obtenidos por la metodología BIM versus la metodología tradicional en las partidas analizadas para los metrados respectivos.

COMPARACION DE METRADOS DE LAS PARTIDAS					
Item	Descripción	Und	Metrado Tradicional	Metrado BIM	Diferencia
01	ESTRUCTURAS				
01.01	OBRAS PROVISIONALES				
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.04	CONCRETO SIMPLE				
01.05	CONCRETO ARMADO				
01.05.01	ZAPATAS				
01.05.01.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/ZAPATAS	m3	65.39	60.53	4.86
01.05.01.02	ACERO DE REFUERZO PARA ZAPATA FY=4,200KG/CM2	kg	1,447.23	1,294.38	152.85
01.05.02	COLUMNAS				
01.05.02.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/COLUMNAS	m3	21.51	19.91	1.60
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/COLUMNAS	m2	344.10	318.50	25.60
01.05.02.03	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS FY=4,200KG/CM2	kg	3,853.18	3,381.64	471.54
01.05.05	VIGAS DE CIMENTACION				
01.05.05.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/VIGAS DE CIMENTACIÓN	m3	41.14	39.70	1.44
01.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/VIGAS DE CIMENTACIÓN	m2	380.58	367.25	13.33
01.05.05.03	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN FY=4,200K	kg	5,623.35	5,960.48	-337.13
01.05.06	VIGAS				
01.05.06.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/VIGAS	m3	35.36	35.08	0.28
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/VIGAS	m2	382.12	379.87	2.25
01.05.06.03	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4,200KG/CM2	kg	2,932.61	2,213.74	718.87
	COSTO DIRECTO				

A continuación se presenta una comparación de los resultados obtenidos por la metodología BIM versus la metodología tradicional en las partidas analizadas para el presupuesto de obra.

COMPARACION DEL PRESUPUESTO A COSTO DIRECTO DE LAS PARTIDAS ANALIZADAS					
Item	Descripción	Und.	Presupuesto Tradicid	Presupuesto BIM	Diferencia
01	ESTRUCTURAS				
01.01	OBRAS PROVISIONALES				
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				
01.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.04	CONCRETO SIMPLE				
01.05	CONCRETO ARMADO				
01.05.01	ZAPATAS		31,541.47	28,961.26	2,580.21
01.05.01.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/ZAPATAS	m3	24,001.40	22,217.54	1,783.86
01.05.01.02	ACERO DE REFUERZO PARA ZAPATA FY=4,200KG/CM2	kg	7,540.07	6,743.72	796.35
01.05.02	COLUMNAS		44,593.12	40,312.42	4,280.70
01.05.02.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/COLUMNAS	m3	7,763.82	7,186.32	577.50
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/COLUMNAS	m2	16,754.23	15,507.77	1,246.47
01.05.02.03	ACERO DE REFUERZO PARA COLUMNAS FY=4,200KG/CM2	kg	20,075.07	17,618.34	2,456.73
01.05.05	VIGAS DE CIMENTACION		61,401.48	62,033.83	-632.35
01.05.05.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/VIGAS DE CIMENTACIÓN	m3	15,027.21	14,501.22	525.99
01.05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/VIGAS DE CIMENTACIÓN	m2	17,076.62	16,478.51	598.11
01.05.05.03	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS DE CIMENTACIÓN FY=4,200K	kg	29,297.65	31,054.10	-1,756.45
01.05.06	VIGAS		45,340.57	41,392.02	3,948.54
01.05.06.01	CONCRETO F C=210KG/CM2 P/VIGAS	m3	12,915.95	12,813.67	102.28
01.05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/VIGAS	m2	17,145.72	17,044.77	100.95
01.05.06.03	ACERO DE REFUERZO PARA VIGAS FY=4,200KG/CM2	kg	15,278.90	11,533.59	3,745.31
	COSTO DIRECTO		182,876.64	172,699.53	10,177.11

LA INFORMACIÓN QUE SE TIENE DE LOS PLANOS DE ESTRUCTURAS ESTA DISTRIBUIDA EN 03 PLANOS:

Para el modulo baños:

IMAGEN 0.1: E-01-CIMENTACION Y DETALLES.

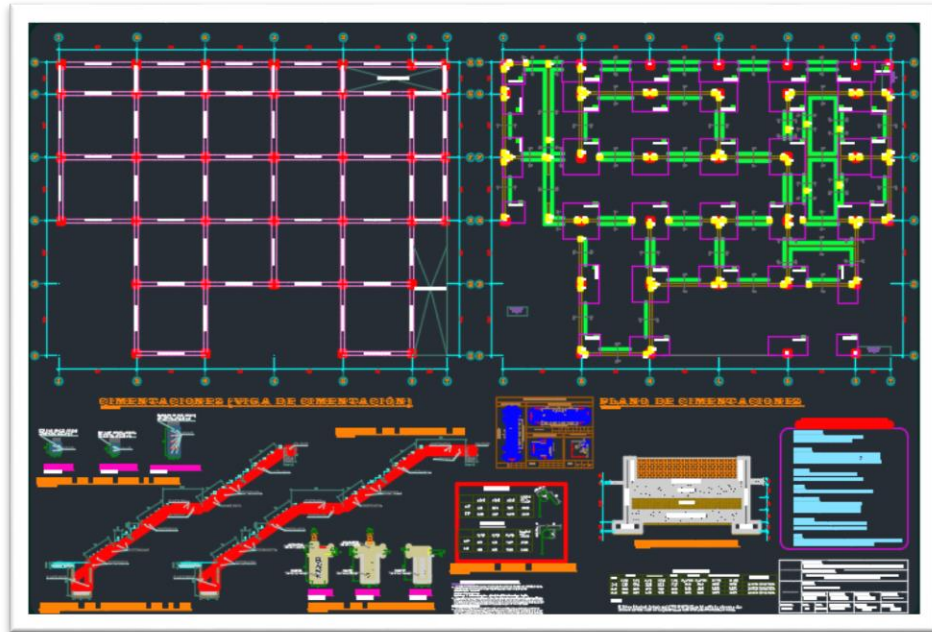
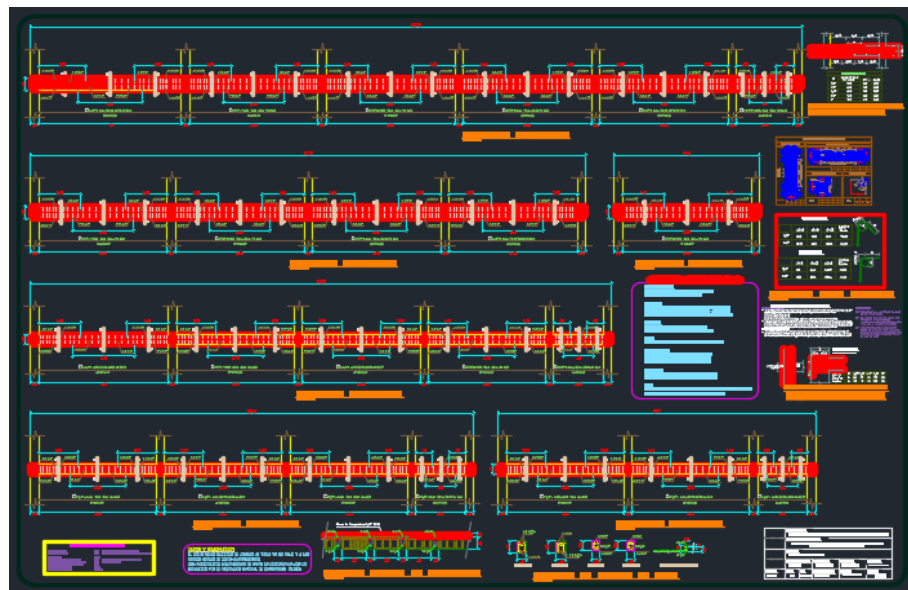


IMAGEN 0.2: E-03: VIGAS Y DETALLES.



CONCLUSIONES

1. Las deficiencias en los metrados y presupuestos del proyecto “ CREACION DE UN POLIDEPORTIVO EN EL DISTRITO DE PUERTO INCA, PROVINCIA DE PUERTO INCA – HUANUCO - 2014” se debe a la revisión con una metodología convencional, deficiente que no permite identificar todos los errores.
2. La tesis tiene el propósito de mostrar como la metodología BIM genera los metrados de la especialidad de estructuras en las partidas de Zapatas, Columnas, Vigas, Vigas de Cimentación de un polideportivo ver capítulo III discusión de los resultados.
3. El trabajo se basa en la pre-construcción o construcción virtual del polideportivo de la especialidad de estructuras.
4. El modelo BIM del polideportivo se utiliza para generar los metrados de la especialidad de estructuras en las partidas analizadas.
5. Con la presente investigación podemos mejorar las revisiones de metrados en las diferentes especialidades de cualquier proyecto.
6. Se pudo comprobar que los metrados realizados por la metodología BIM son más exactos que los métodos tradicionales ya que en los cuadros comparativos se aprecia esta diferencia tanto en cuantificación como en el presupuesto.

7. La cuantificación de los elementos estructurales se realizó de manera dinámica de tal forma que cualquier cambio realizado en el modelo BIM será actualizado de manera rápida y eficiente
8. Los resultados obtenidos por la metodología BIM pueden ser arrojados en forma global para cada una de los elementos estructurales y para que se presenten de manera detallada tienen que separarse por elementos independientes de manera tabulada, lo que hace un poco tedioso ordenar la información obtenida por esta metodología.
9. La metodología BIM necesita de un modelo adecuado y eficiente para que los cálculos arrojados por el programa puedan ser efectivos, en tal sentido el programa no diseña los elementos estructurales por lo tanto se requiere que para que el diseño sea correcto los cálculos estructurales sean desarrollados previamente e incorporados al diseño.
10. La metodología BIM nos proporciona un modelo único, exacto y centralizado necesario para la especialidad de estructuras del polideportivo, dedicando mayor tiempo para el planeamiento y programación de actividades de otras especialidades necesarias para la construcción del polideportivo

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda incluir en el contrato de consultorías y contratistas la aplicación de una metodología eficiente para minimizar las deficiencias producidas en la obtención de los metrados para evitar cambios en el costo y plazo de entrega del proyecto
2. En proyectos en la etapa de construcción se debe realizar la compatibilización en todas las especialidades con la metodología BIM
3. Es recomendable la utilización de la metodología BIM desde las etapas de diseño de todas las especialidades para la obtención de costos, tiempos y programación del proyecto.
4. Es importante que el desarrollo del modelo BIM-3D de cada especialidad del proyecto se coordine con cada especialista desde el diseño ya que su experiencia es importante para evitar llevar el error del modelo a la ejecución.
5. En el presente trabajo de investigación se realiza el modelo BIM-3D de la especialidad de estructuras de un polideportivo de una manera específica, siendo la aplicación de la metodología BIM mucho más amplio e integral pero lo importante es que se conozca su utilización para empezar un cambio en la obtención de beneficios en la industria de la construcción.
6. Es necesario que se difunda la aplicación de la metodología BIM en nuestro país porque el sector construcción es significativo en la economía y su crecimiento continuo exige que los estudios definitivos de proyectos de edificación sean más complejos y por lo tanto su compatibilización requiere metodologías más eficientes.

CAPITULO IV: BIBLIOGRAFÍA

1. Alcántara P. METODOLOGIA PARA MINIMIZAR LAS DEFICIENCIAS DE DISEÑO BASADA EN LA CONSTRUCCION VIRTUAL USANDO TECNOLOGIAS BIM [Tesis]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería FIC; 2013
2. Espinoza J. Pacheco R. MEJORAMIENTO DE LA CONSTRUCTIBILIDAD MEDIANTE HERRAMIENTAS BIM [Tesis]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2014
3. Villegas A. REALIDAD VIRTUAL EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION [Tesis]. Medellín: Universidad EAFIT FIC; 2012
4. Hernández N. PROCEDIMIENTO PARA LA COORDINACION DE ESPECIALIDADES EN PROYECTOS CON PLATAFORMA BIM [Tesis] Santiago de Chile: Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de Ingeniería Civil; 2011
5. Ulloa K. Salinas J. “MEJORAS EN LA IMPLEMENTACION DE BIM EN LOS PROCESOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA EMPRESA MARCAN” [Tesis]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2013
6. Gómez I. INTERACCION DE PROCESOS BIM SOBRE UNA VIVIENDA DEL MOVIMIENTO MODERNO. LA VILLE SAVOYE. [Tesis] Madrid: Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica; 2013
7. Prieto P. IMPLANTACION DE LA METODOLOGIA BIM EN ESTUDIOS UNIVERSITARIOS DE ARQUITECTURA E INGENIERIA [Tesis] Mérida: Universidad de Extremadura Facultad de Ingeniería y Arquitectura; 2013

8. Salidas R. ESTIMACION DE LOS BENEFICIOS DE REALIZAR UNA COORDINACION DIGITAL DE PROYECTOS CON TECNOLOGIAS BIM [Tesis] Santiago de Chile: Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de Ingeniería Civil; 2010
9. Javier T. ELABORACION DE PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE UTILIZANDO TEKLA STRUCTURES PARA OPTIMIZAR LA INSTALACION DE LA ESTRUCTURA DEL HORNO DE REGENERACION EN LA MINA SELENE-APURIMAC [Tesis] Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú Facultad de Ingeniería Mecánica; 2012
10. Torrealba S. CAPTURA DE CAMBIOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION A NIVEL DE TERRENO A TRAVEZ DE INSTRUCCIONES BIDIRECCIONALES DE TRABAJO [Tesis] Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile Escuela de Ingeniería; 2013
11. Murcio M. “ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL UTILIZANDO MODELO BIM” [Tesis] México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ingeniería; 2013
12. Buleje K. PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION DE UN CONDOMINIO APLICANDO CONCEPTOS DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCCION [Tesis] Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú Escuela de Ingeniería; 2012
13. Coloma Pico E. Introducción a la Tecnología BIM Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona, España 1ra ed. 2008.

14. Lora V. “FORMULACION DE ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA PROYECTOS DE EDIFICACION EN LA CIUDAD DE PIURA” [Tesis] Piura: Universidad de Piura Facultad de Ingeniería; 2011
15. Remartinez J. APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS N-DIMENSIONALES EN LA TOMA DE DECISIONES PARA LA DIRECCION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION [Tesis] Oviedo: Universidad de Oviedo Facultad de Ingeniería; 2013
16. Manual de Revit Arquitectura en español Autodesk 2011.
17. Manual de Revit Estructura en español Autodesk 2011
18. Manual de Revit MEP en Ingles Autodesk 2011
19. Manual de Navisworks Manage Autodesk 2012
20. Protocolos BIM Comité BIM del Perú CAPECO-2015

CAPITULO V: ANEXOS

ANEXO 01 : Plan de Tesis.

ANEXO 02 : Panel Fotográfico.

ANEXO 03 : REPORTE DE METRADOS CON METODOLOGIA BIM Y PLANILLA DE METRADOS ASI COMO LOS PLANOS DE LA ESPECIALIDAD DE ESTRUCTURAS DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO “CREACION DE UN POLIDEPORTIVO EN EL DISTRITO DE PUERTO INCA, PROVINCIA DE PUERTO INCA-HUANUO - 2014”

ANEXO 01: PLAN DE TESIS

ANEXO 02: PANEL DE FOTOGRAFIAS

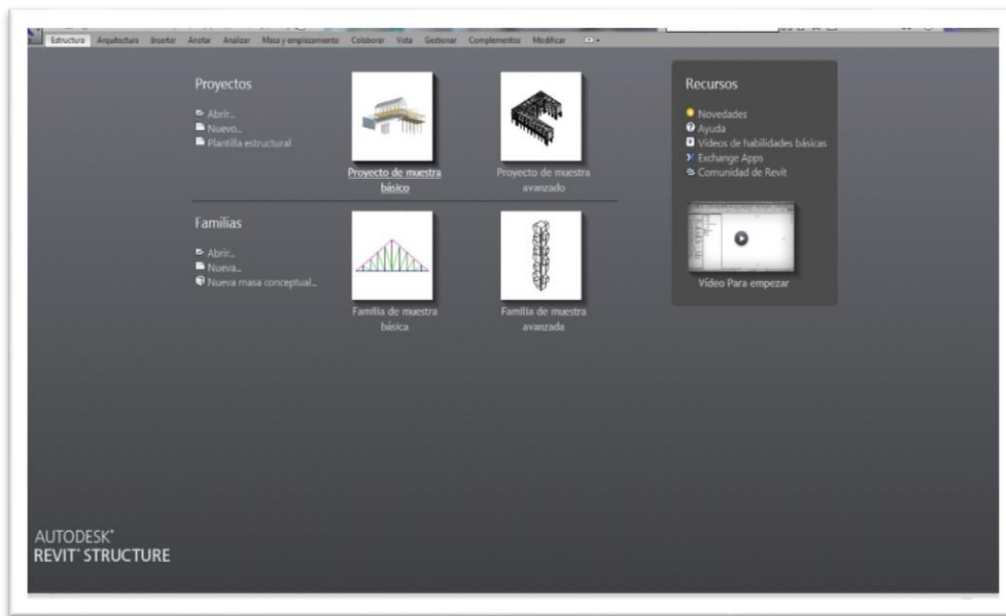


FOTO N°01 Ventana de inicio de Revit Estructura en Español 2016.

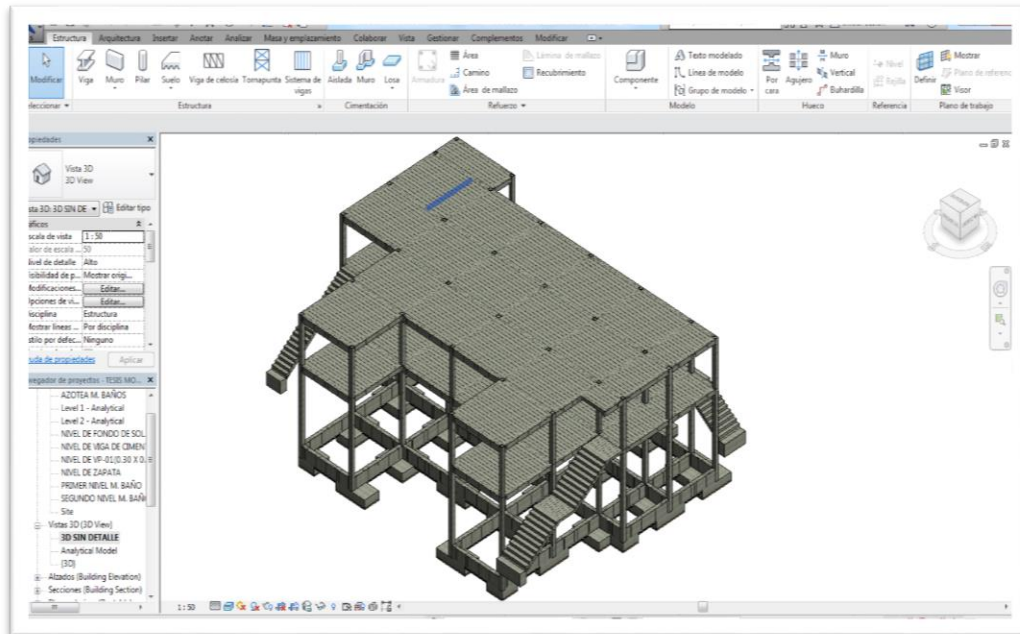


FOTO N°02 Modelo del módulo baños del polideportivo.

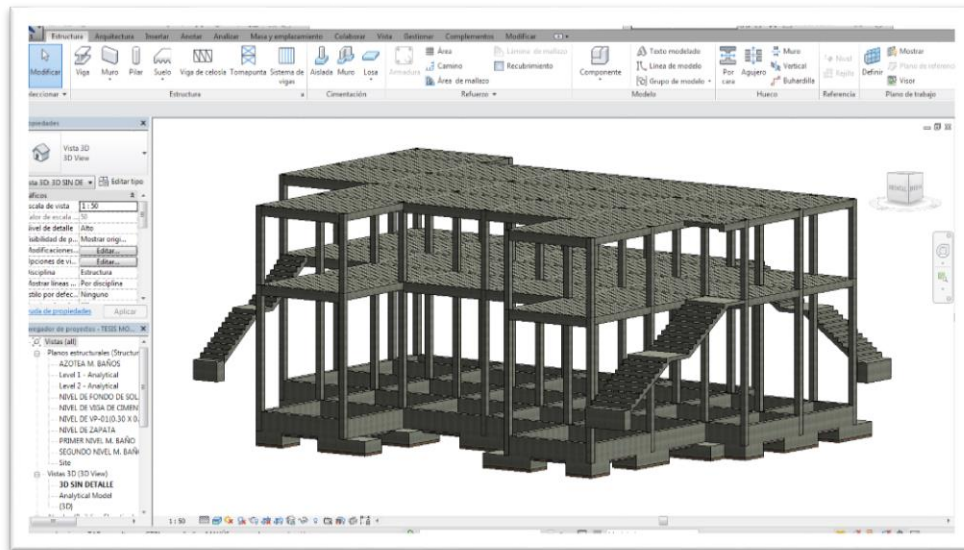


FOTO N°03 Modelo del módulo baños del polideportivo para ocultar visualmente.

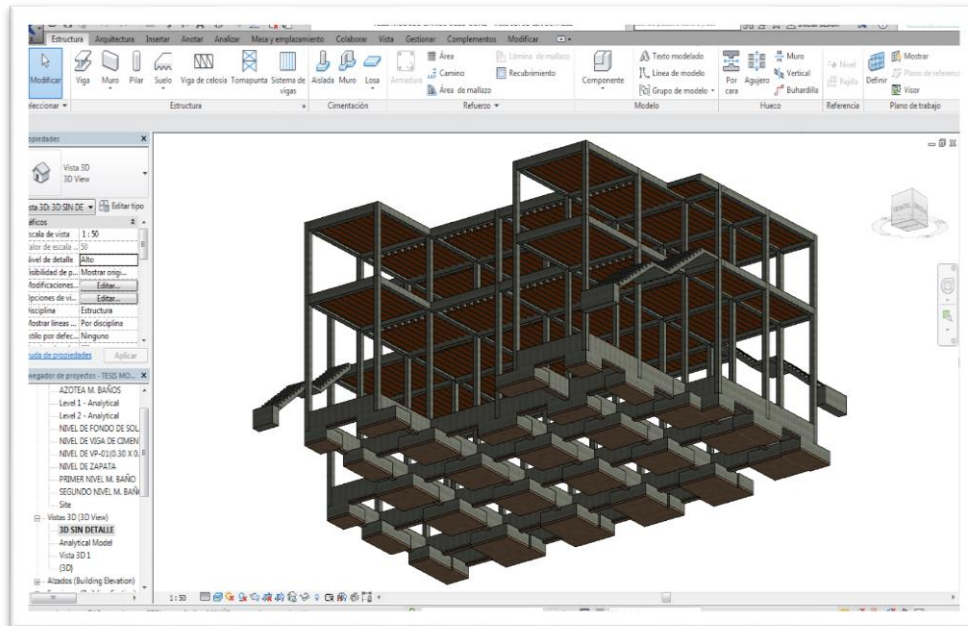


FOTO N°04 Modelo del módulo baños del polideportivo se puede observar cualquier lugar que se quiera revisar.

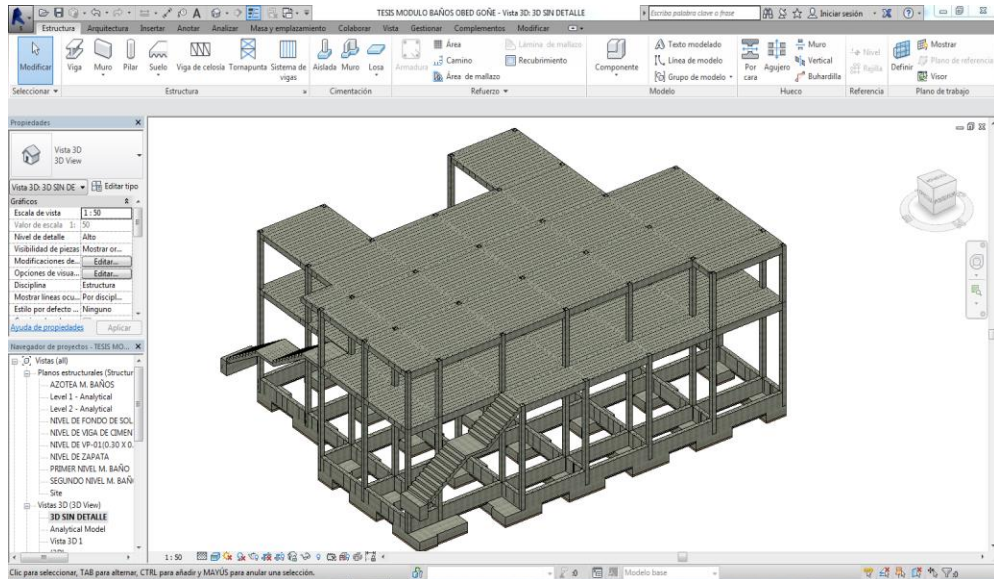


FOTO N°05 Detalle que muestra la no necesidad de columnas para la escalera posterior.

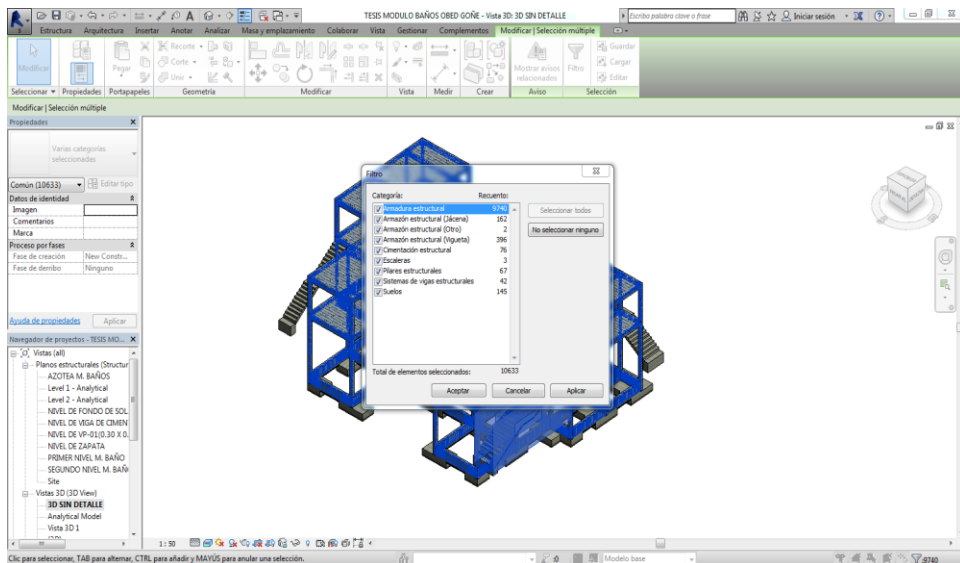


FOTO N°06 Modelo del módulo baños del polideportivo se puede seleccionar cualquier elemento para una mejor observación y detallar el elemento.

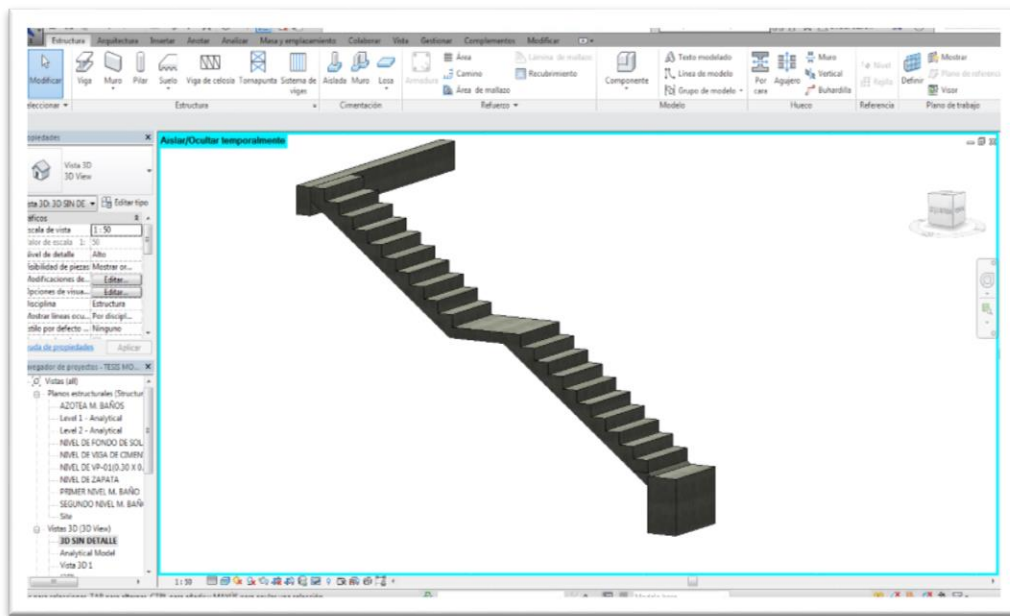


FOTO N°07 Escalera N° 2 apoyo en viga

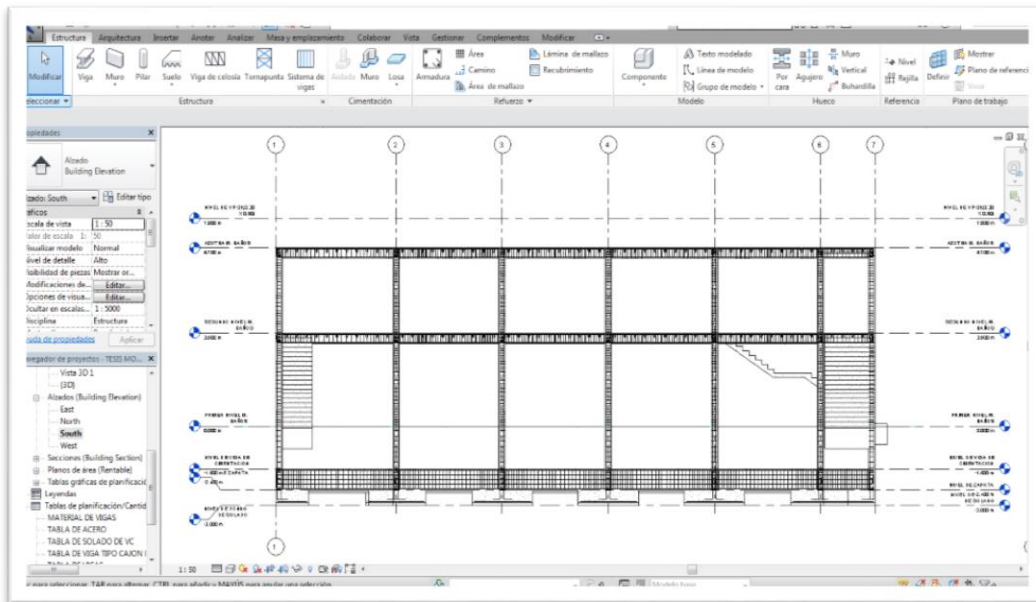


FOTO N°08 El desarrollo se facilita con los niveles

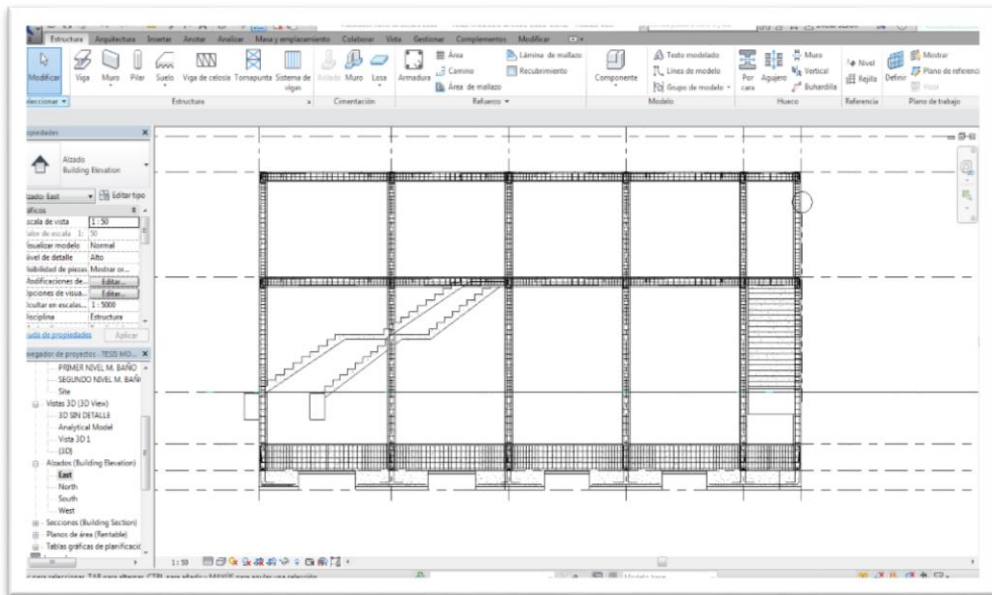


FOTO N°09 El desarrollo se facilita con las elevaciones.

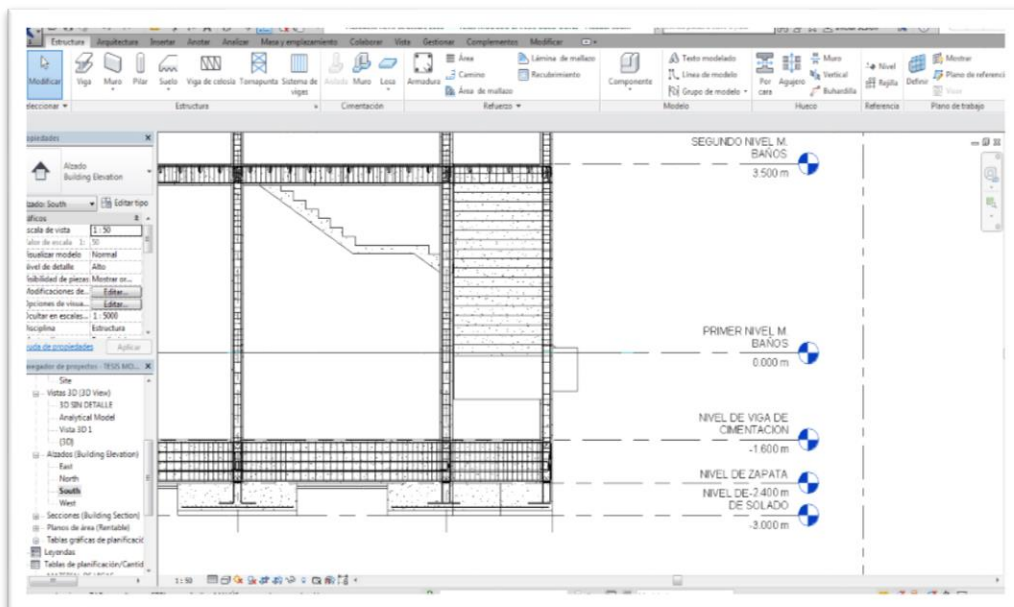


FOTO N°10 Nivel de zapata

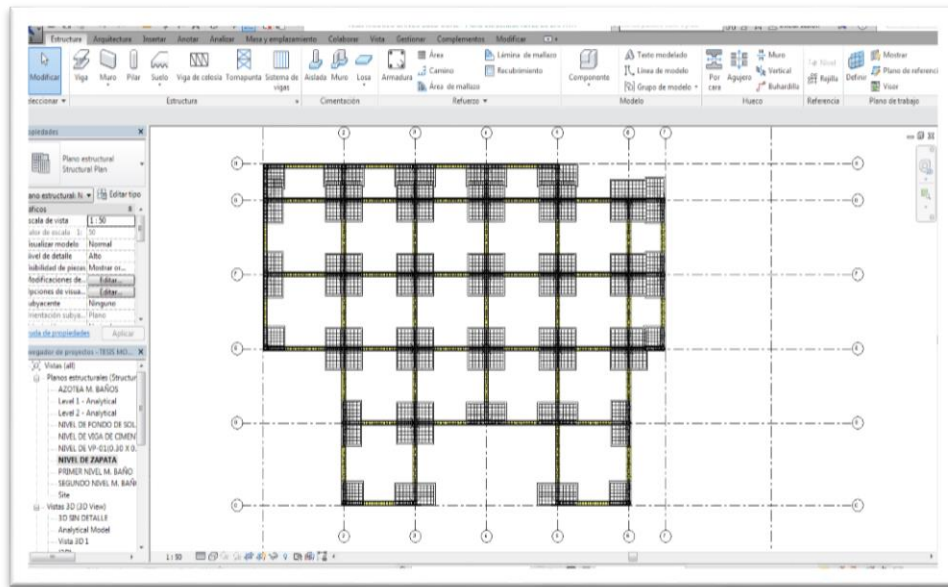


FOTO N°11 Vista en planta del Nivel de zapata.

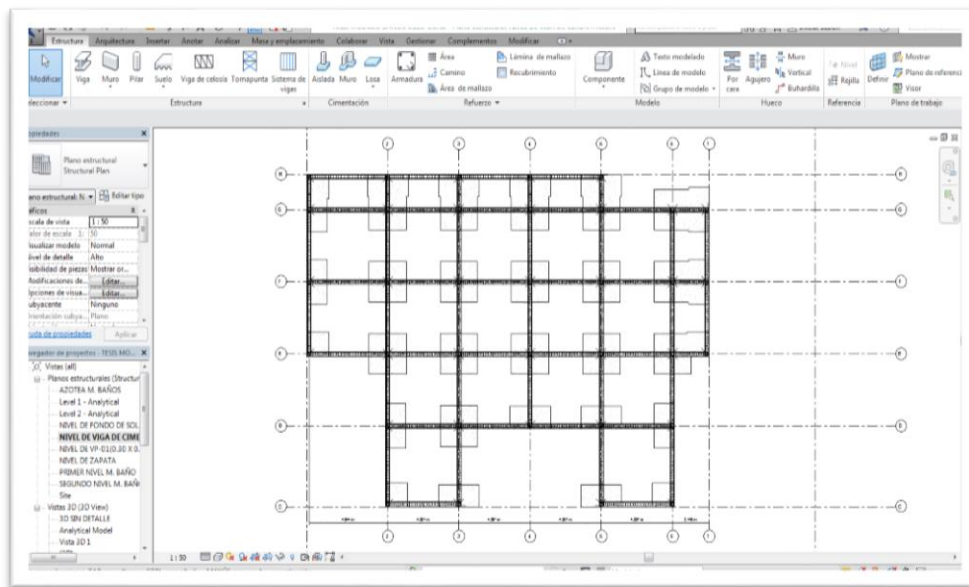


FOTO N°12 Vista en planta del Nivel de cimentación.

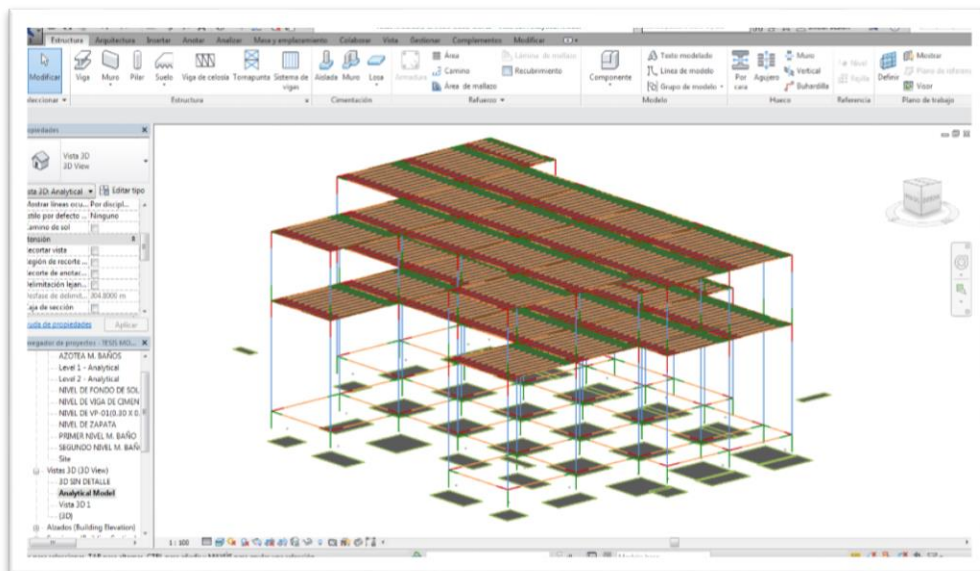


FOTO N°15 Modelo Analítico del módulo baños del polideportivo.

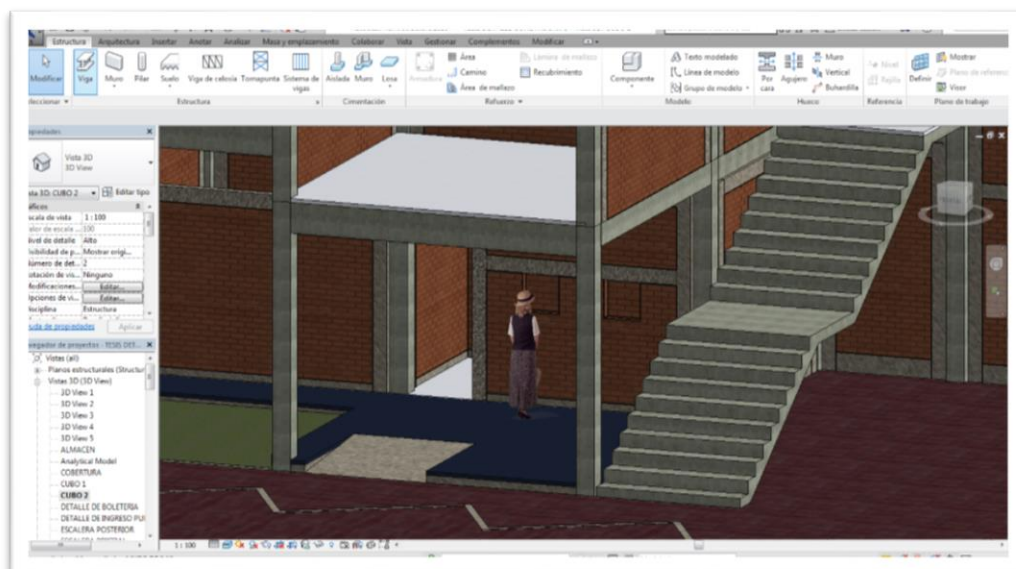


FOTO N°16 Modelo del polideportivo detalle de la boletería

**ANEXO 03 : REPORTE DE METRADOS CON METODOLOGIA BIM Y PLANILLA
DE METRADOS ASI COMO LOS PLANOS DE LA ESPECIALIDAD DE
ESTRUCTURAS DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO “CREACION DE UN
POLIDEPORTIVO EN EL DISTRITO DE PUERTO INCA, PROVINCIA DE PUERTO
INCA-HUANUO**