



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTO
APLICANDO LA METODOLOGÍA
BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)
EN LA PLANTA AGROINDUSTRIAL DE LURÍN**

PRESENTADA POR

**ALEJANDRO CESPEDES HUAYAMA
CARLOS ALEJANDRO MAMANI EGOAVIL**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

LIMA – PERÚ

2016



**Reconocimiento - No comercial - Compartir igual
CC BY-NC-SA**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MODELO DE GESTIÓN DE PROYECTO
APLICANDO LA METODOLOGÍA
BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)
EN LA PLANTA AGROINDUSTRIAL DE LURÍN**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR

**CESPEDES HUAYAMA, ALEJANDRO
MAMANI EGOAVIL, CARLOS ALEJANDRO**

LIMA – PERÚ

2016



Dedicatoria

A Dios, por haberme dado fortaleza y salud para seguir adelante.

A mis padres Néstor y Margarita por sus consejos, apoyo y confianza brindada en todo momento.

A mi esposa Jessica por su paciencia, amor y confianza.

Alejandro Cespedes Huayama



Dedicatoria

A Dios, por haberme dado fortaleza y salud para cumplir con mis objetivos.

A mis padres por esfuerzo y dedicación hacia mí.

A todas aquellas personas que me ayudaron a crecer como persona con valores y principios, lo que me convirtió en el profesional que soy hoy en la rama de ingeniería civil.

Carlos Alejandro Mamani Egoavil



Agradecimiento

Expresamos nuestro agradecimiento a la Universidad de “San Martín de Porres”, a los Ingenieros Carlos Chavarry Vega y Alexis Samohod Romero por ser nuestros guías y a su desinteresada colaboración.

A nuestras familias por el amor incondicional, y el apoyo brindado para lograr nuestras metas. A todos ellos gracias por el apoyo prestado para la culminación del presente trabajo.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	16
1.1. Antecedentes	16
1.2. Antecedentes de la investigación	18
1.3. Bases teóricas	20
1.4. Marco conceptual	30
1.5. Hipótesis	35
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	36
2.1. Tipo de la investigación	36
2.2. Nivel de la investigación	36
2.3. Diseño de la investigación	36
2.4. Variables	37
2.5. Población y muestra	38
2.6. Técnicas de investigación	39
2.7. Instrumentos de recolección de datos	39
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	40
3.1. Contrastación de la hipótesis	40
3.2. Análisis e interpretación de la investigación	43
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL PROYECTO	48
4.1. Productividad	48
4.2. Costos	56
4.3. Calidad	63
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y APLICACIÓN	66
DISCUSIÓN	66
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	69
FUENTES DE INFORMACIÓN	70
ANEXOS	73

Lista de tablas

	Página	
Tabla 1	Estimación de desperdicios en obras de edificación, Sao Paolo-Brasil	17
Tabla 2	Clasificación de defectos, Santiago de Chile	18
Tabla 3	Herramientas TIC más influyentes en la construcción	25
Tabla 4	Ejemplos de formatos que permiten la interoperabilidad en procesos BIM	33
Tabla 5	Variables dependientes	37
Tabla 6	Variables independientes	38
Tabla 7	Definición operacional	38
Tabla 8	Datos del contratista	42
Tabla 9	Datos del supervisor	42
Tabla 10	Aplicación de la metodología Building Information Modeling, en el diseño, en la identificación de incompatibilidades en el proyecto planta agroindustrial en Lurín	43
Tabla 11	Aplicación de la metodología Building Information Modeling, en la planificación del proyecto planta agroindustrial en Lurín	44
Tabla 12	Aplicación de la metodología Building Information Modeling, en la estimación de costos del proyecto planta agroindustrial en Lurín	45
Tabla 13	Aplicación de la metodología Building Information Modeling, en el proyecto planta agroindustrial en Lurín	46
Tabla 14	Detalles de horas extras	49
Tabla 15	Promedio de horas extras por semana	50
Tabla 16	Cantidades de material extraídas del presupuesto contractual y con el modelamiento Revit para losas	54
Tabla 17	Cantidades de material extraídas del presupuesto contractual y con el modelamiento Revit para placas	54
Tabla 18	Cantidades de material extraídas del presupuesto contractual y con el modelamiento Revit para tabiquería	54

Tabla 19	Cantidades de material extraídas del presupuesto contractual y con el modelamiento Revit para tubería de PVC	55
Tabla 20	Porcentaje de error	55
Tabla 21	Resumen de propuesta económica contractual más adicionales	57
Tabla 22	Resumen propuesta económica gestionada	58
Tabla 23	Diferencia entre presupuesto contractual más adicionales y presupuesto gestionado	59
Tabla 24	Cronograma contractual de obra	60
Tabla 25	Cronograma gestionado BIM	61
Tabla 26	Control de RFI	65



Lista de figuras

		Página
Figura 1	Representación virtual tridimensional mediante el uso del BIM	21
Figura 2	Pérdida de productividad según régimen horario	29
Figura 3	Ciclo de vida de una edificación	32
Figura 4	Ciclo de vida de un proyecto de construcción	32
Figura 5	Ubicación de la planta agroindustrial de Lurín	41
Figura 6	Identificación de incompatibilidades	44
Figura 7	Procesos para planificación del proyecto	45
Figura 8	Procesos para estimar costos del proyecto	46
Figura 9	Porcentaje promedio de la aplicación de la metodología BIM	47
Figura 10	Aplicación de la metodología BIM en el proyecto planta agroindustrial de Lurín	47
Figura 11	Horas trabajadas por semana	50
Figura 12	Pérdida de productividad según régimen horario	51
Figura 13	Control Grafico (3D)-numérico	53
Figura 14	Identificación elemento	53
Figura 15	Variación porcentual de error	55
Figura 16	Tareas críticas con elementos paramétricos	62
Figura 17	Detección de interferencias viga con escalera	63

Lista de anexos

	Página	
Anexo I	Cuestionario autoaplicado	74
Anexo II	Matriz de consistencia metodológica	75
Anexo III	Resumen de obras adicionales desglosadas en montos	77
Anexo IV	Cálculo de presupuesto contractual	79
Anexo V	Cálculo de presupuesto gestionado	84
Anexo VI	RFI	91
Anexo VII	Planos	92
Anexo VIII	Cronograma de obra	93



RESUMEN

El presente trabajo de investigación, Modelo de gestión de proyectos aplicando la metodología “Building Information Modeling” (BIM) en la Planta Agroindustrial de Lurín, tiene como objetivo obtener un modelo de gestión de proyectos aplicando la metodología BIM, para mejorar la calidad, productividad y costos del mismo.

Building Information Modeling (BIM), es traducido como “Modelo de la Información de la Edificación” el cual es un proceso que implica la generación digital de las características físicas y funcionales en el diseño, ejecución y control de una edificación. Puede ser aplicado en empresas constructoras de ingeniería de pequeña o gran envergadura.

La metodología aplicada en la investigación, es de tipo aplicativo, de enfoque mixto y nivel descriptivo, el diseño de investigación es experimental, prospectivo y longitudinal.

Para ello se aplicó como instrumento de recolección de datos un cuestionario semi-estructurado que consta de preguntas cerradas con valores dicotómicos. La investigación se llevó a cabo en la empresa GL Constructores S A C.

Mediante la metodología BIM se identificaron 29 interferencias por errores de diseño, se mejoró las hh en 15.48 por ciento, los metrados cotejados presentan pequeñas variaciones porcentuales, en los costos del proyecto se obtuvo una mejora de 14.11 por ciento y se redujo los plazos de ejecución en 11.25 por ciento. Los resultados obtenidos a través de tablas y gráficos para cuantificar, según los indicadores de mano de obra, materiales, costos y tiempos, reflejan que se aplicó la metodología BIM en 25 por ciento en la planta agroindustrial en Lurín.

Palabras claves; Metodología BIM, gestión de proyectos, planta agroindustrial.

ABSTRACT

This research, management model projects applying the methodology "Building Information Modeling" (BIM) in the Agroindustrial Plant Lurin, is to obtain a model project management applying the BIM methodology to improve quality, productivity and costs thereof.

Building Information Modeling (BIM) is translated as "Model of Information Building" which is a process that involves the digital generation of physical and functional characteristics in the design, execution and control of a building. It can be applied in engineering construction companies small or large.

The methodology used in the research is explanatory kind of mixed approach and descriptive level, the research design is experimental, prospective and longitudinal.

For it was applied as an instrument of data collection a semi-structured questionnaire consisting of questions with dichotomous values. The research was carried out in the company GL Builders S A C.

Using the methodology BIM 29 interference were identified by design errors, the hh was improved by 15.48 percent, collated metrados have small percentage changes in project costs an improvement of 14.11 percent was obtained and lead times fell at 11.25 percent. The results obtained through charts and graphs to quantify, according to the indicators of labor, materials, costs and times reflect the BIM methodology was applied to 25 percent in the agroindustrial plant in Lurin.

Key Words; BIM methodology, project management, agroindustrial plant.

INTRODUCCIÓN

Las deficiencias en los documentos contractuales de diseño e ingeniería, influyen e impactan negativamente durante la etapa de construcción sobre los costos y plazos de ejecución del proyecto, afectando la calidad de la obra porque es durante esta etapa donde son encontrados y resueltos gran porcentaje de estos problemas.

Como respuesta a esta problemática, se propone la elaboración de un modelo de gestión para desarrollar el proyecto "Planta agroindustrial Lurín" Lima – Perú, basado en el uso de softwares integrados que permitan el modelamiento para optimizar el plan utilizando la metodología BIM, a fin de asegurar utilidades, mejora la calidad y evitar pérdidas.

Como objetivo general se buscara obtener un modelo de gestión con el que se logre optimizar un proyecto para mejorar la calidad, productividad y evitar pérdidas en la obra. Los objetivos específicos identifican las interferencias entre especialidades durante el diseño, planifican la obra y estiman costos para mejorar los presupuestos de la misma.

La presente tesis está compuesta de cinco capítulos, en el capítulo primero se da a conocer los antecedentes de la investigación, se desarrollan las bases teóricas que sustentan el estudio del presente trabajo, y se formulan las hipótesis. En el capítulo segundo, se detalla el tipo de investigación, el nivel y diseño de la misma, se operan las variables, se describe el caso de estudio, se detalla las técnicas de investigación y se señala cual es la técnica del instrumento para recolectar la información. En el capítulo tercero se contrastan las hipótesis y se analizan e interpretan los resultados. En el capítulo cuarto, se desarrolla el proyecto en cada una de sus variables. En el capítulo, quinto se da a conocer las discusiones de la investigación, conclusiones y recomendaciones.

1. Planteamiento del problema

1.1. Problema principal

¿Cómo obtener un modelo de gestión de proyectos aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto planta agroindustrial de Lurín?

1.2. Problemas secundarios

¿Cómo identificar incompatibilidades desde el diseño aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto planta agroindustrial de Lurín?

¿Cómo planificar la obra aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto planta agroindustrial de Lurín?

¿Cómo estimar costos de la obra aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto planta agroindustrial de Lurín?

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Obtener un modelo de gestión de proyectos aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

2.2. Objetivos específicos

Identificar las incompatibilidades causadas por errores en el diseño, aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

Planificar la obra aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

Estimar costos de la obra aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

3. Justificación e importancia de la investigación

La presente investigación busca justificar el uso de las herramientas de la tecnología BIM, para poder optimizar la productividad de un proyecto, generando mayores beneficios económicos para la empresa, eliminando incompatibilidades desde el diseño que generan desperdicios, mayores plazos de ejecución, deficiencias en la calidad que elevan el costo de la obra.

La importancia de la investigación es demostrar que al aplicar la herramienta BIM, se optimiza un proyecto y se obtiene un mayor beneficio, permitiéndole a la empresa realizar un mejor diseño, presupuesto, planeamiento, programación, ejecución y seguimiento de la obra, lo que generara mayores ganancias.

4. Alcances y limitaciones

Para el desarrollo de la presente tesis se han realizado mediciones y toma de datos de la obra Planta Agroindustrial en Lurín. La toma de estos datos nos ha servido como referencia para poder detectar las fallas de la falta de optimización en este tipo de proyectos, lo que permite determinar que esta herramienta se puede aplicar en obras similares o de mayor envergadura, en todo tipo de empresa que desee implementar esta tecnología, y para todo tipo de obras de edificaciones.

Limitaciones en esta investigación las encontramos en la falta de conocimiento de este tipo de herramientas que la tecnología BIM proporciona por parte de algunos elementos del proyecto en investigación.

5. Viabilidad

Para realizar la investigación de la presente tesis se ha elaborado una modelación 3D en el cual se obtendrá datos, mediciones, tiempo; a fin de corroborarlos con la información recopilada en el tiempo de ejecución, de

manera de documentar y lograr los resultados esperados. Se dispone de tiempo, equipos y dinero para desarrollar e implementar el presente trabajo de investigación.



CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

La gran competitividad que existe en la actualidad en el rubro de la construcción, obliga a las empresas pertenecientes a esta industria a buscar optimizar al máximo sus procesos. Según Alcántara (2013):

Hoy en día los proyectos de construcción requieren de herramientas más eficaces para gestionar la información del proyecto, pero a pesar de esto, el sector construcción es una de las industrias que más bajos niveles de implementación TIC tiene para mejorar e innovar sus procesos, y así ahorrar costos en procesos mal diseñados. (p. 10).

Sin embargo las pérdidas que se originan en la construcción tienen diferentes causas siendo una de las más importantes la no optimización de los proyectos y el inadecuado seguimiento durante la etapa de construcción.

Estudios realizados por Picchi (1993) muestra unas estimaciones de los desperdicios generados en proyectos de edificación en Sao Paulo, donde se puede ver que existe un 30% del costo total de la obra compuesto por desperdicio. En la tabla 1, muestra un cuadro donde podemos ver que dentro de las 8 grandes causas identificadas de desperdicios en obras, la de mayor incidencia es la de los Proyectos no Optimizados.

Tabla 1. Estimación de desperdicios en obras de edificación, Sao Paulo-Brasil

ESTIMADO DE DESPERDICIO EN OBRAS DE EDIFICACIONES		
(% del costo total de la obra)		
ITEM	DESCRIPCIÓN	%
Restos del material	Restos de mortero Restos de ladrillo Restos de madera Limpieza Retirada de material	5.0%
Espesores adicionales de mortero	Tarrajeo de techos Tarrajeo de paredes interiores Tarrajeo de paredes exteriores Contrapisos	5.0%
Dosificaciones no optimizadas	Concreto Mortero de tarrajeo de techos Mortero de tarrajeo de paredes Mortero de contrapisos Mortero de revestimientos	2.0%
Reparaciones y retrabajos no computados con	Repintado Retoques Corrección de otros servicios	2.0%
Proyectos no optimizados	Arquitectura Estructuras Instalaciones sanitarias Instalaciones eléctricas	6.0%
Pérdidas de productividad debidas a problemas de calidad	Parada de operaciones adicionales por falta de calidad de los materiales y servicios anteriores	3.5%
Costos debido a atrasos	Pérdidas financieras por atrasos de las obras y costos adicionales de administración, equipos y multas	1.5%
Costos de obras entregadas	Reparo de patologías ocurridas después de la entrega de obra	5.0%
TOTAL		30.0%

Fuente: Estimación de desperdicios en obras de edificación. Picchi, F. (1993)

Alarcón & Mardones. (1998) identificaron los diferentes problemas presentados en la fase de diseño-construcción, llegando a la conclusión que los más frecuentes eran los relativos a la falta de detalles, especialmente en los planos de estructura, arquitectura y a la incompatibilidad entre las mismas. En la tabla 2, se muestra el resumen de estas estimaciones.

Tabla 2. Clasificación de defectos, Santiago de Chile

Nº	DEFECTOS DE DISEÑO	%
1	Escaso detalle de los elementos estructurales	13.97%
2	Falta de planos detallados de arquitectura	12.78%
3	Incompatibilidad entre las diferentes especialidades	11.59%
4	Cruce de información incorrecto con estructuras	8.17%
5	Falta de definición de elementos de arquitectura	6.54%
6	Modificaciones en los planos de estructuras	6.39%
7	Falta de dimensiones de arquitectura	6.24%
8	Falta de identificación y ubicación de elementos de arquitectura	5.65%
9	Materiales de acabados que requieren muestras	4.75%
10	Problemas con los ejes	4.46%
11	Defectos de diseño en el desagüe	4.16%
12	Cruce de información incorrecto con arquitectura	3.12%
13	Cambios de diseño de propietario	3.12%
14	Defectos de diseño eléctrico	2.97%
15	Se entregan tarde los planos de arquitectura	1.93%
16	Defectos en los diseño A.C	1.49%
17	Problemas con los equipos eléctricos	0.89%
18	Estructura de los equipos	0.59%
19	Problemas con los materiales en el mercado	0.45%
20	Convención de símbolos	0.45%
21	Defectos en los diseños de gas	0.30%
TOTAL		100.0%

Fuente: Alarcón & Mardones. (1998)

1.2. Antecedentes de la investigación

Villalba (2015) en su tesis titulada estudio y modelado en metodología BIM de una vivienda plurifamiliar entre medianeras. Universidad Politécnica. Trabajo de fin de grado para obtener el título en arquitectura técnica.

El presente trabajo consiste en el estudio y modelado de un edificio de viviendas plurifamiliar entre medianeras, mediante metodología BIM para la obtención de la documentación que compone un proyecto básico y de ejecución.

En primer lugar realiza un estudio de la metodología BIM aplicada a la edificación. A continuación lleva a cabo el aprendizaje de la tecnología, en concreto Revit Architecture, herramienta principal utilizada para la ejecución de este trabajo.

Con el uso del programa Revit modela el edificio a partir de un proyecto de ejecución real, a medida que se avanza en el modelado y la introducción de información en la base de datos que es el modelo, va obteniendo los

distintos documentos, planos, mediciones, etc, necesarios para cada una de las fases de la gestión del proyecto previa a la ejecución de la obra.

Monzón (2009). Estimación de pérdidas de productividad laboral en compensación de costos en un proyecto de construcción de la provincia de Llanquihue. Universidad Austral. Tesis para optar el título de ingeniero constructor.

Presenta una investigación donde expone una metodología que apunta a controlar la productividad laboral que permita señalar en forma oportuna cuán eficientemente se usan los recursos disponibles, además, se recurre a métodos de análisis desarrollados por amplios estudios internacionales con el objetivo de proporcionar una herramienta de estimación de costos que pueda ser empleada como fundamento en una solicitud de compensación por pérdidas de productividad y finalmente se analizará si dicha estimación cubre las pérdidas que perjudicaron al contratista.

Berdillana (2008). Tecnologías informáticas para la visualización de la información y su uso en la construcción – los sistemas 3D inteligente. Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis para optar el grado de Magister.

Presenta una investigación donde identifica los impactos, necesidades y oportunidades relacionados con la tecnología de visualización (3D y realidad virtual). Explica que la visualización de la información geométrica y no geométrica permite un manejo más consciente de los proyectos, manejar diversos niveles de detalles y para cualquier persona involucrada en el proyecto, es más fácil trabajar si se tiene una imagen clara del objetivo común a alcanzar.

La investigación presenta en los diversos capítulos la concepción global que procede de la revisión de la teoría en la tecnología de la información en la construcción, analiza la visualización de la información en la etapa del diseño y la construcción que consiste básicamente en un trabajo coordinado entre diseñadores, planificadores y constructores durante todo el proceso, de manera que se establezca una permanente retroalimentación.

Presenta el modelo integrado de Información para la construcción (BIM), que integra múltiples soluciones para las distintas disciplinas, además propone implementar el BIM en la oficina, para aprovechar las poderosas capacidades de visualización y documentación basadas en una plataforma CAD. Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Building Information Modeling (BIM)

Por sus siglas en inglés, es traducido como “Modelo de la Información de la Edificación”.

Eastman (2011, p.467) en el glosario del “BIM Handbook describe a la metodología BIM como una tecnología de modelado y un conjunto asociado de procesos para producir, comunicar y analizar los modelos de edificaciones.

Según Alcántara (2013):

BIM permite representar virtualmente los componentes del proyecto. Tradicionalmente, el sector de la construcción ha comunicado la información de los proyectos por medio de planos y especificaciones técnicas en documentos separados, sin embargo, el proceso de modelado en BIM tiene como objetivo reunir toda la información de un proyecto en una sola base de datos de información completamente integrada e interoperable para 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. (p.20).

Para Martínez (2015):

BIM no es un programa de ordenador, no es un software, no es una aplicación. Es un método de trabajo que mediante el uso de

herramientas basadas en el modelado tridimensional de edificios se logra lo se denomina como “modelo de construcción virtual”. (p.32).

El glosario del “BIM Handbook” (2011, p.467), define BIM como herramientas, procesos y tecnologías que están facilitadas por una documentación digital acerca de la edificación, su desempeño, su planeamiento, su construcción y su posterior operación.



Figura 1: Representación virtual tridimensional mediante el uso del BIM

Fuente: Proyecto Universidad del Pacífico – GyM

1.3.2. Aplicaciones BIM para la etapa de construcción

En la presente investigación se describirán cuatro aplicaciones que la metodología BIM desarrolla en la industria de la construcción, ya que el contenido de la investigación está relacionado de cierta forma con estas aplicaciones.

Asimismo, Alcántara (2013, p.24) estas aplicaciones tienen la característica de poder ser implementadas en un corto plazo por las empresas constructoras de nuestro medio.

1.3.2.1. Estimación de la cantidad de materiales

La estimación de la cantidad de materiales con BIM, comúnmente conocida en nuestro medio como metrados, ofrece una nueva forma de trabajar, pues

estos pueden ser obtenidos directamente de un modelo BIM después de finalizada la etapa de modelado 3D. Esto es razonable ya que los modelos BIM representan una fuente de información y una base de datos, y todos sus componentes, de acuerdo a su geometría, tienen asociados distintos parámetros de cantidad de materiales que pueden ser extraídos del modelo BIM, generando hojas reportes de las principales partidas de materiales de un presupuesto.

1.3.2.2. Detección de conflictos

La construcción consiste en la materialización de los diseños estructurales, arquitectónicos y de instalaciones. En obra, los enfrentamientos entre estas especialidades pueden significar retrabajo, generando pérdidas en términos de tiempo y costes. Al respecto, la tecnología BIM puede ser usada para detectar estos conflictos o interferencias, ayudando a evitar los riesgos que puedan derivar de la no identificación de los mismos.

Entre los beneficios de utilizar las tecnologías BIM para detección de conflictos se encuentra la ayuda para la coordinación de diseños y la ingeniería. Además facilita la revisión completa del diseño, permite identificar los conflictos e interferencias, y tiene la capacidad de explorar opciones e integrar los cambios en los modelos BIM para eliminar los riesgos. Permite hacer un seguimiento de las actividades de las actividades de construcción, minimizando los procesos y los desperdicios, ayudando a mejorar la calidad de los diseños.

1.3.2.3. Visualización

A través del análisis de los componentes del edificio, en los modelos 3D se puede analizar la topología de la construcción, que puede servir de ayuda para la generación del planeamiento de la construcción. Tradicionalmente, el planeamiento de la construcción es un factor crítico en la gerencia de la edificación. 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 y el calendario para otros planes tales como transporte, medida, seguridad, etc.

1.3.2.4. Simulación 4D

Las tecnologías BIM-4D combinan los modelos BIM-3D con la cuarta dimensión que viene dada por las duraciones de las tareas de construcción programadas en un calendario de obra con algún software tales como P.e. primavera o 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 proveniente de las duraciones de las actividades de los procesos de construcción.

Debido al factor crítico del planeamiento, muchos esfuerzos de investigación se han dirigido a la simulación del proceso del edificio basado en el planeamiento. De esta investigación han emergido los sistemas 4D por medio de los siguientes programas de cómputo: InVizn, Navisworks, 4D Suite y Smart Plant Review, que apoyan al responsable de la planificación a relacionar los componentes del edificio modelado en BIM-3D con las actividades de la construcción utilizando una interfaz gráfica adecuada.

De esa manera el proceso de la construcción puede ser simulado en base a lo desarrollado en la fase de planeamiento, mientras a su vez el usuario puede comprobar visualmente cómo va procediendo el proceso constructivo y adelantarse a qué proceso debe ser ejecutado o desarrollado un día específico.

Con ello, el responsable del planeamiento del proyecto debe asociar los componentes del edificio modelado en BIM-3D con las actividades de la programación de la obra. Esto es muy crucial, pues se relaciona manualmente los componentes que serán construidos virtualmente con las actividades de la construcción, evaluando visualmente qué problemas podrían ocurrir durante el proceso real y definitivo.

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

Para Alcántara (2013):

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 dedicarán a mejorar los diseños, la planificación de las obras y su control, reduciendo con ello el costo de los proyectos. (p. 27).

Para Mojica & Valencia (2012):L

Los beneficios asociadas a BIM son numerosas tales como la capacidad de visualización 3D que permite interactuar con el proyecto. Mejoran la visualización de elementos complejos, disminuyendo los errores en la documentación de la obra, evalúa alternativas y modificaciones usando los modelos paramétricos, permitiendo evaluar eficientemente las alternativas de su viabilidad para ser construidas. Actualiza la información en la documentación de obra de manera eficiente, diseña, planea, ejecuta y opera un proyecto de construcción en un ambiente interoperable y colaborativo que favorece el intercambio de información en cada una de las etapas y fases del proyecto utilizando información de otras áreas. (p. 44).

1.3.4. BIM como herramienta TIC para la construcción

Colwell (2008) elaboró un estudio, basado en opiniones de expertos y en su propia experiencia, logrando identificar las siete herramientas TIC más influyentes para la industria de la construcción, los cuales son mostrados en la tabla 3.

Tabla 3. Herramientas TIC más influyentes en la construcción

Nº	Herramientas TIC	Peso
1	Software de Gestión de Proyectos	85%
2	Modelado 3D y 4D	77%
3	Computación móvil	73%
4	Software para planeamiento y programación de obras	71%
5	Sistemas ERP	66%
6	Hojas de asistencia web	38%
7	RFID y códigos de barras	32%

Fuente: Colwell, 2008

1.3.5. Dimensiones del BIM

1.3.5.1. BIM 3D

Proceso de representación tridimensional y paramétrica de los componentes de la edificación.

1.3.5.2. BIM 4D

Al modelo se le agrega la dimensión del tiempo. Es decir, se puede asignar a cada elemento una secuencia de construcción. Nos permite controlar la dinámica del proyecto, realizar simulaciones de las diferentes fases de construcción, diseñar el plan de ejecución y anticiparnos a posibles dificultades, aumentando así la productividad y facilitando el cumplimiento de plazos previstos inicialmente.

1.3.5.3. BIM 5D

Abarca el control de costos y estimación de gastos de un proyecto, teniendo así más control sobre la información contable y financiera y mejorando por tanto la rentabilidad del proyecto y facilitando el cumplimiento de presupuestos previsto inicialmente.

1.3.6. Herramientas BIM

Existe una gran variedad de herramientas disponibles en el mercado que sirven de apoyo para la aplicación de la metodología BIM.

Zhang, Issa & Olbina (2010) clasifico las herramientas BIM en:

- a. Herramientas BIM de autoría (authoring tools): permiten crear modelos que son usadas en las etapas de diseño y construcción. Se considera que sean el centro de la aplicación BIM. Algunas herramientas son: Autodesk Revit, Bentley Architecture, Tekla Structures y ArchiCAD.
- b. Herramientas BIM de actualización (updating tools): permiten hacer actualizaciones específicas los modelos creados.
- c. Herramientas BIM de visualización (viewing tools): permiten visualizar el contenido del modelo sin hacer cambios. Por ejemplo es el programa de visualización de Autodesk Revit (IFC model viewer).

Entre las principales herramientas se tienen:

1.3.6.1. Autodesk Revit

BIM Handbook (2011) Este software especializado permite diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico, captando información sobre el desarrollo del proyecto. Autodesk Revit fue creado por la Revit Technology Corporation en 1997 y fue comprado por Autodesk Inc. en 2002.

La plataforma del software es completamente diferente a la de AutoCAD ya que permite a los usuarios diseñar tanto mediante un modelo 3D como 2D. A medida que el usuario trabaja en el dibujo, Revit recopila información sobre el proyecto de construcción y coordina esta información a través de todas las otras representaciones del proyecto. El motor de cambios paramétricos de Revit coordina automáticamente los cambios realizados en cualquier lugar, en vistas de modelo, hojas de dibujo, calendarios, secciones y planos.

Ulloa & Salinas (2013):

Afirman que entre las ventajas se tiene que es fácil de aprender y está organizado de manera amistosa, amplias librerías, que permite la operación concurrente en el mismo proyecto. Y entre sus desventajas esta que se vuelve lento con proyectos pesados, no permite

superficies curvas complejas. Revit está compuesto por varios softwares que incluyen Revit Architecture, Revit Structure y Revit MEP. Su sistema operativo es compatible con Windows y entre sus funciones esta diseñar un modelo 3D, Recopilar información sobre el proyecto y coordinar la misma a través de todas las otras representaciones del proyecto. (p. 31).

1.3.6.2. Navisworks

En febrero de 2002 Diseño Lightwork anuncio la separación de su división Navisworks en una compañía independiente y fue adquirido por Autodesk en 2007. Navisworks se centró por completo en el desarrollo del mercado de la comunicación, la visualización y la navegación de los diseños 3D en las industrias de arquitectura, ingeniería y construcción. Abre y combina los modelos 3D, para navegar por ellos en tiempo real y revisar el modelo de uso de un conjunto de herramientas que incluye comentarios, puntos de vista, y mediciones.

1.3.7. Productividad BIM – Mano de obra

La administración de la mano de obra tiene un papel importante para alcanzar un buen desempeño constructivo del proyecto. Lo anterior no es tan sencillo de conseguir, puesto que en la construcción se presentan diferentes situaciones que afectan el flujo de la mano de obra, como el número de ubicaciones de trabajo y las necesidades de la mano de obra varían a través del curso del proyecto; cada operación de construcción tiene un número óptimo de trabajadores por equipo y la variación de la cantidad de trabajo disponible es afectada por las demandas de horario, cambios, errores de diseño, clima, secuencia, interferencias en las cuadrillas y otras causas.

De esta manera se debe de alcanzar un buen desempeño constructivo del proyecto, la administración del flujo de la mano de obra es indispensable.

Es importante diferenciar que el flujo de mano de obra es distinto al flujo de trabajo porque el primero requiere seguimiento y ubicación del recurso de mano de obra en varias tareas y asignaciones de trabajo. Por consiguiente el

flujo de la mano de obra involucra la interacción de una cuadrilla con otras y también otros trabajos.

1.3.7.1. Eventos de interrupción

Los eventos de interrupción se pueden agrupar en las tres categorías, la primera son los recursos que abarcan la disponibilidad de materiales, herramientas, equipo e información. La segunda es el re-trabajo que abarcan los cambios y re-trabajo; y el tercero es la administración que abarca la congestión y el trabajo fuera de secuencia o sobretiempo.

1.3.7.2. Sobretiempo

De acuerdo al estudio de The Business Roundtable (1980) en el que se analizó los efectos de los programas de obra basado en horas extras y sus secuelas inflacionarias, concluye lo siguiente:

- a. Un sistema de trabajo basado en horas extras perturba la economía de la faena, magnifica la escasez de mano de obra, crea una inflación en los costos de mano de obra y reduce la productividad laboral, lo que no genera beneficio para el desarrollo del programa de obra.
- b. Cuando un plan de trabajo está cerca de 60 o más horas semanales es prolongado cerca de dos meses, el efecto acumulativo de las pérdidas de productividad causará retrasos en la fechas de terminación de las obras, además de que lo mismo se pudo haber realizado con igual mano de obra con 48 horas semanales de trabajo.
- c. Cuando la implementación de trabajos en horas extras se consideran necesarias a pesar de las pérdidas de productividad, una buena gestión puede ayudar a contrarrestar los efectos.

Schwartzkopf & McNamara (2000) afirma que el valor de la hora extra es superior a la hora normal de trabajo, dependiendo de la legislación laboral de cada país, de tal manera que incrementa el gasto proyectado según los rendimientos planeados. También en su investigación afirma que el sobretiempo produce factores que perjudican la mano de obra, tales como fatiga, cansancio y desmotivación por jornadas largas, generando reducción

de la efectividad de la supervisión y mayor probabilidad de errores, trabajos rehechos y accidentes.

En esta investigación para estimar el efecto real del sobretiempo se aplicó el “Estudio NECA” (*National Electrical Contractors Association*) para la industria de la Construcción. El Estudio NECA investigó los efectos del sobretiempo referente a la productividad de la mano de obra. Los resultados del estudio se presentan en la figura 2. (Brunies, 2001).

Por ejemplo, la curva etiquetada como 5x10 corresponde a un régimen de trabajo de cinco días a la semana y de diez horas diarias que equivale a 50 horas semanales. De este modo, el régimen 6x9 corresponde a seis días de nueve horas diarias (régimen de 54 horas semanales) y así sucesivamente para las demás curvas.

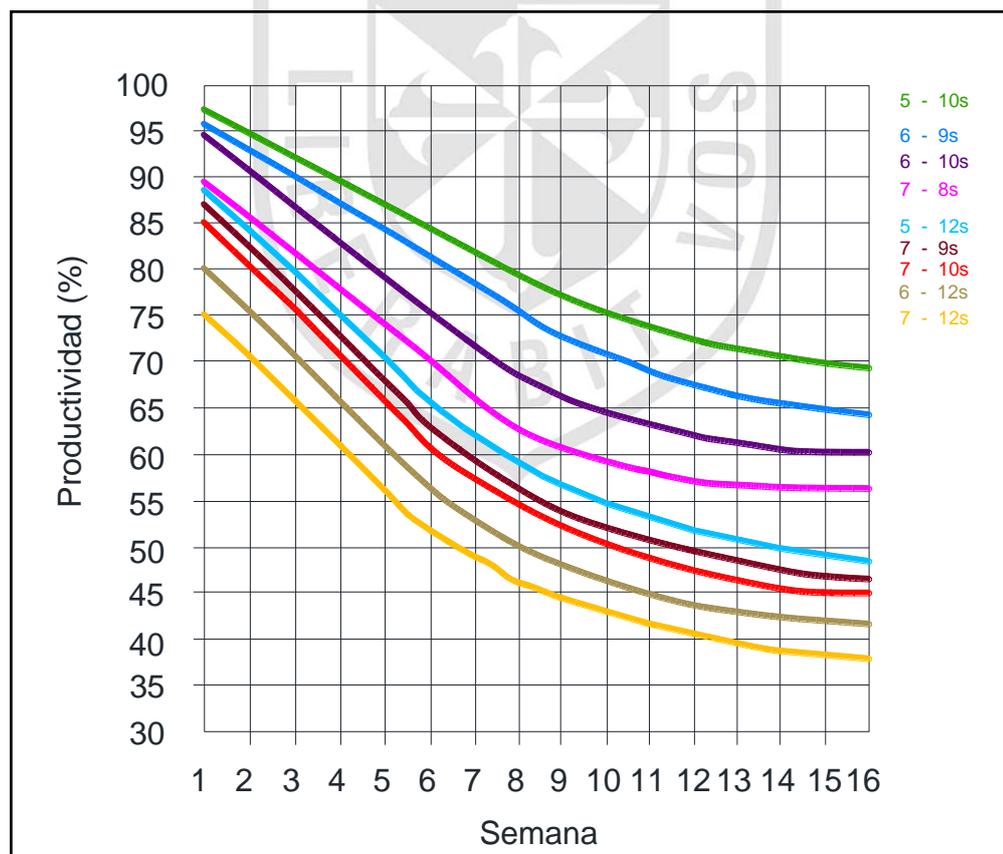


Figura 2. Pérdida de productividad según régimen horario
Fuente: Brunies, R. (2001)

1.4. Marco conceptual

1.4.1. Acrónimos

a) **Actividades:**

Es un conjunto de acciones que se llevan a cabo para el cumplimiento de un objetivo por medio de diversos procesos como el hormigonado, encofrado, aseo, etc.

b) **BIM:**

Building Information Modeling. Modelado de información de construcción, también llamado modelado de información para la edificación

c) **CAD:**

Computer-Aided Drafting o Computer-Aided Design. Dibujo Asistido por Computador o Diseño Asistido por Computador.

d) **Calidad:**

Es el conjunto de características o especificaciones de un producto que determina el grado de satisfacción cumpliendo las exigencias de un cliente.

e) **Eficacia:**

Es la capacidad de lograr lo que se propone, está relacionado con los resultados. En la industria de la construcción puede ser el grado cumplimiento de los programas o plazos.

f) **Eficiencia:**

Es la capacidad para conseguir un objetivo aprovechando de la mejor manera posible los medios disponibles, en la industria de la construcción es utilizar en forma óptima los recursos.

g) **Partida:**

Conjunto de procesos agrupados con la finalidad de llevar un control de costos y ejecución de un proyecto.

h) **Pérdidas:**

Es toda aquella actividad que tiene un costo, pero que no le agrega valor al producto y por tanto generan un costo innecesario.

i) Producción:

Es la cantidad de bienes o servicios elaborados por un sistema productivo, en construcción es la cuantificación de los avances de obra (ml, m², m³, kg, etc.).

j) Productividad:

Es la relación entre lo producido y lo gastado en ello. Donde productividad es igual a cantidad producida entre los recursos empleados.

k) Recurso:

Es el conjunto de personas, bienes financieros y técnicos con que se cuenta y utilizan para lograr un objetivo (mano de obra, materiales y maquinaria).

1.4.2. Conceptos básicos

1.4.2.1. Modelo paramétrico

Un modelo paramétrico es una representación digital de un objeto a la cual se le ha incorporado reglas, características y definiciones que determinan el modo en que los elementos componentes del modelo se relacionan entre sí en el espacio virtual.

Eastman (2011) afirma que este tipo de modelos deben cumplir ciertas reglas para ser denominados paramétricos y ser considerados parte de un proceso BIM. Entre estas reglas esta ser digital, espacial en 3D, sus componentes identificables y asociables a estas reglas, incluir información de sus propiedades mecánicas, eléctricas, lumínicas, secuencias de construcción e instalación, materiales, dimensiones, relaciones entre elementos, etc. Así mismo permitir hacer análisis posteriores como los estructurales, energéticos, de iluminación, extracción de cantidades de obra, presupuesto del proyecto, etc. Se debe de actualizar automáticamente para ser consistente y no redundante cuando se modifica algún elemento; deben seguir procesos ordenados, ser cuantificable y poder ser dimensionado, comunicativo es decir capaz de desempeñarse como herramienta para la construcción, debe de ser manejable por todos los involucrados en el

proyecto mediante una interfaz intuitiva, y que se pueda usar durante todas las etapas del mismo desde la concepción hasta la operación.

1.4.2.2. Ciclo de vida del proyecto

El ciclo de vida de un proyecto de construcción está constituido por las etapas que atraviesa una edificación desde su concepción hasta el fin de su vida útil. Para los procesos BIM el ciclo de vida de las edificaciones se sintetiza en el diagrama que presenta la compañía Autodesk.

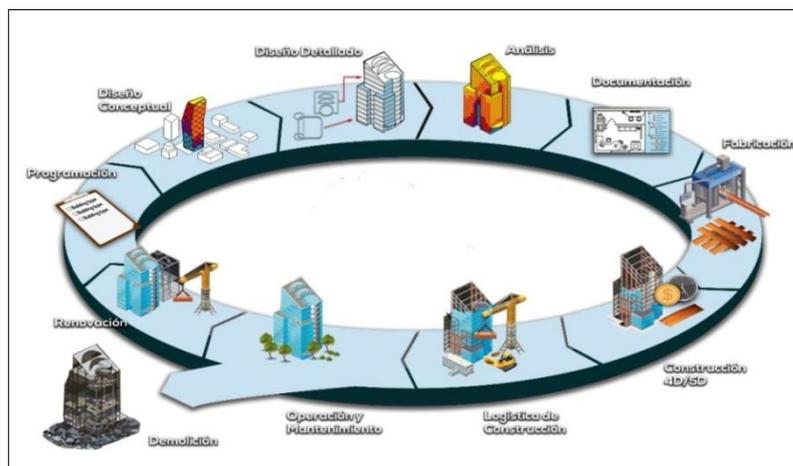


Figura 3. Ciclo de vida de una edificación
Fuente: C&C Consulting Construction Group

Al implementar un proceso BIM en un proyecto cuyo resultado será una edificación, se determina previamente el alcance. Este proceso completo cubre todas las etapas del ciclo de vida de la edificación controlando los múltiples subprocesos que ocurren en cada una. Puede ser considerado como una nueva metodología para administrar el ciclo de vida de una edificación con un enfoque en el impacto ambiental, el diseño y la documentación.



Figura 4. Ciclo de vida de un proyecto de construcción
Fuente: Elaboración propia

1.4.2.3. Interoperabilidad

Eastman (2011) concluyó que el intercambio de información es uno de los pilares que soportan los procesos BIM, aunque bibliografía especializada se define el término de diferentes maneras. Por lo tanto la definición de interoperabilidad radica en la posibilidad de compartir información entre los involucrados en el proceso ya sea de diseño, construcción, etc. que es facilitada por la compatibilidad de las herramientas.

Así un modelo desarrollado en un software como Autodesk Revit Architecture™ puede ser transferido a plataformas de modelación especializada en estructuras como Autodesk Revit Structure™, y Análisis Estructural como Autodesk Robot Structural Analysis Professional™. La interoperabilidad es pre-requisito para hacer multidimensional a BIM. Tanto la obtención de cantidades de obra, costos y los análisis de eficiencia energética, ventilación, iluminación, eficiencia térmica, entre otros, requieren de intercambio de información común entre programas especializados para cada tarea.

Hay múltiples formatos asociados a BIM que sirven para exportar archivos digitales entre software de diversos fabricantes. De esta forma un modelo paramétrico creado inicialmente en un producto Revit puede ser exportado a Tekla™, ArchiCAD™ o Bentley Architecture™, para generarle cambios o hacer otros tipos de análisis. En la tabla 4 se presentan extensiones comunes que se emplean en procesos BIM.

Tabla 4. Ejemplos de formatos que permiten la interoperabilidad en procesos BIM

Especialidad	Extensión	Ejemplo de software
CAD	DXF, DWF, DWX, DWG, DXF, SAT, IGES, IFC.	AutoCAD.
BIM	RVT, RTD, NWC, formatos basados en ISO-STEP	Autodesk Revit, Autodesk Robot, Autodesk Navisworks.
GEOREFERENCIAS	GEO	AutoCAD Civil 3D, Google Earth
MICROSOFT	XLS	Excel
OTROS	TXT, CSV, DAT.	Intercambio entre software.

Fuente: Mojica, A. (2012)

1.4.2.4. Constructability

Este término ha sido implementado en Estados Unidos para referirse a proyectos de construcción cuyo diseño facilita la fase constructiva; por otra parte en Inglaterra se emplea el término “Buildability”. La siguiente definición expresa acertadamente el significado del término: “Constructability es el grado en que el diseño facilita la construcción al tener en cuenta los requerimientos de los métodos constructivos considerando tanto sus posibilidades como sus limitaciones”. (Fischer & Tatum, 1996)

Otra definición del término adiciona elementos importantes en términos de habilidad, cuando el diseño facilita la construcción de la obra, el proceso es eficiente, económico y se obtienen los niveles de calidad esperados con los materiales, componentes y sub-ensambles. (Ferguson, 1991)

Así mismo la viabilidad de construir el proyecto depende en su mayor parte de esta habilidad. A través de un diseño acertado se puede hacer análisis de inversión utilizando herramientas BIM que brinden claridad sobre los objetivos globales del proyecto y la forma de alcanzarlos, logrando reducir los imprevistos y la incertidumbre en cuanto a presupuesto y tiempo de construcción.

1.4.2.5. Diseño Colaborativo e integración de proyectos (IPD)

Uno de los pilares fundamentales de BIM es la posibilidad de tener profesionales de diversas especialidades trabajando en un único archivo digital que constituye el diseño final del proyecto, se trata de una metodología que logra integrar las diversas áreas de diseño involucradas en el proyecto de construcción. Mediante herramientas BIM cada uno de los profesionales que diseñan podrán trabajar sobre un mismo modelo que se actualiza periódicamente. (Vandezande, Read & Krygiel, 2011).

Los procesos BIM varían dependiendo del objeto a construir, en un proyecto de construcción convencional el proceso BIM debe considerar los roles de todas las partes involucradas en esta etapa del ciclo de vida, es decir los

dueños y administradores de edificaciones, arquitectos, ingenieros, contratistas, subcontratistas, fabricantes y proveedores.

Los diseños a partir de procesos colaborativos se asocian con altos grados de “Constructability” porque al integrar el trabajo de las diversas disciplinas de diseño en un único modelo paramétrico se logra evitar gran cantidad de errores que finalmente se traducen en ahorros de tiempo y dinero. Dotar a los equipos de diseño con conocimientos de “Constructability” mejora los resultados de su trabajo, incluso algunas firmas han incorporado manuales del mismo en sus procesos. Además apoyados en avances en modelación paramétrica, los diseños comienzan de niveles más altos en la medida que se encuentran gobernados por reglas y restricciones que evitan errores en el manejo de los elementos y los procesos. (Fischer & Tatum, 1996)

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Al obtener un modelo de gestión de proyectos aplicando la metodología BIM, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

1.5.2. Hipótesis Específicas

Al identificar las incompatibilidades causadas por errores en el diseño, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

Al Planificar la obra, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

Al Estimar costos de la obra, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Tipo de la investigación

Aplicada porque seleccionamos una edificación no coordinada por la metodología BIM, de manera que nuestro modelo de gestión del proyecto propone innovación tecnológica y el uso de nuevas herramientas por medio de la metodología BIM.

Mixto ya que se trata de cuantificar en cantidades, porcentajes y pruebas estadísticas la medición de las variables, así también el estudio se realiza mediante el método de recolección de datos de tipo descriptivo y de observaciones.

Descriptivo porque se especifica las propiedades más importantes de la metodología BIM, y se trata de medir con la mayor precisión posible la diferente información obtenida como resultado de la investigación.

2.2. Nivel de la investigación

Descriptiva porque se presenta a través de un modelado paramétrico virtual en 3D el proceso constructivo de una edificación; el cual permite describir, modificar, estimar cantidades y controlar el proyecto.

2.3. Diseño de la investigación

Experimental porque se realiza manipulando las variables independientes, y comprobar la efectividad y efectos sobre las variables dependientes para la toma de decisiones a futuro sobre el proyecto.

Longitudinal porque se recolectan los datos de varias etapas, y en diferentes tiempos y su propósito es analizar con la metodología BIM y poder compararla con la metodología tradicional.

Prospectiva porque todos los datos utilizados han sido captados de una obra ya ejecutada y analizada en el presente con la metodología BIM y poder compararla con la metodología tradicional.

2.4. Variables

La variable dependiente en el caso son los recursos utilizados durante la ejecución de un proyecto.

La variable independiente es una variable cuantitativa debido a que es posible realizar mediciones y representarlo con números.

También es del tipo ordinal porque establece un orden en la aplicación de la herramienta BIM para la mejora de los procesos de diseño en el caso de estudio.

2.4.1. Operacionalización de las variables

Optimización de proyectos: variable dependiente de tipo cuantitativo ordinal.

Tabla 5. Variables dependientes

Variable	Indicadores	Índices	Instrumento	Número
Productividad	Mano de obra	Horas Hombre Metrado/Tiempo	Tabla	11,12
	Materiales	Cantidad total de material	Tabla	13-17
Costos	Costos	Presupuesto Gestionado Presupuesto Contractual Gestión de adicionales	Tabla	18-20
	Tiempo	Cronograma Ejecutado Cronograma Gestionado	Tabla	21,22
Calidad	RFI	Estatus de diseño del proyecto-interferencias	Figuras	23

Fuente: Elaboración propia

Metodología Building Information Modeling (BIM): Variable independiente del tipo cuantitativo ordinal.

Tabla 6. Variables independientes

Variable	Indicadores	Índices	Instrumento	Ítems
Metodología Building Information Modeling	Diseño BIM	Uso de la metodología BIM para el modelamiento del proyecto	Cuestionario	1
	Planificación	Validación visual para aprobación de metrados Proyecto de simulación de fases Ultima agenda	Cuestionario	2-6
	Estimación	Cantidad de datos para apoyar las estimaciones de los costos	Cuestionario	7

Fuente: Elaboración propia

2.4.2. Definición operacional de variables

Tabla 7. Definición operacional

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Optimización de proyectos	Mejorar el proyecto en particular, seleccionando las mejores alternativas desde el diseño, planificación ejecución, control y cierre.
Metodología Building Information Modeling (BIM)	Establecer un modelo para construir un prototipo completo del proyecto antes de ejecutar su construcción.

Fuente: Elaboración propia

2.5. Población y muestra

2.5.1. Población

La población sujeta está constituida por edificaciones realizadas en los últimos 5 años en el distrito de Lurín.

2.5.2. Muestra

La dimensión de la muestra está basada en la planta Agroindustrial de la Universidad San Ignacio de Loyola en Lurín.

2.6. Técnicas de investigación

La forma de obtención de la información se realiza con una secuencia o ciclo que inicia con la distribución de datos recolectados durante la ejecución de la edificación.

Esto lleva a identificar los factores que causan los desperdicios en obra, seguido de la elaboración de cuadros para una mejor comprensión de la misma.

Asimismo procesar estas estadísticas que permita la visualización de los análisis por medio de una representación gráfica 3D-estadística.

2.7. Instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se basa en un cuestionario de preguntas cerradas tipo escala dicotómico. Es de observación simple registrada por medio de notas y documentos compartidos por el área de campo y oficina, previo a esto se cuenta con un plan que permita aceptar y/o rechazar la información obtenida a fin de procesarla en software como Revit, Project, Excel.

CAPÍTULO III

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Contratación de la hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

Hipótesis alterna (Ha):

Al obtener un modelo de gestión de proyectos aplicando la metodología BIM, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

Hipótesis nula (H0):

Al obtener un modelo de gestión de proyectos aplicando la metodología BIM, no se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

3.1.2. Hipótesis específicas

Hipótesis alterna 1 (Ha):

Al identificar las incompatibilidades causadas por errores en el diseño, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

Hipótesis nula 1 (H0):

Al identificar las incompatibilidades causadas por errores en el diseño, no se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

Hipótesis alterna 2 (Ha):

Al planificar la obra, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

Hipótesis nula 2 (H0):

Al planificar la obra, no se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

Hipótesis alterna 3 (Ha):

Al estimar costos de la obra, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

Hipótesis nula 3 (H0):

Al estimar costos de la obra, no se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.

3.1.3. Caso de la investigación

a) Ubicación

La planta agroindustrial se encuentra ubicada en Av. Manuel Valle s/n, Alt. Paradero Pampa grande, costado de América TV, distrito de Lurín, Provincia Lima y Departamento de Lima.

b) Área del terreno

El área del terreno es 36,167.16 m², encerrado en un perímetro de forma trapezoidal.

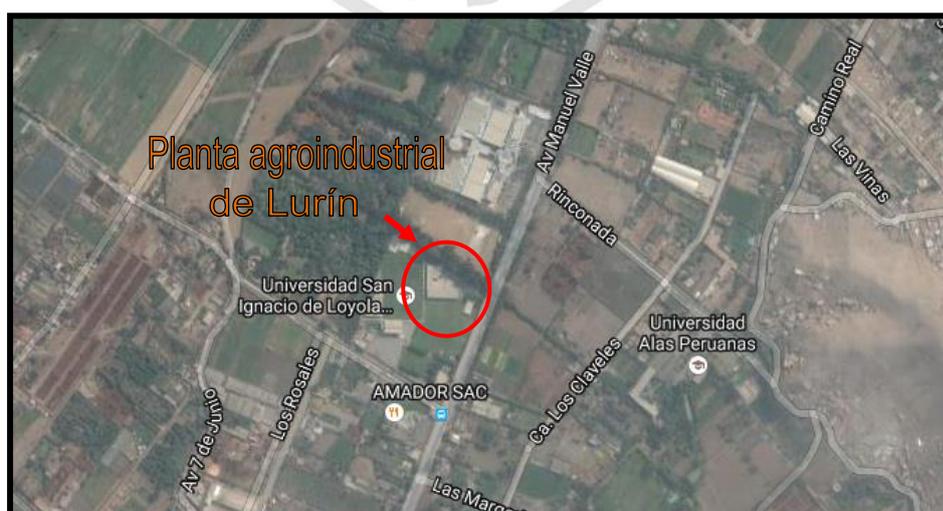


Figura 5. Ubicación de la Planta Agroindustrial de Lurín

Fuente: Elaboración propia

c) Referencias del promotor-constructor

Tabla 8. Datos del contratista

Empresa	GL Constructores SAC
RUC	20172045210
Dirección	Calle El Rocío 363 Urb. Higuiereta Santiago de Surco, Lima.
Teléfono	448-3798/4483799

Fuente: Elaboración propia

d) Supervisión

Tabla 9. Datos del supervisor

Empresa	Universidad San Ignacio de Loyola
Dirección	Av. La Fontana 550, La Molina, Lima..
Teléfono	(511)317-1000

Fuente: Elaboración propia

e) Diseño Arquitectónico

El proyecto consta de dos bloques de edificaciones; el primero denominado Bloque B en un segundo piso y el otro Bloque A con dos pisos; ambos comparten en total nueve ambientes destinados para aulas. Con una fachada externa de mamparas estructuradas con aluminio, con revestimientos a base de pintura, pisos de porcelanato y concreto semipulido. Cuenta con cuatro servicios higiénicos para hombres y mujeres, sistema de aire acondicionado cubierto por falso cielo raso.

f) Estructuras

La edificación está constituida por pórticos de concreto armado es decir placas, columnas y vigas. La cimentación parte de falsa zapatas, falso cimiento corrido para la base de zapatas, cimiento corrido armado, vigas de cimentación.

g) Instalaciones Eléctricas

La administración de energía eléctrica está a cargo de la USIL, que prevé la toma de salida de fuerza para los diversos trabajos para las maquinarias y equipos, el cual sirve para la instalación de circuitos independientes proyectados para iluminación, tomacorrientes, data, internet.

h) Instalaciones Sanitarias

El abastecimiento de agua a cargo de la USIL, que considera un sistema conformado por una cisterna de uso industrial e instalaciones temporales que sirven para la ejecución en general y que son recolectadas en un pozo séptico.

3.2. Análisis e interpretación de la investigación

Tabla 10. Aplicación de la metodología Building Information Modeling, en el diseño, en la identificación de incompatibilidades en el proyecto Planta Agroindustrial en Lurín

UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES	
	SÍ	NO
¿Se creó y administro el modelamiento del proyecto mediante el uso de la metodología BIM para las diferentes especialidades antes del inicio de la construcción?		X
¿Se detectaron incompatibilidades entre los planos de las especialidades?		X

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la aplicación de la metodología Building Information Modeling en el modelamiento del proyecto, para identificar incompatibilidades entre especialidades en la obra Planta Agroindustrial, no se creó y administro el modelo BIM de las especialidades antes del inicio de la construcción y no se detectaron incompatibilidades entre los planos de las especialidades.

De acuerdo a los resultados obtenidos se afirma que se puede mejorar la calidad de la obra identificando incompatibilidades por errores en el diseño, por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

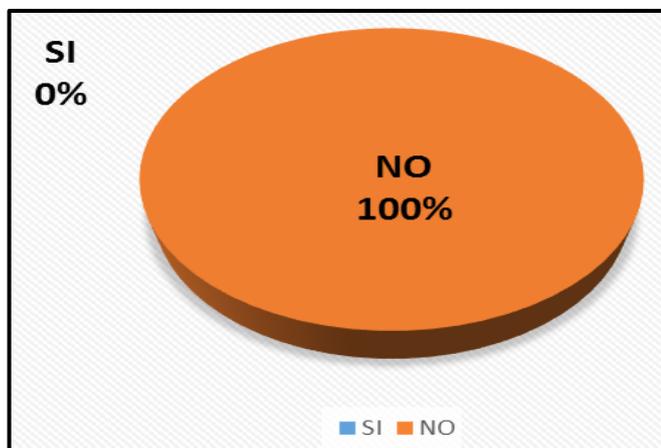


Figura 6. Identificación de incompatibilidades

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: No se aplicó el 100 por ciento del proceso de identificación de incompatibilidades en el diseño, mediante modelamiento del proyecto. Planta Agroindustrial de Lurín

Tabla 11. Aplicación de la metodología Building Information Modeling, en la planificación del proyecto Planta Agroindustrial en Lurín

UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES	
	SÍ	NO
¿Se realizó la validación visual para la aprobación de metrados usando Autodesk Revit?		X
¿Se realizó la planificación del proyecto por simulación de fases con software Navisworks?		X
¿Se realizó la planificación de proyecto por simulación de fases con Ms Project?	X	
¿Se aplicó herramientas de la metodología BIM en las etapas del proyecto?		X
¿Se aplicó en el diseño del proyecto el software Autodesk Autocad?	X	

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la aplicación de la metodología Building Information Modeling en la planificación del proyecto, para mejorar la productividad y disminuir tiempos de ejecución en la obra Planta Agroindustrial, se realizó planificación por fases con Ms Project, y se aplicó en el diseño del proyecto el software Autodesk Autocad, pero no se realizó planificación por fases con el software Navisworks, no se aplicó herramientas de metodología BIM en las etapas del proyecto, y no se realizó la validación para la aprobación de los metrados con Autodesk Revit.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos afirmar que se puede mejorar la productividad y se pueden reducir los tiempos de ejecución, al planificar la obra aplicando la metodología BIM. Por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

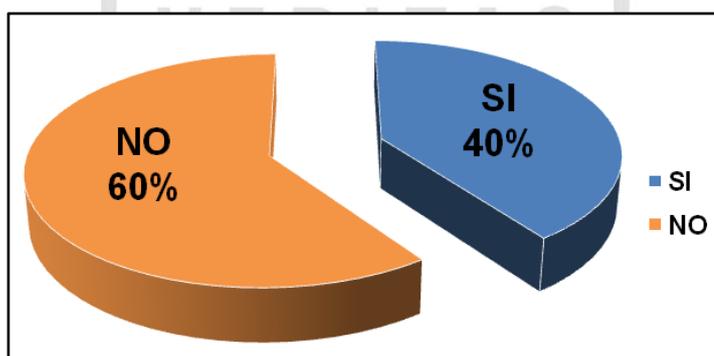


Figura 7. Procesos para planificación del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 80 por ciento del proceso de planificación del proyecto, se aplicó en la Planta Agroindustrial de Lurín, mientras que el 20 por ciento del proceso no se aplicó.

Tabla 12. Aplicación de la metodología Building Information Modeling, en la estimación de costos del proyecto Planta Agroindustrial en Lurín

UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDADES	
	SÍ	NO
¿Se estimó el costo de los presupuestos por medio de los gráficos 3D en Revit?		X

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la aplicación de la metodología Building Information Modeling en la estimación de costos de la obra, para mejorar los presupuestos del proyecto Planta Agroindustrial, no se estimó el costo de los presupuestos por medio de los gráficos 3D del software Autodesk Revit.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos afirmar que se puede mejorar los presupuestos de la obra al estimar costos utilizando la metodología BIM. Por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

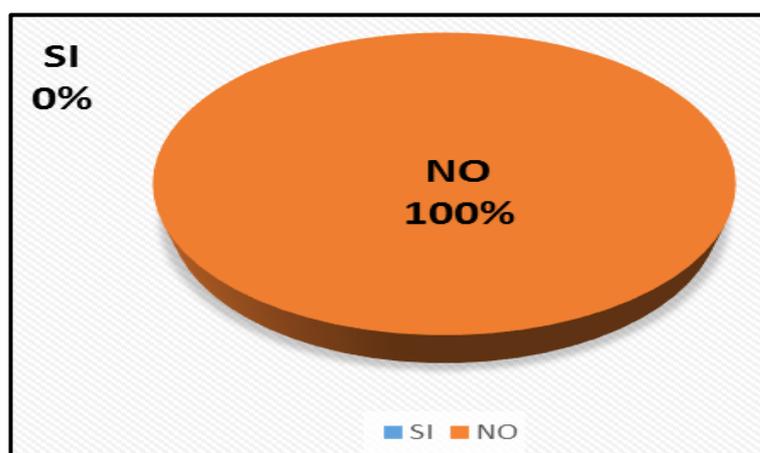


Figura 8. Procesos para estimar costos del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 100 por ciento del proceso de estimación de costos del proyecto, no se aplicó en la Planta Agroindustrial de Lurín.

Tabla 13. Aplicación de la metodología Building Information Modeling, en el proyecto Planta Agroindustrial en Lurín

Ítem	Descripción	Total
1	Identificar incompatibilidades	0.0%
2	Planificar el proyecto	40.0%
3	Estimar costos	0.0%
Promedio General		25.0%

Fuente: Elaboración propia

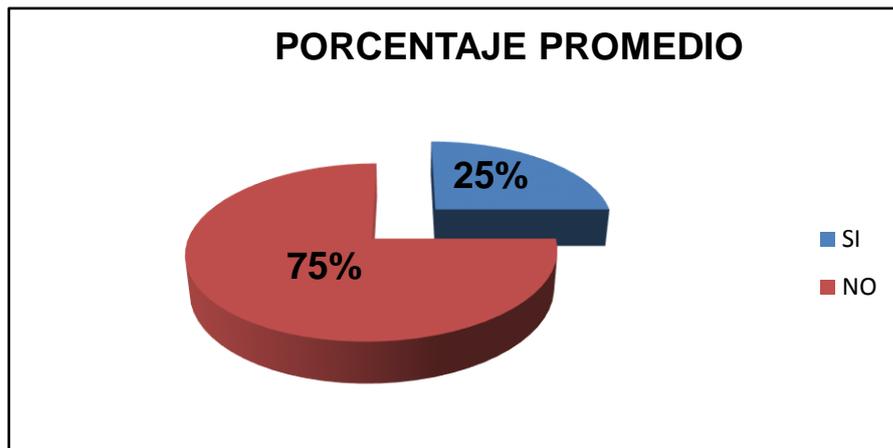


Figura 9. Porcentaje promedio de la aplicación de la metodología BIM
Fuente: Elaboración propia

La aplicación de la metodología BIM en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín es en promedio el 25 por ciento.

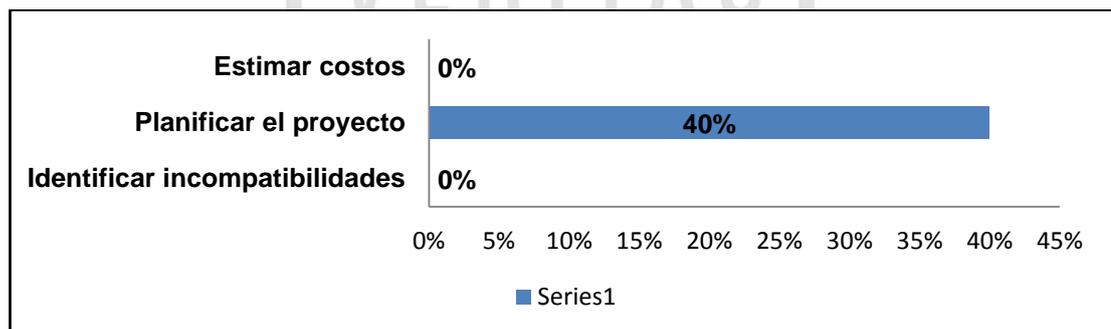


Figura 10. Aplicación de la metodología BIM en el proyecto Planta Agroindustrial Lurín
Fuente: Elaboración propia

En la figura 10, observamos que la metodología BIM tiene una aplicación del 0 por ciento con respecto a la identificación de incompatibilidades por errores en el diseño, 40 por ciento en la planificación de la obra, y 0 por ciento en la estimación de costos.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1. Productividad

4.1.1. Mano de obra - Sobretiempo

En el transcurso de la obra la empresa constructora se vio en la obligación de asumir un régimen de trabajo con sobretiempo en forma sistemática para poder mitigar los atrasos producidos por las interferencias.

La mayor permanencia diaria de las cuadrillas de trabajo también se debió a interrupciones y demoras durante la jornada de trabajo que finalmente se resolvían de manera tardía y obligaban a prolongar la jornada.

Las cuadrillas debieron permanecer en promedio 3 horas extra cada día de la semana y además se adoptaron aproximadamente 3 horas extra cada sábado para poder recuperar los atrasos. Cabe señalar que el programa original de trabajo no contemplaba el uso de los días sábado.

En promedio se trabajaron aproximadamente 8 horas extra cada semana durante un período continuo de 14 semanas, lo que da un total de 21.65 horas extras trabajadas, como se puede comprobar en las tablas a continuación:

Tabla 14. Detalles de horas extras

Día	Fecha	Horas Extra	N° trab. con HE	Día	Fecha	Horas Extra	N° trab. con HE	Día	Fecha	Horas Extra	N° trab. con HE
lun	01/12/2014	0	0	lun	12/01/2015	40	20	lun	23/02/2015	0	0
mar	02/12/2014	0	0	mar	13/01/2015	21	21	mar	24/02/2015	0	0
mie	03/12/2014	0	0	mié	14/01/2015	21	20	mié	25/02/2015	0	0
jue	04/12/2014	7	7	jue	15/01/2015	16	16	jue	26/02/2015	0	0
vie	05/12/2014	8	8	vie	16/01/2015	34	17	vie	27/02/2015	0	0
sab	06/12/2014	24	8	sáb	17/01/2015	60	19	sáb	28/02/2015	17	5
dom	07/12/2014	0	0	dom	18/01/2015	0	0	dom	01/03/2015	0	0
lun	08/12/2014	12	12	lun	19/01/2015	49	17	lun	02/03/2015	2	1
mar	09/12/2014	24	12	mar	20/01/2015	61	19	mar	03/03/2015	1	1
mie	10/12/2014	28	14	mié	21/01/2015	38	18	mié	04/03/2015	1	1
jue	11/12/2014	30	15	jue	22/01/2015	57	18	jue	05/03/2015	12	6
vie	12/12/2014	44	15	vie	23/01/2015	42	19	vie	06/03/2015	1	1
sáb	13/12/2014	57	16	sáb	24/01/2015	45	15	sáb	07/03/2015	0	0
dom	14/12/2014	0	0	dom	25/01/2015	0	0	dom	08/03/2015	0	0
lun	15/12/2014	32	16	lun	26/01/2015	47	23				
mar	16/12/2014	32	15	mar	27/01/2015	61	29				
mie	17/12/2014	30	15	mié	28/01/2015	67	30				
jue	18/12/2014	30	15	jue	29/01/2015	54	25				
vie	19/12/2014	30	15	vie	30/01/2015	61	28				
sáb	20/12/2014	42	14	sáb	31/01/2015	83	28				
dom	21/12/2014	0	0	dom	01/02/2015	70	14				
lun	22/12/2014	30	15	lun	02/02/2015	12.5	5				
mar	23/12/2014	34	17	mar	03/02/2015	17.5	5				
mie	24/12/2014	0	0	mié	04/02/2015	15	5				
jue	25/12/2014	0	0	jue	05/02/2015	0	0				
vie	26/12/2014	34	17	vie	06/02/2015	15	5				
sáb	27/12/2014	51	17	sáb	07/02/2015	10	5				
dom	28/12/2014	0	0	dom	08/02/2015	0	0				
lun	29/12/2014	32	16	lun	09/02/2015	23	19				
mar	30/12/2014	32	16	mar	10/02/2015	30	19				
mie	31/12/2014	0	0	mié	11/02/2015	30	20				
jue	01/01/2015	0	0	jue	12/02/2015	20	19				
vie	02/01/2015	0	0	vie	13/02/2015	24	19				
sáb	03/01/2015	0	0	sáb	14/02/2015	54	18				
dom	04/01/2015	0	0	dom	15/02/2015	0	0				
lun	05/01/2015	44	20	lun	16/02/2015	4	2				
mar	06/01/2015	40	20	mar	17/02/2015	6	3				
mie	07/01/2015	42	21	mié	18/02/2015	3	3				
jue	08/01/2015	40	20	jue	19/02/2015	1	1				
vie	09/01/2015	44	22	vie	20/02/2015	0	0				
sáb	10/01/2015	18	6	sáb	21/02/2015	3	1				
dom	11/01/2015	22	4	dom	22/02/2015	0	0				

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Promedio de horas extras por semana

Semana	Día	Fecha	HE promedio Semanal	HE promedio Diario
1	dom	07-dic	5.57	0.81
2	dom	14-dic	27.86	4.06
3	dom	21-dic	28.00	4.08
4	dom	28-dic	21.29	3.10
5	dom	04-ene	9.14	1.33
6	dom	11-ene	35.71	5.21
7	dom	18-ene	27.43	4.00
8	dom	25-ene	41.71	6.08
9	dom	01-feb	63.29	9.23
10	dom	08-feb	10.00	1.46
11	dom	15-feb	25.86	3.77
12	dom	22-feb	2.43	0.35
13	dom	01-mar	2.43	0.35
14	lun	02-mar	2.43	0.35

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en los cuadros anteriores se adopta un régimen de trabajo de aproximadamente 56 horas semanales para aplacar y hacer frente a los cambios que sufre la ejecución de obra.

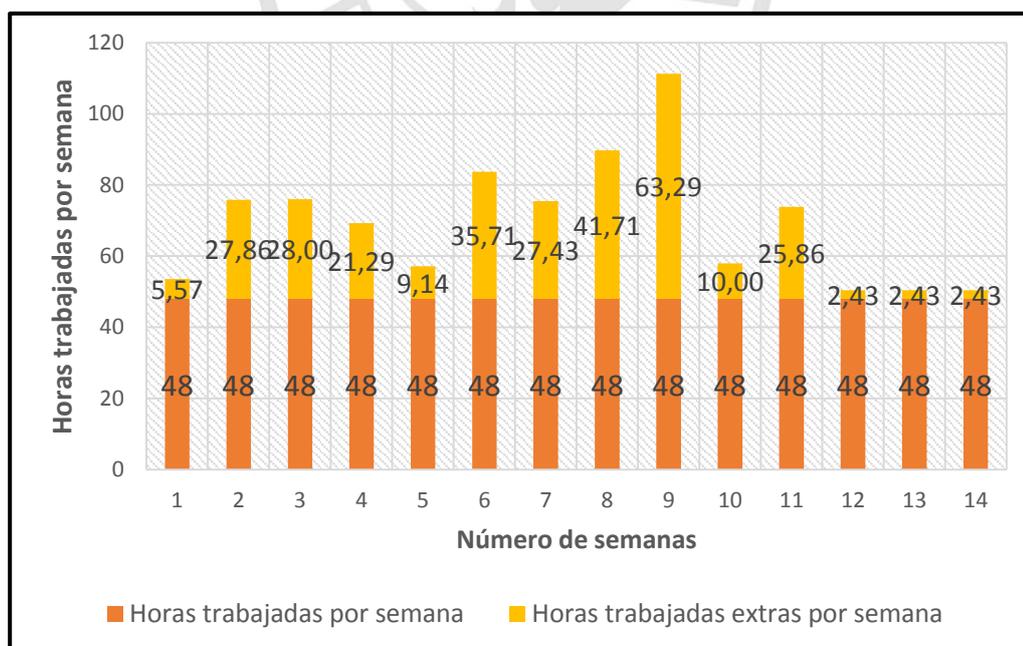


Figura 11. Horas trabajadas por semana

Fuente: Elaboración propia

Es evidente, que el régimen de horas extras que la empresa constructora debió asumir para hacer frente a las demoras producto de las interferencias, fue de tal magnitud que generó improductividad. Esta ineficiencia significa en la práctica que el contratista tuvo horas hombre pérdidas, es decir, menos horas hombre presupuestadas de lo que realmente se gastaba para la producción.

En este caso, la realidad de sobre tiempo de la obra se asemeja a la curva 6 x 9 que se muestra en la figura 12 ya que se trabajaron 6 días a la semana y en promedio 8 horas extra a la semana. El período de sobre tiempo se prolongó por más de 14 semanas, lo que cae fuera del gráfico como puede verse a continuación, para la curva 6x9, el porcentaje de productividad cae al 72% cuando el período de sobre tiempo sobrepasa la novena semana y es el valor a utilizar por ser el máximo disponible en este caso.

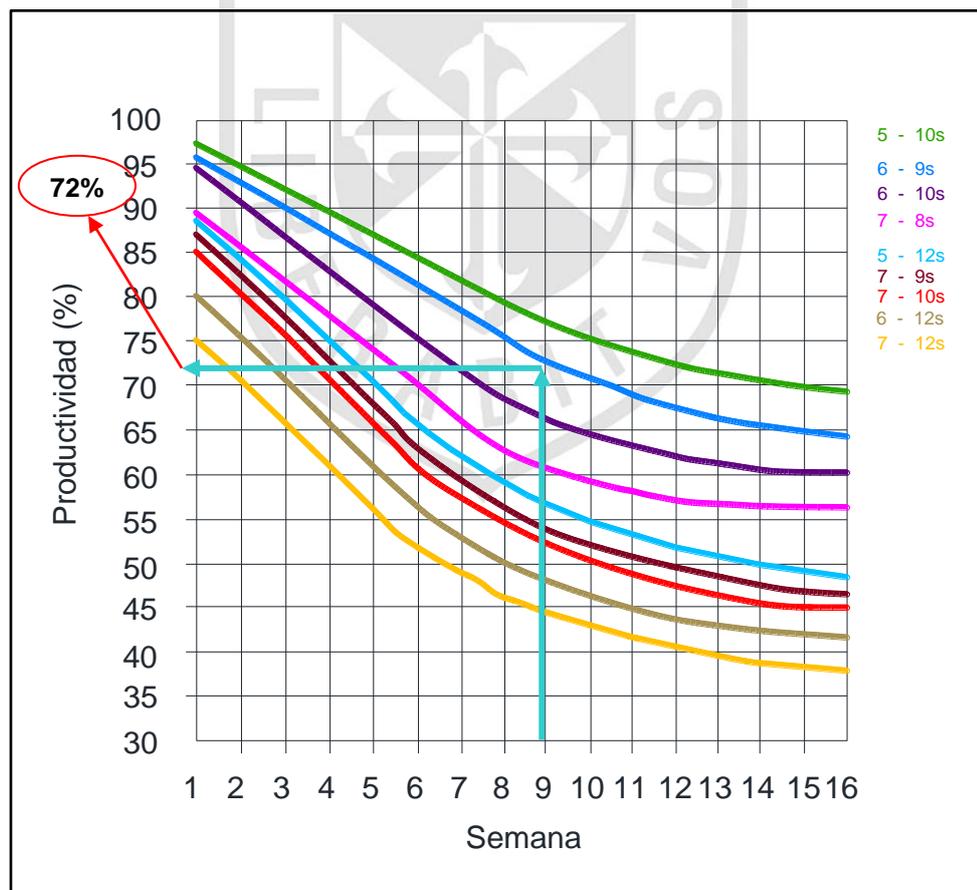


Figura 12. Pérdida de productividad según régimen horario
Fuente: Brunies, R (2001)

Entonces, la productividad estimada del grupo de trabajadores que estuvo bajo régimen de sobre tiempo es de un 72%, lo que es igual a un 28% de pérdida de productividad según el gráfico anterior. Esto significa, que de un total de 21.65 HH gastadas en régimen de horas extras (ver *tabla 11*), 6.06 HH representan pérdida de productividad laboral por trabajador.

4.1.2. Cantidad total de material

Los elementos paramétricos permiten la obtención directa de cantidades de obra a partir de sus características geométricas y las asignaciones de materiales. Las tablas de cantidades de materiales se obtuvieron en Revit para las zapatas vigas de cimentación, cimientos corridos, columnas, vigas, losas macizas, albañilería, revoques, cielos-rasos, contra pisos y enchapados. A su vez el modelamiento paramétrico permite brindar de cualidades a los elementos diseñados como vienen a ser las puertas, ventanas, barandas.

Las posibilidades de obtención de cantidades en Revit son variadas. Se determinó, en primer lugar, la identificación de los elementos por especialidad. Estas cantidades que se extraen son derivados al programa Excel; el cual permite llevar un control gráfico 3D-número (figura 13) Esto se realiza de manera ordenada según las especialidades, siguiendo una secuencia lógica constructiva. Para la cimentación se extrajeron cantidades de volumen de concreto para zapatas y cimientos corridos; conjuntamente con las vigas y losas.

Las cantidades en la especialidad arquitectura se obtuvo por medio de áreas en el caso de tabiquería y que de igual manera sirve para hallar los metros cuadrados de pintura. Las instalaciones eléctricas y sanitarias se cuantificó por los circuitos y ramales proyectados en el área de diseño medibles por metros lineales. El programa permite cuantificar de manera detallada la cantidad de unidades que estén incluidas en un tablero de fuerza o los segmentos totales que comprenden una red de agua y/o desagüe.

Sin embargo, si se quiere que los programas computen los metrados y den resultados confiables que se ajusten a las condiciones reales del proyecto, se procederá a cotejar los metrados manualmente de los planos 2D de Autocad y trabajados en Excel realizados por la empresa constructora.

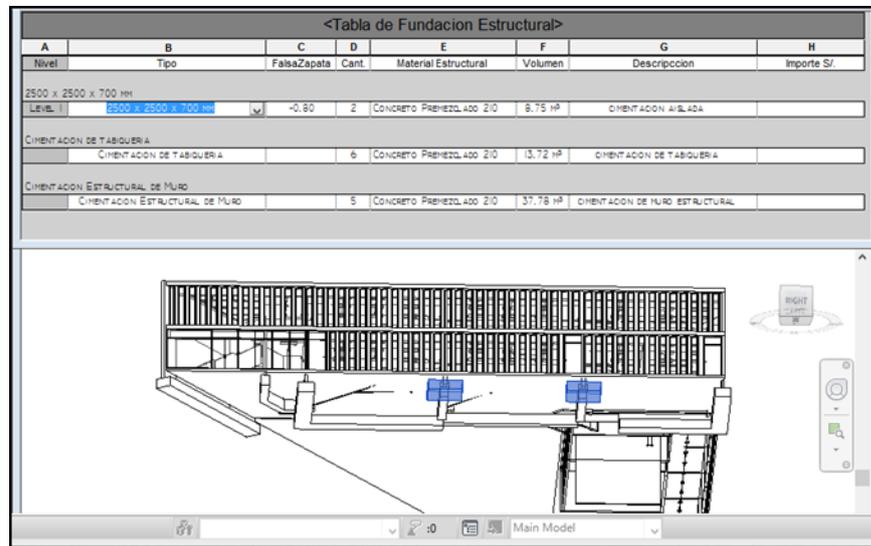


Figura 13. Control Grafico (3D)-numérico
Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la figura 14 el procedimiento del metrado que se realiza en todo el modelamiento, se resalta en la parte superior cimentación de tabiquería consecuentemente se identifica el tipo de material que está constituido, se visualiza el volumen total de toda la cimentación. Adherido a lo comentado en la zona inferior se localiza el elemento al cual pertenece.

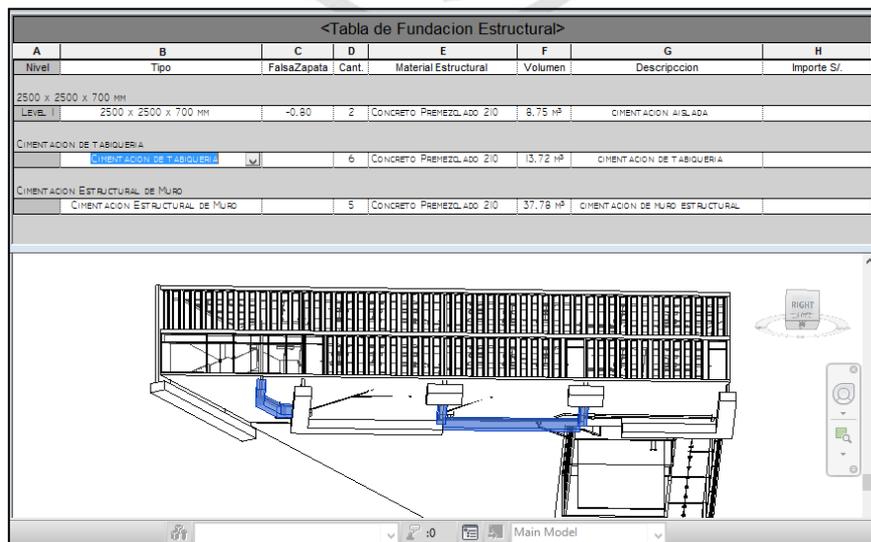


Figura 14. Identificación elemento
Fuente: Elaboración propia

4.1.2.1. Comparativa de metrados

Las cantidades que se extrajeron fueron de losas, placas, tabiquería y tubería PVC, de los metrados contractuales y se compararon con los metrados obtenidos mediante la gestión de la metodología BIM.

Tabla 16. Cantidades de material extraídas del presupuesto contractual y con el modelamiento Revit para losas

Metrados Totales Losas		
Fuente	Concreto (m3)	Encofrado (m2)
Excel Empresa	95.08	475.41
Revit Gestionado	94.67	475.41
Diferencial	0.4%	0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Cantidades de material extraídas del presupuesto contractual y con el modelamiento Revit para placas

Metrados Totales Placas		
Fuente	Concreto (m3)	Encofrado (m2)
Excel Empresa	63.12	35.4
Revit Gestionado	64.26	35.4
Diferencial	1.8%	0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Cantidades de material extraídas del presupuesto contractual y con el modelamiento Revit para tabiquería

Metrados Totales Tabiquería		
Fuente	Albañilería(m2)	Unidades (und)
Excel Empresa	251	9789
Revit Gestionado	249	9711
Diferencial	0.8%	0.8%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Cantidades de material extraídas del presupuesto contractual y con el modelamiento Revit para tubería de PVC

Metrados Totales Tubería PVC	
Fuente	Metros (ml)
Excel Empresa	2717
Revit Gestionado	2526
Diferencial	7.0%

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que las cantidades obtenidas mediante el modelo de Revit presentan valores bastante similares a las cantidades que presenta la documentación de la obra, en lo que respecta a losas, placas y tabiquería. Sin embargo en lo que respecta a PVC, muestra una gran diferencia

Tabla 20. Porcentaje de error

Ítem	Porcentaje de error
Losas	0.43%
Placas	-1.81%
Tabiquería	0.79%
Tubería PVC	7.00%

Fuente: Elaboración propia

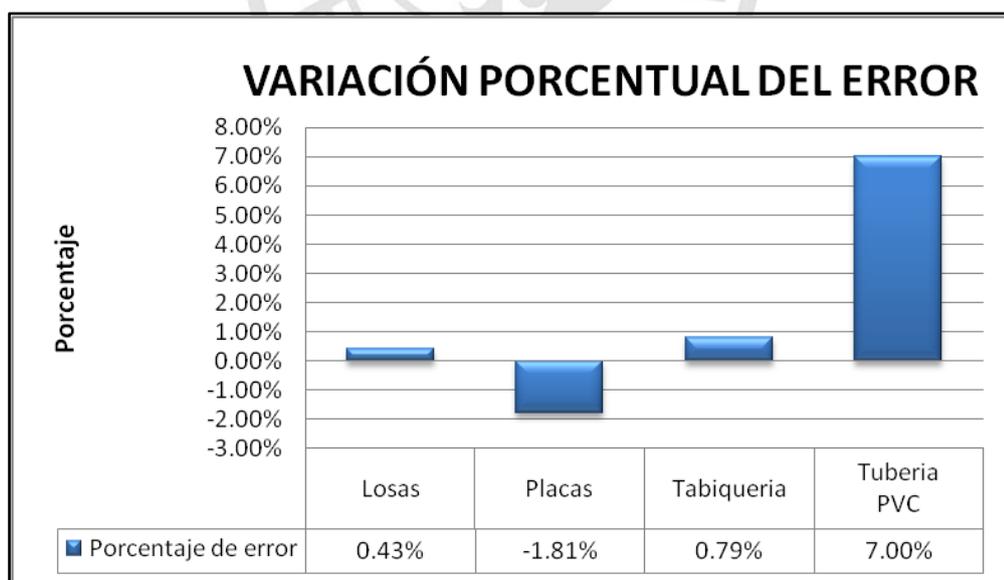


Figura 15. Variación porcentual de error

Fuente: Elaboración propia

4.2. Costos

4.2.1. Presupuesto contractual más adicionales

Durante la obra se introdujeron una serie de cambios que afectaron la cantidad de trabajo, aumentando los volúmenes de obra tanto de hormigones, moldajes, enfierradura, excavaciones, demoliciones y estructuras de acero, instalaciones eléctricas, sanitarias, data e internet que no fueron presupuestados al inicio de obra.

Estos cambios se fueron introduciendo en forma vertiginosa y desprolija por medio de nuevas y numerosas revisiones de planos, fichas de modificación o RFI.

Se ha realizó un levantamiento de todas las obras adicionales existentes; como también presencia de deductivos las que a la fecha de término de la obra acumulan un total aproximado de S/596778.99, el detalle de estos trabajos se presenta en el anexo 3.

Como se puede ver en el anexo 3, en materia de adicionales, las modificaciones en los proyectos de construcción son normales y esperables dentro de cierto rango.

Es razonable esperar aumentos de obra por un monto de entre 5% y 10% del costo directo original, pero al haber cambios múltiples que suman o superan un 10% del costo directo, empiezan a afectar indirectamente los rendimientos de mano de obra que fue analizado en el sobretiempo y costo de todo el proyecto.

Tabla 21. Resumen de propuesta económica contractual más adicionales



RESUMEN DE PROPUESTA ECONÓMICA

Obra: PLANTA AGROINDUSTRIAL – ETAPA 2
Cliente: UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.
Departamento: LIMA
Fecha: OCTUBRE DEL 2014
Contratista: GL CONSTRUCTORES S.A.C.
Moneda: : Nuevos Soles (NS/.)

ITEM	DESCRIPCION		TOTAL (NS/.)
1	OBRAS PROVISIONALES Y DEMOLICIÓN		62,183.60
2	ESTRUCTURAS		499,190.01
3	ARQUITECTURA		349,984.70
4	INSTALACIONES SANITARIAS		18,919.23
5	INSTALACIONES ELÉCTRICAS		36,952.24
	COSTO DIRECTO		967,229.78
	GASTOS GENERALES FIJOS	3.89%	37,604.13
	GASTOS GENERALES VARIABLES	14.27%	137,996.10
	UTILIDAD	10.00%	96,722.98
	SUB TOTAL		1,239,553.00
	I.G.V. (18%)		223,119.54
	TOTAL GENERAL		1,462,672.54
	ADICIONALES GENERADOS		596,778.99
	TOTAL GLOBAL		2,059,451.53

SON: DOS MILLONES CINCUENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y UNO 53/100 NUEVOS SOLES

Fuente: GL Constructores S.A.C.

Se podrá hacer la verificación de lo descrito anteriormente en cuanto al porcentaje incrementado de los adicionales con el presupuesto contractual, obteniendo un incremento excesivo de S/.596,779 frente a S/.146,267 por tanto se verifica que nuestro análisis es correcto, obteniendo un 41% que representa nuestro adicional.

4.2.2. Presupuesto Gestionado

Tabla 22. Resumen propuesta económica gestionada

RESUMEN DE PROPUESTA ECONÓMICA			
Obra:	PLANTA AGROINDUSTRIAL – ETAPA 2		
Cliente:	UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.		
Departamento:	LIMA		
Fecha:	MAYO DEL 2016		
Contratista:	GL CONSTRUCTORES S.A.C.		
Moneda	: Nuevos Soles (NS/.)		
ITEM	DESCRIPCION		TOTAL (NS/.)
1	OBRAS PROVISIONALES Y DEMOLICIÓN		73,836.20
2	ESTRUCTURAS		496,255.36
3	ARQUITECTURA		413,395.57
4	INSTALACIONES ELECTRICAS		180,791.59
5	INSTALACIONES SANITARIAS		35,024.40
	COSTO DIRECTO		1,199,303.12
	GASTOS GENERALES FIJOS	3.35%	40,157.65
	GASTOS GENERALES VARIABLES	11.64%	139,652.33
	UTILIDAD	10.00%	119,930.31
	SUB TOTAL		1,499,043.40
	I.G.V. (18%)		269,827.81
	TOTAL GENERAL		1,768,871.22
SON: UN MILLON SETECIENTOS SESENTA Y OCHO MIL SIESCIENTOS SESENTA CINCO CON 18/100 NUEVOS SOLES			

Fuente: Elaboración Propia

Comparando las cantidades obtenidas mediante el APU de cada presupuesto, se puede observar que la diferencia entre el presupuesto contractual más los adicionales y el presupuesto gestionado mediante la metodología BIM es de S/. 290,580.31 lo que representa una optimización en el costo del proyecto de 14.11%

Tabla 23. Diferencia entre Presupuesto contractual más adicionales y presupuesto gestionado

Ítem	Cantidad
Presupuesto Contractual	S/. 1,462,672.54
Adicional	S/. 596,778.99
Presupuesto Gestionado	S/. 1,768,871.22
Diferencia	S/. 290,580.31

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Tiempo

El cronograma contractual se ejecutó siguiendo la secuencia lógica constructiva de inicio a fin, pero en el transcurso de la obra. Las tareas indicadas en la duración no fueron cumplidas en su tiempo planeado, es decir que si inicialmente en el diagrama del cronograma contractual se observaba que tomará 56 días la conformación del hito de arquitectura hasta la culminación, no fue realizada de tal manera.

También se controló cuanto demanda realizar la elaboración del refuerzo de acero por parte de los fierros, la preparación de los carpinteros en los encofrados para la cimentación, columnas, placas, vigas y por último la demanda de tiempo más fuerte que son las losas macizas. Esto incluye las labores de las instalaciones sanitarias y eléctricas que cada subcontratista tenía que estar acoplado según el avance diario.

Otro punto a resaltar es la configuración de las cuadrillas, en esta parte el maestro de obra, es el director de la distribución del recurso humano, se visualizó el trabajo de equipo entre los operarios y los peones, además se aprovecha mencionar que el inicio de obra fue por 4 ayudantes, 1 operario y el maestro de obra. Se analizó el comportamiento de cada tarea llevando un control desde el inicio hasta el final de la jornada para identificar que trabajos estuvieron con un excede de tiempo y cuáles son las que le faltó completar, respetando en el horario de trabajo de 8 horas diarias.

La mayoría de los trabajos de las obra provisionales estuvieron con excedente de días en el cronograma, porque durante la ejecución se

realizaron en menos días como se presenta en la (tabla 21) como son por ejemplo la instalación de la oficina para la residencia de obra como la supervisión en el cronograma contractual indica 2 días de labor, adicionando la oficina de supervisión; cabe resaltar que estas tareas fueron terminadas en 1 día en conjunto con la instalación de la caseta de guardianía, almacén de obra y los servicios higiénicos que son baños portátiles que fueron coordinados entre GL constructores sac. y Ancro srl.

Tabla 24. Cronograma contractual de obra

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
PROYECTO: USIL LURÍN	80 días	lun 20/10/14	mié 07/01/15
ESTRUCTURAS	37 días	lun 20/10/14	mar 25/11/14
OBRAS PROVISIONALES	8 días	lun 20/10/14	lun 27/10/14
Caseta de guardianía	1 día	lun 20/10/14	lun 20/10/14
Almacén de obra	1 día	lun 20/10/14	lun 20/10/14
Oficina para la residencia de obra	2 días	mar 21/10/14	mié 22/10/14
Oficina para la supervisión	2 días	mar 21/10/14	mié 22/10/14
Comedor y vestuario	2 días	jue 23/10/14	vie 24/10/14
Servicios higiénicos	2 días	jue 23/10/14	vie 24/10/14
Demolición de estructuras existente	7 días	mar 21/10/14	lun 27/10/14
MOVIMIENTO DE TIERRAS	14 días	jue 23/10/14	mié 05/11/14
Excav. Masiva para zanjas	5 días	jue 23/10/14	lun 27/10/14
Excav. Manual para zanjas y refine	7 días	mar 28/10/14	lun 03/11/14
Eliminación de material excedente	6 días	vie 31/10/14	mié 05/11/14
CIMENTACION DE ESTRUCTURA	16 días	jue 30/10/14	vie 14/11/14
Solados	6 días	jue 30/10/14	mar 04/11/14
Falsa Zapata	5 días	sáb 01/11/14	mié 05/11/14
Zapatas	12 días	lun 03/11/14	vie 14/11/14
PRIMER PISO (ALMACENES)	16 días	lun 10/11/14	mar 25/11/14
ELEMENTOS VERTICALES	10 días	lun 10/11/14	mié 19/11/14
ELEMENTOS HORIZONTALES	10 días	dom 16/11/14	mar 25/11/14
SEGUNDO PISO (OFICINAS)	16 días	mar 28/10/14	mié 12/11/14
ELEMENTOS VERTICALES	10 días	mar 28/10/14	jue 06/11/14
ELEMENTOS HORIZONTALES	10 días	lun 03/11/14	mié 12/11/14
HITO 1: CASCO DE EDIFICACION TERMINADO	0 días	mié 12/11/14	mié 12/11/14
ALBAÑILERIA Y ACABADOS	56 días	jue 13/11/14	mié 07/01/15
ALBAÑILERIA, REVOQUES Y ENLUCIDOS	25 días	jue 13/11/14	dom 07/12/14
CONTRAPISO	21 días	lun 24/11/14	dom 14/12/14
PISOS Y PAVIMENTOS	25 días	sáb 29/11/14	mar 23/12/14
ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS	21 días	sáb 29/11/14	vie 19/12/14
CIELORASOS	21 días	mar 09/12/14	lun 29/12/14
CARPINTERIA DE MADERA	21 días	mar 09/12/14	lun 29/12/14
CARPINTERIA METALICA	21 días	mar 09/12/14	lun 29/12/14
VIDRIOS, CRISTALES Y SIMILARES	31 días	lun 08/12/14	mié 07/01/15
INSTALACION DE ALUMINIO	21 días	lun 08/12/14	dom 28/12/14
INSTALACION DE CRISTALES	21 días	jue 18/12/14	mié 07/01/15
PINTURA	35 días	jue 04/12/14	mié 07/01/15
HITO 2: ENTREGA DE OBRA	0 días	mié 07/01/15	mié 07/01/15

Fuente: GL Constructores S.A.C

Siguiendo la ejecución; los cambios bruscos se producen desde el movimiento de tierras en adelante, insertando la duración en el programa

Navisworks y basándonos en la ruta crítica obtenida en el Microsoft Project, evaluamos la verdadera duración en tiempo real de la construcción de nuestra edificación

Tabla 25. Cronograma gestionado BIM

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
USIL LURÍN	71 días	lun 01/12/14	vie 20/02/15
ESTRUCTURAS	24 días	lun 01/12/14	sáb 27/12/14
OBRAS PROVISIONALES	8 días	lun 01/12/14	mar 09/12/14
Caseta de guardiana	1 día	lun 01/12/14	lun 01/12/14
Almacén de obra	1 día	lun 01/12/14	lun 01/12/14
Oficina para la residencia de obra	2 días	lun 01/12/14	mar 02/12/14
Oficina para la supervisión	1 día	lun 01/12/14	lun 01/12/14
Comedor y vestuario	2 días	mié 03/12/14	jue 04/12/14
Servicios higiénicos	1 día	mié 03/12/14	mié 03/12/14
Demolición de estructuras existentes	7 días	mar 02/12/14	mar 09/12/14
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	15 días	mié 03/12/14	vie 19/12/14
Excav. Masiva para zanjas	6 días	mié 03/12/14	mar 09/12/14
Excav.Manual para zanjas y refine	5 días	mié 10/12/14	lun 15/12/14
Eliminación de material excedente	4 días	mar 16/12/14	vie 19/12/14
CIMENTACION DE ESTRUCTURA	12 días	sáb 06/12/14	vie 19/12/14
Solados	4 días	sáb 06/12/14	mié 10/12/14
Falsa Zapata	6 días	lun 08/12/14	sáb 13/12/14
Zapata	9 días	mié 10/12/14	vie 19/12/14
PRIMER PISO (ALMACENES)	14 días	vie 12/12/14	sáb 27/12/14
Elementos verticales	8 días	vie 12/12/14	sáb 20/12/14
Elementos Horizontales	10 días	mié 17/12/14	sáb 27/12/14
SEGUNDO PISO (AULAS)	16 días	mié 10/12/14	sáb 27/12/14
Elementos verticales	10 días	mié 10/12/14	sáb 20/12/14
Elementos horizontales	11 días	mar 16/12/14	sáb 27/12/14
HITO 1: CASCO DE LA EDIFICACIÓN TERMINADO	0 días	jue 25/12/14	jue 25/12/14
ALBAÑILERÍA Y ACABADOS	47 días	lun 29/12/14	vie 20/02/15
Albañilería, Revoques y Enlucidos	25 días	lun 29/12/14	lun 26/01/15
Contrapiso	16 días	mié 07/01/15	sáb 24/01/15
PISOS Y PAVIMENTOS	15 días	vie 09/01/15	lun 26/01/15
Zócalos y Contrazócalos	12 días	vie 09/01/15	jue 22/01/15
Cielorrasos	10 días	mar 20/01/15	vie 30/01/15
Carpintería de madera	15 días	mar 20/01/15	jue 05/02/15
Carpintería metálica	23 días	mar 20/01/15	sáb 14/02/15
VIDRIOS, CRISTALES Y ALUMINIO	22 días	mar 27/01/15	vie 20/02/15
Instalaciones de Aluminio	18 días	mar 27/01/15	lun 16/02/15
Instalaciones de cristales	18 días	sáb 31/01/15	vie 20/02/15
Pintura	32 días	jue 15/01/15	vie 20/02/15
HITO 2: ENTREGA DE OBRA	0 días	vie 20/02/15	vie 20/02/15

Fuente: Elaboración propia

En el diagrama Gantt se identifica las tareas críticas y en el modelado 3D se selecciona los elementos paramétricos.

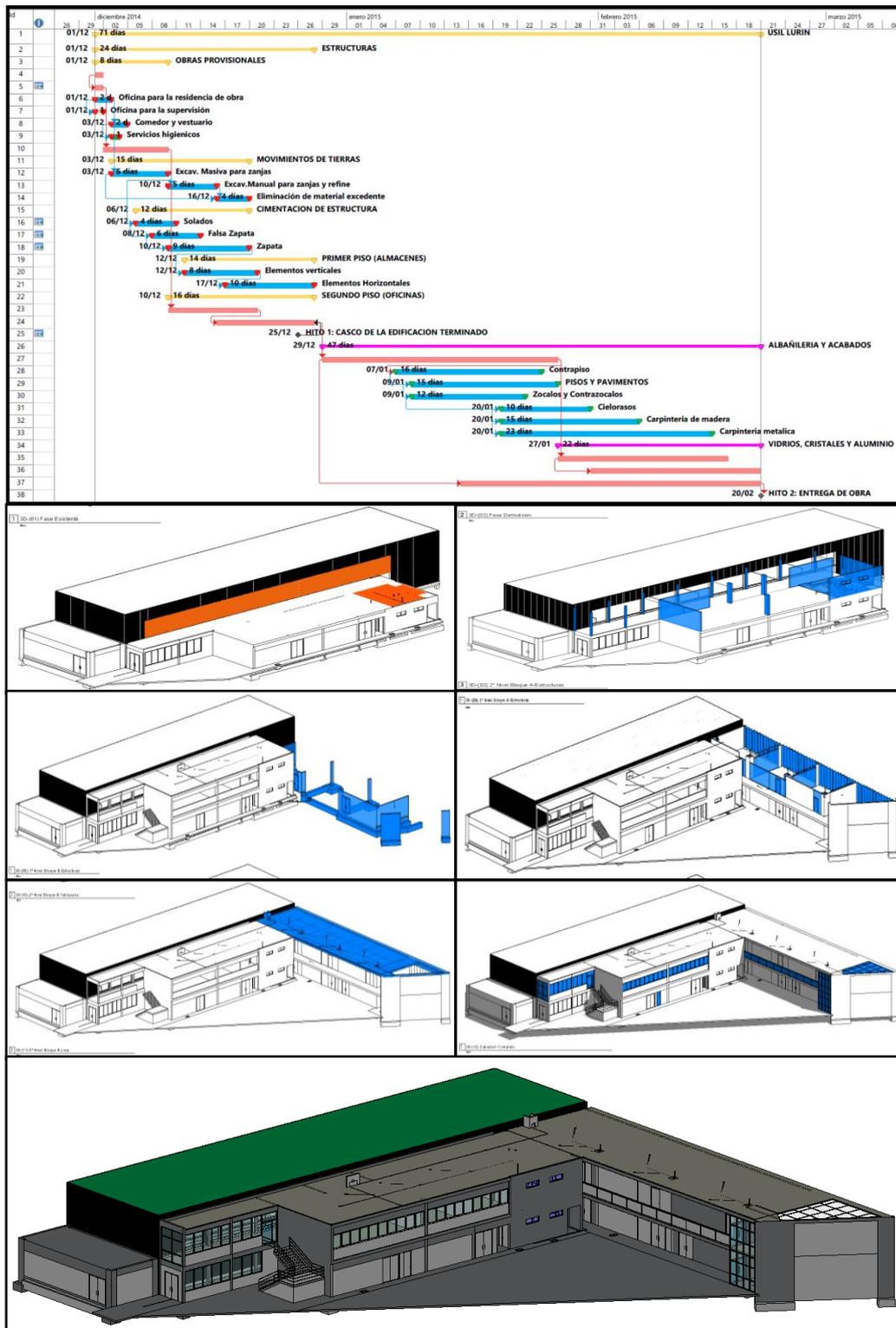


Figura 16. Tareas críticas con elementos paramétricos
Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en nuestro cronograma gestionado por el sistema BIM muestran que la ejecución de la obra pudo ser ejecutada en 71 días con una diferencia de 13 días del total de 84 días calendario por la empresa contratista esto es una reducción de 15.47% en el tiempo real.

4.3. Calidad

4.3.1. Interferencias

Para Alcántara (2013) las interferencias son deficiencias encontradas en los planos, que al no ser detectadas a tiempo generan en obra una interrupción espacial debido a la ubicación de un elemento sólido que impide la correcta instalación, montaje o construcción de algún otro elemento. Estas deficiencias se deben a la falta de integración y coordinación entre las disciplinas del proyecto, sobre todo al momento de la elaboración de los planos en la etapa de diseño, pues generalmente ocurren entre los planos de dos o más especialidades y muy usualmente entre las distintas disciplinas o sistemas que forman parte de las instalaciones, debido a los cruces que se presentan en el desarrollo de sus recorridos. (p. 49)

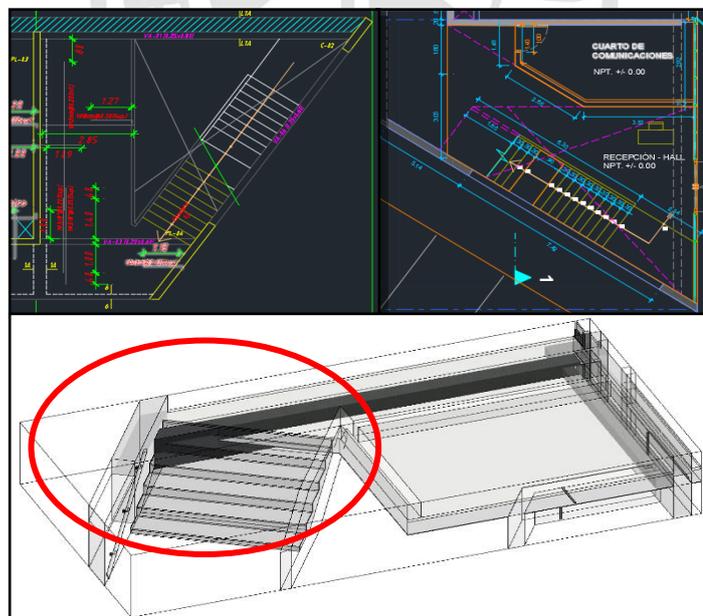


Figura 17. Detección de interferencias viga con escalera
Fuente: Elaboración propia

Las interferencias son comúnmente detectadas y resueltas en el campo mediante solicitudes de respuesta que son levantadas por medio de órdenes

de cambio o retrabajos que impactan sobre los costos y plazos del proyecto, durante la ejecución de obra estas interferencias fueron en la especialidad de estructuras, cuando se realizó una ampliación de una placa PL-06 en el eje 3/c-d, por parte de arquitectura se dio revista a las alturas de los cielorrasos, posición de los interruptores, tomacorrientes. etc. En las instalaciones eléctricas como sanitarias las interferencias fueron más fáciles de controlar por medio de intervención del ingeniero de campo, previa aprobación de supervisión.

4.3.2. RFI

Una forma de aclaración de estas interferencias son el uso de *Request For Information* que son documentos estándar que forman parte del procedimiento de control de calidad de la empresa y es utilizada en la industria de la construcción cuando es necesario la interpretación de un detalle y ampliación de notas en los planos de construcción, alguna especificación técnica o para solicitar aclaraciones al cliente o la supervisión de alguna observación que impidan el normal desarrollo de las actividades.

Los procesos de emisión de Solicitudes de Información o *RFI process*, tienen como función principal la de solicitar formalmente información adicional o aclaraciones a la información existente con relación al proyecto, y es un proceso muy común en la industria de la construcción. Sin embargo, este proceso es altamente ineficiente debido al poco valor que genera en la elaboración de los mismos y al tiempo de espera requerido para obtener la información necesaria.

Se encuentra que por medio del chequeo de interferencias en el Revit, identifica 29 solicitudes del total de 50 que hubo durante la ejecución, lo que demuestra la veracidad en la observación por medio de la metodología lo que aporta en un 58 por ciento para nuestro proyecto.

Tabla 26. Control de RFI

		CUADRO DE CONTROL DE RFI'S			
PROYECTO: FECHA DE ACTUALIZACIÓN:		PROYECTO PLANTA AGROINDUSTRIAL - LURIN 15/01/2015			
ID	Consulta (Código de Consulta)	Descripción (Breve descripción del RFI)	REVISIÓN	FECHA DE PRESENTACIÓN	SITUACIÓN
1	RFI Nº 01	Reducción de profundidad de falsa zapata en eje 4/PL-03	REV 01	03-dic	RESPONDIDO
2	RFI Nº 02	Medidas a considerar para los elementos estructurales	REV01	07-dic	RESPONDIDO
3	RFI Nº 03	Ubicación del tablero de cuarto de bombas	REV01	07-dic	RESPONDIDO
4	RFI Nº 04	Detalle de cimiento para la CAVA	REV01	07-dic	RESPONDIDO
5	RFI Nº 05	Ubicación del pozo sumidero	REV01	08-dic	RESPONDIDO
6	RFI Nº 06	Solicitud de detalle de columnas de amarre	REV01	11-dic	RESPONDIDO
7	RFI Nº 07	Sobre falzas columnas en fachada	REV01	12-dic	RESPONDIDO
8	RFI Nº 08	Sobre altura de placa en caja de escalera en Azotea	REV01	13-dic	RESPONDIDO
9	RFI Nº 09	Diferencia de medidas de ducto en techo entre planos de arquitectura y estructuras	REV01	13-dic	RESPONDIDO
10	RFI Nº 10	Ducto cortado por una viga chata	REV01	19-dic	RESPONDIDO
11	RFI Nº 11	Reflector en 2do piso sobre ladrillo pastelero	REV01	20-dic	RESPONDIDO
12	RFI Nº 12	Sobre detalle de jardinera a considerar, estructuras o arquitectura	REV01	20-dic	RESPONDIDO
13	RFI Nº 13	Columna C-06, ubicada según arquitectura en la puerta P-3	REV01	10-ene	RESPONDIDO
14	RFI Nº 14	Sobre juntas ciegas en bloque A y B	REV01	10-ene	RESPONDIDO
15	RFI Nº 15	Cambio en acabado de vanos de ventanas y marpas de fachada	REV01	12-ene	RESPONDIDO
16	RFI Nº 16	Falso cielo en cuarto de comunicaciones	REV01	12-ene	RESPONDIDO
17	RFI Nº 17	Block de vidrio mampara en recepción	REV01	15-ene	RESPONDIDO
18	RFI Nº 18	Acabado de pintura y sujeción de barandas	REV01	15-ene	RESPONDIDO
19	RFI Nº 19	Sobre variación de vano de ventana aula 8	REV01	16-ene	RESPONDIDO
20	RFI Nº 20	Sobre detalles de malla cocada que se observa en elevaciones	REV01	16-ene	RESPONDIDO
21	RFI Nº 21	Se solicita detalles contrazocalo de madera	REV01	17-ene	RESPONDIDO
22	RFI Nº 22	Detalles de vigas metálicas y de concreto en techo de azotea	REV01	17-ene	RESPONDIDO
23	RFI Nº 23	Solicitud de detalles constructivos de losa de pisos	REV01	19-ene	RESPONDIDO
24	RFI Nº 24	Solicitud de detalles constructivos de losa de pisos	REV02	19-ene	REVISION
25	RFI Nº 25	Detalle de puerta contraplacada	REV01	20-ene	RESPONDIDO
26	RFI Nº 26	Lavadero para baño de varones, zen cuadrado o bowl fashion de ferret?	REV01	22-ene	RESPONDIDO
27	RFI Nº 27	Dimensiones de espesor de marco de ventana en bañ de mujeres	REV01	23-ene	REVISION
28	RFI Nº 28	Ducto de aula para salida hacia aire acondicionado	REV01	23-ene	REVISION
29	RFI Nº 29	Altura de tomacorrientes en sala de profesores	REV01	03-feb	REVISION

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

- La tesis de Villalba, R. (2015), resalta la importancia de la metodología BIM en procesos de diseño y construcción, aplicándolo en nuestro caso de estudio para modelar el proyecto, extraer información como áreas, volúmenes, cantidades, propiedades de los elementos, que nos facilitan el trabajo de constructabilidad y ayudan en la mejora de la productividad.
- El objetivo general de la presente tesis es obtener un modelo de gestión aplicando la metodología BIM, donde el caso de estudio identifica 29 interferencias en el diseño del proyecto, disminuye los plazos de ejecución en 11.25 por ciento del plazo contractual, optimizando costos en mano de obra en 15.48 por ciento en hh y en los presupuestos en 14.11 por ciento del presupuesto contractual.
- Para nuestra obtención de datos como los tareos, metrados, presupuestos, cronograma de obra, así también la logística utilizada en la obra fue dada por el ingeniero de campo. Una vez tratados estos datos en la metodología BIM nos permite visualizar los pros y contras de la naturaleza de trabajo tradicional y BIM.

CONCLUSIONES

- Primera:** La mano de obra se beneficia en 6.06 hh por trabajador en cada semana durante la ejecución de obra que la empresa asume como pérdida en la productividad. Gestionando un nuevo cronograma por la metodología BIM obtenemos la misma ejecución en 568 hh lo que representa un 15.48 por ciento frente a la ejecución de 672 hh de la edificación realizada.
- Segunda:** Las diferencias porcentuales entre los metrados originales de la obra y los gestionados con la metodología BIM son mínimas, en losas hay una diferencia de 0.4 por ciento, en placas la diferencia es de -1.8 por ciento, en tabiquería de 0.8 por ciento y en tuberías de PVC es de 7.0 por ciento, lo que nos indica que la metodología es aplicable si se realiza de manera ordenada y detallada.
- Tercera:** Comparando los costos obtenidos entre el presupuesto contractual más los adicionales y el presupuesto gestionado mediante la metodología BIM es de S/. 290,580.31 lo que representa una mejora en el costo del proyecto de 14.11 por ciento
- Cuarta:** El uso del software especializado Naviswork, permite una acertada planificación de la obra donde el diagrama de Gantt en conjunto con el modelamiento en Revit, reduce en 11.25 por ciento del plazo de ejecución contractual de la obra.
- Quinta:** Respecto al modelamiento del proyecto, para identificar incompatibilidades entre especialidades, podemos afirmar que al aplicar la metodología BIM, existen mejoras en el caso de estudio, ya que se detectaron incompatibilidades entre los planos de las especialidades antes del inicio de la construcción. Además el 100 por ciento del proceso de identificación de

incompatibilidades en el diseño, no se aplicó en el proyecto Planta Agroindustrial en Lurín.

Sexta: En la planificación del proyecto, para mejorar la productividad y disminuir tiempos de ejecución en la obra, podemos afirmar que existe mejoras en el caso de estudio, aplicando la planificación por fases con software Navisworks, aplicando herramientas de metodología BIM en las etapas del proyecto y realizando la validación para la aprobación de los metrados con Autodesk Revit. También el 60 por ciento de los procedimientos de planificación del proyecto, no se aplicó en la Planta Agroindustrial de Lurín.

Séptima: Respecto a la estimación de costos de la obra, para mejorar los presupuestos del proyecto, podemos afirmar que existen mejoras en el caso de estudio, estimando el costo de los presupuestos por medio de los gráficos 3D del software Autodesk Revit. Además El 100 por ciento del proceso de estimación de costos del proyecto, no se aplicó en la Planta Agroindustrial de Lurín.

Octava: Los resultados obtenidos a través de tablas y gráficos para cuantificar, según los indicadores de mano de obra por medio del modelo NECA en la metodología BIM valida nuestra hipótesis de mejorar la productividad, los materiales, costos y tiempos son validados al contrastarlos con nuestra hipótesis en donde se demuestra la mejora en cada índice complementando el 25 % aplicado de forma indirecta la metodología BIM en la planta agroindustrial en Lurín.

RECOMENDACIONES

- Primera:** La aplicación de la metodología BIM, optimiza el proyecto detectando errores como en este caso de estudio (29 interferencias), disminuye los plazos de ejecución (en 11.25 por ciento del plazo contractual), optimizando costos en mano de obra (15.48 por ciento en hh) y en los presupuestos (14.11 por ciento del presupuesto contractual).
- Segunda:** En el uso del programa Naviswork para la planificación de la obra, se debe de localizar la ruta crítica en el diagrama de Gantt conjuntamente con la modelación, identificando los elementos paramétricos que componen dicha trayectoria.
- Tercera:** En procesos de modelación, es común encontrar errores en el diseño. Emplear personal especializado en herramientas esenciales de la metodología BIM como Autodesk Revit, Naviswork, AutoCAD, Ms Project, es importante para poder gestionar un proyecto desde el diseño, planificación, ejecución, control y administración.
- Cuarta:** Para proyectos de construcción en donde se ven involucrados varios contratistas o subcontratistas, es importante establecer un modelo asociado a la metodología BIM, como archivos (rte) y más herramientas para la comunicación de información entre partes.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Alarcón, L. & Mardones, D. (1998). *Improving the design-construction interface. Proceeding IGLC*. Guaruja, Brazil.
- Alcántara, P. (2013). *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM*. Lima, Perú. Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis de Grado.
- Berdillana, F. (2008). *Tecnologías informáticas para la visualización de la información y su uso en la construcción – los sistemas 3D inteligente*. Lima, Perú. UNI. Tesis para optar el grado de Magíster.
- BIM Handbook. (2011). *A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. New Yersey. John Wiley & Sons, Inc.
- Brunies, R. (2001). *Calculating Loss of Productivity Due to Overtime Using Published Charts – Fact or Fiction*. Montreal, Canada. Revay and Associates Limited.
- Colwell, D. (2008). *Improving Risk Management and Productivity in Mega projects through ICT Investment*. Executive Director Construction Technology Center Atlantic.
- Eastman, C. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. New Yersey. John Wiley & Sons, Inc.
- Ferguson, I. (1991). *Buildability in Practice*.
- Fischer, M. & Tatum, C. (1997). *Characteristics of Design-Relevant Constructability Knowledge*. Recuperado de *Journal of Construction Engineering & Management*.

- GL Constructores S.A.C. (2015). *Fuente de información y recolección de datos para el caso de investigación*. Perú.
- Martínez, A. (2015). *BIM y las repercusiones en la calidad de los procesos constructivos: Análisis sobre la influencia de esta metodología en las etapas del proceso constructivo*. Barcelona, España. Universidad Politécnica de Catalunya. Tesis para optar el grado de Magíster.
- Monzón, R. (2009). *Estimación de pérdidas de productividad laboral en compensación de costos en un proyecto de construcción de la provincia de Llanquihue*. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Tesis de Grado.
- Organización internacional del trabajo. (2014). *Rendimientos mínimos y promedio de mano de obra en Lima*. 134 p.
- Picchi, F. (1993). *Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios*. Sao Paulo, Brazil. Tesis para optar el grado de Doctor.
- Samohod, R. (2016). *Apuntes y procedimiento de datos para la elaboración de tesis*. USMP. Lima, Perú.
- Schwartzkopf, W., & McNamara, J. segunda ed. (2000). *Calculating Construction Damages*. Wolters Kluwer Law & Business.
- The Business Roundtable Vol. 2. (1980). *Scheduled overtime effect on construction projects*. New York: A Construction Industry Cost Effectiveness Task Force Report.
- Vandezande, J., Read, P. & Krygiel, E. (2011). *Mastering Autodesk Revit Architecture 2012*, Indianapolis, Indiana, Wiley Publishing, Inc.

Villalba, R. (2015). *Estudio y modelado en metodología BIM de una vivienda plurifamiliar entre medianeras*. Valencia, España. Universidad Politécnica de Valencia. Tesis de Grado.

Zhang, L., Issa, R. & Olbina, S. (2010). *Proceedings of the International Conference on Computing in Civil and Building Engineering*. Nottingham, United Kingdom.





ANEXOS



ANEXO II
MATRIZ DE CONSISTENCIA METODOLÓGICA

“GESTIÓN DE PROYECTOS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD UTILIZANDO TECNOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) EN LA PLANTA AGROINDUSTRIAL LURÍN”

Tabla 1. Matriz de consistencia metodológica

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	MÉTODO
<p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿Cómo obtener un modelo de gestión de proyectos aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Obtener un modelo de gestión de proyectos aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL Al obtener un modelo de gestión de proyectos aplicando la metodología BIM, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Metodología Building Information Modeling (BIM)</p>	<p>Diseño BIM</p> <p>Planificación</p> <p>Estimación</p>	<p>Uso de la metodología BIM para el modelamiento del proyecto</p> <p>Validación visual para aprobación de metrados Proyecto de simulación de fases</p> <p>Cantidad de datos para apoyar las estimaciones de los costos</p>	<p>La forma de obtención de nuestra información se realiza con un cuestionario.</p>

PROBLEMAS SECUNDARIOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS SECUNDARIAS	VARIABLE DEPENDIENTE			
<p>¿Cómo identificar incompatibilidades desde el diseño aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín?</p>	<p>Identificar las incompatibilidades causadas por errores en el diseño, aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.</p>	<p>Al identificar las incompatibilidades causadas por errores en el diseño, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.</p>	<p>Optimización de proyectos</p>	<p>Mano de obra</p>	<p>Horas Hombre Metrado/Tiempo</p>	<p>Esto lleva a identificar los factores que causan las pérdidas en obra, seguido de la elaboración de cuadros para una mejor comprensión de la misma. Asimismo procesar nuestras estadísticas que permita la visualización de nuestro análisis por medio de una representación gráfica 3D-estadística.</p>
<p>¿Cómo planificar la obra aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín?</p>	<p>Planificar la obra aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.</p>	<p>Al Planificar la obra, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.</p>	<p>Productividad</p>	<p>Materiales</p>	<p>Cantidad total de material</p>	
<p>¿Cómo estimar costos de la obra aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín?</p>	<p>Estimar costos de la obra aplicando la metodología BIM, a fin de mejorar la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.</p>	<p>Al Estimar costos de la obra, se mejora la calidad, productividad y costos en el proyecto Planta Agroindustrial de Lurín.</p>	<p>Costos</p>	<p>Costos</p>	<p>Presupuesto gestionado Presupuesto contractual Gestión de adicionales</p>	
			<p>Calidad</p>	<p>Tiempo</p>	<p>Cronograma ejecutado Cronograma gestionado</p>	
				<p>RFI</p>	<p>Estatus de diseño del proyecto-interferencias</p>	

Fuente: Elaboración propia

Anexo III: RESUMEN DE OBRAS ADICIONALES DESGLOSADAS EN MONTOS

Tabla 2. Resumen de obras adicionales y deductivos

N°	ADICIONALES	CARTAS	REALIZADO	RECIBIDO	SUB TOTAL	UTILIDAD 10	TOTAL SIN IGV	IGV 18	TOTAL	ESTADO	APROBACION	PORCENTAJE
1	Conexión de Agua y desagüe a redes existentes Rev 01	25	19/12/2014	19/12/2014	5,837.69	583.77	6,421.46	1,155.86	7,577.32	EJECUTADO	APROBADO	100%
2	Cristales en fachada posterior y tabiques nuevos en aulas de primer Piso Bloque A	28	22/12/2014	22/12/2014	44,972.21	4,497.22	49,469.43	8,904.50	58,373.93	NO EJECUTADO	DESAPROBADO	0%
3	Cambios en S.H - Bloque B	36	29/12/2014	29/12/2014	5,857.61	585.76	6,443.37	1,159.81	7,603.18	EJECUTADO	APROBADO	100%
4	Placa en Servicios Higiénicos - 2do Piso - Bloque B	48	30/01/2015	30/01/2015	5,038.49	503.85	5,542.34	997.62	6,539.96	EJECUTADO	APROBADO	100%
5	Marco de Ventanas - Fachada - Bloque B	49	30/01/2015	30/01/2015	6,572.05	506.32	5,569.53	1,002.52	6,572.05	EJECUTADO	APROBADO	100%
6	Baranda - 2do Piso - Bloque A	50	30/01/2015	30/01/2015	14,708.70	1,470.87	16,179.57	2,912.32	19,091.89	EJECUTADO	APROBADO	100%
7	Mochetas de concreto 1er y 2do Piso - Bloque A	51	30/01/2015	30/01/2015	3,849.42	384.94	4,234.36	762.19	4,996.55	EJECUTADO	APROBADO	100%
8	Mochetas de concreto Mampara 1er Piso - Bloque A	52	30/01/2015	30/01/2015	7,265.00	726.50	7,991.50	1,438.47	9,429.97	EJECUTADO	APROBADO	100%
9	Parapeto en Salones y Pasadizo (Volado) 2do Piso - Bloque B	53	30/01/2015	30/01/2015	9,236.21	923.62	10,159.83	1,828.77	11,988.60	EJECUTADO	APROBADO	100%
10	Alero 0.50 m - 1er Piso - Bloque A	54	30/01/2015	30/01/2015	7,039.77	703.98	7,743.75	1,393.87	9,137.62	EJECUTADO	APROBADO	100%
11	Desmontaje y montaje de Campamento	58/79	30/01/2015	30/01/2015	5,902.30	590.23	6,492.53	1,168.66	7,661.19	EJECUTADO	APROBADO	100%
12	Apertura de vano para puerta 1.00 mts x 2.40 mts - 2do Piso - Bloque B	59	02/02/2015	03/02/2015	2,847.73	284.77	3,132.50	563.85	3,696.35	EJECUTADO	APROBADO	100%
13	Cambio de piso pulido por piso de porcelanato - Salones - Bloque A y Bloque B	60	02/02/2015	03/02/2015	75,084.49	7,508.45	82,592.94	14,866.73	97,459.67	EJECUTADO	APROBADO	100%
14	Colocación de Baldosas 60 cm x 60 cm - 8 Salones - Bloque A y Bloque B	61	02/02/2015	03/02/2015	60,879.10	5,571.66	61,288.24	11,031.88	72,320.12	EJECUTADO	APROBADO	100%
15	Mochetas de 0.80 m (Ladrillo) para puertas - 2do Piso - Bloque A	62	02/02/2015	03/02/2015	4,686.03	468.60	5,154.63	927.83	6,082.47	EJECUTADO	APROBADO	100%
16	Desmontaje de barandas y montaje de barandas con modificaciones en corredor de 2do piso- bloque B	63	02/02/2015	03/02/2015	7,965.00	796.50	8,761.50	1,577.07	10,338.57	EJECUTADO	APROBADO	100%
17	Mochetas y techos de de drywall - 2do Piso - Bloque B	64	02/02/2015	03/02/2015	9,858.40	985.84	10,844.24	1,951.96	12,796.20	EJECUTADO	APROBADO	100%
18	Cerramiento metálico en junta de dilatación y columna metálica en escalera de 16x16 cm	65	03/02/2015	03/02/2015	9,715.00	971.50	10,686.50	1,923.57	12,610.07	EJECUTADO	APROBADO	100%
19	Techo metálico de segundo piso en escalera	66	03/02/2015	03/02/2015	9,836.00	983.60	10,819.60	1,947.53	12,767.13	EJECUTADO	APROBADO	100%
20	Cielo Raso en 1er y 2do piso en área de Recepción	67/96	03/02/2015	03/02/2015	10,590.00	1,059.00	11,649.00	2,096.82	13,745.82	EJECUTADO	APROBADO	100%
21	Iluminación exterior	70	03/02/2015	03/02/2015	18,521.95	1,852.20	20,374.15	3,667.35	24,041.49	EJECUTADO	APROBADO	100%
22	Alimentación de tableros eléctricos SGT-01 TD UPS	71	03/02/2015	03/02/2015	32,554.72	3,255.47	35,810.19	6,445.83	42,256.03	EJECUTADO	APROBADO	100%
23	Sistema de aire acondicionado	72	03/02/2015	03/02/2015	33,626.24	3,362.62	36,988.86	6,658.00	43,646.86	EJECUTADO	APROBADO	100%
24	Sistema de CCTV	73	03/02/2015	03/02/2015	12,106.73	1,210.67	13,317.40	2,397.13	15,714.54	EJECUTADO	APROBADO	100%
25	Acometida de comunicaciones (En cto. de comunicaciones y auleros)	74	03/02/2015	03/02/2015	8,068.17	806.82	8,874.99	1,597.50	10,472.48	EJECUTADO	APROBADO	100%
26	Apertura de Cuarto de Comunicaciones - 1er Piso - Bloque A	69	03/02/2015	03/02/2015	11,894.90	1,189.49	13,084.39	2,355.19	15,439.58	EJECUTADO	APROBADO	100%
27	Losa armada para mampara de 1° piso	75	05/02/2015	05/02/2015	4,338.61	433.86	4,772.47	859.04	5,631.52	EJECUTADO	APROBADO	100%
28	Puertas metálicas de doble hoja, en aulas de 1° piso	76	05/02/2015	05/02/2015	13,350.00	1,335.00	14,685.00	2,643.30	17,328.30	EJECUTADO	APROBADO	100%
29	Instalación de puertas de madera	77	05/02/2015	05/02/2015	12,540.00	1,254.00	13,794.00	2,482.92	16,276.92	EJECUTADO	APROBADO	100%
30	Alimentador de tableros eléctricos TD-1,TD-2 y TDE-2	78	05/02/2015	05/02/2015	15,729.48	1,572.95	17,302.43	3,114.44	20,416.87	EJECUTADO	APROBADO	100%
31	Adicional de nuevos ambientes de aulas y sala de profesores	86	07/02/2015	09/02/2015	14,156.90	1,415.69	15,572.59	2,803.07	18,375.66	EJECUTADO	APROBADO	100%
32	Parapeto h=20cm en azotea y Continuación de viga invertida 2do piso	87	07/02/2015	09/02/2015	7,521.76	752.18	8,273.93	1,489.31	9,763.24	EJECUTADO	APROBADO	100%
33	Trabajos de instalaciones sanitarios varios	88	07/02/2015	09/02/2015	15,694.48	1,569.45	17,263.93	3,107.51	20,371.44	EJECUTADO	APROBADO	100%
34	TRASLADO DE MURO EN AMBIENTES DE SALA DE PROFESORES	89	07/02/2015	09/02/2015	3,657.58	-	-	-	-	NO EJECUTADO	DESAPROBADO	0%

Anexo IV: CÁLCULO DE PRESUPUESTO CONTRACTUAL

PRESUPUESTO CONTRACTUAL

Tabla 3. Presupuesto contractual - obras provisionales y demolición

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
Presupuesto OBRAS PROVISIONALES Y DEMOLICIÓN					
Obra: PLANTA AGROINDUSTRIAL – ETAPA 2					
Cliente: UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.					
Fecha: OCTUBRE DEL 2014					
					
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y DEMOLICION				
01.01.00	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.01	Construcción de almacén	m2	15.00	150.00	2,250.00
01.01.02	Construcción de oficinas contratistas	m2	32.00	150.00	4,800.00
01.01.03	Vestuarios y comedor para obreros	m2	40.00	145.00	5,800.00
01.01.04	ss.hh. para obreros (unidades portátiles)	mes	2.00	590.00	1,180.00
01.01.05	ss.hh. para oficinas	mes	2.00	325.00	650.00
01.01.06	Cerco con malla raschel	ml	98.00	25.00	2,450.00
01.01.07	Instalaciones de agua provisionales para la obra	glb	1.00	1,800.00	1,800.00
01.01.08	Instalaciones eléctricas provisionales para la obra - iluminación	glb	1.00	6,000.00	6,000.00
01.01.09	Mallas anticaidas y barandas de seguridad	mes	2.00	2,500.00	5,000.00
01.01.10	Movilizacion y Desmovilizacion de equipos	viaje	6.00	950.00	5,700.00
01.02.00	DEMOLICION				
01.02.01	Demolicion de placa perimetral en segundo piso	ml	160.00	45.00	7,200.00
01.02.04	Demolición de piso pastelero	m2	336.00	32.00	10,752.00
01.02.07	Acurrareo de materiales desmontado a area de Cliente	m3	153.60	16.00	2,457.60
01.02.08	Eliminacion de material demolido	m3	153.60	40.00	6,144.00
COSTO DIRECTO					S/. 62,183.60

Fuente: GL Constructores S.A.C.

LEYENDA

Partidas que fueron deductivas

Partidas adicionales que son incluidas en los presupuestos gestionados

PRESUPUESTO CONTRACTUAL

Tabla 4. Presupuesto contractual - estructuras

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
Presupuesto: ESTRUCTURAS					
Obra: PLANTA AGROINDUSTRIAL – ETAPA 2					
Cliente: UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.					
Fecha: OCTUBRE DEL 2014					
					
02.00.00	ESTRUCTURA DE CONCRETO				
02.01.00	Trabajos preliminares				
02.01.01	Trazos, niveles y replanteo	m2	667.00	4.20	2,801.40
02.01.02	Topografía durante la ejecución de la obra	mes	3.00	2,640.00	7,920.00
02.01.03	Transporte de equipos y herramientas para la obra	glb	1.00	7,200.00	7,200.00
02.01.04	Transporte vertical de materiales	mes	2.00	1,200.00	2,400.00
02.01.05	Limpieza durante la ejecución de la obra	mes	3.00	1,440.00	4,320.00
02.01.06	Sistema de seguridad señálecticas, barandas, etc.	mes	3.00	1,800.00	5,400.00
02.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.02.01	Bombeo de agua por el nivel freatico para excavacion	dia	30.00	1,200.00	36,000.00
02.02.02	Excav. c/ Maq. para zanjas y refine	m3	321.64	30.00	9,649.20
02.02.03	Relleno de cimentacio, compactado en capas de 20.00 cm	m3	131.04	93.60	12,265.34
02.02.04	Eliminacion de Material Excedente	m3	182.26	33.60	6,123.94
02.02.05		m2	667.00	42.60	28,414.20
02.03.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
02.03.01	Solado				
02.03.01.01	Concreto Pobre 1 : 12	m2	101.40	54.00	5,475.60
02.03.03	Falsa Zapata				
02.03.03.01	Concreto ciclopeo 1:10+30% PG	m3	164.88	319.20	52,628.10
02.03.03.02	Encofrado para Falsa Zapata	m2	300.00	36.60	10,980.00
02.03.03	Sobrecimiento				
02.03.03.01	Concreto f'c= 100 Kg/cm2 + 25% PM	m3	2.24	319.20	715.33
02.03.03.02	Encofrado para sobrecimiento	m2	16.74	36.60	612.68
02.03.04	Cimiento Corrido				
02.03.04.01	Concreto f'c= 100 Kg/cm2 + 30% PG	m3	11.95	313.20	3,743.37
02.03.04.02	Encofrado para sobrecimiento	m2	29.52	36.60	1,080.43
02.04.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
02.04.01	Zapatas				
02.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	20.04	362.40	7,262.86
02.04.01.02	Encofrado y desencofrado	m2	37.10	46.20	1,714.02
02.04.01.03	Acero f'y=4200 kg/cm2	kg	723.37	4.38	3,168.38
02.04.01	Cimiento Corrido Reforzado				
02.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	26.12	362.40	9,467.34
02.04.01.02	Encofrado y desencofrado	m2	25.13	46.20	1,161.01
02.04.01.03	Acero f'y=4200 kg/cm2	kg	944.24	4.38	4,135.77
02.04.02	Vigas de Cimentacion				
02.04.02.01	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	24.64	362.40	8,928.09
02.04.02.02	Encofrado y desencofrado	m2	197.09	46.20	9,105.47
02.04.02.03	Acero f'y=4200 kg/cm2	kg	2,665.42	4.38	11,674.52
02.04.03	Columnas				
02.04.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm3	m3	7.76	378.00	2,933.09
02.04.03.02	Encofrado y desencofrado	m2	52.40	46.20	2,420.88
02.04.03.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm2	Kg	1,243.22	4.38	5,445.29
02.04.05	Vigas				
02.04.05.01	Concreto f'c=210 kg/cm3	m3	37.89	368.40	13,959.17
02.04.05.02	Encofrado y desencofrado	m2	299.93	57.00	17,096.04
02.04.05.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm2	Kg	6,192.84	4.38	27,124.63
02.04.06	Placas				
02.04.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm3	m3	63.12	368.40	23,253.30
02.04.06.02	Encofrado y desencofrado	m2	593.52	35.40	21,010.61
02.04.06.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm2	Kg	5,210.08	4.38	22,820.17
02.04.07	Losas Maciza H= 0.20 y 0.15 m				
02.04.07.01	Concreto f'c=210 kg/cm3	m3	95.08	368.40	35,028.39
02.04.07.02	Encofrado y desencofrado	m2	475.41	4.38	2,082.31
02.04.07.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm2	Kg	7,848.00	4.31	33,809.19
02.04.08	Escalera				
02.04.08.01	Concreto f'c=210 kg/cm3	m3	4.51	368.40	1,661.48
02.04.08.02	Encofrado y desencofrado	m2	24.21	35.40	857.03
02.04.08.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm2	Kg	235.94	4.38	1,033.42
02.04.08	Pavimento e=0.15 m				
02.04.08.01	Concreto f'c=210 kg/cm3	m3	42.19	381.50	16,094.70
02.04.08.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm2	Kg	2,984.94	4.38	13,074.04
02.05.00	Varios				
02.05.01	Curado de elementos de concreto armado	m2	2,032.30	1.80	3,658.14
02.05.02	Junta de dilatacion (JD)	ml	45.00	15.18	683.10
02.05.03	Junta de contraccion (JC)	ml	70.00	11.40	798.00
	COSTO DIRECTO				S/. 499,190.01

Fuente: GL Constructores S.A.C

PRESUPUESTO CONTRACTUAL

Tabla 5. Presupuesto contractual - arquitectura

Presupuesto:

ARQUITECTURA

Obra: **PLANTA AGROINDUSTRIAL – ETAPA 2**
 Cliente: **UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.**
 Fecha: **OCTUBRE DEL 2014**



Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
03.00.00	ARQUITECTURA				
03.01	TABICUERIA				
03.01.02	Muro - Ladrillos de Soga	m2	251.00	65.40	16,415.24
03.01.03	Muro - Ladrillos de Cabeza	m2	71.42	105.00	7,498.68
03.01.04	Muro - e=0.20	m2	20.80	65.40	1,360.32
03.02	Revoques y Enlucidos				
03.02.01	Tarrajeo Frotachado de Muros Interiores	m2	573.22	26.40	15,133.03
03.02.02	Tarrajeo Frotachado de Muros Exteriores	m2	113.21	29.40	3,328.26
03.02.03	Tarrajeo de Columnas	m2	43.84	30.00	1,315.20
03.02.04	Tarrajeo de Placas	m2	490.66	30.00	14,719.80
03.02.05	REVESTIMIENTO DE GRADAS Y ESCALERAS	ml	34.00	30.60	1,040.40
03.02.06	REVESTIMIENTO DE DESCANSO	m2	6.80	34.20	232.56
03.02.07	Vestidura de derrames	ml	59.60	14.40	858.24
03.03	Cielorosas				
03.03.01	Tarrajeo de Cieloraso	m2	409.96	31.80	13,036.73
03.03.02	Tarrajeo de Vigas	m2	200.70	33.84	6,791.69
03.03.03	Falso Cielo de Drywall	m2	180.00	102.00	18,360.00
03.04	Pisos y pavimentos				
03.04.01	Contrapiso 4.8 mm	m2	490.00	25.80	12,642.00
03.04.02	Pisos cemento pulido	m2	205.55	27.00	5,549.85
03.04.03	PISO PORCELANATO CELIMA COLOR GRIS OSCURO 0.60x0.60m	m2	334.06	44.53	14,876.36
03.04.04	Piso cemento semipulido	m2	20.00	27.00	540.00
03.05	Contrazócalos				
03.05.01	Contrazocalo cemento pulido h=10 cm	ml	101.25	42.00	4,252.50
03.05.02	contrazocalo porcelanato 10x60 cm Blanco/Gris enrasado	ml	67.43	31.80	2,144.27
03.06	Zocalos				
03.06.01	Zocalo porcelanato 60x60 cm Blanco/Gris	m2	243.55	84.24	20,516.65
03.07	Cubiertas				
03.07.01	Cubierta de Ladrillo Pastelero	m2	564.85	69.60	39,313.56
03.08	Carpintería de madera				
03.08.01	Puerta SS.HH (2do Piso) de 1.20 x 2.10mt. - Hoja batiente contraplacado en MDF de 5.0 m estructurado con Pino Radiata secado al horno, marco simple en madera Huayruro de 1 1/2" x 3". Pintado al duco color al escoger.	und.	2.00	492.00	984.00
03.08.02	Puerta Almacenes (1er Piso) de 2.00mt x 2.10mt. - Doble hoja batiente contraplacado en MDF de 5.0 m estructurado con Pino Radiata secado al horno, marco simple en madera Huayruro de 1 1/2" x 3". Pintado al duco color al escoger.	und.	7.00	1,320.00	9,240.00
03.09	Carpintería metálica				
03.09.01	Baranda de fierro	ml	10.80	540.00	5,832.00
03.09.02	Pasamanos	ml	13.30	234.00	3,112.20
03.10	Bisagras y Cerrajería				
03.10.01	Bisagras capuchinas de acero inox de 3 1/2" x 3 1/2" marca MHA	und.	36.00	16.20	583.20
03.10.02	Cerradura puerta madera	und.	9.00	60.00	540.00
03.10.03	Cerradura mampara	und.	8.00	60.00	480.00
03.11	Vidrios cristales y similares				
03.11.01	MAMPARAS BATIENTES DE 2.0x3.1 ALUMINIO C/CRISTAL TEMPLADO INCOLRO 8mm SISTEMA TEMPLE	und	6.00	5,727.96	34,367.76
03.11.02	MAMPARAS FIJAS DE 1.90x3.1 ALUMINIO C/CRISTAL TEMPLADO INCOLRO 8mm SISTEMA TEMPLEX	und	3.00	2,318.04	6,954.12
03.11.03	MAMPARAS FIJAS DE 0.3X3.1 ALUMINIO C/CRISTAL TEMPLADO INCOLRO 8mm SISTEMA TEMPLEX	und	1.00	366.00	366.00
03.11.04	VENTANA PASADIZO DE 1.70X3.1 ALUMINIO C/CRISTAL TEMPLADO INCOLRO 6mm SISTEMA TEMPLEX	und	2.00	2,008.80	4,017.60
03.11.05	VENTANA PASADIZO DE 1.20X3.1 ALUMINIO C/CRISTAL TEMPLADO INCOLRO 6mm SISTEMA TEMPLEX	und	2.00	1,454.40	2,908.80
03.11.06	VENTANA BAÑO HOMBRES DE 1.40x0.40 ALUMINIO C/CRISTAL TEMPLADO INCOLRO 6mm SISTEMA TE	und	1.00	349.20	349.20
03.11.07	VENTANA BAÑO MUJERES DE 1.40x0.40 ALUMINIO C/CRISTAL TEMPLADO INCOLRO 6mm SISTEMA TE	und	1.00	349.20	349.20
03.11.08	VENTANA CON 6 PROYECTANTES DE 20.90x3.1 ALUMINIO C/CRISTAL TEMPLADO INCOLRO 6mm SISTE	und	1.00	27,387.60	27,387.60
03.11.09	ESPEJO BAÑO HOMBRES DE 3.20x1.20	und	1.00	876.00	876.00
03.11.10	ESPEJO BAÑO MUJERES DE 3.30x1.20	und	1.00	902.40	902.40
03.12	Pinturas				
03.12.01	Pintura - Cielo raso tarrajeado	m2	409.96	15.84	6,493.77
03.12.02	Pintura p/ Muros Inteiores	m2	1,308.42	15.60	20,411.37
03.12.03	Pintura - Muros exteriores	m2	113.21	16.20	1,833.94
03.13	APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS				
03.13.01	INODORO MAR TREBOL Y FLUXIOMETRO .VAINSA	und.	5.00	884.40	4,422.00
03.13.02	LAVATORIO MOD OVALIN Y GRIFERIA TEMPORIZADA VAINSA	und.	6.00	501.60	3,009.60
03.13.03	URINARIOS MOD CADETT Y GRIFERIA FLUXIOMETRO VAINSA	und.	3.00	739.20	2,217.60
03.13.04	TABLERO DE GRANITO	und.	2.00	348.00	696.00
03.13.05	DISPENSADOR DE JABON LÍQUIDO EN ACERO INOXIDABLE	und.	6.00	120.00	720.00
03.13.06	Secador de manos 1800w Acero inoxidable	und.	2.00	642.50	1,285.01
03.13.07	DISPENSADOR DE PAPEL HIGIÉNICO PARA ADOSAR MARCA KIMBERLY	und.	5.00	144.00	720.00
03.13.08	DISPENSADOR DE PAPEL TOALLA PARA EMPOTRAR MARCA KIMBERLY	und.	2.00	144.00	288.00
03.14	Varios				
03.14.01	DIVISIONES MELAMINE PARA BAÑOS	ml	12.10	720.00	8,712.00
COSTO DIRECTO					S/. 349,984.70

Fuente: GL Constructores S.A.C

PRESUPUESTO CONTRACTUAL

Tabla 6. Presupuesto contractual - instalaciones eléctricas

Presupuesto: **INSTALACIONES ELECTRICAS**
 Obra: **PLANTA AGROINDUSTRIAL – ETAPA 2**
 Cliente: **UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.**
 Fecha: **OCTUBRE DEL 2014**



ITEM	DESCRIPCION	Und.	Metrado	Costo Unitario S/.	Parcial S/.
5	INSTALACIONES ELECTRICAS				S/. 36,952.24
05.01	SALIDAS DE ELECTRICAS				
05.01.01	Salida para centro de luz y/o braquet	pto	93.00	59.17	5502.52
05.01.02	Salida para luces de emergencia	pto	11.00	59.17	650.84
05.01.03	Salida para interruptor unipolar simple	pto	6.00	59.17	355.00
05.01.04	Salida para interruptor unipolar doble	pto	5.00	59.17	295.83
05.01.05	Salida para tomacorriente bipolar doble tension normal c/l.t. H:0.30/1.10/1.40/1.60/1.80mts.	pto	19.00	59.17	1124.17
05.01.06	Salida para tomacorriente bipolar doble tension estabilizada c/l.t. H:0.30/1.10/1.40/1.60/1.80mts.	pto	11.00	59.17	650.84
05.01.07	Tuberia PVC SAP de 20mmØ	m	537.00	8.52	4573.95
05.01.08	Tuberia Conduit EMT de 20mmØ	m	96.00	14.91	1430.96
05.01.09	Cable 2-1x2.5mm2 NH-80 + 1Tx2.5mm2 NH-80	m	500.00	9.13	4563.00
05.01.10	Cable 2-1x4mm2 NH-80 + 1Tx4mm2 NH-80	m	200.00	10.95	2190.24
05.02	PLACAS DE INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES				
05.02.01	Interruptores unipolar simple	Und	6.00	30.12	180.69
05.02.02	Interruptores unipolar doble	Und	5.00	40.46	202.29
05.02.03	Tomacorriente bipolar doblec/l.t. simple	Und	11.00	34.37	378.12
05.02.04	Tomacorriente bipolar doble c/l.t.	Und	30.00	49.28	1478.41
05.03	CAJAS DE PASE				
05.03.01	Caja de pase de 100x100x50 mm	und	8.00	30.42	243.36
05.03.02	Caja de pase de 200x200x100mm	und	4.00	45.63	182.52
05.04	LUMINARIAS (NO INCL. ARTEFACTO)				
05.04.01	Instalacion de equipos de iluminacion (Según tipos de luminarias del proyecto)	und	104.00	45.63	4745.52
05.05	SISTEMAS DE COMUNICACIONES Y ALARMA CONTRA INCENDIO				
05.05.01	SALIDAS DE COMUNICACIONES (SOLO INST. Y MONTAJE CAJA METALICA)				
05.05.01.01	Salida para voz/data	pto	7.00	59.17	414.17
05.05.01.02	Salida para deteccion de humo	pto	13.00	59.17	769.17
05.05.01.03	Salida para pulsador de alarma contra incendio	pto	1.00	59.17	59.17
05.05.01.04	Salida para sirena de alarma contra incendio	pto	1.00	59.17	59.17
05.05.02	CAJAS DE PASE				
05.05.02.01	Caja de pase de 100x100x50mm	und	4.00	30.42	121.68
05.05.02.02	Caja de pase de 300x300x100mm	und	2.00	53.24	106.47
05.05.03	TUBERIA				
05.05.03.01	Tuberia PVC SAP de 20mmØ	m	180.00	8.52	1533.17
05.05.03.02	Winchado: colocacion de guia con alambre galvanizado en todos los circuitos	glob	1.00	273.78	273.78
05.06	VARIOS				
05.06.01	Implementos de seguridad (EPP)	glb	1.00	1521.00	1521.00
05.06.02	Caseta de almacen en obra	glb	1.00	912.60	912.60
05.06.03	Planos según ejecucion de obra	glb	1.00	1825.20	1825.20
05.06.04	Prueba de aislamiento en el sistema electrico	glb	1.00	608.40	608.40
	COSTO DIRECTO				S/. 36,952.24

Fuente: GL Constructores S.A.C

PRESUPUESTO CONTRACTUAL

Tabla 7. Presupuesto contractual - instalaciones sanitarias

Presupuesto: **INSTALACIONES SANITARIAS**

Obra: **PLANTA AGROINDUSTRIAL – ETAPA 2**

Cliente: **UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.**

Fecha: **OCTUBRE DEL 2014**



Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
4	INSTALACIONES SANITARIAS				
	SISTEMA DE DESAGUE				
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
04.01.01	Trazo y Replanteo	ML	85.00	1.36	115.47
04.01.02	Excavacion y relleno de zanja(Compactado manual)	ML	55.00	37.90	2084.23
04.02	REDES DE DISTRIBUCIÓN TUBERIA PVC SAL				
04.02.01	Tuberia de pvc sal. de 2"	ML	29.00	22.59	655.23
04.02.02	Tuberia de pvc sal. de 4"	ML	68.50	30.95	2119.75
04.03	SALIDAS				
04.03.01	Salida de desagüe de 2"	PTO	17.00	75.50	1283.57
04.03.02	Salida de desagüe de 4"	PTO	16.00	94.38	1510.08
04.03.03	Salida de Ventilacion de 2"	PTO	11.00	72.93	802.23
04.04	ACCESORIOS				
04.04.01	Sumidero de bronce de 2"	UND	2.00	37.18	74.36
04.04.02	Sumidero de bronce de 4"	UND	2.00	57.20	114.40
04.04.03	registro de bronce roscado de piso de 2"	UND	2.00	37.18	74.36
04.04.04	registro de bronce roscado de piso de 4"	UND	2.00	57.20	114.40
04.04.05	registro de bronce colgado de 4"	UND	3.00	122.98	368.94
04.04.06	Sombrero de Ventilacion de 2"	UND	3.00	24.31	72.93
04.04.07	sombrero de Ventilacion de 4"	UND	2.00	30.03	60.06
04.05	OTROS				
04.05.01	Colgadores para tuberia pvc (desague)	UND	39.00	31.46	1226.94
04.05.02	Abrazaderas para tuberia pvc (desague)	UND	10.00	25.03	250.25
04.06	PRUEBAS HIDRAULICAS				
04.06.01	Pruebas hidráulicas	GBL	1.00	360.00	360.00
	SISTEMA DE AGUA FRÍA				
04.07	TRABAJOS PRELIMINARES				
04.07.01	Trazo y Replanteo	ML	48.00	1.36	65.21
04.08	REDES DE DISTRIBUCIÓN TUBERIA PVC SAL				
04.08.01	Tuberia de pvc clase 10 sp p/agua fria 3/4"	ML	11.00	22.67	249.32
04.08.02	Tuberia de pvc clase 10 sp p/agua fria 1"	ML	16.00	25.38	406.12
04.08.03	Tuberia de pvc clase 10 sp p/agua fria 1 1/2"	ML	12.00	31.89	382.67
04.08.04	Tuberia de pvc clase 10 sp p/agua fria 2"	ML	6.00	44.33	265.98
04.09	SALIDAS				
04.09.01	Salidas de agua fria fºgº inc/tub/acces 1/2"	PTO	6.00	75.79	454.74
04.09.02	Salidas de agua fria fºgº inc/tub/acces 1"	PTO	8.00	137.28	1098.24
04.09.03	Salidas de agua fria fºgº inc/tub/acces 1 1/4"	PTO	8.00	154.44	1235.52
04.10	VALVULAS				
04.10.01	Valvulas de esférica de bronce de 3/4" (cim pn-20)	UND	2.00	138.57	277.13
04.10.02	Valvulas de esférica de bronce de 1 1/2" (cim pn-20)	UND	2.00	340.34	680.68
04.11	PRUEBAS HIDRAULICAS				
04.11.01	Pruebas hidráulicas	GBL	1.00	480.00	480.00
04.12	INSTALACION DE APARATOS (SOLO MANO DE OBRA)				
04.12.01	Instalación de ovalin	UND	6.00	95.00	570.00
04.12.02	Instalación de inodoro	UND	5.00	75.00	375.00
04.12.03	Instalación de orinario	UND	3.00	75.00	225.00
04.12.04	Instalación de Lavadero Acero Inoxidable	UND	2.00	75.00	150.00
04.13	OTROS				
04.13.01	Colgadores para tuberías de agua	UND	18.00	31.46	566.28
04.13.02	Abrazaderas de tuberías de agua	UND	6.00	25.03	150.15
	COSTO DIRECTO				S/. 18,919.23

Fuente: GL Constructores S.A.C

Anexo V: CÁLCULO DE PRESUPUESTO GESTIONADO

PRESUPUESTO GESTIONADO BIM

Tabla 8. Presupuesto gestionado – obras provisionales y demolición

Presupuesto OBRAS PROVISIONALES Y DEMOLICIÓN					
Obra:		PLANTA AGROINDUSTRIAL – ETAPA 2			
Cliente:		UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.			
Fecha:		MAYO DEL 2016			
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES Y DEMOLICION				
01.01.00	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.01	Construcción de almacén	m2	15.00	150.00	2,250.00
01.01.02	Construcción de oficinas contratistas	m2	32.00	150.00	4,800.00
01.01.03	Vestuarios y comedor para obreros	m2	40.00	145.00	5,800.00
01.01.04	ss.hh. para obreros (unidades portátiles)	mes	2.00	590.00	1,180.00
01.01.05	ss.hh. para oficinas	mes	2.00	325.00	650.00
01.01.06	Cerco con malla raschel	ml	98.00	25.00	2,450.00
01.01.07	Instalaciones de agua provisionales para la obra	glb	1.00	1,800.00	1,800.00
01.01.08	Instalaciones eléctricas provisionales para la obra - iluminación	glb	1.00	6,000.00	6,000.00
01.01.09	Mallas anticaídas y barandas de seguridad	mes	2.00	2,500.00	5,000.00
01.01.10	Movilización y Desmovilización de equipos	viaje	6.00	950.00	5,700.00
01.02.00	DEMOLICION				
01.02.01	Demolicion de placa perimetral en segundo piso	ml	160.00	45.00	7,200.00
01.02.04	Demolicion de piso pastelero	m2	336.00	32.00	10,752.00
01.02.07	Acarrareo de materiales desmontado a area de Cliente	m3	153.60	16.00	2,457.60
01.02.08	Eliminacion de material demolido	m3	153.60	40.00	6,144.00
01.03.00	DESMONTAJE Y MONTAJE DE CAMPAMENTO				
01.03.01	Movimiento de campamento antiguo	glb	1.00	3,530.00	3,530.00
01.03.02	Instalación de nuevo campamento	glb	1.00	8,122.60	8,122.60
	COSTO DIRECTO				S/. 73,836.20

Fuente: Elaboración propia

PRESUPUESTO GESTIONADO BIM

Tabla 9. Presupuesto gestionado - estructuras

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
Presupuesto: ESTRUCTURAS					
Obra: PLANTA AGROINDUSTRIAL – ETAPA 2					
Cliente: UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.					
Fecha: MAYO DEL 2016					
					
02.00.00	ESTRUCTURA DE CONCRETO				
02.01.00	Trabajos preliminares				
02.01.01	Trazos, niveles y replanteo	m2	667.00	4.20	2,801.40
02.01.02	Topografía durante la ejecución de la obra	mes	3.00	2,640.00	7,920.00
02.01.03	Transporte de equipos y herramientas para la obra	glb	1.00	7,200.00	7,200.00
02.01.04	Transporte vertical de materiales	mes	2.00	1,200.00	2,400.00
02.01.05	Limpieza durante la ejecución de la obra	mes	3.00	1,440.00	4,320.00
02.01.06	Sistema de seguridad señálecticas, barandas, etc.	mes	3.00	1,800.00	5,400.00
02.02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
02.02.01	Bombeo de agua por el nivel freático para excavación	dia	30.00	1,200.00	36,000.00
02.02.02	Excav. c/ Maq. para zanjas y refine	m3	321.64	30.00	9,649.20
02.02.03	Reileno de cimentación, compactado en capas de 20.00 cm	m3	131.04	93.60	12,265.34
02.02.04	Eliminación de Material Excedente	m3	182.26	33.60	6,123.94
02.02.05		m2	667.00	42.60	28,414.20
02.03.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				
02.03.01	Solado				
02.03.01.01	Concreto Pobre 1 : 12	m2	54.05	54.00	2,918.70
02.03.03	Falsa Zapata				
02.03.03.01	Concreto ciclopeo 1:10+30% PG	m3	164.88	319.20	52,628.10
02.03.03.02	Encofrado para Falsa Zapata	m2	300.00	36.60	10,980.00
02.03.03	Sobrecimiento				
02.03.03.01	Concreto f'c= 100 Kg/cm ² + 25% PM	m3	2.24	319.20	715.33
02.03.03.02	Encofrado para sobrecimiento	m2	16.74	36.60	612.68
02.03.04	Cimiento Corrido				
02.03.04.01	Concreto f'c= 100 Kg/cm ² + 30% PG	m3	11.95	313.20	3,743.37
02.03.04.02	Encofrado para sobrecimiento	m2	29.52	36.60	1,080.43
02.04.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
02.04.01	Zapatas				
02.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm ²	m3	8.75	362.40	3,171.00
02.04.01.02	Encofrado y desencofrado	m2	37.10	46.20	1,714.02
02.04.01.03	Acero f'y=4200 kg/cm ²	kg	723.37	4.38	3,168.38
02.04.01	Cimiento Corrido Reforzado				
02.04.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm ²	m3	13.72	362.40	4,972.13
02.04.01.02	Encofrado y desencofrado	m2	25.13	46.20	1,161.01
02.04.01.03	Acero f'y=4200 kg/cm ²	kg	944.24	4.38	4,135.77
02.04.02	Vigas de Cimentación				
02.04.02.01	Concreto f'c=210 kg/cm ²	m3	37.78	362.40	13,691.47
02.04.02.02	Encofrado y desencofrado	m2	197.09	46.20	9,105.47
02.04.02.03	Acero f'y=4200 kg/cm ²	kg	2,665.42	4.38	11,674.52
02.04.03	Columnas				
02.04.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm ³	m3	5.03	378.00	1,901.34
02.04.03.02	Encofrado y desencofrado	m2	59.28	46.20	2,738.74
02.04.03.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm ²	Kg	1,292.16	4.38	5,659.64
02.04.05	Vigas				
02.04.05.01	Concreto f'c=210 kg/cm ³	m3	37.89	368.40	13,959.17
02.04.05.02	Encofrado y desencofrado	m2	299.93	57.00	17,096.04
02.04.05.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm ²	Kg	6,192.84	4.38	27,124.63
02.04.06	Placas				
02.04.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm ³	m3	75.20	368.40	27,703.68
02.04.06.02	Encofrado y desencofrado	m2	597.77	35.40	21,161.06
02.04.06.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm ²	Kg	5,216.13	4.38	22,846.67
02.04.07	Losas Maciza H = 0.20 y 0.15 m				
02.04.07.01	Concreto f'c=210 kg/cm ³	m3	95.08	368.40	35,028.39
02.04.07.02	Encofrado y desencofrado	m2	475.41	4.38	2,082.31
02.04.07.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm ²	Kg	7,848.00	4.31	33,809.19
02.04.08	Escalera				
02.04.08.01	Concreto f'c=210 kg/cm ³	m3	3.41	368.40	1,256.24
02.04.08.02	Encofrado y desencofrado	m2	18.81	35.40	665.87
02.04.08.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm ²	Kg	178.42	4.38	781.48
02.04.08	Pavimento e=0.15 m				
02.04.08.01	Concreto f'c=210 kg/cm ³	m3	42.19	381.50	16,094.70
02.04.08.03	Acero f'y= 4,200 kg/cm ²	Kg	2,984.94	4.38	13,074.04
02.05.00	Varios				
02.05.01	Curado de elementos de concreto armado	m2	2,038.03	1.80	3,668.46
02.05.02	Junta de dilatación (JD)	ml	45.00	15.18	683.10
02.05.03	Junta de contracción (JC)	ml	70.00	11.40	798.00
COSTO DIRECTO					S/. 496,099.20

Fuente: Elaboración propia

PRESUPUESTO GESTIONADO BIM

Tabla 10. Presupuesto gestionado - arquitectura

Presupuesto: ARQUITECTURA					
Obra: PLANTA AGROINDUSTRIAL – ETAPA 2					
Cliente: UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.					
Fecha: MAYO DEL 2016					
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
03.00.00	ARQUITECTURA				
03.01	TABICUERIA				
03.01.02	Muro - Ladrillos de Soga	m2	249.00	65.40	16,284.60
03.01.03	Muro - Ladrillos de Cabeza	m2	141.34	105.00	14,840.70
03.01.04	Muro - e=0.20	m2	22.52	65.40	1,472.81
03.02	Revoques y Enlucidos				
03.02.01	Tarrajeo Frotachado de Muros Interiores	m2	672.01	26.40	17,741.06
03.02.02	Tarrajeo Frotachado de Muros Exteriores	m2	412.35	29.40	12,123.09
03.02.03	Tarrajeo de Columnas	m2	27.10	30.00	813.00
03.02.04	Tarrajeo de Placas	m2	490.66	30.00	14,719.80
03.02.05	Revestimiento de gradas y escaleras	m ²	34.00	30.60	1,040.40
03.02.06	Revestimiento de descanso	m2	6.80	34.20	232.56
03.02.07	Vestidura de derrames	m ²	208.04	14.40	2,995.78
03.03	Cielorosas				
03.03.01	Tarrajeo de Cieloraso	m2	203.42	31.80	6,468.76
03.03.02	Tarrajeo de Vigas	m2	200.70	33.84	6,791.69
03.03.03	Falso Cielo de Drywall	m2	719.97	102.00	73,436.94
03.03.04	Andamiaje a doble altura	Cuerpo	8.00	120.00	960.00
03.04	Pisos y pavimentos				
03.04.01	Contrapiso 3.5 mm	m2	860.41	25.80	22,198.58
03.04.02	Pisos cemento pulido	m2	214.86	27.00	5,801.22
03.04.03	PISO PORCELANATO CELIMA COLOR GRIS OSCURO 0.60x0.60m	m2	645.55	44.53	28,747.63
03.05	Contrazócalos				
03.05.01	Contrazocalo cemento pulido h=10 cm	m ²	101.25	42.00	4,252.50
03.05.02	contrazocalo porcelanato 10x60 cm Blanco/Gris enrasado	m ²	204.62	31.80	6,506.92
03.06	Zocalos				
03.06.01	Zocalo porcelanato 60x60 cm Blanco/Gris	m2	243.55	84.24	20,516.65
03.07	Cubiertas				
03.07.01	Cubierta de Ladrillo Pastelero	m2	686.52	69.60	47,781.79
03.08	Carpintería de madera				
03.08.01	Puerta (2do Piso) de 1.30 x2.40mt. - Hoja batiente contraplacado en MDF de 5.0 m estructurado con Pino Radiata secado al horno, marco simple en madera Huayruro de 1 1/2" x 3". Pintado al duco color al escoger con visor.	und.	3.00	840.75	2,522.25
03.08.02	Puerta contraplacadas MDF de 1.00x2.40m pintados al Duco color gris según modelo, sin visor, de baños	und.	2.00	712.50	1,425.00
03.08.03	Puertas contraplacadas MDF de 1.00x2.40m pintados al Duco color gris según modelo, con visores de vidrio templado	und.	1.00	641.25	641.25
03.08.04	Puertas contraplacadas MDF de 1.20x2.40m pintados al Duco color gris según modelo	und.	4.00	826.50	3,306.00
03.08.05	Puertas contraplacadas MDF de 2.00x2.40m doble hoja con visor, marco cajon de 5"	und.	1.00	1,396.50	1,396.50
03.09	Carpintería metálica				
03.09.01	Puerta metálica de 2.00mt x2.40 mt 2 hojas batiente	und.	4.00	2,682.00	10,728.00
03.09.02	Cobertura metálica en vano bloque A	glb	1.00	8,660.20	8,660.20
03.09.03	Baranda metálica 2° piso bloque A	m ²	20.23	540.00	10,924.20
03.09.04	Plancha de aluminio para cubrir junta de dilatación	m ²	16.00	60.00	960.00
03.09.05	Pasamanos en muro según detalles existentes en escalera hall de recepción bloque A 1°-2° Nivel	m ²	7.20	465.50	3,351.60
03.09.06	Pasamanos en muro según detalles existentes en escalera bloque B 1° Nivel	m ²	4.00	465.50	1,862.00
03.10	Drywall				
03.10.01	Muro acustico con rieles y parantes metalicos (2 1/2 " x1 1/2)	m2	93.03	90.00	8,372.70
03.10.02	Instalación de dinteles para puertas de baños	m ²	2.00	60.00	120.00
03.10.03	Reforzamiento de dintel y derrame vertical para marco de puertas (2" x 1/2")	m ²	13.18	70.00	922.60
03.10.03	Instalación de falso cielo raso en puerta de aula 8	m2	2.75	102.00	280.50
03.10.04	Estructurado de viga para encuentro con falso cielo raso de baldosa	m ²	5.38	102.00	548.76
03.11	Pinturas				
03.11.01	Pintura - Cielo raso tarrajeado	m2	300.48	15.84	4,759.60
03.11.02	Pintura p/ Muros Interiores	m2	1,162.67	15.60	18,137.65
03.11.03	Pintura - Muros exteriores	m2	412.35	16.20	6,680.07
03.12	APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS				
03.12.01	Inodoro mar. Trebol y fluxometro Vainsa	und.	5.00	884.40	4,422.00
03.12.02	Lavatorio mod. Ovalin y grifería temporizada Vainsa	und.	6.00	501.60	3,009.60
03.12.03	Urinaríos mod. Cadett y grifería fluxometro Vainsa	und.	3.00	739.20	2,217.60
03.12.04	Tablero de granito	und.	2.00	348.00	696.00
03.12.05	Dispensador de jabon liquido en acero inoxidable	und.	6.00	120.00	720.00
03.12.06	Secador de manos 1800w Acero inoxidable	und.	2.00	642.50	1,285.01
03.12.07	Dispensador de papel higienico para adosar marca Kimberly	und.	5.00	144.00	720.00
03.12.08	Dispensador de papel toalla para empotar marca Kimberly	und.	2.00	144.00	288.00
03.13	Varios				
03.13.01	Divisiones melamine para baño	m ²	12.10	720.00	8,712.00
COSTO DIRECTO					S/. 413,395.57

Fuente: Elaboración propia

PRESUPUESTO GESTIONADO BIM

Tabla 11. Presupuesto gestionado – instalaciones eléctricas

Presupuesto:		INSTALACIONES ELECTRICAS			
Ubicación:		PLANTA AGROINDUSTRIAL - ETAPA 2			
Propietario:		UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA			
Fecha:		MAYO DEL 2016			
Item	Descripción	Unid	Metra do	P. Unit (S/.)	Parcial (S/.)
04.00.00	INSTALACIONES ELECTRICAS				
04.01.00	SALIDAS DE ELECTRICAS				
04.01.01	PRIMER NIVEL (EJES 3-7, A-C)				
04.01.01.01	Salida para centro de alumbrado	pto	35.00	52.52	1,838.03
04.01.01.02	Salida para luces de emergencia	pto	7.00	52.52	367.61
04.01.01.03	Salida para iluminación exterior	pto	6.00	52.52	315.12
04.01.01.04	Salida para interruptor unipolar simple (Control ventilador)	pto	4.00	52.52	210.06
04.01.01.05	Salida para interruptor unipolar simple	pto	2.00	52.52	105.03
04.01.01.06	Salida para interruptor unipolar doble	pto	1.00	52.52	52.52
04.01.01.07	Salida para interruptor conmutado doble	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.01.08	Salida de tomacorriente para ventilador c/l.t. H:2.40mts.	pto	10.00	52.52	525.15
04.01.01.09	Salida de tomacorriente para parlante c/l.t. H:2.40mts	pto	10.00	52.52	525.15
04.01.01.10	Salida de tomacorriente doble tension normal c/l.t. H:0.30mts.	pto	21.00	52.52	1,102.82
04.01.01.11	Salida de tomacorriente para proyector tension estabilizada c/l.t. H:Techo	pto	5.00	52.52	262.58
04.01.01.12	Salida de tomacorriente doble tension estabilizada c/l.t. H:0.30mts.	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.01.13	Tubería PVC SAP de 20mmØ	m	600.00	7.56	4,536.00
04.01.01.14	Tubería Conduit EMT de 20mmØ	m	18.00	13.23	238.14
04.01.01.15	Cable NH-80 2-1x2.5mm2 + NH-801Tx2.5mm2	m	500.00	8.10	4,050.00
04.01.01.16	Cable NH-80 2-1x4mm2 + NH-801Tx2.5mm2	m	350.00	9.72	3,402.00
04.01.02	SEGUNDO NIVEL (EJES 3-7, A-C)				
04.01.02.01	Salida para centro de alumbrado	pto	34.00	52.52	1,785.51
04.01.02.02	Salida para luces de emergencia	pto	7.00	52.52	367.61
04.01.02.03	Salida para interruptor unipolar simple (Control ventilador)	pto	3.00	52.52	157.55
04.01.02.04	Salida para interruptor unipolar simple	pto	1.00	52.52	52.52
04.01.02.05	Salida para interruptor unipolar doble	pto	3.00	93.69	281.07
04.01.02.06	Salida de tomacorriente para ventilador c/l.t. H:2.40mts.	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.02.07	Salida de tomacorriente para parlante c/l.t. H:2.40mts	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.02.08	Salida de tomacorriente doble tension normal c/l.t. H:0.30mts.	pto	20.00	52.52	1,050.30
04.01.02.09	Salida de tomacorriente para proyector tension estabilizada c/l.t. H:Techo	pto	3.00	52.52	157.55
04.01.02.10	Salida de tomacorriente doble tension estabilizada c/l.t. H:0.30mts.	pto	4.00	52.52	210.06
04.01.02.11	Tubería PVC SAP de 20mmØ	m	600.00	7.56	4,536.00
04.01.02.12	Tubería Conduit EMT de 20mmØ	m	18.00	13.23	238.14
04.01.02.13	Cable NH-80 2-1x2.5mm2 + NH-801Tx2.5mm2	m	500.00	8.10	4,050.00
04.01.02.14	Cable NH-80 2-1x4mm2 + NH-801Tx2.5mm2	m	350.00	9.72	3,402.00
04.01.03	SEGUNDO NIVEL (EJES 3-4, C-H)				
04.01.03.01	Salida para centro de alumbrado	pto	50.00	52.52	2,625.75
04.01.03.02	Salida para luces de emergencia	pto	7.00	52.52	367.61
04.01.03.03	Salida para interruptor unipolar simple (Control ventilador)	pto	3.00	52.52	157.55
04.01.03.04	Salida para interruptor unipolar simple	pto	2.00	52.52	105.03
04.01.03.05	Salida para interruptor unipolar doble	pto	5.00	52.52	262.58
04.01.03.06	Salida de tomacorriente para ventilador c/l.t. H:2.40mts.	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.03.07	Salida de tomacorriente para parlante c/l.t. H:2.40mts	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.03.08	Salida de tomacorriente doble tension normal c/l.t. H:0.30mts.	pto	24.00	52.52	1,260.36
04.01.03.09	Salida de tomacorriente para proyector tension estabilizada c/l.t. H:Techo	pto	3.00	52.52	157.55
04.01.03.10	Salida de tomacorriente doble tension estabilizada c/l.t. H:0.30mts.	pto	10.00	52.52	525.15
04.01.03.11	Salida para secamano	pto	2.00	52.52	105.03
04.01.03.12	Tubería PVC SAP de 20mmØ	ml	570.00	7.56	4,309.20
04.01.03.13	Tubería Conduit EMT de 20mmØ	ml	30.00	13.23	396.90
04.01.03.14	Tubería Conduit EMT de 25mmØ	ml	30.00	15.39	461.70
04.01.03.15	Cable NH-80 2-1x2.5mm2 + NH-801Tx2.5mm2	ml	850.00	8.10	6,885.00
04.01.03.16	Cable NH-80 2-1x4mm2 + NH-801Tx2.5mm2	ml	600.00	9.72	5,832.00
04.01.04	TABLERO				
04.01.04.01	TD-Ilum. Dimmer (adosado)	und	1.00	4037.50	4037.50
04.01.04.02	STG-01 (Adosado)	und	1.00	6272.85	6272.85
04.01.04.03	TD-UPS (Adosado)	und	1.00	3747.85	3747.85
04.01.04.04	TF-AA-01	und	1.00	2037.75	2037.75
04.01.04.05	TF-AA-02	und	1.00	3382.00	3382.00
04.01.04.06	TD-2	und	1.00	4452.84	4452.84
04.01.04.07	TDE-2	und	1.00	3990.00	3990.00

Continuación de tabla 11

04.01.05	ALIMENTADOR				
04.01.05.01	Del tablero STG-01 al Tablero TD-TIMMER cable LSCH 3-1x6mm2 + LSCH 1T x 6mm2	ml	18.00	16.63	299.34
04.01.05.02	Del Tablero TG (Existente) al Tablero STG-01 Cable LSOH 3-1x150mm2 + LSOH 1Tx95mm2	ml	9.00	255.80	2,302.20
04.01.05.03	Del Tablero STG-01 al Tablero TD-UPS Cable LSOH 3-1x25mm2 + LSOH 1Tx10mm2	ml	80.00	38.50	3,080.00
04.01.05.04	Interruptor termomagnético fijo 3x250A 50KA/220VAC (Tablero TG-Existente)	pza	1.00	730.00	730.00
04.01.05.05	Del Tablero STG-01 al Tablero TF-AA-01 Cable NX2H 3-1x50mm2 + N2XH 1T x16mm2	ml	50.00	67.50	3,375.00
04.01.05.06	Del Tablero STG-01 al Tablero TF-AA-02 Cable NX2H 3-1x25mm2 + N2XH 1T x10mm2	ml	15.00	38.20	573.00
04.01.05.07	Del Tablero STG-01 al Tablero TD-1 Cable LSOH 3-1x6mm2 + LSOH 1Tx6mm2	ml	15.00	15.68	235.20
04.01.05.08	Del Tablero STG-01 al Tablero TD-2 Cable LSOH 3-1x16mm2 + LSOH 1Tx10mm2	ml	55.00	37.22	2,047.10
04.01.05.09	Del Tablero STG-01 al Tablero TDE-2 Cable LSOH 3-1x10mm2 + LSOH 1Tx10mm2	ml	60.00	23.66	1,419.60
04.01.06	BANDEJA METÁLICA				
04.01.06.01	Bandeja metálica tipo ranurada con tapa de 200x100x2400mm (Incl. Curvas y accesorios)	ml	7.20	110.00	792.00
04.01.06.02	Bandeja metálica tipo ranurada con tapa de 200x100x2400mm (Incl. Curvas y accesorios) sistema de aire acondicionado	ml	4.80	110.00	528.00
04.01.06.03	Cable de Cu desnudo de 16mm2 (Aterramiento de Bandeja Eléctrica)	ml	16.00	10.50	168.00
04.01.06.04	Aterramiento de bandeja eléctrica con pernos split bol de cu 16mm2	und	8.00	20.00	160.00
04.01.07	PLACAS DE INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES				
04.01.07.01	Interruptores unipolar simple	und	15.00	26.73	400.95
04.01.07.02	Interruptores unipolar doble	und	9.00	35.91	323.19
04.01.07.03	Interruptores conmutado doble	und	6.00	43.74	262.44
04.01.07.04	Tomacorriente bipolar c/l.t. simple	und	21.00	30.51	640.71
04.01.07.05	Tomacorriente bipolar doble c/l.t.	und	140.00	43.74	6,123.60
04.01.08	LUMINARIAS (NO INCL. ARTEFACTO)				
04.01.08.01	Instalación de equipos de iluminación de tipo adosado o empotrado	und	140.00	40.50	5,670.00
04.01.08.02	Instalación de equipos de iluminación de tipo adosado reflectores (No incluye artefacto)	und	6.00	60.00	360.00
04.01.09	SALIDAS DE COMUNICACIONES, MULTIMEDIA Y DETECCIÓN DE ALARMA CONTRA INCENDIO				
04.01.09.01	PRIMER NIVEL (EJES 3-6,A-B)				
04.01.09.01.01	Salida para data computo	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.09.01.02	Salida para data proyector	pto	5.00	52.52	262.58
04.01.09.01.03	Salida para video	pto	10.00	52.52	525.15
04.01.09.01.04	Salida para audio	pto	10.00	52.52	525.15
04.01.09.01.05	Salida para parlante	pto	10.00	52.52	525.15
04.01.09.01.06	Salida para encendido y apagado de proyector	pto	5.00	52.52	262.58
04.01.09.01.07	Salida para detección de humo	pto	11.00	52.52	577.67
04.01.09.01.08	Salida para pulsador de alarma contra incendio	pto	2.00	52.52	105.03
04.01.09.01.09	Salida para sirena de alarma contra incendio	pto	1.00	52.52	52.52
04.01.09.01.10	Salida para panel alarma contra incendio	pto	1.00	52.52	52.52
04.01.10	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO				
04.01.10.01	Salida para equipo de Aire Acondicionado UC-01-01 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ Conduit EMT- 18mts	pto	1.00	559.42	559.42
04.01.10.02	Salida para equipo de Aire Acondicionado UC-01-02 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ Conduit EMT- 6mts	pto	1.00	203.81	203.81
04.01.10.03	Salida para equipo de Aire Acondicionado UC-01-03 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ Conduit EMT- 18mts	pto	1.00	559.42	559.42
04.01.10.04	Salida para equipo de Aire Acondicionado UC-01-04 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 15mts	pto	1.00	469.92	469.92
04.01.10.05	Salida para equipo de Aire Acondicionado UC-01-05 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 12mts	pto	1.00	381.22	381.22
04.01.10.06	Salida para equipo de Aire Acondicionado UC-01-06 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 21mts	pto	1.00	539.44	539.44
04.01.10.07	Salida para equipo de Aire Acondicionado UC-01-07 Cable NH-80 3-1x4mm2 + NH-80 1Tx4mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 9mts	pto	1.00	292.51	292.51
04.01.10.08	Salida para equipo de Aire Acondicionado UC-01-08 Cable NH-80 3-1x4mm2 + NH-80 1Tx4mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 9mts	pto	1.00	292.51	292.51
04.01.10.09	Salida para equipo de Aire Acondicionado UC-02-01 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ Conduit EMT- 9mts	pto	1.00	292.51	292.51
04.01.10.10	Salida para equipo de Aire Acondicionado UC-02-02 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ Conduit EMT- 9mts	pto	1.00	292.51	292.51
04.01.10.11	Salida para equipo de Aire Acondicionado UE-01-01 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 12mts	pto	1.00	381.22	381.22
04.01.10.12	Salida para equipo de Aire Acondicionado UE-01-02 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 12mts	pto	1.00	381.22	381.22
04.01.10.13	Salida para equipo de Aire Acondicionado UE-01-03 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 12mts	pto	1.00	381.22	381.22
04.01.10.14	Salida para equipo de Aire Acondicionado UE-01-04 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 24mts	pto	1.00	735.77	735.77
04.01.10.15	Salida para equipo de Aire Acondicionado UE-01-05 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 24mts	pto	1.00	735.77	735.77
04.01.10.16	Salida para equipo de Aire Acondicionado UE-01-06 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 24mts	pto	1.00	735.77	735.77
04.01.10.17	Salida para equipo de Aire Acondicionado UE-01-07 Cable NH-80 3-1x4mm2 + NH-80 1Tx4mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 21mts	pto	1.00	647.33	647.33
04.01.10.18	Salida para equipo de Aire Acondicionado UE-01-08 Cable NH-80 3-1x4mm2 + NH-80 1Tx4mm2 Tub. 25mmØ PVC-SAP- 27mts	pto	1.00	824.74	824.74
04.01.10.19	Salida para equipo de Aire Acondicionado UE-01-01 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ Conduit EMT- 12mts	pto	1.00	381.22	381.22
04.01.10.20	Salida para equipo de Aire Acondicionado UE-01-02 Cable NH-80 3-1x6mm2 + NH-80 1Tx6mm2 Tub. 25mmØ Conduit EMT- 9mts	pto	1.00	292.51	292.51
04.01.10.21	Salida para equipo termostato (Tub. PVC-SAP 20mmØ, Solo Tubería Y Caja) -3mts	pto	10.00	64.02	640.20
04.01.11	SALIDAS COMUNICACIONES Y CAMARAS				
04.01.11.01	Salida tomacorriente para Tv-Cable	pto	1.00	104.94	104.94
04.01.11.02	Salida para voz y data	pto	4.00	53.35	213.40
04.01.11.03	Salida para TV-Cable	pto	1.00	53.35	53.35
04.01.11.04	Salida tomacorriente para central CCTV	pto	1.00	124.02	124.02
04.01.11.05	Salida para CCTV - Camara	pto	23.00	53.35	1,227.05
04.01.11.06	Salida para DVR- (Solo Caja, Tubería)	pto	1.00	53.35	53.35
04.01.12	SEGUNDO NIVEL (EJES 3-6,A-B)				
04.01.12.01	Salida para data computo	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.12.02	Salida para data proyector	pto	5.00	52.52	262.58
04.01.12.03	Salida para video	pto	10.00	52.52	525.15
04.01.12.04	Salida para audio	pto	10.00	52.52	525.15
04.01.12.05	Salida para parlante	pto	10.00	52.52	525.15
04.01.12.06	Salida para encendido y apagado de proyector	pto	5.00	52.52	262.58
04.01.12.07	Salida para detección de humo	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.13	SEGUNDO NIVEL (EJES 2-3,C-H)				
04.01.13.01	Salida para data computo	pto	3.00	52.52	157.55
04.01.13.02	Salida para data proyector	pto	3.00	52.52	157.55
04.01.13.03	Salida para red wifi	pto	1.00	52.52	52.52
04.01.13.04	Salida para telefono anexo	pto	1.00	52.52	52.52
04.01.13.05	Salida para video	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.13.06	Salida para audio	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.13.07	Salida para parlante	pto	6.00	52.52	315.09
04.01.13.08	Salida para encendido y apagado de proyector	pto	3.00	52.52	157.55
04.01.13.09	Salida para detección de humo	pto	7.00	52.52	367.61

Continuación de tabla 11

04.01.14	CAJAS DE PASE				
04.01.14.01	Caja de pase de 100x100x50mm	und	42.00	27.00	1,134.00
04.01.14.02	Caja de pase de 150x150x75mm	und	29.00	30.88	895.52
04.01.14.03	Caja de pase de 200x200x100mm	und	35.00	40.50	1,417.50
04.01.14.04	Caja de pase de 300x300x100mm	und	5.00	56.70	283.50
04.01.14.05	Caja de pase de 400x400x100mm	und	1.00	59.40	59.40
04.01.15	TUBERIA				
04.01.15.01	Tubería PVC SAP de 20mmØ	ml	894.00	7.56	6,758.64
04.01.15.02	Tubería PVC SAP de 25mmØ	ml	27.00	6.60	178.20
04.01.15.03	Tubería PVC-SAP de 35mmØ	ml	21.00	10.92	229.32
04.01.15.04	Tubería PVC SAP de 40mmØ	ml	318.00	10.58	3,364.44
04.01.15.05	Tubería PVC SAP de 50mmØ	ml	96.00	11.33	1,087.68
04.01.15.06	Tubería Conduit EMT de 20mmØ	ml	963.00	13.23	12,740.49
04.01.15.07	Tubería Conduit EMT de 25mmØ	ml	276.00	15.39	4,247.64
04.01.15.08	Tubería Conduit EMT de 35mmØ	ml	33.00	21.01	693.33
04.01.15.09	Tubería Conduit EMT de 40mmØ	ml	9.00	22.70	204.34
04.01.15.10	Tubería Conduit EMT de 65mmØ	ml	42.00	57.18	2,401.56
04.01.15.11	Tubería Conduit EMT de 100mmØ	ml	6.00	65.36	392.16
04.01.16	SALIDAS DE CCTV - CAMARAS				
04.01.16.01	Salida tomacorriente para panel intrusion	pto	1.00	117.82	117.82
04.01.16.02	Salida para CCTV- Camara	pto	23.00	59.89	1,377.47
04.01.16.03	Salida para sensor de movimiento (pir)	pto	5.00	59.89	299.45
04.01.16.04	Salida para pulsador de salida	pto	2.00	59.89	119.78
04.01.16.05	Salida para lectora	pto	2.00	59.89	119.78
04.01.16.06	Salida para contacto magnetico	pto	2.00	59.89	119.78
04.01.16.07	Salida para contacto electromagnetico	pto	12.00	59.89	718.68
04.01.16.08	Salida para electroiman	pto	2.00	59.89	119.78
04.01.16.09	Salida para sirena	pto	2.00	59.89	119.78
04.01.16.10	Salida para DVR- (Solo Caja, Tubería)	pto	1.00	59.89	59.89
04.01.16.11	Salida para Panel Intrusion- (Solo Caja, Tubería)	pto	1.00	59.89	59.89
04.01.17	SISTEMA DE POZO PUESTA A TIERRA				
04.01.17.01	Elaboracion de Pozo Puesta a Tierra para TD-UPS, Estabilizado R _s 0hms	und	2.00	2328.00	4656
04.01.17.02	Cable desnudo de 1x70mm ² LSOH	ml	9.00	31.24	281
04.01.17.03	Pruebas Electricas (Incl. Protocolos, certificaciones del sistema)	glb	1.00	342.00	342
04.01.17.04	Winchado: colocacion de guia con alambre galvanizado en todos los circuitos	glob	1.00	243.00	243.00
	COSTO DIRECTO				SI. 180,791.59

Fuente: Elaboración propia

PRESUPUESTO GESTIONADO BIM

Tabla 12. Presupuesto gestionado – instalaciones sanitarias

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
Presupuesto: INSTALACIONES SANITARIAS <div style="float: right; text-align: right;">  </div>					
Obra: PLANTA AGROINDUSTRIAL – ETAPA 2					
Cliente: UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A.					
Fecha: MAYO DEL 2016					
5	INSTALACIONES SANITARIAS				
	SISTEMA DE DESAGUE				
05.01	TRABAJOS PRELIMINARES				
05.01.01	Trazo y Replanteo	ml	85.00	1.36	115.47
05.01.02	Excavacion y relleno de zanja(Compactado manual)	ml	55.00	37.90	2084.23
05.01.03	Empalme desague a red existente	gib	1.00	550.00	550.00
05.02	REDES DE DISTRIBUCIÓN TUBERIA PVC SAL				
05.02.01	Tubería de pvc sal. de 2"	ml	288.00	22.59	6507.07
05.02.02	Tubería de pvc sal. 3" para sumideros de techo metalico	ml	16.00	29.50	472.00
05.02.03	Tubería de pvc sal. de 4"	ml	92.50	30.95	2862.43
05.03	SALIDAS				
05.03.01	Salida de desagüe de 2"	pto	39.00	75.50	2944.66
05.03.02	Salida de desagüe de 3"	pto	1.00	107.00	107.00
05.03.03	Salida de desagüe de 4"	pto	20.00	94.38	1887.60
05.03.04	Salida de Ventilacion de 2"	pto	15.00	72.93	1093.95
05.04	ACCESORIOS				
05.04.01	Sumidero de bronce de 2"	und	24.00	37.18	892.32
05.04.02	Sumidero de bronce de 3" cobertura metalico	und	1.00	86.00	86.00
05.04.03	Sumidero de bronce de 4"	und	2.00	57.20	114.40
05.04.04	registro de bronce roscado de piso de 2"	und	2.00	37.18	74.36
05.04.05	registro de bronce roscado de piso de 4"	und	2.00	57.20	114.40
05.04.06	registro de bronce colgado de 4"	und	3.00	122.98	368.94
05.04.07	registro de bronce de 6"	Und	2.00	95.80	191.60
05.04.08	Sombrero de Ventilacion de 2"	und	3.00	24.31	72.93
05.04.09	sombrero de Ventilacion de 4"	und	2.00	30.03	60.06
05.05	SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO				
05.05.01	Tubería de pvc sal. 2"	ml	108.00	22.59	2,439.72
05.05.02	Salida de desagüe de 2"	pto	8.00	75.50	604.03
05.05.03	Reducción de dsague para equipo condensador	pto	8.00	89.00	712.00
05.06	CAJAS DE REJISTRO DE DESAGUE				
05.06.01	CAJAS DE REJISTRO DE DESAGUE 12"X 24"	Und	1.00	650.00	650.00
05.07	OTROS				
05.07.01	Colgadores para tubería pvc (desague)	und	39.00	31.46	1226.94
05.07.02	Abrazaderas para tubería pvc (desague)	und	10.00	25.03	250.25
05.08	PRUEBAS HIDRAULICAS				
05.08.01	Pruebas hidráulicas	gbl	1.00	360.00	360.00
05.09	SISTEMA DE AGUA FRÍA				
05.09	TRABAJOS PRELIMINARES				
05.09.01	Trazo y Replanteo	ml	48.00	1.36	65.21
05.09.02	Empalme agua red existente	gib	1.00	550.00	550.00
05.10	REDES DE DISTRIBUCIÓN TUBERIA PVC SAL				
05.10.01	Tubería de pvc clase 10 sp p/agua fría 3/4"	ml	11.00	22.67	249.32
05.10.02	Tubería de pvc clase 10 sp p/agua fría 1"	ml	16.00	25.38	406.12
05.10.03	Tubería de pvc clase 10 sp p/agua fría 1 1/2"	ml	12.00	31.89	382.67
05.10.04	Tubería de pvc clase 10 sp p/agua fría 2"	ml	6.00	44.33	265.98
05.11	SALIDAS				
05.11.01	Salidas de agua fría f°g° inc/tub/acces 1/2"	pto	6.00	75.79	454.74
05.11.02	Salidas de agua fría f°g° inc/tub/acces 1"	pto	8.00	137.28	1098.24
05.11.03	Salidas de agua fría f°g° inc/tub/acces 1 1/4"	pto	8.00	154.44	1235.52
05.12	VALVULAS				
05.12.01	Valvulas de esférica de bronce de 3/4" (cim pn-20)	und	2.00	138.57	277.13
05.12.02	Valvulas de esférica de bronce de 1 1/2" (cim pn-20)	und	2.00	340.34	680.68
05.13	PRUEBAS HIDRAULICAS				
05.13.01	Pruebas hidráulicas	gbl	1.00	480.00	480.00
05.14	INSTALACION DE APARATOS (SOLO MANO DE OBRA)				
05.14.01	Instalación de ovalin	und	6.00	95.00	570.00
05.14.02	Instalación de inodoro	und	5.00	75.00	375.00
05.14.03	Instalación de orinario	und	3.00	75.00	225.00
05.14.04	Instalación de Lavadero Acero Inoxidable	und	2.00	75.00	150.00
05.15	OTROS				
05.15.01	Colgadores para tuberías de agua	und	18.00	31.46	566.28
05.15.02	Abrazaderas de tuberías de agua	und	6.00	25.03	150.15
	COSTO DIRECTO				S/. 35,024.40

Fuente: Elaboración propia

Anexo VI: RFI

Tabla 13. Formato de solicitud de información



SOLICITUD DE INFORMACION (RFI)

CONSTRUCCION DE PLANTA AGROINDUSTRIAL - LURIN

N° RFI: 18	N° Rev.: 01	FECHA: 15 de Enero del 2015
N° PROY / CC.:	NOMBRE DE PROYECTO: Planta Agroindustrial Lurin	
N° CONTRATO:	NOMBRE DEL CONTRATO:	
UBICACIÓN / Área: Lurin / Oficina Técnica		
PARA: Ing. Guido Yutra Tejerina	DE: Ing. Rubén Bravo Félix / Ing. Richard Castañeda Ch / Ing. Carlos Mamaní E.	
EMPRESA: Universidad San Ignacio de Loyola	EMPRESA: GL CONSTRUCTORES S.A.C.	
PLANO(S) de REFERENCIA: Arquitectura Plantas	N° REV.: 00	
UBICACIÓN: Interior y fachada exterior		
<p>Según las especificaciones técnicas, describen que la pintura utilizada en los interiores son blancos más 4 blancos y en la fachada utilizar blanco ostra, en los planos se identifica que la fachada será con solaqueo caravista.</p> <p>Ing. Richard Castañeda Ch. GL CONSTRUCTORES S.A.C. INGENIERO RESIDENTE</p>		
MOTIVO DE SOLICITUD:	CONSULTA	
RESPUESTA REQUERIDA PARA EL DIA:	15 Enero del 2015	
IMPACTO: SI (X)	Tiempo/Costo: SI (X) NO ()	
CONTRATISTA: GL CONSTRUCTORES S.A.C.		FECHA: 15-01-2015

INFORMACION PARA EL CONTRATISTA

PARA:	DE:
EMPRESA:	EMPRESA:
INFORMACION SOLICITADA:	
RESPONDIDO / REVISADO POR:	
FECHA:	

Fuente: Elaboración propia

Anexo VII: PLANOS

INDICE DE PLANOS

	Lámina
Plano 1: As Built Arquitectura Planta primer piso	A-01
Plano 2: As Built Arquitectura Planta 2º piso - Elevaciones	A-02
Plano 3: As Built Estructuras – Cimentación - Detalles	E-03
Plano 4: As Built Estructuras – Encofrado 1º Piso	E-06
Plano 5: As Built Estructuras – Encofrado 2º Piso	E-07
Plano 6: As Built Instalaciones eléctricas Alumbrado 1º piso	IE-01
Plano 7: As Built Instalaciones eléctricas Alumbrado 2º piso	IE-02

Anexo VIII: CRONOGRAMAS DE OBRA

