



**Universidad Científica del Perú - UCP**  
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,  
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“PROPUESTA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y SU RELACIÓN CON EL  
AVANCE DE OBRA DE LA CARRETERA SAN LORENZO – RECREO,  
PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑÓN, DEPARTAMENTO DE LORETO”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**ASESOR:**

**M.Sc. Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta**

**AUTORES:**

**HUALLPA SALCEDO, Patricia del Pilar**

**CAMACHO GUERRA, Mhay Kelly**

**TARAPOTO – PERÚ  
2021**

# DEDICATORIA

A mi padre que confió en mi capacidad y me apoyó desde el primer día que decidí emprender este camino de estudiar ingeniería civil, que desde el cielo ahora sigue guiando mis pasos.

A mi madre y hermanos, quienes estuvieron conmigo dándome apoyo incondicional y fortaleza para seguir adelante a pesar de las adversidades y el vacío que deja la ausencia del mejor papá del mundo.

A los docentes de la universidad por brindarme los conocimientos requeridos para culminar con éxito la Carrera Profesional de Ingeniería Civil.

**Patricia del Pilar Huallpa Salcedo**

A mi madre, mi hermano, quienes me apoyaron en todo momento para culminar mis estudios.

A mi padre, que desde el cielo me guía para seguir adelante.

A toda mi familia que de una u otra manera estuvieron a mi lado brindándome su apoyo.

**Mhay Kelly Camacho Guerra**

# AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por darme el don de la vida, bendecirme y guiarme por el camino correcto.

A mi querido padre, por ser mi soporte, ahora mi ángel.

A mi mamá y hermanos por sus buenos consejos, por su apoyo y cariño incondicional.

A mi asesor por guiarme en este proceso de formulación y desarrollo de tesis, y por su esmero para culminar de manera exitosa.

## **Patricia del Pilar Huallpa Salcedo**

A Dios, por la vida y la salud por permitir culminar la carrera profesional de Ingeniería Civil.

A mi madre por ser el pilar más importante en todo este proceso, por su cariño y apoyo incondicional, por siempre inculcarme buenos valores para ser una mejor persona y profesional.

A los docentes, por sus conocimientos brindado durante el tiempo de estudio.

A nuestro asesor, por hacer todo lo necesario en el proceso de desarrollo de tesis.

A mi compañera de tesis por su apoyo incondicional.

**Mhay Kelly Camacho Guerra**

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

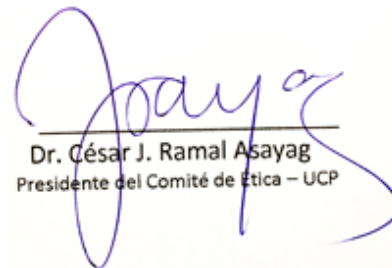
La Tesis titulada:

**"PROPUESTA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y SU RELACIÓN CON EL AVANCE DE OBRA DE LA CARRETERA SAN LORENZO – RECREO, PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑÓN, DEPARTAMENTO DE LORETO"**

De los alumnos: **HUALLPA SALCEDO PATRICIA DEL PILAR Y CAMACHO GUERRA MHAY KELLY**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **23% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 26 de abril del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag  
Presidente del Comité de Ética – UCP

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** UCP\_INGENIERIACIVIL\_2021\_TESIS\_PATRICIAHUALLPA\_MHAYCAMACHO (D102210438)  
**Submitted:** 4/19/2021 7:19:00 PM  
**Submitted By:** revision.antiplagio@ucp.edu.pe  
**Significance:** 23 %

### Sources included in the report:

MIGUEL.OLAYA.docx (D78657415)  
TESIS GEMA Y ANGELICA.docx (D78516676)  
MACEDO VALLADARES\_LIZZET INA - TESIS.pdf (D101652072)  
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/2438/769916T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>  
<https://ricuc.cl/index.php/ric/article/download/294/240>  
<http://ricuc.cl/index.php/ric/article/viewFile/360/302>  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625159/Toledo\\_PJ.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625159/Toledo_PJ.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

### Instances where selected sources appear:

36

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

### FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 052-2021-UCP-FCEI del 03 de febrero de 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- |                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| • Ing. Caleb Rios Vargas, M.Sc.       | Presidente |
| • Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc. | Miembro    |
| • Ing. Isaac Duhamel Castillo Chalco. | Miembro    |

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 18:00 horas del día 15 de mayo del 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“PROPUESTA DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y SU RELACIÓN CON EL AVANCE DE OBRA DE LA CARRETERA SAN LORENZO – RECREO, PROVINCIA DE DATEM DEL MARAÑÓN, DEPARTAMENTO DE LORETO”**.

Presentado por los sustentantes:

**PATRICIA DEL PILAR HUALLPA SALCEDO y MHAY KELLY  
CAMACHO GUERRA**

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: ABSUELTAS

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:  
La sustentación es: APROBADA POR MAYORÍA CON AL NOTA DE (14) CATORCE.  
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

# APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 15 de mayo a las 6:00 p.m. del 2021.



---

**M.Sc. Ing. CALEB RIOS VARGAS**  
PRESIDENTE DEL JURADO



---

**M.Sc. Ing. JOEL PADILLA MALDONADO**  
MIEMBRO DEL JURADO



---

**Ing. ISAAC DUHAMEL CASTILLO CHALCO**  
MIEMBRO DEL JURADO



---

**M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA**  
ASESOR

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>1</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>APROBACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>RESÚMEN.....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRAC .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>10</b>
1.1. INTRODUCCIÓN .....	10
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>12</b>
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	12
2.1.1.ANTECEDENTES INTERNACIONALES: .....	12
2.1.2.ANTECEDENTES NACIONALES: .....	15
2.1.3.ANTECEDENTES LOCALES: .....	17
2.2. BASES TEÓRICAS:.....	18
<b>CAPITULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>57</b>
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	57
3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	57
3.2.1.PROBLEMA GENERAL.....	58
3.2.2.PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	58
3.3. OBJETIVOS.....	58
3.3.1.OBJETIVO GENERAL.....	58
3.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	58
3.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	59
3.5. HIPÓTESIS.....	59
3.6. VARIABLES .....	59
3.6.1.VARIABLE INDEPENDIENTE .....	59
3.6.2.VARIABLE DEPENDIENTE .....	59
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA.....</b>	<b>60</b>
4.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	60
4.1.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	60
4.1.2.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	60
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	60
4.2.1.POBLACIÓN.....	60
4.2.2.MUESTRA .....	60



4.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	60
4.3.1.TÉCNICAS .....	60
4.3.2.INSTRUMENTOS .....	60
4.3.3.PROCEDIMIENTOS .....	60
4.4. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS	61
<b>CAPÍTULO V: RESULTADOS .....</b>	<b>62</b>
5.1. RESULTADOS.....	62
<b>CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>89</b>
6.1. CONCLUSIONES.....	89
6.2. RECOMENDACIONES .....	91
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>92</b>

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Proceso de Innovación en una empresa .....	20
Ilustración 2: Resumen de los factores que favorecen la introducción de Innovación Tecnológica .....	44
Ilustración 3: Método Lineal .....	45
Ilustración 4: Modelo de Innovación.....	45
Ilustración 5: Perfiles de Innovación .....	47
Ilustración 6: Beneficios de Lean Construction .....	49
Ilustración 7: Programa Maestro .....	49
Ilustración 8: Proceso Last Planner .....	50
Ilustración 9: Primordiales relaciones de la productividad .....	50
Ilustración 10: Organigrama infraestructura Vial .....	51
Ilustración 11: Modelo de Gestión de Calidad basados en procesos.....	52
Ilustración 12: Factores que afectan la productividad .....	53
Ilustración 13: Look Ahead Plan .....	53
Ilustración 14: Programación Semanal de Obra .....	54
Ilustración 15: Formato de Análisis de Restricciones.....	54
Ilustración 16: Curva de Producción Acumulado .....	66
Ilustración 17: Diagrama de Flechas.....	67
Ilustración 18: Diagrama .....	67
Ilustración 19: Beneficio del BIM en palabras puntuales.....	70
Ilustración 20: Método Toyota. Hawell-2010.....	72
Ilustración 21: Flujo Valor de Producción.....	72
Ilustración 22: Herramienta Lean Construction .....	74
Ilustración 23: Formación de Tareas en el proceso LPS .....	75
Ilustración 24: Esquema Lean Planner .....	76
Ilustración 25: Resumen de Lean Planner System .....	77
Ilustración 26: Fases y Técnicas de recolección de información .....	78
Ilustración 27: proceso constructivo.....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Principales Modelos de Innovación.....	46
Tabla 2: Modelo Teórico de Medición de Innovación en las construcciones .....	47
Tabla 3: Matriz Rací.....	52

# RESÚMEN

La innovación tecnológica ofrece un gran potencial como medio de progreso en la industria de la construcción. Este desarrollo es necesario para poder enfrentar la creciente complejidad de los proyectos de construcción actuales, el ambiente cada vez más competitivo del mercado de la construcción y la demanda de técnicas de construcción más eficientes, en términos de costo y tiempo. Este artículo revisa los principales conceptos - básicos de la innovación tecnológica, las oportunidades que ésta ofrece a la construcción y las principales tendencias de innovación tecnológica existentes en la construcción.

El estado actual del sector de la construcción peruano podría ser mejor aprovechado si se mostrara mayor interés en implementar un sistema de gestión en innovación, para cuidar los conocimientos adquiridos en campo, aplicarlos, normarlos, generar patentes, entre otros.

Finalmente, se presenta un modelo de innovación para el avance de obra teniendo en cuenta los programas que existe en el mercado adecuado al tipo de ejecución para así determinar y programar las metas establecidas para cada uno de las partidas.

**Palabras clave: Innovación Tecnológica, Mejora continua, Avance de Obra, Proyecto vial, Presupuesto de obra y Modelo de Investigación.**

## ABSTRACT

Technological innovation offers great potential as a means of progress in the construction industry. This development is necessary to be able to face the increasing complexity of current construction projects, the increasingly competitive environment of the construction market and the demand for more efficient construction techniques, in terms of cost and time. This article reviews the main basic concepts of technological innovation, the opportunities it offers to construction and the main trends in technological innovation in construction.

The current state of the Peruvian construction sector could be better exploited if greater interest is shown in implementing an innovation management system, to take care of the knowledge acquired in the field, apply it, regulate it, generate patents, among others.

Finally, an innovation model is presented for the progress of the work, taking into account the programs that exist in the market appropriate to the type of execution in order to determine and program the goals established for each of the items.

**Keywords: Technological Innovation, Continuous Improvement, Work Progress, Road Project, Work Budget and Research Model.**

# CAPÍTULO I

---

## 1.1. INTRODUCCIÓN

*“A menos que una empresa tenga la suerte de gozar de la cultura adecuada – cosa que pocas tienen– las iniciativas emprendedoras no van a surgir por sí solas dentro de las organizaciones. Es necesario fomentarlas y dirigir las de modo estratégico y deliberado. Para las empresas que buscan la creación de nuevos negocios, el proyecto tradicional, aislado y al margen de lo establecido ya no es la única opción”*

**(Wolcott y Lippitz, 2008)**

La construcción enfrenta varios desafíos hoy en día. Primero, la complejidad de los proyectos de construcción ha aumentado notoriamente, demandando mayores requerimientos técnicos y de calidad. Por otro lado, la competencia en los mercados de la construcción se ha incrementado significativamente, debido principalmente a variaciones temporales en la demanda por servicios de construcción y a la entrada de nuevos competidores en el mercado mundial.

La innovación tecnológica ofrece posibilidades concretas para enfrentar estos desafíos. Al igual que en otros ambientes, la industria de la construcción debe empezar a buscar e incorporar nuevas ideas, nuevos enfoques para llevar a cabo los proyectos de construcción, y dejar atrás su típico sistema tradicional. Muchas innovaciones tecnológicas que han sido desarrolladas en otras industrias pueden ser incorporadas adecuadamente a la construcción. También, muchas instituciones académicas, en especial en países desarrollados, están proponiendo nuevas técnicas y/o métodos y están investigando activamente para aumentar el conocimiento existente sobre la construcción.

El sector de la construcción es una actividad elemental tanto en el sector público como en el sector privado debido al gran dinamismo que estos

mantienen a través de la generación de empleos, es por esto que poseen una gran influencia en el desarrollo económico del país.

En el Perú la mayoría de las obras que se ejecutan siguen metodologías antiguas que a fecha actual representan alto riesgo en seguridad, calidad y especialmente económico, en vista que los recursos se invierten en procesos poco sofisticados y con escasas innovaciones debido a la falta de investigación y desarrollo tecnológico.

Es importante resaltar que mientras el Perú presente un bajo desempeño de la ciencia, tecnología e innovación tecnológica, el desarrollo social y económico, así como la sostenibilidad del sector de la construcción, serán altamente vulnerables, debido a factores internos, como externos, limitando las posibilidades de desarrollo del país a largo plazo. Es necesario, además, que se divulguen las diferentes oportunidades de negocios que la innovación tecnológica puede ofrecer, y que se planteen recomendaciones concretas para la innovación tecnológica en la construcción, en donde se enfatizen las ventajas que las empresas puedan obtener de las innovaciones, y el rol que éstas ocupan en el desarrollo del país.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

---

### 2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

#### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

Con referencia a nuestro tema de investigación, tenemos la Tesis de los autores: Ricardo Mauricio Alfaro López, Víctor Danilo Castro Rivera y Balmore Osmar Romero Laínez, titulada **“Propuesta de Gestión de Innovación Tecnológica para Mejorar la Competitividad de la Pequeña y Mediana Empresa Agroindustrial Dedicada al Procesamiento de Frutas y Hortalizas de El Salvador”**, de la Universidad de El Salvador, San Salvador, que llegan a las siguientes conclusiones:

La investigación, diagnóstico y propuesta de solución al problema de gestión innovación tecnológica de las PYMES agroindustriales de frutas y hortalizas de El Salvador, así como el análisis de todos los actores del proceso de innovación tecnológica que interactúan con las empresas en estudio, permite concluir lo siguiente:

- La globalización y la apertura de mercados representan para las PYMES de frutas y hortalizas, nuevos retos que hay que enfrentar, es así que estas PYMES deben buscar la forma de sobreponerse a esas condiciones y buscar ser competitivos en ese nuevo entorno.
- Del diagnóstico se conoció que el principal mercado meta de las PYMES es a nivel nacional con un 85% para el caso de la pequeña empresa y un 66% para el caso de la mediana, y siendo que su mercado es mayoritariamente nacional debería tener un contacto constante y directo con él para conocerlo mejor y saber de sus exigencias (como un insumo para innovar) pero lo que sucede es que las PYMES desatienden la opinión del consumidor final por lo que no cuentan con una referencia para introducir cambios en sus productos y procesos.



- Las principales actividades que realizan las PYMES son las de clasificación, limpieza y almacenamiento, en un 54.7%, lo cual es consecuente con el nivel de tecnología que manejan que principalmente es tradicional (no es compleja ni especializada).

También tenemos una Revista, de la autora: SANDRA CAMPAGNOLI, titulada **“INNOVACIÓN EN MÉTODOS DE PAVIMENTACIÓN: CASOS REGIONALES”**, de la Universidad de los Andes, Bogotá D.C., que detalla lo siguiente:

### **Sobre las llamadas innovaciones tecnológicas**

Con el interés que ha tomado la red terciaria dentro de los programas de desarrollo de la infraestructura en el país y de las acciones previstas para atender el posconflicto, los tratamientos superficiales, abandonados prácticamente en Colombia por una insólita decisión ministerial hace cerca de 10 años, vuelven a cobrar vigencia (Campagnoli, 2007).

Estas técnicas se han venido llamando innovaciones a pesar de que, en el país, estaban incluidas en las especificaciones que publicó en 1940 el entonces Ministerio de Obras Públicas – MOP y que en 1938 se registraban carreteras nacionales pavimentadas con tratamientos superficiales, (Sánchez, 1993). La división de Ingeniería de Materiales, también de este ministerio, publicó en 1969 un manual sobre tratamientos superficiales y el Distrito 4 del MOP, encargado de la conservación de las vías del Departamento de Boyacá, compartió en la primera reunión regional de Distritos organizada por la Dirección General de Conservación, las experiencias capitalizadas entre 1969 y 1972 en la ejecución de carpetas asfálticas por el sistema de riegos. También en esa época se contaba ya con experiencias en el uso de materiales no estándar (escorias) para la construcción de bases.

También tenemos una Tesis, del autor: OLAYA ROMERO, JOSE MIGUEL, titulada **“MODELO I+D+I – PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN Y EMPRESAS RELACIONADAS”**, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, que detalla lo siguiente:

Se hace énfasis en que el profesional de obra deberá obligarse a considerar la innovación tecnológica, no solo como un hito independiente concerniente con el proyecto, sino como una componente de los procesos que estén correspondidos a la innovación. Adicionalmente, deberá suponer necesario adiestrar a los trabajadores en la ejecución del proceso con la nueva tecnología. Habitualmente, este tipo de previsiones no sobrelleva un gasto superior y pueden evitar serios problemas en el proyecto.

Se deja proyectado que el avance de Lean Construction es cada vez más vertiginoso ya que está conteniendo todas las técnicas presentes que se conocen sobre la realización de los proyectos de construcción y debe estar en la delantera de estas indagaciones e innovar en el futuro de Lean Construction.

### 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES:

Además, tenemos una Tesis, de los autores: Almonacid Flores Kliver Luis, Navarro Luna Julissa Karen y Rodas Benites Isabel, titulada “**Propuesta de Metodología Para la Implementación de la Tecnología BIM en la Empresa Constructora E Inmobiliaria “IJ PROYECTA”**”, de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, que llegan a las siguientes conclusiones:

Se puede concluir que, para evitar reprocesos por cambios de diseño durante la ejecución de un proyecto, lo cual genera un impacto mayor en costos; se requiere la participación de los proyectistas, contratistas e ingenieros, en la etapa de diseño del proyecto lo cual llevará a la generación de cambios en el diseño en una etapa temprana, llegando así a obtener un diseño compatibilizado al finalizar el último hito de nuestra propuesta metodológica.

Se concluye que la inclusión de las sesiones ICE en la propuesta metodológica para la implementación del BIM en la empresa “IJ Proyecta”, genera una mejor comunicación entre especialidades e involucrados del proyecto, dando como resultado el enriquecimiento del modelo del proyecto.

Al enfocarse en un proyecto multidisciplinario durante la etapa de diseño, la visualización anticipada del proyecto, intercambio de información y colaboración entre especialidades a través de un modelo en el que se pre construye la edificación, el modelo toma un rol protagónico en el desarrollo del proyecto, ya que se convierte en una herramienta importante, no solo para identificar conflictos, sino para la revisión de criterios de diseño, análisis, constructibilidad, metrados y adecuada funcionabilidad entre las especialidades.

Tenemos una Tesis del Autor ANIKA PAOOLA MACELI SIMON, titulada **“INNOVACIÓN EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCION DEL PERU, ESTADO ACTUAL Y DIAGNOSTICO”** de la Universidad Politécnica de Valencia Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Canales Caminos y Puertos, que llegan a la siguiente conclusión:

- En primer lugar, la situación actual de la innovación en el Perú ha mejorado en los últimos 10 años, el país ha salido de la época de crisis en la que estuvo sumergida en la década de los 90, y ha logrado juntar capital para invertir en diversos proyectos necesarios para el desarrollo sostenible del país, una de las inversiones es destinada a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación, promoviendo esta actividad en las casas de estudios como fuente primaria de investigadores, esta inversión aún no se siente en el panorama, pues las brechas que se tienen al acceso de la educación por parte de la población de diferentes regiones es muy grande
- Los problemas que inhiben la innovación en el sector son principalmente debido a no percibir a la innovación como un elemento que mejoré la competitividad para empresas constructoras, o que genere nuevas vías de mercado gracias a sus aportes, esto debido a que el cliente no exige esta carga de innovación en sus proyectos, percibe a la innovación como un costo extra que el contratista querrá imputar dentro de sus gastos. Por parte de la empresa, los directivos encargados muchas veces ven cuestionado su rendimiento por metas económicas, plazos y con tal de asegurar que se cumplan escatiman en costos que no estén netamente ligados a la producción, viendo a la innovación como una pérdida o actividad innecesaria que puede o no agregar valor al producto final, pero que dicha incertidumbre genera gastos que no se puede permitir la empresa.
- La innovación en el sector de la construcción se desestima o pierde valor llegando a ser identificado como “variaciones mínimas de lo que

se conoce” a diferencia del resto de mercados donde las innovaciones son cosas novedosas y rentables. Parte de esta percepción se da por la forma de procesar los conocimientos en obra las “lecciones aprendidas” no son innovaciones, mientras que “innovar” genera muchas lecciones aprendidas, esta diferencia de concepto no es asimilada por la propia empresa y llegan a confundir los conceptos.

Además, tenemos una Tesis del Autor JHON WANDERLEY MARCILLA ROCA, titulada **“APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN, AGUSTINO, LIMA, 2017”**, considera lo siguiente:

- La gestión de la calidad influye en la aplicación del Lean Construction, ya que, para mejorar positivamente los porcentajes de cada tipo de trabajo se necesita una planificación, aseguramiento y un control de calidad.
- Finalmente se concluye que es sumamente necesario aplicar una gestión de calidad ya que permitirá un mejor control y seguimiento para todas las actividades, así mismo la herramienta de last planner tiene como posibilidad reducir la variabilidad y que se haga un poco más controlable, así mismo esta herramienta brindará una buena programación para cumplir a tiempo el proyecto.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES:**

Tenemos la tesis **“EL LEAN CONSTRUCTION Y LA GESTIÓN POR PROCESO EN ACONDICIONAMIENTO DE LA CARRETERA PICOTA – ALFONO UGARTE – SAN MARTIN 2015”**, indica lo siguiente:

Se concluye que existe una relación directa entre la filosofía Lean Construction y la gestión por proceso en acondicionamiento de la carretera Picota – Alfonso Ugarte – San Martín, y que de ser implementado dentro de los procesos influenciará en la mejora del procedimiento.

## **2.2. BASES TEÓRICAS:**

### **2.2.1. Generalidades**

La Innovación tecnológica, es algo nuevo, cambio en la forma de hacer las cosas, corresponde al dominio y utilización de los métodos de producción y del arte industrial o también la aplicación sistemática del conocimiento a tareas prácticas en la historia.

Las principales razones o incentivos que una empresa tiene por la innovación tecnológica son:

- a) Esta es una época de creciente competencia en todos los campos, lo cual será cada vez más fuerte en el futuro. La innovación tecnológica puede ofrecer la necesaria ventaja comparativa a una empresa, pudiendo llegar a ser un requerimiento básico de supervivencia en este ambiente tan competitivo.
- b) Es la única forma de mantenerse al día tecnológicamente, de estar preparado para manejar los cambios tecnológicos y para incorporar todo el potencial que ellos ofrecen.
- c) La innovación tecnológica busca obtener una mayor productividad, disminuir los costos y mejorar la productividad, objetivos de indudable atractivo para cualquier empresa.

### **2.2.2. Definición de Innovación Tecnológica en la Construcción**

Es conveniente empezar definiendo a qué nos referimos cuando hablamos de tecnología, innovación tecnológica en la construcción, y otros términos que se mencionarán con frecuencia en este proyecto de tesis, queremos enfatizar, además que estos términos deberán ser interiorizados por el profesional para asegurar la exitosa incorporación de nuevas tecnologías en su empresa. Tecnología de Construcción es la combinación de los métodos constructivos, los materiales y equipos, el personal, los procesos

constructivos, y las diferentes interrelaciones que definen la manera como se define como la primera vez que se usa tecnología dentro de una empresa constructora. Adicionalmente se puede definir innovación como el proceso de búsqueda, reconocimiento, e implementación de una nueva tecnología para mejorar la eficiencia de las funciones de una determinada empresa.

Por otra parte, el profesional deberá tener claro que aquellos hitos que pueden ser considerados como tal en otra, básicamente debido a que el desarrollo tecnológico de ambas puede haber alcanzado niveles completamente distintos.

### **2.2.3. Gestión de Innovación**

Las empresas actualmente intentan mejorar sus servicios y productos debido a la competencia nacional y global, buscan innovar sus procesos mediante estrategias de mercado que genere valor agregado y ventajas competitivas.

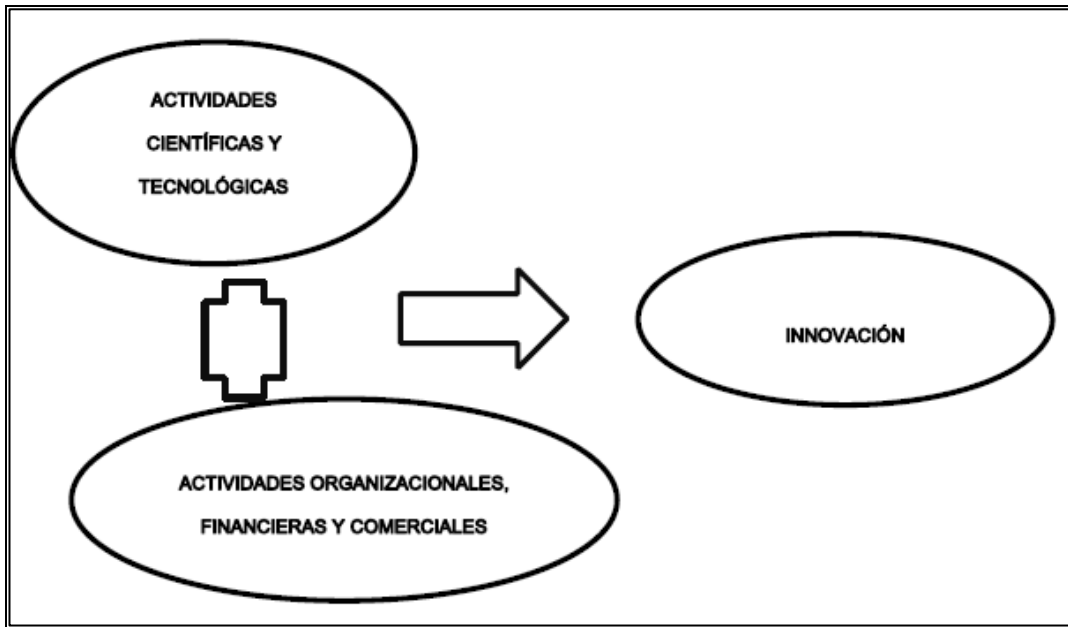
La Innovación se ha convertido en un recurso fundamental, sin embargo, para empresas de menor tamaño es sinónimo de confusión e inexperiencia.

Innovación es la aplicación de nuevas ideas en una empresa, adoptando nuevas tecnologías, procesos de gestión diferente, que permitan a las empresas crear progresivamente una brecha en el sector llevándolas hacia el camino de referentes global.

Para hacer una creación de valor a nivel económico y organizacional, resultante por la combinación de los factores de producción y del conocimiento, lo cual significa la personalización de un nuevo producto, servicio, método de producción y nuevas tecnologías. Se va diferenciar de la ciencia y tecnología, ya que algunos casos el agente impulsor de la innovación será el emprendedor, inicialmente en el cambio descriptivo y en otras la

organización empresarial establecida en la entrada de cambios sostenibles (Triana, 2017)

### Ilustración 1: Proceso de Innovación en una empresa



Fuente: (Martínez Méndez, 2014)

#### 2.2.4. Conceptos de la Innovación

Se definió la innovación como el esfuerzo necesario para crear cambio intencionado, enfocado en el cambio de una empresa ya sea económico o social (Drucker, 2002).

La "innovación" tiene muchas formas. Una distinción importante es si la innovación produce un mayor volumen de producción (es decir, Proceso de innovación), es una técnica de reducción de costos, o da una salida cualitativamente superior de un determinado Cantidad de recursos de insumos (es decir, innovación de producto). Por lo tanto, la innovación puede ser un destello de genio, o puede ser el uso innovador de las tecnologías existentes Tecnologías o procesos para satisfacer la nueva necesitar.



El problema no es la falta de nuevas ideas. Es el mal entendimiento del entorno que se requiere para que la innovación sea propicia. Es fracasar al momento de tratar de establecer un 'sistema eficaz para fomentar el éxito mediante Innovaciones y fomentar la explotación de nuevas ideas (Dulaimi, 1995).

En la UNE 166000 se define a la innovación como la actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o mejoras sustancialmente significativas de lo que ya existe. (AENOR, 2006).

### **2.2.5. Principios de la Innovación Tecnológica**

Varios principios que deben ser aplicados para una innovación tecnológica exitosa, compartidos por la mayoría de la gente, se discuten a continuación. Primero, la innovación tecnológica requiere el compromiso de la empresa. Esto implica creer en los beneficios potenciales de la innovación tecnológica, entenderlos e incorporarlos en la planificación de corto y largo plazo de la empresa. Esto puede ser considerado prácticamente como la primera innovación tecnológica de la empresa.

Segundo, se necesita una actitud positiva al interior de la empresa, lo que significa tener el apoyo y la participación de la jefatura de la empresa, estructurar la organización de la empresa de modo de favorecer la innovación tecnológica y proveer un ambiente creativo para el desarrollo de nuevas ideas o la aplicación innovadora de las actuales).

Tercero, la innovación tecnológica significa trabajo y esfuerzo, requiere ingenio, conocimiento y concentración. Es especializada, debe practicarse sistemáticamente y debe ser cuidadosamente planificada e implementada.

Cuarto, la innovación tecnológica incluye el análisis de fuentes de nuevas oportunidades con gran potencial (orientación oportunista),

debe buscar a los potenciales usuarios (enfoque de mercado), y debe considerar un enfoque de alternativas múltiples. Requiere también un horizonte de largo plazo para su evaluación.

#### **2.2.6. Problemas que enfrenta la Innovación Tecnológica**

Existen varios problemas y barreras que dificultan la innovación tecnológica. La más importante es la falta de apoyo de parte de la jefatura de la empresa debido a la no comprensión de esta o a la falta de participación en ella. Hay personas que piensan que la inversión en innovación tecnológica es una pérdida de dinero y de tiempo y por lo tanto debe ser minimizada. Ellos usan normalmente un horizonte de corto plazo para la evaluación de los beneficios económicos de potenciales innovaciones tecnológicas.

Otras personas están tan aisladas del área productiva de la empresa que no tienen la oportunidad de detectar posibles necesidades u oportunidades existentes de innovación tecnológica.

Las estructuras organizacionales inadecuadas y las barreras burocráticas tienen también un efecto negativo en la innovación tecnológica. Este aspecto es extremadamente crítico en la etapa de implementación de una innovación.

La selección de áreas de bajo potencial de innovación es también un problema bastante común. Generalmente, esto es debido a la no existencia del personal apropiado dentro de la empresa; a la poca cantidad de gente creativa e ingeniosa, o a la falta de experiencia de la empresa en nuevas áreas.

Otro problema es la pobre administración del proceso de implementación de las innovaciones y de la transferencia de conocimientos. Una innovación tecnológica no puede ser exitosa sino es rápida y apropiadamente trasladada a la práctica o

incorporada en un producto. Esta implementación exige tomar en cuenta los puntos de vista u opiniones del usuario, el entrenamiento del personal encargado de la implementación, el uso de técnicas de motivación e incentivos y contar con el personal apropiado. Otro aspecto que no debe descuidarse es el factor humano durante el proceso de implementación. La resistencia al cambio, el miedo a la pérdida de poder, el rechazo de productos, etc., son problemas típicos que deben ser pensados antes de llevar a cabo la implementación.

Algunas veces las empresas exageran su compromiso y dedicación a la innovación tecnológica sin tener cuidado de la organización como un todo. Este puede ser otro problema importante que resulta en un rendimiento decreciente de otras funciones o áreas de la organización. Es importante no olvidar el concepto de sistema y evitar la suboptimización.

### **2.2.7. Implementación de Innovaciones Tecnológicas**

Como se indicará previamente, la jefatura superior juega el rol más importante en lograr que la innovación tecnológica sea un éxito dentro de una empresa. Una de las decisiones más importantes que debe tomarse en cuenta, es el cambio en la forma en que la empresa está organizada y es dirigida, de modo que el proceso de innovación tecnológica sea eficiente y correctamente transformado en una aplicación práctica, sea esta un nuevo producto, la modificación de un producto, nuevos métodos o procesos, nuevas técnicas de administración, etc. Estas aplicaciones prácticas son la expresión final de la innovación tecnológica, y como tal su desempeño debe medirse usando el parámetro más adecuado. Los parámetros más comunes son: (a) la magnitud del progreso técnico obtenido de la inversión en tecnología y (b) el monto de las utilidades obtenidas a causa de dicho progreso.

La implementación de una innovación tecnológica debe considerar los siguientes importantes factores:

- a) Requiere una preparación y planificación meticulosa, y debe ser llevada a cabo en el mejor momento y lugar, de acuerdo con el tipo de innovación.
- b) La selección del personal para poner en práctica la innovación es una actividad crítica. El equipo de gente que coordina el estudio de innovación debe estar compuesto por: i) un patrocinador, quien provee los recursos necesarios; ii) un promotor, quien debe ser un buen vendedor y solucionador de problemas; iii) un administrador del proyecto, quién se preocupa de los detalles administrativos; y iv) un integrador, quien soluciona los conflictos de prioridades y moldea el grupo de trabajo a través del uso de herramientas de comunicación. Dado que estos son roles, no personas, un individuo puede tomar más de un rol, o varias personas pueden llevar a cabo una sola función, dependiendo de la magnitud e importancia de la innovación.
- c) Aquellas personas cuya aceptación de la innovación es crítica para su implementación, deben ser identificadas tempranamente, y se debe planificar cuidadosamente la forma de abordarlas. Las fuentes de rechazo o miedo a la innovación deben ser comprendidas y tomadas en cuenta en el curso de acción elegido. Una herramienta muy poderosa en este sentido son los incentivos, en especial los monetarios relacionados al desempeño.
- d) La transferencia de conocimientos debe ser planificada. Para que sea exitosa, es de vital importancia elegir líderes de opinión adecuados entre los usuarios. Frecuentemente estos líderes

son aquellos profesionalmente destacados y respetados por el resto del personal o usuarios.

- e) Conducir operaciones piloto para probar la factibilidad técnica de la innovación y como un modelo convincente de demostración. Para que sea convincente no puede haber fallas y el modelo debe ser comprendido claramente por todos los involucrados.

No olvidar que una innovación tecnológica raramente gana una aceptación automática de parte de todos, y que normalmente es objeto de críticas numerosas y variadas. Estas críticas deben aceptarse y analizarse cuidadosamente. Algunas veces una nueva innovación puede estar contenida en ellas.

#### **2.2.8. Necesidad de Innovación Tecnológica en la Construcción**

La industria de la construcción está cada día más preocupada de la necesidad de aumentar la productividad de los procesos de construcción. Es así como actualmente en nuestro país se están iniciando esfuerzos de investigación en esta área. Dado que la tecnología de construcción se define como el estado del arte en los métodos de construcción, procesos de construcción, equipos de construcción, materiales de construcción y finalmente la administración de estos elementos; entonces es lógico considerar a la innovación tecnológica como uno de los medios potenciales para aumentar la productividad en esta actividad.

Además del aumento de productividad, el aumento en las exigencias de calidad y la creciente complejidad de los proyectos de construcción llevan también a considerar la innovación tecnológica para lograr enfrentar con éxito dichos desafíos. Debido a esto, la necesidad de transformar a la construcción en una actividad más técnicamente eficiente aparece como preponderante.

La competencia en el mercado de la construcción ha llegado a ser muy fuerte debido, en parte, a variaciones cíclicas en el número de proyectos a construir, y en parte debido a la aparición constante de nuevos competidores. Este hecho, más otros factores hacen que sea muy importante para una empresa constructora el contar con una posición competitiva ventajosa. Como ya fuera mencionado, la innovación tecnológica podría permitir el logro de dicha posición.

Sin embargo, existen algunas condiciones que deben estar presente en una innovación tecnológica para que sea aceptada en la construcción. Estas son:

- a) Factibilidad técnica: tanto los recursos como la capacidad humana para aplicar conocimientos técnicos tienen que estar disponibles en la industria de la construcción. Esto implica la necesidad de capacitación y especialmente de reciclaje en los niveles profesionales a través de seminarios, cursos cortos, etc., que pongan al día los conocimientos técnicos de dichos niveles.
- b) Retorno económico: la industria de la construcción es altamente influenciada por las variaciones en la tasa de interés, las fluctuaciones de los ciclos de la construcción y los costos iniciales de los proyectos. La construcción estará dispuesta a introducir innovaciones sólo si éstas resultan en un aumento de las utilidades, una mayor eficiencia o una ventaja tangible en el mercado.
- c) Aceptación cultural e institucional: la tecnología a introducir debe estar de acuerdo, hasta cierto grado, con los estilos de trabajo y organización existentes. No se pueden realizar cambios excesivamente radicales en un lapso de tiempo reducido.

### **2.2.9. La Innovación Tecnológica y la Construcción**

Previo a tratar el tema de la innovación tecnológica en la construcción, es necesario revisar algunos aspectos importantes de la actividad de la construcción en relación a este tema.

Primero que nada, hay que comprender que la construcción es un proceso productivo que tiene como una de sus principales características el que es un proceso de producción adaptable. Es adaptable porque en cada ocasión, tanto el producto a ser construido, como el entorno que lo rodea, son significativamente diferentes en varios aspectos en relación a los proyectos anteriores. Es posible establecer que la construcción es una actividad dependiente del producto a construir, y orientada principalmente a los procesos de construcción.

Los productos que una empresa constructora ofrece son básicamente su capacidad técnica y su experiencia en construcción; es decir su tecnología constructora. La empresa provee un servicio a los mandantes o dueños que desean hacer de un proyecto, una realidad. Una empresa que comprende el potencial de la innovación tecnológica para mejorar su tecnología de construcción, estará en mejores condiciones para competir por proyectos en el mercado de la construcción.

Debido al importante rol que juega la experiencia en la construcción, la innovación tecnológica es en parte un proceso de aprendizaje que crece sobre sí mismo a partir de sistemas empíricos y de ensayo-error, y en parte se desarrolla a partir de la creatividad individual del personal de la construcción. Este último aspecto debe ser permanentemente incentivado.

La innovación tecnológica en la construcción puede ser llevada a cabo en tres diferentes niveles: a) a nivel empresa, b) a nivel de proyecto y c) al nivel operacional.

**Al nivel de empresa**, la innovación tecnológica debería centrarse en mejorar el desempeño de la empresa y su administración. El sistema de planificación y diseño de los proyectos también sería influenciado. Las actividades de apoyo a los proyectos tales como adquisiciones, ingeniería de proyecto, estimación de presupuestos, podrían también ser áreas importantes para innovar. Finalmente, las políticas generales de la empresa con respecto a la innovación tecnológica deben ser generados en este nivel.

**A nivel de proyecto**, cada proyecto es en sí un desafío para la innovación tecnológica. Aspectos claves en la innovación a nivel proyecto son la creatividad y la experiencia del personal. El equipo directivo del proyecto puede actuar como un equipo encargado de la innovación, por lo que su composición es muy importante. A este nivel el enfoque debe ser cómo llevar a cabo el proyecto en la forma más eficiente, tanto en el aspecto técnico como en su administración, siendo esta última un área que ofrece gran potencial de innovación. Finalmente, el proceso de implementación de las innovaciones en la práctica debe ser planificado y llevado a cabo en este y en el siguiente nivel.

**Al nivel operacional**, la innovación tecnológica debería enfocarse en el mejoramiento de las técnicas, métodos, herramientas y materiales usados en la construcción, de tal forma de que el proceso de producción en este nivel sea extremadamente productivo. Nuevamente, el área de administración ofrece un gran potencial de innovación.

Cada nivel debe tener su propio gestor, y es un principio básico el integrar a todos los participantes en el proceso de construcción que



tengan alguna influencia en cada nivel. Además, cada nivel debe ser convenientemente apoyado por los niveles superiores.

Cada nivel debe comunicar sus necesidades de innovación a los niveles superiores de modo que el proceso de innovación tecnológica sea orientado a la satisfacción de dichos requerimientos. Resumiendo, la administración y las herramientas de apoyo a la construcción son los objetivos relevantes de la innovación tecnológica. Es en dichas áreas donde se encuentra la capacidad técnica que una empresa constructora posee.

#### **2.2.10. Problemas de la Innovación en la Construcción**

A pesar del gran potencial que la construcción presenta para la innovación tecnológica, existen varios aspectos de la construcción que restringen este potencial. Estos son:

- a) Deficiente transferencia de conocimientos:** una de las tareas más difíciles que enfrenta la construcción es cerrar la brecha que existe entre los investigadores y los profesionales que trabajan en este campo. Es bastante común encontrar un gran contraste entre el deseo de los investigadores de desafiar las prácticas existentes y generar alternativas radicales desde una cierta posición de objetividad e imparcialidad y el deseo de las personas en la industria de cambios y transiciones suaves y paulatinas desde un estado a otro. Muchos productos útiles e innovadores pueden derivarse a partir de esfuerzos de investigación en el campo de la construcción, pero ellos tienen un valor muy reducido si no son usados o no son conocidos en la práctica. Es importante mencionar que en general las necesidades de la gente en la industria son ambiguas y asociadas a situaciones específicas y, por lo tanto, no siempre coinciden con los resultados de las investigaciones. Claramente este es un problema de comunicación e

integración. Existe la necesidad de contar con medios convenientes y aceptados para la divulgación de las investigaciones en progreso y también existe la necesidad de que los investigadores se contacten con los profesionales de la construcción e incorporen sus necesidades en los proyectos de investigación que llevan a cabo. En países como Estados Unidos existen instituciones que aúnan los esfuerzos del área académica y el área profesional para el desarrollo y avance tecnológico de la construcción. En nuestro país también podría activarse un mecanismo similar a través, por ejemplo, de la Cámara Chilena de la Construcción y las Universidades.

- b) Actitud y apoyo de la dirección:** no todas las empresas constructoras cuentan en su estructura organizacional con puestos tales como "Departamento de Estudios Técnicos" u otros similares, cuyo propósito principal es analizar los procesos, métodos, equipos, etc., para estudiar nuevas alternativas, e implementar posteriormente aquellas que se aprecian más apropiados. La falta de este tipo de posiciones limita considerablemente el proceso de innovación tecnológica y demuestra una falta de preocupación de parte de la dirección en este sentido. Otra consecuencia es que al nivel de proyecto y operacional, nada será hecho debido a que generalmente en estos niveles el personal está demasiado ocupado para dedicar tiempo a analizar los aspectos tecnológicos de la construcción, ni tampoco logran apreciar ningún beneficio asociado a dicha actividad. Otro caso es cuando estos roles existen en la organización, pero no tienen ningún apoyo para realizar su trabajo; no cuentan con los recursos necesarios, sus ideas no son tomadas en cuenta y no tienen ningún tipo de influencia o poder dentro de la organización.

- c) **Resistencia al cambio:** es bastante conocido que en general el personal de la construcción no mira con agrado ni acepta fácilmente los cambios que se proponen, a no ser que los beneficios puedan ser claramente evaluados por ellos. Una respuesta típica a la pregunta de por qué algo es hecha de una cierta forma es la de que siempre se ha hecho así hasta dicho momento. La tradición es muy fuerte en la construcción. Por lo tanto, es necesario destacar que ningún proceso de implementación de una innovación puede tener éxito si todos los que deben participar en este proceso no están de acuerdo con el cambio, incluyendo el personal supervisor de primera línea. Un plan de incentivos bien manejado puede ayudar enormemente en este aspecto.
- d) **Necesidades de innovación tecnológica no identificadas ni comunicadas:** muchas veces en la construcción las necesidades de innovación no son identificadas adecuadamente ni comunicadas apropiadamente. También, debido a la falta de una buena comunicación en terreno, muchas ideas u oportunidades de innovación se pierden al no ser conocidas. Nuevamente una forma de mejorar esta situación es a través de contar con una organización orientada hacia la innovación tecnológica y que provee los canales necesarios para comunicar las ideas innovadoras. El hecho de que en la construcción existen muchos y diversos participantes es otra barrera a la innovación. Personas diferentes piensan y actúan en forma diferente cuando enfrentan una cierta situación. Además, una innovación tecnológica bien pensada puede fracasar debido a las restricciones tecnológicas de participantes externos (vendedores, proveedores de equipos, etc.)

### **2.2.11. Implementación de Innovaciones Tecnológicas en la Construcción**

En la construcción, al igual que en la industria manufacturera, el proceso de implementación de las innovaciones tecnológicas es uno de los pasos más importantes. Los principales aspectos que deben ser considerados son:

- a) El proceso de implementación debe ser planificado y programado cuidadosamente. Una forma recomendada de abordar el problema es a través del uso de las interrogantes ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde? y ¿Quién?
- b) Obtener los recursos necesarios antes de comenzar. Muchas veces ha sucedido que procesos de implementación bien planificados han fallado debido a la falta de recursos.
- c) Los usuarios finales de la innovación deben ser integrados durante el análisis y la planificación, para obtener un compromiso por parte de ellos hacia la innovación tecnológica.
- d) La actitud del equipo implementador debe ser positiva. Nunca deben usar un estilo agresivo o tratar de imponer las cosas por la fuerza. Hay que recordar que es muy fácil hacer fracasar lo planificado. Por esta razón, es mejor usar incentivos para convencer.
- e) Siempre se debe comenzar con una innovación simple y pequeña para asegurar el éxito inicial, especialmente durante la etapa de demostración. Solucionar las dificultades antes de que sucedan frente a la gente que se desea convencer.
- f) No olvidarse del elemento humano, en especial aquellas personas que pueden tener temores de carácter personal o sentimientos negativos en relación al cambio.
- g) Mantener el apoyo hasta que la innovación haya sido plenamente aceptada y haya pasado a la categoría de rutina.

#### **2.2.12. Tendencias de la Innovación Tecnológica en la Construcción**

Hoy en día existen varias tendencias en la industria de la construcción y en las instituciones académicas en relación a la innovación tecnológica. La clasificación que se entrega a continuación fue derivada a partir del concepto básico que la construcción es fundamentalmente un proceso productivo.

#### **2.2.13. Innovaciones Relativas a la Administración del Proceso de Construcción**

La administración es sin duda alguna uno de los campos más importantes de innovación tecnológica en la construcción. En los años recientes una gran cantidad de trabajo se ha realizado con el propósito de comprender y modelar el proceso de administración de esta compleja actividad, e identificar y resolver sus principales problemas. Todavía queda mucho más por hacer. Las principales necesidades de innovación tecnológica se encuentran en áreas tales como: (a) estructuras organizacionales de empresas y proyectos de construcción, (b) comunicación en terreno y entre los distintos participantes en un proyecto, (c) sistemas de información y de apoyo a la gestión, (d) planificación y estimación y control de costos, (e) administración de la interacción entre los participantes de un proyecto y (f) integración de las ayudas y herramientas computacionales para la toma de decisiones y para otras funciones de la administración.

#### **2.2.14. Innovaciones Relativas a la Tecnología de Construcción**

Esta es otra área de un gran potencial de innovación. La elección del método de construcción que se va a usar en un proyecto es una decisión crítica que puede tener importantes consecuencias. La integración de la experiencia constructiva en la etapa de diseño y planificación de un proyecto es una de las áreas más recientes y de futuras innovaciones. Este tópico se conoce con el nombre de constructibilidad. Otros campos de desarrollo son la organización y

la secuencia del proceso de construcción, y los sistemas utilizados con este propósito. Métodos más eficientes de adquisiciones y compras y el creciente uso de componentes prefabricados y pre armados son tópicos que son objeto de estudio y análisis permanente. El uso de nuevas técnicas computacionales en estas áreas es también una fuente importante de cambio en la tecnología de construcción.

#### **2.2.15. Innovaciones en Herramientas, Materiales y Métodos**

Asociadas al desarrollo e introducción de nuevos materiales y productos de construcción, herramientas y equipos, y también, nuevos sistemas y métodos de construcción. Esta categoría de innovaciones tecnológicas ha sido siempre una práctica general en la industria de la construcción. El factor más importante que promueve este desarrollo sigue siendo la necesidad de reducir los costos y lograr una mejor utilización de los recursos.

#### **2.2.16. Innovaciones Relativas a la Integración de Sistemas Computacionales en la Construcción**

El creciente desarrollo y disponibilidad de nuevos sistemas computacionales, cada vez más baratos y con mayor capacidad, está influenciando significativamente todo tipo de actividad del ser humano hoy en día, y lo seguirá haciendo en mayor medida en el futuro. Con la integración de sistemas computacionales es posible avizorar muchas innovaciones en la construcción. Algunas de las herramientas que ofrecen posibilidades de desarrollo tecnológico en la construcción y que están disponibles hoy en día son:

- Diseño ayudado por computador en 2 y 3 dimensiones (CAD)
- Manufactura ayudada por computador (CAM)
- Comunicación ayudada por computador (CAC)
- Sistemas expertos basados en el conocimiento (KBES)

- Sistemas de información administrativos (MIS)
- Sistemas de apoyo a la gestión (DSS)

Estos sistemas computacionales pondrán a disposición de la industria de la construcción una amplia variedad de aplicaciones y usos, los cuales resultarán en importantes innovaciones tecnológicas en un futuro cercano.

### **2.2.17. Factores que Favorecen la Introducción de Innovaciones Tecnológicas**

#### **Factores y Oportunidades**

Se deberá considerar durante el proceso de selección y evaluación de cierta innovación tecnológica, que ésta no será necesariamente recomendable en todos los casos. La aplicación de productos o técnicas innovadoras implica un riesgo inherente al hecho que aquellas no han sido utilizadas previamente por la empresa constructora. Existen diversas ocasiones en donde podría ser más conveniente aplicar técnicas constructivas o productos que no representan el estado del arte en un determinado momento (el costo de la mano de obra podría ser extremadamente baja en un algún caso, por ejemplo). Las innovaciones, pese a que pueden ser muy prometedoras, tienen siempre una probabilidad (por pequeña que sea) de fracasar en la práctica. Por lo tanto, fuera de estudiar la innovación tecnológica propuesta, así como el efecto que tendrá ésta en el resto de las operaciones, es de vital importancia evaluar si los beneficios de aplicar técnicas innovadoras son suficientes para cubrir los riesgos que ésta representa. Por cierto, cada empresa tenderá a evaluar si es que está dispuesta a incorporar dichas innovaciones, dependiendo de su capacidad de asumir riesgos. Por otra parte, generalmente las innovaciones con mayor riesgo envuelto tenderán a generar mayores ganancias para la empresa. A continuación, se discuten circunstancias en las que es especialmente favorable incorporar innovaciones tecnológicas.

Nótese que los dos primeros están relacionados a factores que fuerzan a las empresas constructoras a que adopten las innovaciones, mientras que las dos últimas están más fuertemente ligadas a la visión que los empresarios puedan tener para ubicar y captar oportunidades que ofrece la innovación.

- **Innovación Tecnológica Relacionada a un requerimiento Técnico:** Existen circunstancias en las que se requiere necesariamente desarrollar una tecnología innovadora que reemplace a los sistemas constructivos convencionales, debido a que las leyes del estado o las condiciones físicas de construcción así lo exigen. El primer caso es típico de las nuevas reglamentaciones relacionadas a la protección del medio ambiente. Las regulaciones en este sentido son cada vez más restrictivas, y por lo tanto son de alguna manera una fuente de búsqueda de nuevas tecnologías. La construcción de proyectos completamente atípicos, generalmente, también plantea en mayor o menor grado el reto de la innovación al diseñador/constructor. En este último caso, sólo podrán participar en dichos proyectos las empresas constructoras que tengan la capacidad tecnológica para acondicionarse a las condiciones especificadas del proyecto. Por lo tanto, la capacidad de innovar creará un margen competitivo alto para la empresa, lo que probablemente le permitirá elevar los excedentes provenientes de la construcción del proyecto.
- **Innovación Tecnológica Relacionada a la Demanda Competitiva del Mercado:** En el caso que una determinada empresa constructora logre un margen competitivo apreciable debido al desarrollo de un método constructivo que deje atrás al resto de la competencia, o en el caso que una empresa logre ganar gran parte de un mercado debido a su constante innovación tecnológica, se generará gran atención del resto de



las empresas constructoras para aprovechar la ventaja tecnológica que posee dicha empresa. Por lo tanto, el resto de las empresas pondrán un esfuerzo particular en desarrollar tecnologías similares a la de la empresa con tecnología de punta para poder tener el mismo (o mayor) nivel de competitividad. Esta es una de las razones por las que las empresas innovadoras deben generar productos y técnicas novedosas de manera continua para poder mantenerse en el liderazgo.

- **Innovación Tecnológica Relacionada a Una Reducción de Costos y/o tiempo de Construcción:** Probablemente el caso más frecuente que impulsa la innovación tecnológica en la construcción es la reducción de tiempos y costos. Pese a que la innovación no es necesariamente requerida, el empresario con buena visión de oportunidad empresarial, determinará que dicha innovación generará una ventaja con respecto a su competencia. Este beneficio de la innovación está íntimamente relacionado con una mayor competitividad de las empresas. Como ya se ha mencionado, los mercados son cada vez más disputados, lo que hace que los márgenes de ganancia de las empresas que puedan subsistir a la competencia sean paulatinamente más reducidos. Ahora, adicionalmente a la competencia local aparece la competencia internacional, lo cual se vaticina va a ser incluso más grave con la incorporación de Chile al Nafta y a otros acuerdos internacionales. Pese a que algunas empresas constructoras están profundamente comprometidas en mejorar sus métodos constructivos a través de una continua búsqueda de métodos que les representen ahorros tanto en costos directos, así como en costos relacionados con la reducción de tiempos de construcción, muchas otras parecen estar esperando que las mejoras en sus empresas aparezcan por si solas, como si las innovaciones tecnológicas se produjesen por "generación espontánea".

- **Innovación Tecnológica Relacionada a Una Mejora en la Calidad y/o Reducción del Impacto al Medio Ambiente:** El concepto de calidad está creciendo rápidamente en nuestro medio, aunque lamentablemente a otro ritmo que el alcanzado en otros países con un mayor grado de desarrollo. El propietario de edificaciones es cada vez más exigente acerca de las características del inmueble que piensa comprar. Adicionalmente, la creciente competencia ofrece al comprador una extensa gama de posibilidades que le permite apreciar y escoger la calidad de construcción que más le parezca. Por lo tanto, el constructor no tiene demasiadas alternativas, más que adaptarse a los tiempos modernos, ofreciendo calidades constructivas más altas. Es probable que en muy poco tiempo aquellas empresas que no ofrezcan altas calidades de construcción irán quedando rezagadas hasta finalmente desaparecer. La velocidad en que esta situación se produzca, finalmente, depende básicamente de cómo se desarrolle el nivel de competencia en los próximos años. De manera similar, las empresas que mediante sus innovaciones tecnológicas ofrezcan una reducción en el impacto al medio ambiente que éstas produzcan, tanto durante la construcción de la edificación, así como durante la utilización del inmueble, irán lentamente abarcando la mayor parte del mercado. Un ejemplo claro de este punto es la búsqueda de la innovación tecnológica que resuelva total o parcialmente el problema del desperdicio de energía. Aquella empresa que genere un sistema constructivo que ofrezca un ahorro substancial de energía mediante una reducción en la cantidad necesaria de calefacción, podría entonces poseer una herramienta muy poderosa para que dicha empresa tome el liderazgo en la construcción de viviendas en Chile. Nuevamente, la innovación tecnológica se traduce en una oportunidad para lograr mayor competitividad en la construcción.

- **Clima de Innovación dentro de la Empresa:** La mayor parte de las innovaciones tecnológicas provienen desde adentro de la empresa. Adicionalmente, cuando se ubica y se trata de introducir una innovación, la adecuada adaptación de la tecnología dependerá en gran parte de los empleados de la empresa. Por lo tanto, desde todo punto de vista es necesario favorecer un clima que impulse el desarrollo y asimilación de tecnologías innovadoras. Si la gerencia de la empresa se encasilla en la utilización exclusiva de métodos constructivos altamente probados, ello cohibirá a los empleados para desarrollar y utilizar tecnologías innovadoras. Por otra parte, gerentes que utilizan y promueven el uso de técnicas y productos innovadores crearán un clima de mejora constante.

Para ello es necesario estar comprometido con el mejoramiento, dedicar los recursos necesarios para promover la innovación, promover autonomía de los empleados, y sobre todo tolerar los posibles errores que se puedan cometer.

- **Compromiso con el Mejoramiento Sostenido:** La participación de todos los integrantes de la empresa en el esfuerzo de la innovación tecnológica es fundamental. Para que la innovación se desarrolle y adapte a las características del país y de la empresa, y finalmente sea aplicada exitosamente, se requiere de un compromiso y entendimiento de lo que se pretende lograr con la innovación tecnológica. Es común encontrar profesionales de la construcción que no creen en el desarrollo tecnológico. En empresas en las que se encuentran estas situaciones, es muy poco probable que se pueda incorporar efectivamente mejoramientos tecnológicos.

Pese a que es necesario que todos los trabajadores de la empresa estén comprometidos con el cambio y la mejoría, es

fundamental que la plana gerencial lo esté. Ellos serán los motores propulsores del cambio. Si estos fallasen en el afán de innovación, el fracaso de esta iniciativa está prácticamente garantizado. Sin embargo, este compromiso con la innovación se ve frenado por muchos factores que son bastante frecuentes de encontrar en las empresas constructoras. El empresario de la construcción deberá convencerse que pequeñas inversiones en mejoramiento tecnológico en el presente, producirán ganancias en el futuro. En este sentido se deberá perder en cierto modo la visión cortoplacista, tan común en nuestro medio. En la experiencia de los autores del libro, es también frecuente encontrarse con empresas que han avanzado significativamente en algún desarrollo tecnológico, y que opinan que "ya hemos avanzado tan lejos como podemos avanzar". Esto no es cierto en la mayoría de los casos, y generalmente este sentimiento va de la mano con que los procesos de desarrollo parecen interminables para el profesional de la construcción que no está acostumbrado a llevar a cabo este tipo de desarrollo. Existen casos en los que se han invertido sumas considerables de dinero en investigación y desarrollo de un producto específico, para luego ser detenidos muy cerca a la aplicación real de las innovaciones desarrolladas. Generalmente, en estos casos otras empresas son las que finalmente se benefician del esfuerzo de la empresa innovadora. Este es un error táctico que se debe evitar. Otro punto de suma importancia es el hecho de erradicar el concepto de: "esto no ha sido desarrollado por nosotros, por lo tanto, no lo podemos usar". Tatum<sup>1</sup> plantea este punto de manera muy interesante, y recomienda que se aplique un esfuerzo importante en adoptar tecnologías innovadoras que estén siendo empleadas por otras empresas tanto en el medio local, así como internacionalmente.

- **Asignación de Recursos:** El profesional de la construcción deberá considerar que la innovación tecnológica tiene, en prácticamente todos los casos, un costo inicial. Este costo inicial, sin embargo, se ve completamente cubierto muy poco tiempo después, debido a la mayor eficiencia de los nuevos procesos o productos. Por lo tanto, el profesional comprometido con el cambio tiene que tener claro que deberá asignar ciertos recursos para el mejoramiento tecnológico de su empresa. Generalmente la mejor inversión, en cuanto a innovación tecnológica se refiere, es invertir en personal altamente capacitado. Esto se cumple desde los profesionales hasta los capataces y personal de obra en general. Aunque esto implique mayores costos a primera vista, generalmente estos costos adicionales se pagan rápidamente a través de una mayor productividad, y la generación continua de mejoras en los sistemas constructivos. Existen empresas constructoras en Chile que han invertido en capacitación de su personal, y en fomentar la proposición de ideas innovadoras a través de diferentes mecanismos, con resultados excelentes.

#### **2.2.18. Crecimiento económico y situación de la Innovación en el Perú**

En la última década, el Perú sobresalió como una de las economías que tuvo rápido crecimiento en la región, con una tasa de crecimiento anual promedio de 5.9 por ciento en un entorno de baja inflación. El contexto es que el país se ha manejado es estable externamente y favorable.

#### **2.2.19. Condiciones que favorecen la utilización de tecnologías innovadoras**

El contexto socio económico que atraviesa el Perú en la actualidad presenta diversas condiciones favorables para el desarrollo, adaptación e introducción de tecnologías innovadoras en el sector

de la construcción, la existencia en otros países de tecnología de construcción más avanzada que la que se utiliza en la actualidad en la mayoría de los proyectos locales, entre otros, han crecido un clima adecuado para la introducción de tecnologías innovadoras en la industria de la construcción.

Para que una innovación tecnológica se produzca, es obviamente necesario que exista dicha tecnología, en el caso de la construcción en nuestro medio, este punto no es un problema mayor, la industria de la construcción del Perú, así como de muchos otros países, se caracteriza por su bajo nivel de tecnología.

Existen una gran cantidad de fuentes de innovación tecnológica para las empresas constructoras, disponibles en el mercado y que generalmente no implican cambios significativos en los procesos constructivos que se emplean en la actualidad. A diferencia de otras industrias, en donde las nuevas tecnologías son asimiladas con mayor facilidad y por ende es mas complicado encontrar innovaciones tecnológicas que pueden generar un margen competitivo, en la construcción se puede encontrar en la actualidad un sin número de oportunidades para que las empresas puedan diferenciarse rápidamente de la competencia mediante la incorporación de nuevas tecnologías.

#### **2.2.20. Nuevas oportunidades en la Industria de la Construcción en Perú**

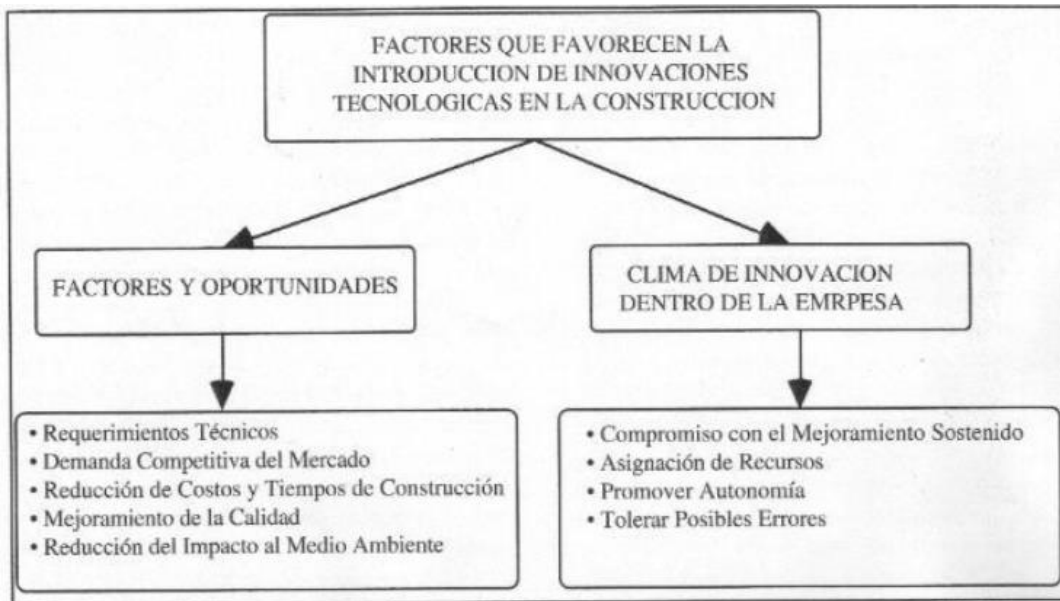
Existen diversas condiciones actualmente en el Perú, con respecto a la captación de tecnologías innovadoras, que han abierto una serie de oportunidades y el creciente desarrollo de las comunicaciones permiten la facilidad de acceder a las tecnologías. Por lo tanto, el empresario innovador tiene en la actualidad diversas fuentes para ubicar oportunidades de negocio a través de la innovación tecnológica como una búsqueda sistemática y creativa de oportunidades de negocio.

El mecanismo más sencillo de innovación tecnológica es la adopción de tecnologías ya existentes las que han sido desarrolladas en otros países, el profesional debe tener, por lo general, una mentalidad permeable a cambios y mejoramientos continuos, ya que ciertos materiales y técnicas que fueron los más eficientes en un determinado momento, pueden no ser tan eficientes en la actualidad, el ejemplo muy claro son los costos de construcción relacionados al incremento en el costo de mano de obra, lo que hace que ciertas herramientas o métodos reduzcan la intensidad de utilización de mano de obra, comiencen hacer más atractivos bajo determinadas circunstancias.

#### **2.2.21. Innovación Tecnológicas relacionada a un requerimiento técnico**

Existen circunstancias en las se requiere necesariamente desarrollar una tecnología innovadora que reemplace a los sistemas constructivos convencionales, debido a que las leyes del estado o las condiciones físicas construcción así lo exigen. La construcción de proyectos completamente atípicos, en los últimos casos solo podrán participar en dichos proyectos las empresas constructoras que tengan la capacidad tecnológica para acondicionarse a las condiciones especificadas del proyecto. Por lo tanto, la capacidad de innovar creará un margen competitivo alto para la empresa, lo que probablemente le permitirá elevar los excedentes provenientes de la construcción del proyecto.

**Ilustración 2: Resumen de los factores que favorecen la introducción de Innovación Tecnológica**



### **2.2.22. Modelos de Innovación**

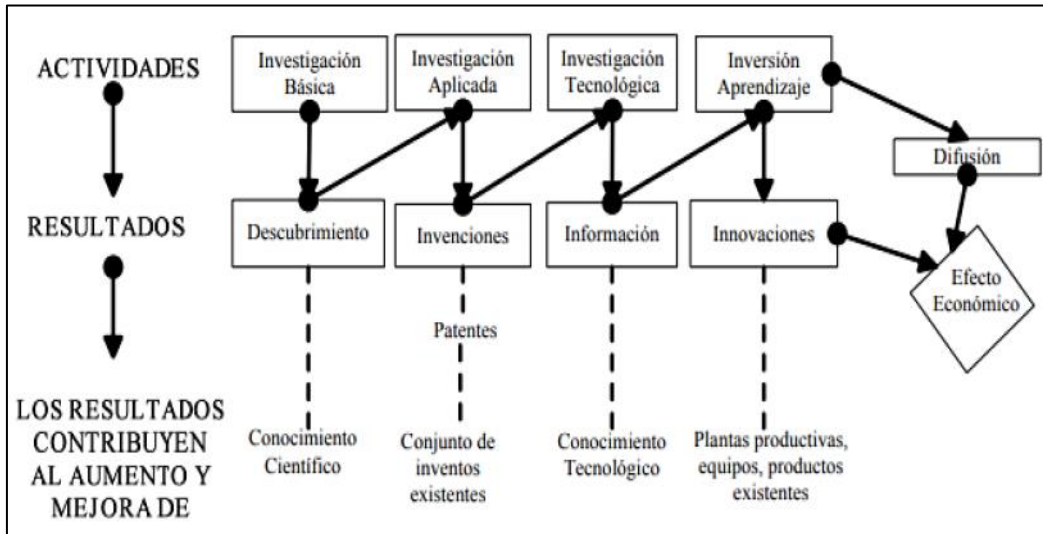
Los modelos constituyen un grupo de etapas industriales, técnicas y comerciales primordiales para establecer con éxito primicias en el mercado. A continuación, se describe de forma puntual los modelos de innovación:

#### **Modelo Lineal**

El modelo lineal comprende varias etapas, mismas que se toman en consideraciones habitualmente al comienzo del proceso innovador. Se empieza con básica investigación.

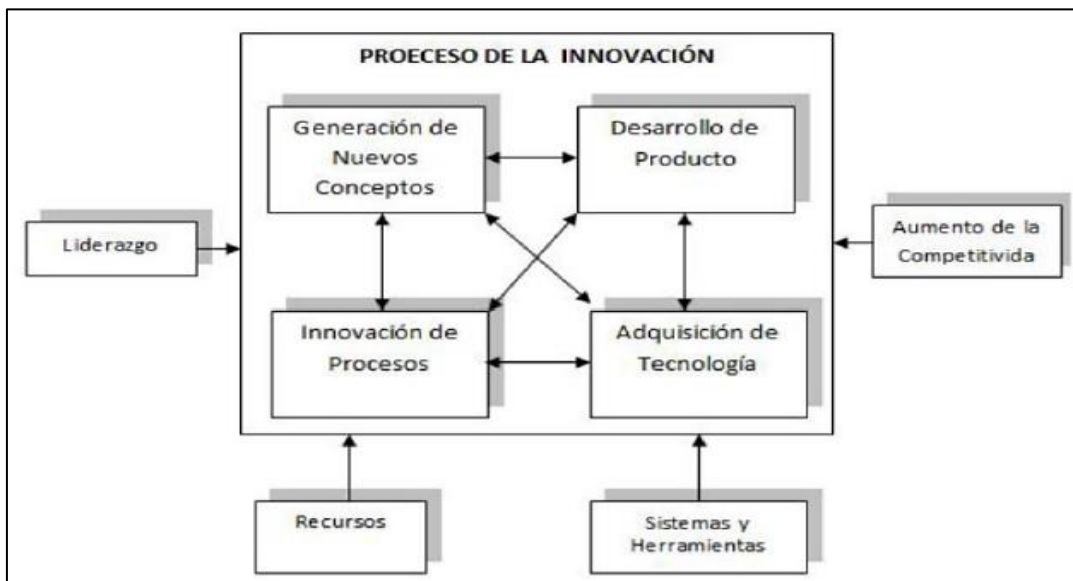


**Ilustración 3: Método Lineal**



Fuente: (Rosegger 1980)

**Ilustración 4: Modelo de Innovación**



Fuente: (Escorsa Castells & Valls Pasaola, 2005)

**Tabla 1: Principales Modelos de Innovación**

<b>Modelo</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Principales Limitaciones</b>
Modelos Lineales	Modelos simples y ordenados que exponen el proceso innovador.	Conciben la innovación como un proceso lineal falto de retroalimentación. Proponen una sola fuente de innovación. Continúa con la concepción de la innovación como un proceso secuencial.
Modelos por Etapas	Proponen fuentes mixtas de innovación	No hacen referencia a procesos de retroalimentación. No contemplan solapamientos o superposiciones.
Modelos Interactivos o Mixtos	Importancia a los procesos de retroalimentación. Destaca la interacción entre capacidades tecnológicas y necesidades del mercado. La fuente de innovación puede estar en cualquier lugar de la cadena de valor.	Excesivo uso de retroalimentaciones que retrasan la toma de decisiones. Proceso innovador muy largo.
Modelos Integrados	Contempla la innovación basada en tiempo. Da cabida a la innovación mediante procesos ocultos o simultáneos.	No contempla factores externos en el proceso innovador.
Modelos en Red	Contempla factores internos y externos en el proceso de innovación Da importancia al concepto de conocimiento. Incluye el uso de herramientas tecnológicas como mecanismo para formar la red.	Se evidencia un proceso de innovación de carácter general. No contempla el análisis estructural.

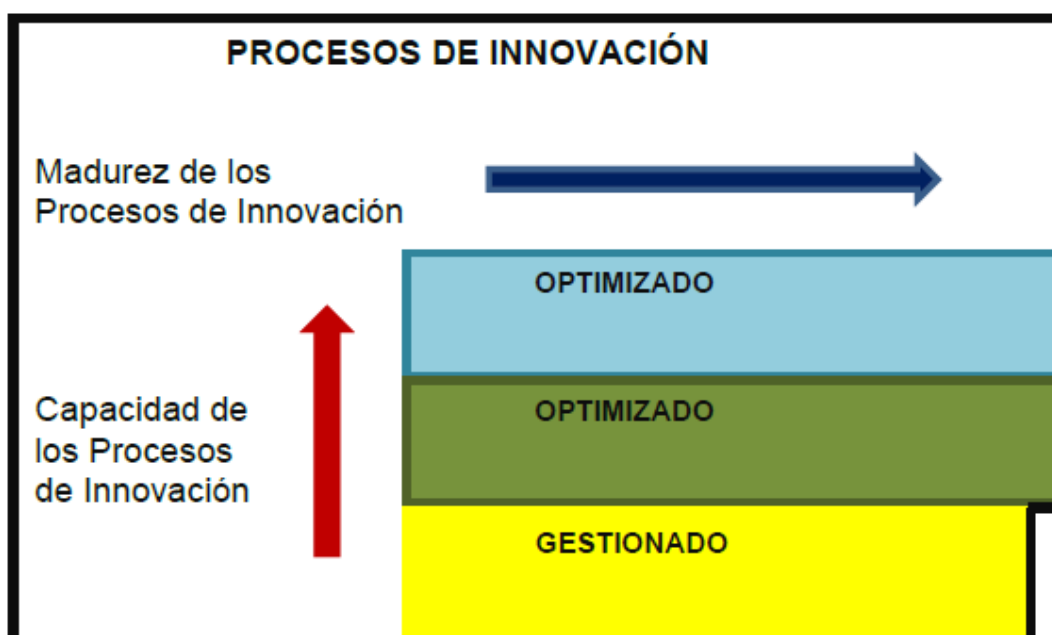
Fuente: (Encinas, López, Nuño de la Parra, & Pico, 2018)

**Tabla 2: Modelo Teórico de Medición de Innovación en las construcciones**

Variable	Dimensión	Indicador
Gestión de Innovación	Diseño	Reconocimientos y premios
		Flexibilidad en el diseño
		Sostenibilidad ambiental
		Valor estético
	Prácticas de proyectos	Gestión de valor
		Ingeniería del valor
		Costo de Ciclo de Vida
		Examen de constructibilidad
	Uso de tecnologías de vanguardia	Construcción sostenible
		Gestión de la calidad
		Técnicas de diseño arquitectónico
		Sistema de adquisiciones
		Herramientas de monitoreo
		Productos de alta tecnología
		Técnicas de construcción
		Eco-eficiencia
		Uso de las TIC

Fuente: Adaptado de Rendina, 2019

**Ilustración 5: Perfiles de Innovación**



Fuente: (Kival y otros, 2015)

### **2.2.23. Diagnóstico de Innovación con el programa Lean Construction en Procesos de Infraestructura vial**

Para conocer la manera como las empresas dedicadas a la construcción vial gestionan sus procesos productivos bajo el enfoque de Lean Construction, se analizaron las encuestas que fueron aplicadas con los gerentes o directores de obra sobre las herramientas de mejora continua que se integran desde el direccionamiento, la planificación y el control de obra. Dentro de las técnicas y herramientas del Lean Construction.

También, se tuvo en cuenta a Koskela (1992), quien resalta el logro del éxito en las empresas constructoras por medio de la reducción de las actividades que no generan valor y la simplificación de los procesos o etapas productivas; sumado a los principios de Brioso (2015), que propone el uso de mecanismos más sofisticados y apoyados en el uso de software para lograr mayor flexibilidad y estandarización de los procesos, utilizar el enfoque de control, hacer uso de la gestión visual para el control operativo, la validación en etapas programadas, la toma de decisiones por consenso y establecer alianzas estratégicas o redes de apoyo.

“Lean Construction es una filosofía encauzada a la mejora en la dirección de la producción en contribución a su meta primordial es la reducción o supresión de labores que no añaden valor en la obra y además busca la optimización de actividades que favorezcan a la obtención de este valor agregado en la producción, para conseguir este objetivo se enfoca fundamentalmente en la creación de herramientas específicas que se aplican en el proceso de ejecución del proyecto y que buscan minimizar los residuos”.

Los beneficios del programa:

**Ilustración 6: Beneficios de Lean Construction**

Informe sobre el estado de Lean en la Construcción en EE.UU. (2012)	Informe de McGraw Hill Construction sobre la aplicación de Lean Construction (2013)
Mejor cumplimiento del presupuesto	Mayor calidad en la construcción
Mejor número de cambio de órdenes y pedidos	Mayor satisfacción del cliente
Rendimiento más alto de entregas a tiempo	Mayor productividad
Menor número de accidentes	Mejora de la seguridad
Menor número de demandas y reclamaciones	Reducción de plazos de entrega
Mayor entrega de valor al cliente	Mayor beneficio y reducción de costos
Mayor grado de colaboración	Mejor gestión del riesgo

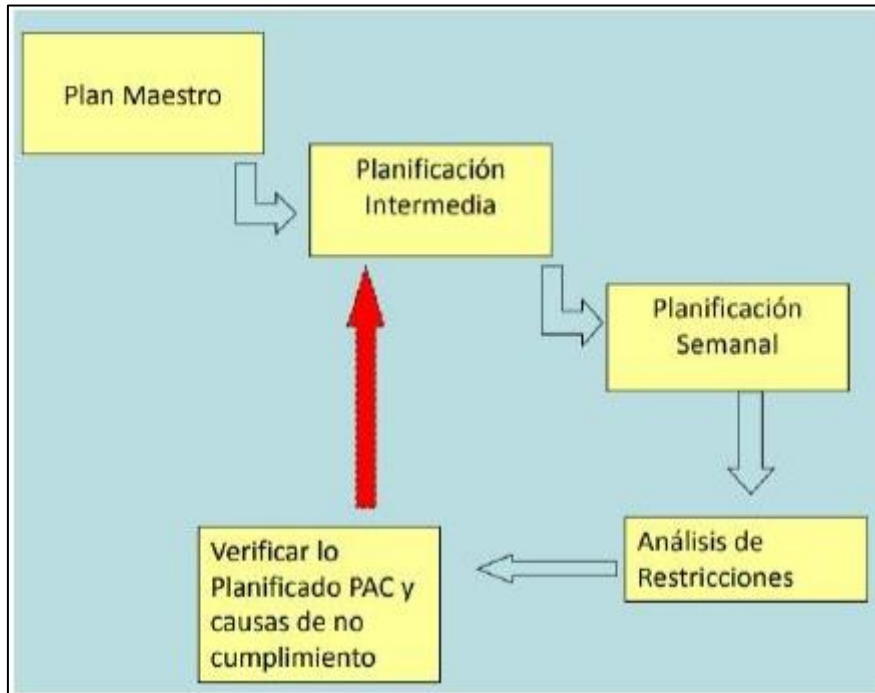
Fuente: (Pons, 2014, p.31)

**Ilustración 7: Programa Maestro**



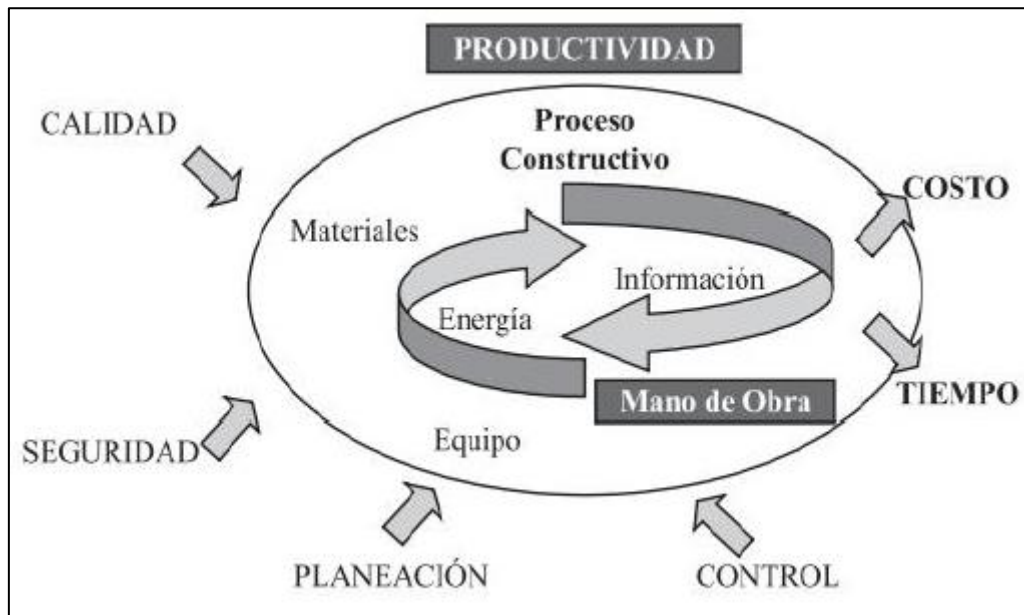
Fuente: (Pons, 2014, p.36)

**Ilustración 8: Proceso Last Planner**



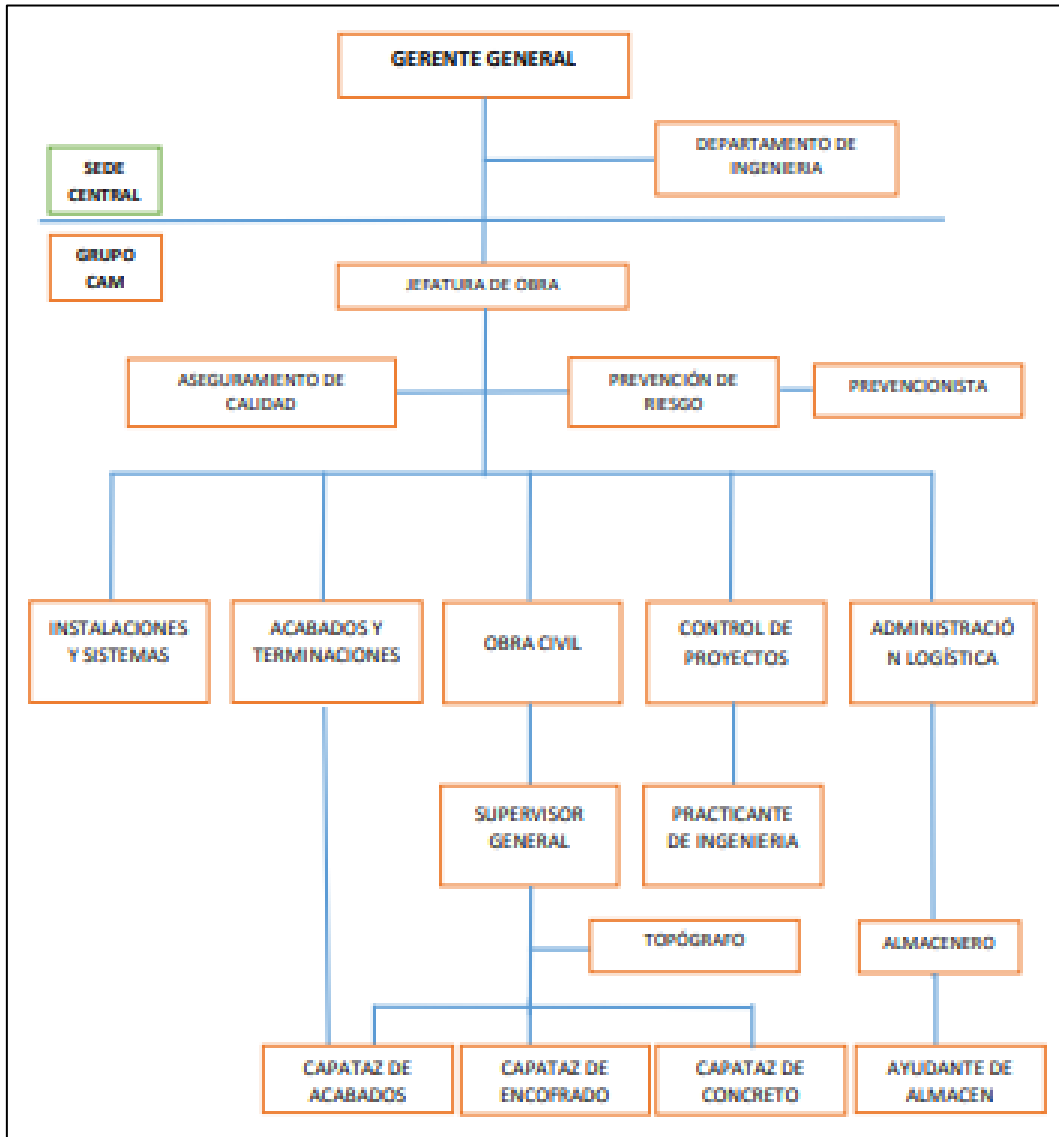
Fuente: Proceso (Botero, 2004)

**Ilustración 9: Primordiales relaciones de la productividad**



Fuente: Proceso (Botero, 2004)

**Ilustración 10: Organigrama Infraestructura Vial**



Fuente: Elaboración Propia

Esta técnica reconoce los requisitos y estándares para el proyecto y todos los entregables que se realizarán, permitiendo conocer cómo se aprobará el cumplimiento del proyecto. El beneficio principal de planificar la calidad permite identificar como se gestionará y aprobará la calidad durante el proyecto.

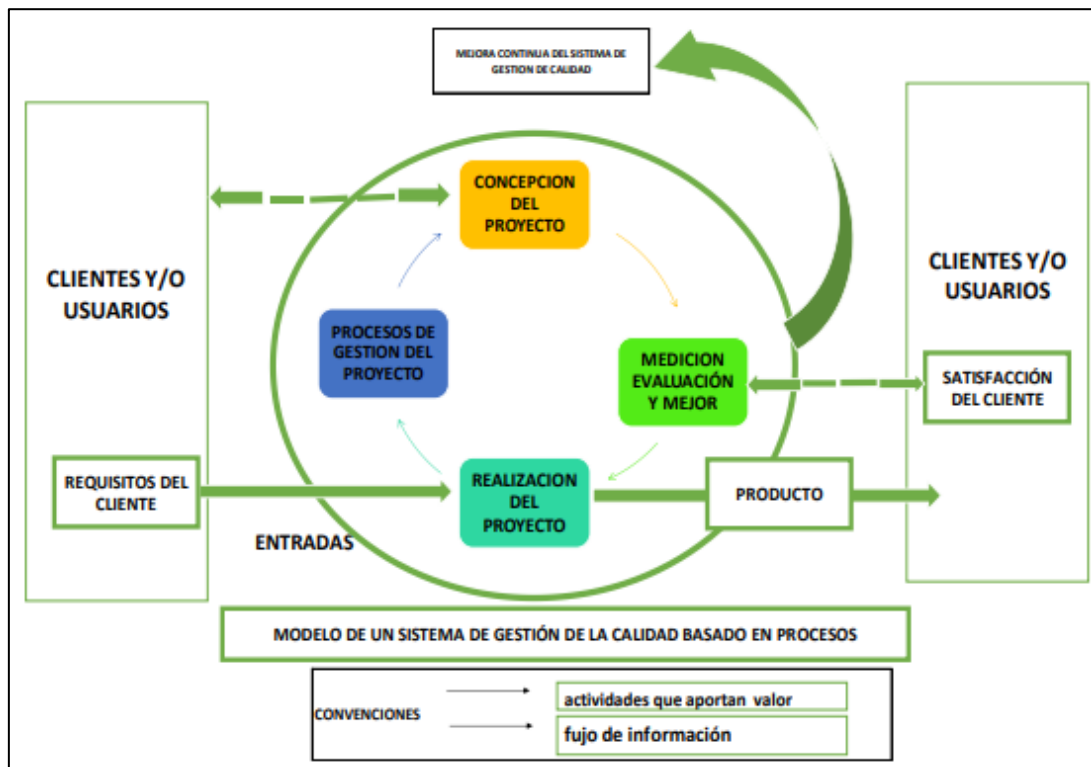
“El organigrama es aquella parte del plan de estructuración de la empresa que contiene los puestos que solo varían algunas veces.

Tabla 3: Matriz Rací

MATRIZ DE ROLES Y RESPONSABILIDADES		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">R RESPONSABLE</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">C CONSULTADO</div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 5px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">A APROBADOR</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">I INFORMADO</div> </div>									
		PERSONA 1	PERSONA 2	PERSONA 3	PERSONA 4	PERSONA 5	PERSONA 6	PERSONA 7	PERSONA 8	PERSONA 9	PERSONA 10
1.00	GERENCIA GENERAL										
2.00	Jefe de Obra										
3.00	Jefe de Campo										
4.00	Administrador de Obra										
5.00	Jefe de Seguridad										
6.00	Sup.de Seguridad										
7.00	Maestro de Obra y Capataces										
8.00	operario										
9.00	oficial										
10.00	peon										

Fuente: Elaboración Propia

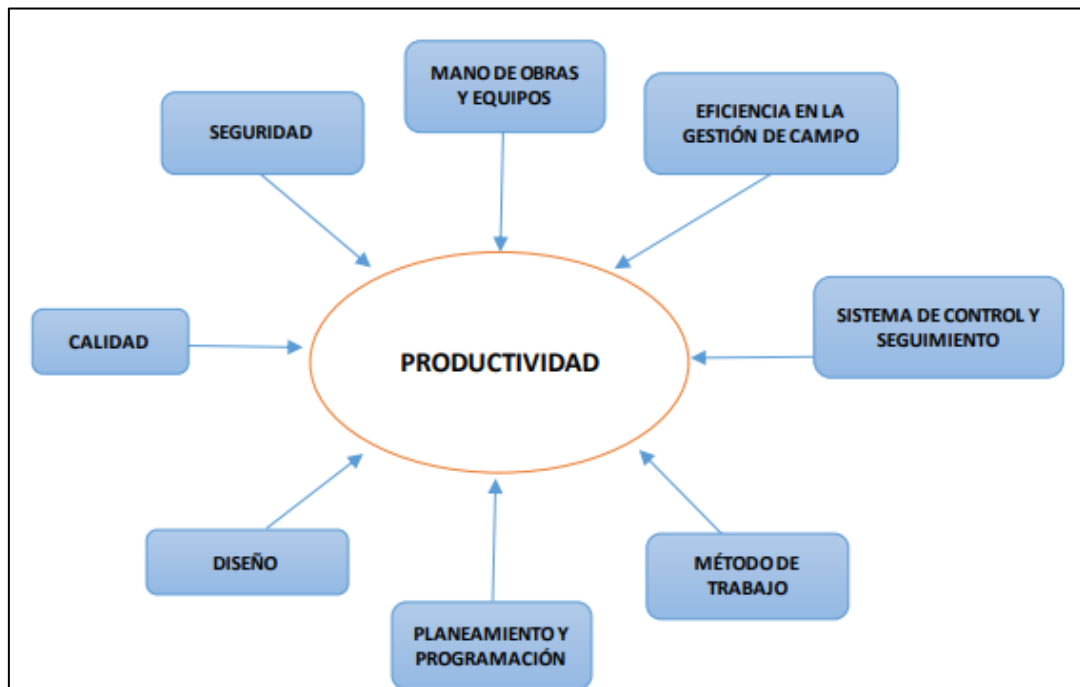
Ilustración 11: Modelo de Gestión de Calidad basados en procesos



Fuente: Elaboración Propia



**Ilustración 12: Factores que afectan la productividad**



Fuente: Elaboración Propia

**Ilustración 13: Look Ahead Plan**

LOOKAHEAD/ANÁLISIS DE RESTRICCIONES/RECURSOS																															
CODIGO DEL PROYECTO	ÁREA/OPTO										FECHA																				
NOMBRE DEL PROYECTO	CLIENTE										UBICACIÓN																				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4							SEMANA 5									
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D			
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			

Fuente: Elaboración Propia

El Look Ahead plan se desarrolla en corto tiempo basado en la programación maestra, que reconoce todas las actividades que serán elaboradas en las próximas. El look Ahead plan es actualizado cada semana.



#### **2.2.24. Porque planificar un proyecto de construcción**

La construcción de proyectos de infraestructura vial tiene la singular particularidad de involucrar distintas empresas subcontratadas, con las cuales se tiene que manejar una buena comunicación. En las dos vías se sincroniza de la mejor manera, ya que cada persona tiene diferentes perspectivas, formas y gustos de ver las cosas. Es también importante que los tiempos se manejen bien entre todos los involucrados en el proyecto de construcción, ya que muchos subcontratistas dependen de que se termine el trabajo de otros para empezar a trabajar. Por ello debe existir un incumplimiento con las fechas de entrega se pueda provocar un atraso en la entrega del proyecto.

Por esta y otras razones se debe tener una persona que se encargue de sincronizar a todos los subcontratistas y de especificarle a cada uno lo requerido y lo esperado de ellos. Así de cómo deben hacer los trabajos para no tener problemas en la ejecución del proyecto. Los materiales que se usan en la construcción son insumos que se tienen que tomar en cuenta en la planificación, ya que estos son esenciales para trabajar.

Se debe programar para que estén en obra cuando se necesiten en las cantidades necesarias. Para esto se deben de medir los tiempos de pedidos, fabricación y traslado de los materiales e insumos a la obra para saber en qué fecha se deben solicitar al proveedor. Además, se debe mantener un inventario completo de los materiales que existen en obra y compararlo con las cantidades pendientes de pedir.

#### **2.2.25. Programación de proyectos y técnicas de planificación**

Para ejecutar es necesario elaborar un plan para programar y controlar toda la obra. Partiendo de aquí se puede entender como planear la formulación de un curso de acción que sirva de guía para la realización del proyecto. El gerente del proyecto debe elaborar

un plan de trabajo escrito en el que se identifique el trabajo que necesita hacerse, quién va a hacerlo, cuándo debe hacerse y cómo debe hacerse y bajo qué costos.

Además, es necesario conocer las condiciones de las vías de comunicación. Estas son: las condiciones climáticas, los posibles centros de obtención de materiales, la mejor forma de obtener la mano de obra, los medios de transporte presentes en el lugar entre otros factores. Los recursos y factores externos del proyecto.

Es importante determinar, en este plan, los eventos relevantes, así como las posibles restricciones y limitaciones que pudieran presentarse durante el desarrollo del proyecto. Esto que, si se tiene perfectamente identificado, el gerente del proyecto podrá tomar las decisiones a tiempo y solucionar en forma óptima los problemas que se susciten.

Además de identificar los procesos constructivos de difícil ejecución. Tanto la planeación como la programación de una obra se realizan antes de comenzar el proyecto. Estas son herramientas importantes para controlar el mismo.

#### **2.2.26. Definición de actividades**

Es el conjunto de acciones que se llevan a cabo para cumplir las metas de un programa o subprograma de operaciones. Consiste en la ejecución de ciertos procesos o tareas. Esto mediante la utilización de los recursos humanos, materiales, técnicos y financieros asignados a la actividad con un costo determinado. Quedando a cargo de una entidad administrativa de nivel intermedio o bajo. La actividad es la acción presupuestaria de mínimo nivel e indivisible a los propósitos de la asignación formal de recursos.

## **CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

---

### **3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El problema primordial es el hecho que no exista una estrategia de innovación para el desarrollo y el avance de obra, en el cual tiene que facilitar grandes beneficios para la empresa en base a una innovación tecnológica y a los programas que facilitan su ejecución en el tiempo establecido.

### **3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

En el mundo, sobre todo en los países desarrollados, el afán por mejorar productos, procesos, es una carrera constante, los mismos gobiernos están interesados que sus ciudadanos, creen nuevos productos, nuevas tecnologías, nuevos procesos, porque esto sin duda está vinculado con la eficiencia, lo que originará mejores tiempos de producción y por ende mayores ganancias.

En el ámbito nacional, la innovación ha empezado a formar parte de nuestro cotidiano vivir a través del Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, necesitamos mejorar productos, servicios, procesos ya que muchas de las practicas que tienen nuestros ciudadanos y empresas en general son métodos de trabajo o procesos de antaño, lo cual sin duda ocasiona pérdida de tiempo y dinero.

En el ámbito local, las empresas constructoras están ajenas a la práctica de la innovación, por varias razones, por lo que influye directamente en la merma de la rentabilidad de las mismas y a tener obras no eficientes. En el sector construcción necesitamos mejorar productos y sobre todo procesos que nos permitan ser competitivos en el mundo. Nuestras empresas todavía están incipientes en el mundo de la innovación.

### **3.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿De qué manera la propuesta de innovación tecnológica mejorará la relación con el avance de obra de la carretera San Lorenzo – Recreo, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto?

### **3.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿De qué manera la propuesta de mayor duración del pavimento en la ejecución de la vía, mejorará el avance de la obra de la carretera San Lorenzo – Recreo, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto?

¿De qué manera la propuesta de disminución en los costos en la ejecución de la vía mejorará el avance de obra de la carretera San Lorenzo – Recreo, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto?

## **3.3. OBJETIVOS**

### **3.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Elaborar una propuesta de innovación tecnológica que mejore la relación con el avance de obra de la carretera San Lorenzo – Recreo, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto.

### **3.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar una propuesta de mayor durabilidad del pavimento en la ejecución de la vía, que mejore el avance de la obra de la carretera San Lorenzo – Recreo, Provincia de Datem del Marañón, Departamento de Loreto.
- Elaborar una propuesta de disminución de costos en la ejecución de la vía que mejore el avance de obra de la carretera San Lorenzo – Recreo, Provincia de Datem del Marañón, Departamento de Loreto.

### **3.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se justifica, porque permitirá encontrar un pavimento adecuado para proponer en la carretera San Lorenzo Recreo, y que el proceso constructivo sea el más óptimo, lo cual ocasionará el término de obra en el menor tiempo.

Asimismo, la propuesta está relacionada con la disminución de los costos de construcción, lo que significará un ahorro importante en la construcción del proyecto, lo cual significa una ganancia adicional de la empresa encargada de la obra.

### **3.5. HIPÓTESIS**

La propuesta de innovación tecnológica contribuye con el avance de la carretera San Lorenzo – Recreo, provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto.

### **3.6. VARIABLES**

#### **3.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Propuesta de innovación tecnológica.

#### **3.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE**

Mejora del avance de la obra.

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

---

### **4.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

#### **4.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación es de tipo descriptivo.

#### **4.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación corresponde a un estudio descriptivo cuyo esquema está dedicado al proceso constructivo de la carretera.

### **4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **4.2.1. POBLACIÓN**

El conjunto de todas las carreteras a nivel de afirmado de la provincia de Datem del Marañón, departamento de Loreto.

#### **4.2.2. MUESTRA**

Construcción de la carretera San Lorenzo - Recreo.

### **4.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS, PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **4.3.1. TÉCNICAS**

Conocimiento del proceso constructivo de las carreteras afirmadas de la provincia de Datem del Marañón.

#### **4.3.2. INSTRUMENTOS**

Formatos, reglamentos y normas que se utilizan para la construcción de las carreteras afirmadas.

#### **4.3.3. PROCEDIMIENTOS**

Nos basamos en los enunciados de la Norma de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.



#### **4.4. PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

El recojo de los datos de campo se hará en forma manual y luego se hará un procedimiento computarizado.

El análisis e interpretación de datos se realizará de acuerdo a la Norma para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, que son parámetros establecidos en nuestro país.

## CAPÍTULO V: RESULTADOS

---

### 5.1. RESULTADOS

En esta investigación se realizaron dos cuestionarios: uno de innovación tecnológica relacionado con el avance de obra, tienen la intención de determinar la relación entre estos puntos y el desempeño organizacional de las empresas en dar solución y otro es la innovación de programas en el campo de la construcción donde resulta de necesidad para las empresas y evitar pérdidas económicas para establecer una estructura viable para este tipo obra.

Las soluciones encontradas en la presente investigación son de mejorar la productividad relacionados en base a los programas a utilizar y analizar de mejor manera donde se obtienen parámetros para poder desarrollar la filosofía Lean considerándolo como un sistema desde el diseño del proyecto hasta la puesta en funcionamiento, es muy común que las empresas acuden a los programas para poder desarrollar la ejecución de la obra, el cual se presenta como una herramienta para determinar el costo objetivo (rentabilidad) y lograr, mediante el diseño y su optimización, que se cumplan los plazos, así como la rentabilidad deseada para la empresa.

Es importante resaltar que no se requiere necesariamente tener habilidades especiales para la generación de ideas de innovación ya que existen programas que están pueden generarse a partir de la utilización de técnicas el cual es una herramienta para dar solución a los problemas y facilitar las partidas de acuerdo a una distribución y planteamiento de las partidas a ejecutar donde se deben de aplicar para todas las ramas tanto en mano de obra, equipos y materiales.

Para esta investigación de la presente tesis se busca estudiar la viabilidad de la implementación de programas relacionadas al tipo de ejecución donde se tiene que analizar de manera preliminar los beneficios

económicos, las ventajas técnicas y operativas, el ahorro en tiempo de ejecución, el mejoramiento de las condiciones y entre otros criterios que debe tomar la empresa el cual viene ejecutando la obra y poner en practica los programas de innovación para el beneficio de la empresa y de esta manera utilizar la tecnología basadas en el avance y programación de obra.

Las empresas de encargan de gestionar en base a una planificación la asignación de los recursos requeridos para la implementación de cada uno de las partidas programadas tanto para mano de obra, equipos, materiales, servicios tercerizados, entre otros; así como la aprobación oportuna para gestionar estos insumos.

Una vez finalizada con la programación adecuada, es importante socializar los resultados de tal manera que los nuevos desarrollos sean conocidos por todos los colaboradores y pueden ser implementadas para proyectos de construcción existentes y futuros, los desarrollos de las actividades mediante los programas sean como un estándar dentro de la empresa deben ser mejoradas en futuras obras.

Así mismo, se deben documentar el proceso que siguió mediante metas programadas a cada idea de innovación hasta transformarse en un proyecto terminado, recopilando las experiencias aprendidas y recomendaciones para futuros proyectos de manera técnica.

El modelo desarrollado en el presente estudio parte de la idea que la práctica totalidad de las incidencias producidas en la obra que originan desviaciones económicas son conocidas por los agentes implicados en el proceso con anterioridad a su producción y, por lo tanto, antes de que se hagan evidentes a través de cualquier sistema de seguimiento y control de costes.

Cabe indicar que se estaría implementando los resultados en base a los programas adaptadas al tipo de ejecución y facilitar las metas mediante

estos programas de innovación con respecto al avance de la obra de la Carretera San Lorenzo – Recreo, Provincia del Datem del Marañón y continuación se detallan los programas para facilitar dicho evento.

Podemos indicar las propuestas para llevar el control de avance de obra en base a las innovaciones que se encuentran en el mundo de la construcción:

### **5.1.1. Propuesta de Trabajo con el Diagrama de Barras o Método**

#### **Gantt**

Existen diversos tipos de técnicas de programación, unas son muy sencillas en su elaboración y fáciles de interpretar. Sin embargo, tiene ciertas limitaciones, otras son bastante útiles pero complejas en su elaboración.

Las técnicas más comúnmente usadas en la programación de una obra son:

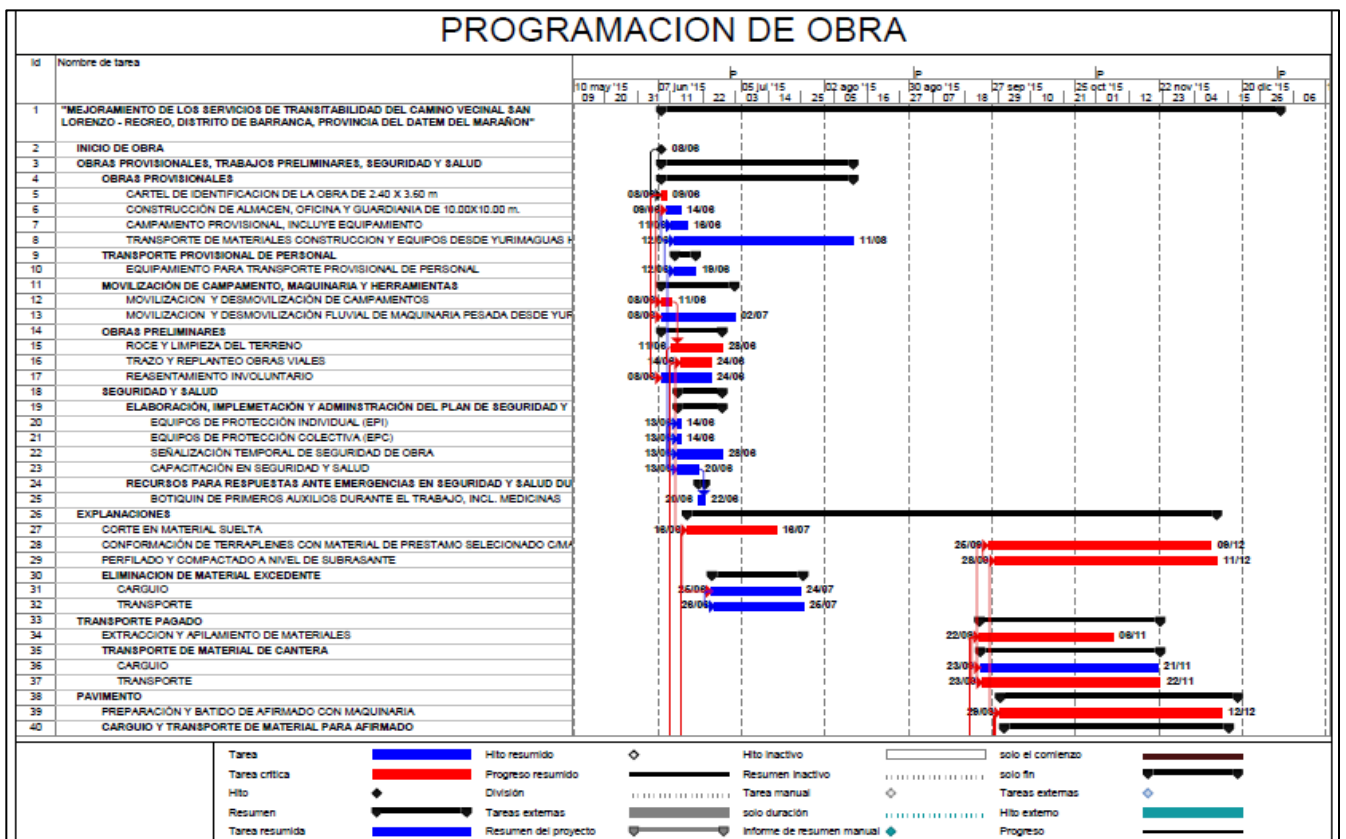
- Diagrama de barras o método de Gantt
- Curvas de producción acumulada
- Método de la Ruta Crítica (Critical Path Method, CPM)
- Red de precedencias
- PERT (Program Evaluation Review Technique)
- Diagrama de tiempo y espacio

#### **Diagrama de barras o método de Gantt**

Este diagrama proviene de Henry L. Gantt, un pionero en la aplicación del método científico en la producción industrial. Este es un método gráfico y muy fácil de entender. El concepto básico del diagrama de barras es la representación de una actividad en forma de barra cuya longitud representa la duración estimada de dicha actividad. Esta misma barra puede usarse también para graficar el avance real de la actividad a través del tiempo.

De esta manera, el diagrama de barras funciona como un modelo de planeación y de control al mismo tiempo. La longitud de la barra tiene por lo tanto dos diferentes significados, una es la duración estimada de la actividad y por otro lado, el progreso real de la actividad. Como en toda técnica de programación los diagramas de barras son desarrollados descomponiendo el trabajo en diversos factores.

En la elaboración de un diagrama de barras se coloca, en la columna uno, el nombre de la actividad. En la siguiente columna se coloca la duración de cada actividad, normalmente en días. La parte sombreada de las barras representan el progreso del proyecto. Si se pueden relacionar las actividades con flechas, no se logra apreciar la ruta crítica, ni se puede percibir de manera precisa una secuencia lógica del grupo de actividades. Por otro lado, es posible indicar en un diagrama de barras, la productividad de cada una de las actividades.

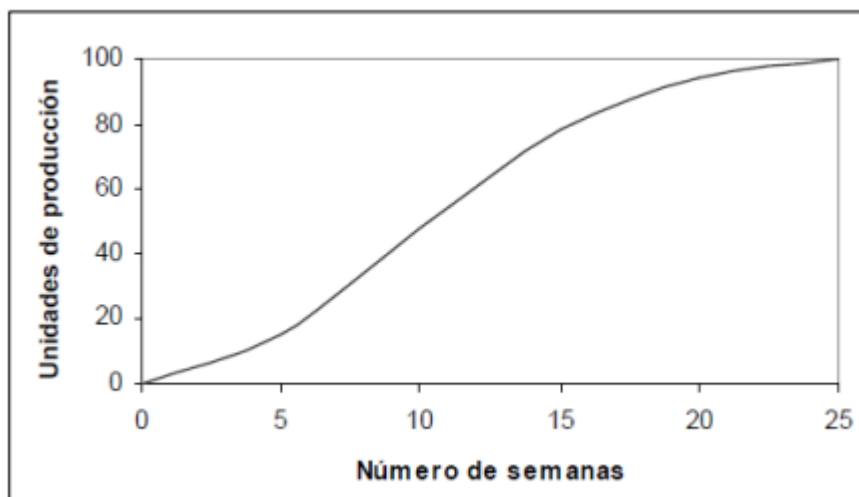


## Curvas de producción acumulada

Para determinar la tasa de producción o la velocidad del avance del proyecto se elabora una curva de producción. Esta curva representa el avance acumulado del proyecto a través del tiempo, relaciona unidades de producción.

La pendiente de la curva relaciona el incremento en unidades de producción en la ordenada, con el incremento del tiempo en la abscisa; por lo tanto, la pendiente de la curva representa el número de unidades producidas en un incremento de tiempo.

**Ilustración 16: Curva de Producción Acumulada**



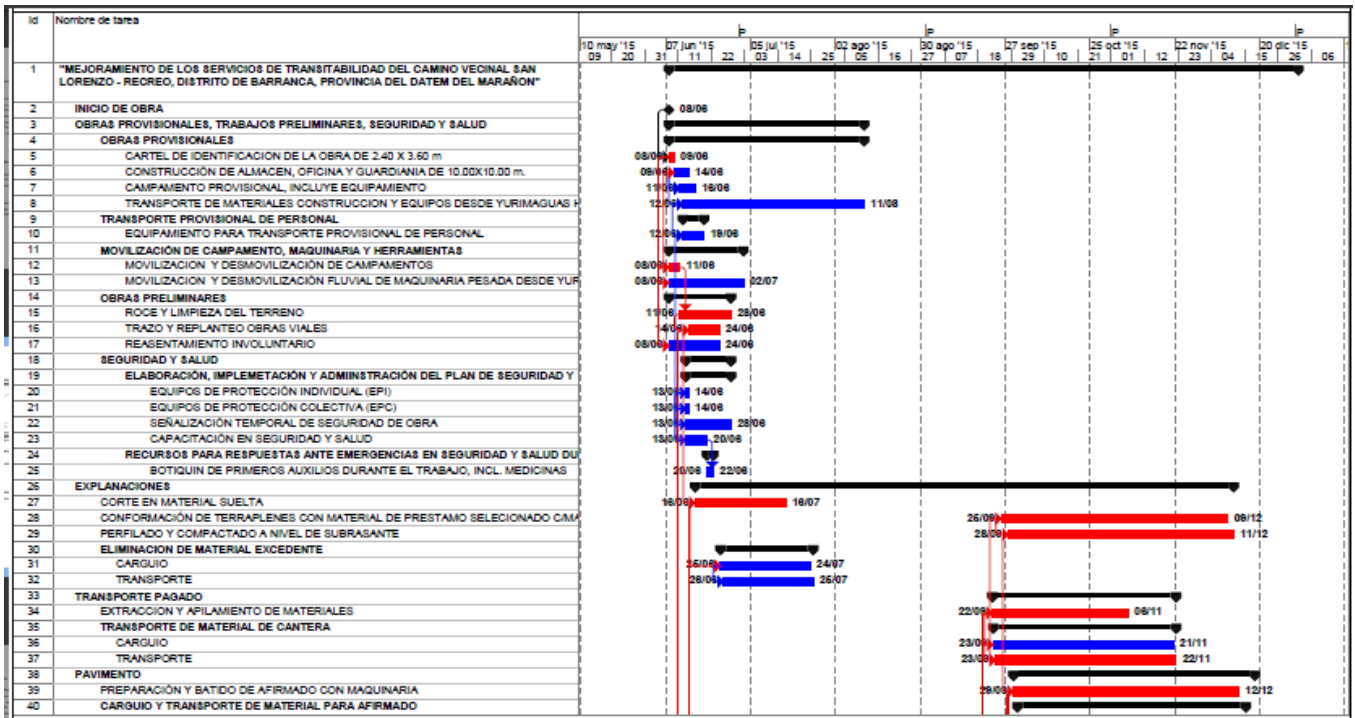
## Método de la Ruta Crítica (Critical Path Method, CPM)

Es un mecanismo utilizado en la construcción para la planeación y ejecución del mismo con el propósito de cumplir con las actividades propuestas. Este se puede representar mediante un diagrama de barras o una red que bosqueja el proceso constructivo como también la relación de actividades que componen un proyecto.

Existen dos tipos de redes dentro del método de la ruta crítica:

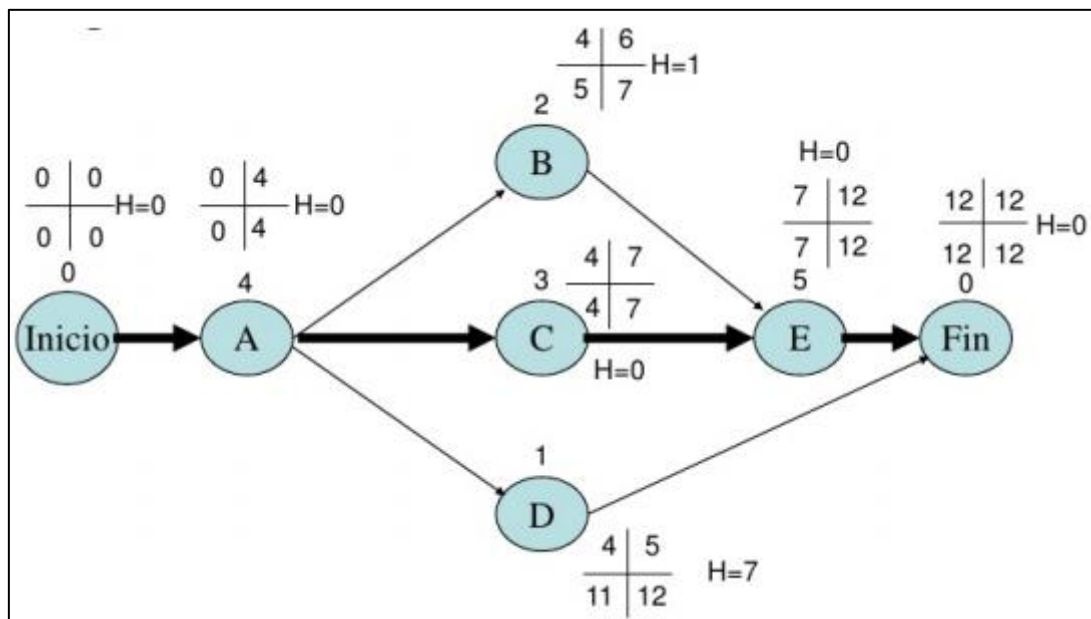
- Diagrama de flechas
- Redes de precedencia

Ilustración 17: Diagrama de Flechas



Tanto el diagrama de flechas como las redes de precedencia sirven para determinar la ruta crítica de un proyecto. Dado que cada tipo de red se calcula de manera diferente.

Ilustración 18: Diagrama



El objetivo primordial es comprobar la duración de un proyecto, llevando una secuencia de actividades que dependen de otra, y para cada una de estas actividades tiene una duración considerada.

### **Red de precedencias**

En un proyecto puede haber actividades que no necesariamente deben empezar hasta que termine la actividad que le precede. Estas pueden empezar mientras que la antecesora está todavía en ejecución, o hay actividades que pueden realizarse al mismo tiempo.

### **PERT (Program Evaluation Review Technique)**

Esta técnica ha demostrado ser una herramienta efectiva en el diseño, desarrollo y defensa de proyectos. Esto tiene ciertas ventajas sobre el diagrama de flechas y las redes de precedencia, cuando el logro de los objetivos del proyecto es relativamente incierto. Las actividades en una red tipo Pert son expresadas por eventos. Las flechas indican la dirección de la secuencia de las operaciones y el tiempo para realizar la actividad.

Un cronograma de obra civil es un gráfico en el cual se establecen actividades a realizar durante la ejecución de la obra estableciendo fechas de inicio y finalización además de las holguras de cada una de las mencionadas. El cronograma se realiza con el fin de lograr un debido proceso de la obra (evitar retrasos durante su ejecución) además de proporcionar el tiempo establecido para lo presupuestado. Los programas más utilizados para realizar los cronogramas de actividades para obras civiles son: Project, primavera y Excel.



### **5.1.2. Propuesta de Trabajo con la Metodología BIM**

Según un nuevo estudio realizado por McGraw Hill Construction (2014), los contratistas de los nueve primordiales mercados del mundo que utilizan BIM manifiestan que Building Information Modeling les ayuda a mejorar la productividad, la eficiencia y la calidad y seguridad en sus proyectos, así como su propia competitividad. 5.1.2.

El informe “The Business Value of BIM in Mayor Global Markets” revela que los contratistas de los mercados en los que el uso de BIM está establecido (Canadá, Francia, Alemania, Reino Unido y Estados Unidos), así como de los mercados que todavía están en las etapas iniciales de la adopción (Australia, Brasil, Japón y Corea del Sur) están apreciando un retorno positivo de sus inversiones en BIM: desde los beneficios en los proyectos, tales como en la reducción de los errores, como en la capacidad para procesar mejoras tales como la ampliación de los procesos de colaboración, además de la mejora que para la imagen de su empresa supone BIM.

Durante los próximos dos años, los contratistas esperan que el porcentaje de su trabajo que está asociado con BIM se incremente en un 50% aproximadamente. El estudio también demuestra que las empresas más comprometidas con BIM logran más beneficios y consiguen un retorno mayor de sus inversiones en estos procesos que aquellos menos comprometidos. El 40% de los contratistas con alto nivel de adopción de BIM informan que reduce significativamente las modificaciones de proyectos, lo que redundará en un ahorro significativo de los costos. El estudio proporciona evidencia de un fuerte crecimiento, así como la intención de los contratistas de hacer fuertes inversiones en sus implantaciones BIM.

El objetivo final de la metodología BIM es evitar la pérdida de valor de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto por efecto del método tradicional existente. Y obliga a un mayor esfuerzo de producción de información en las distintas fases del proyecto.

**Ilustración 19: Beneficio del BIM en palabras puntuales**



La implementación del BIM puede llegar a reducir las incertidumbres dentro de los procesos de gestión de los proyectos, debido a que permite un mejor control y manejo de la información. Reduce el número de incompatibilidades e interferencias entre especialidades mejorando la comunicación entre los involucrados en el proyecto.

La propuesta para la ejecución se ha visto en la necesidad de aproximarse a estos nuevos procesos en el caso de optar el planteamiento a la necesidad de abordar nuevos retos en lo que se encuentran:

- Crear, gestionar y desarrollar entornos colaborativos de trabajo.
- Garantizar los flujos de información del proyecto.
- Gestionar la transmisión de la información.

La innovación y la tecnología modifican la forma de vivir y trabajar de la población mundial.

La innovación y tecnología cambian vertiginosamente nuestra forma de vivir y trabajar en todos los ámbitos.

Aunque la construcción por su naturaleza no es de las industrias que adoptan con rapidez el cambio, es indudable que, efectivamente, hay cambios sustantivos derivados de la tecnología e innovación, que buscan incrementar la productividad y lograr un producto final de mejor calidad, con menor costo y en menor tiempo.

### **5.1.3. Propuesta de Trabajo con la Metodología Lean Construction**

El Lean Production está orientado al diseño de un sistema de producción que pueda entregar un producto hecho a la medida, de forma instantánea luego de un pedido, sin mantener inventarios intermedios.” (Gregory Howell – 1999).

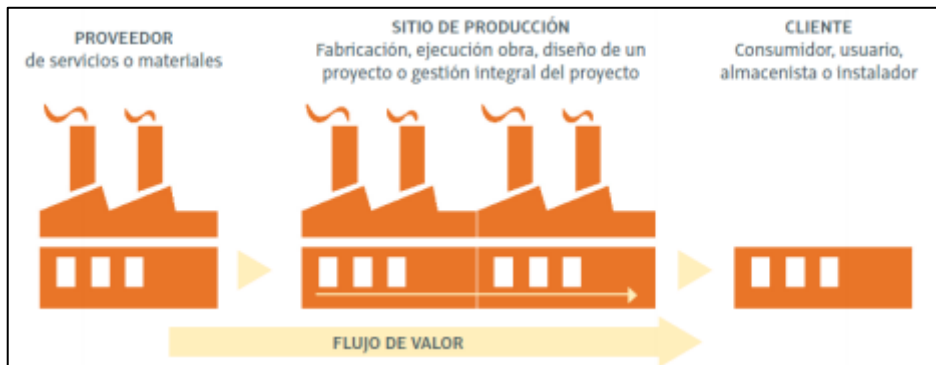
Lean es una forma de diseño de sistemas de producción que minimiza el desperdicio de materiales. Estos se categorizan en tipos de pérdidas tanto en tiempo como en capital humano para poder así generar un valor de producción óptimo. Se busca el máximo provecho del valor de un producto para todos los interesados a través de mejoras sistemáticas y continuas tanto en diseño del producto como en el diseño de los procesos y métodos de selección.

Perfeccionar el producto y crear un flujo de trabajo confiable, a través de la disminución de la variabilidad en el flujo, la distribución adecuada de la información y la descentralización de la toma de decisiones. Alcanzar la perfección: entregando bajo pedido un producto que satisfaga los requerimientos del cliente y evitando el inventario.

**Ilustración 20: Método Toyota. Hawell-2010**



**Ilustración 21: Flujo Valor de Producción**



Se dice que dentro de una empresa existen gran parte de actividades que no agregan valor al proceso de elaboración por lo cual se busca tomar una medida confiable que puede ser aportada por el concepto Lean.

Todo esto está estructurado para la producción, pero se ha automatizado para la etapa constructiva de los proyectos haciéndolo una herramienta muy confiable y de uso común en el medio peruano.

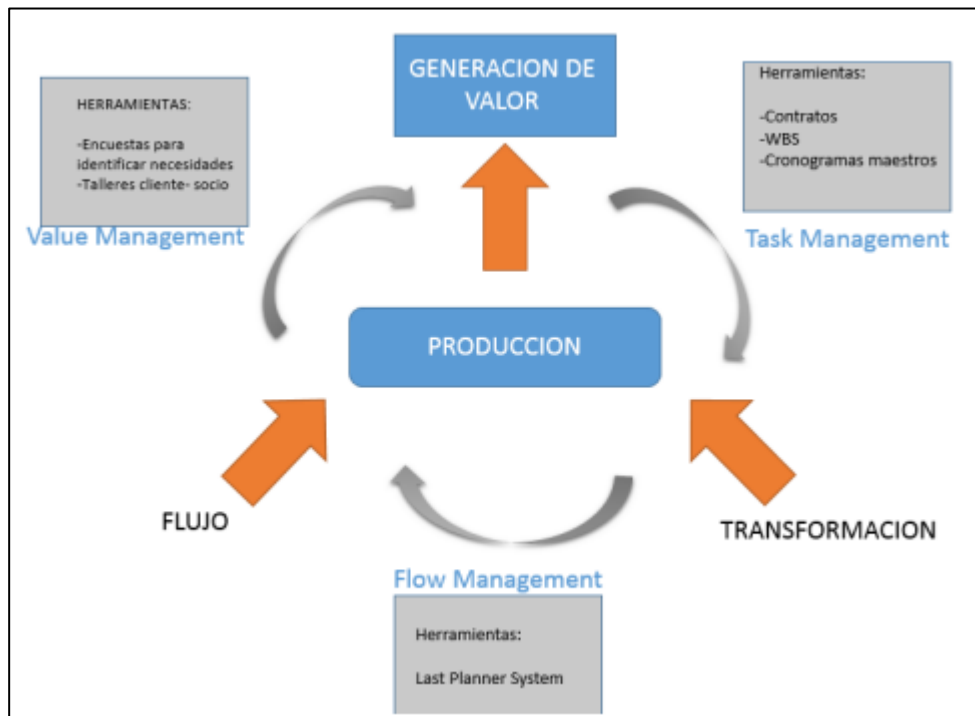
Este sistema utiliza menos de todo comparado con la producción en masa: la mitad de esfuerzo humano en la fábrica, la mitad de

espacio en la fabricación, la mitad de inversión en herramientas, la mitad de horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto en la mitad de tiempo. Además, requiere mantener mucho menos de la mitad del inventario necesario en el sitio, dando lugar a muchos menos defectos y produce una mayor e incluso creciente variedad de productos

La aplicación de los principios y herramientas del sistema Lean a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción se conoce como Lean Construction o construcción sin pérdidas. Se tomó a la construcción como un flujo de procesos en vez que solo la conversión en sí de materiales. Entonces, este enfoque enfatiza en la minimización y/o eliminación de las pérdidas de un proceso constructivo en general con gran impacto en el proceso de la producción debido a que las pérdidas consumen la mayor parte de los procesos.

Dentro del sistema “Lean Construction” se pueden aplicar diferentes herramientas dependiendo de la etapa del proceso de producción en la que uno se encuentre. Se tiene tres enfoques principales o teorías de producción que se han visto reflejados en diversas herramientas, no necesariamente creadas para Lean, como se ve a continuación:

## Ilustración 22: Herramienta Lean Construction



El "Last Planner" o "último planificador", se resume en un sistema de control en obra a espacios de tiempos pequeños y manejables. Sirve para reducir la incertidumbre de las actividades involucrando a las personas directamente ejecutantes: el capataz, encargado o jefe de obra. Este se define como la última persona capaz de asegurar un flujo de trabajo predecible debido a que se encuentra sumergido en las actividades. "LPS" faculta al encargado a involucrarse en el planeamiento yendo más allá de simples planes teóricos, sino aplicarlos a la realidad. El plan se elabora en lugares o espacios habilitados para ello, instalados lo más cerca posible de la obra

Si se organizan las obras como flujo de trabajo previsible se mejoraría en organización dando paso a una mejor forma de trabajo productivo. Se busca añadir un componente de control de la producción al sistema tradicional de gestión de proyectos mediante esta nueva visión de manejo el cual puede entenderse como un mecanismo para la transformación de "lo que debería

hacerse” en “lo que se puede hacer”, formando así un inventario de trabajo realizable, que puede ser incluido en los planes de trabajo semanal, en pocas palabras: “lo que se hará”.

**Ilustración 23: Formación de Tareas en el proceso LPS**



El desarrollo de todo proyecto, contempla la realización de una planificación maestra basada en supuestos y condiciones ideales, en base a las cuales se elabora el presupuesto de obra. Al momento que la construcción del proyecto se inicia, surgen imprevistos y variaciones de las condiciones iniciales asumidas, los cuales generan retrasos y costos adicionales si no son detectados y controlados a tiempo.

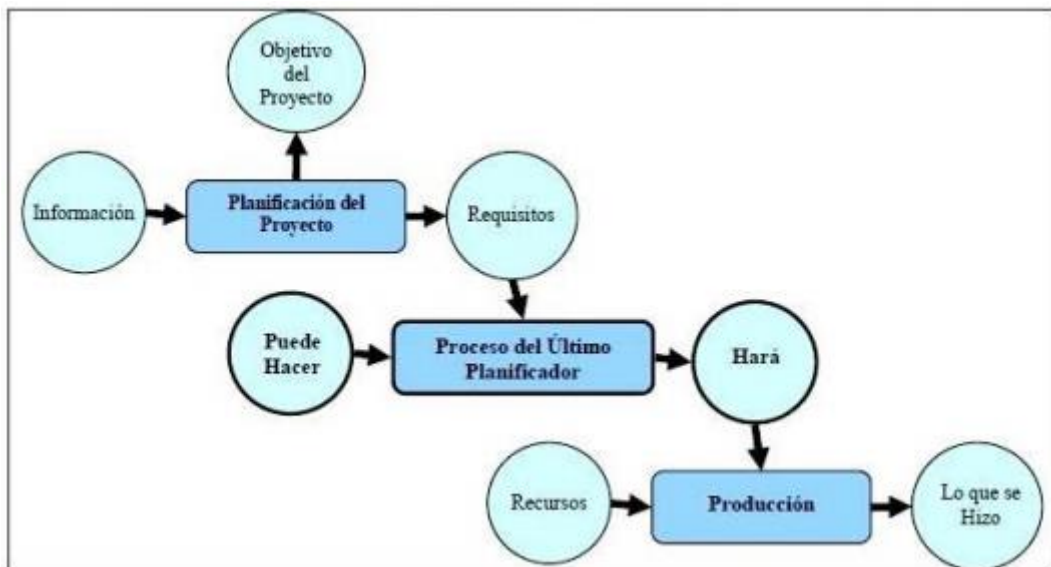
El objetivo principal de este sistema es mejorar la confiabilidad en la planificación, por medio de un adecuado control del flujo de la producción, donde el concepto de control es considerado como “la ejecución de acciones necesarias para que la planificación se cumpla”, a diferencia del concepto tradicional, en donde se entendía al control como el “monitoreo de los resultados”.

Para conocer la manera como las empresas dedicadas a la construcción vial gestionan sus procesos productivos bajo el enfoque de Lean Construction, se analizaron las encuestas que fueron aplicadas con los gerentes o directores de obra sobre las herramientas de mejora continua que se integran desde el

direccionamiento, la planificación y el control de obra. Dentro de las técnicas y herramientas del Lean Construction

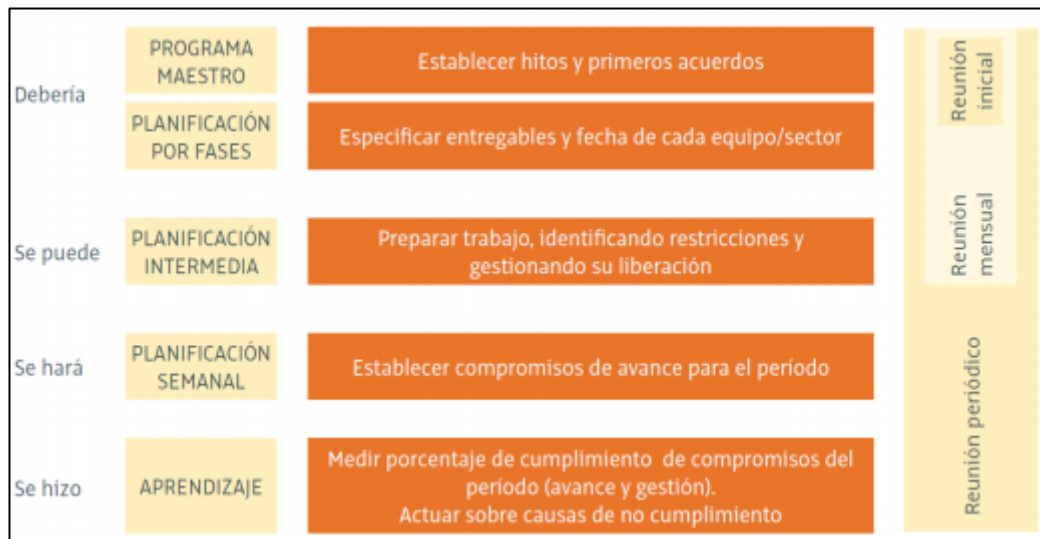
Last Planner hace referencia a la persona o grupo de personas, que se encarga de la definición final y asignación del trabajo. Esta planificación tiene la particularidad de ser utilizada para la asignación de tareas y no para la generación de alguna planificación posterior. Para definir esta asignación del trabajo, tal como en el método tradicional, se toma en cuenta la planificación maestra, considerando además la capacidad de producción real de la cual se dispone. Pero para poder definir adecuadamente esta capacidad de producción real, se debe considera la variabilidad de los procesos, lo cual genera incertidumbre sobre el conocimiento de la situación en la que se encontrará el proyecto luego de un largo periodo de tiempo.

**Ilustración 24: Esquema Lean Planner**





### Ilustración 25: Resumen de Lean Planner System

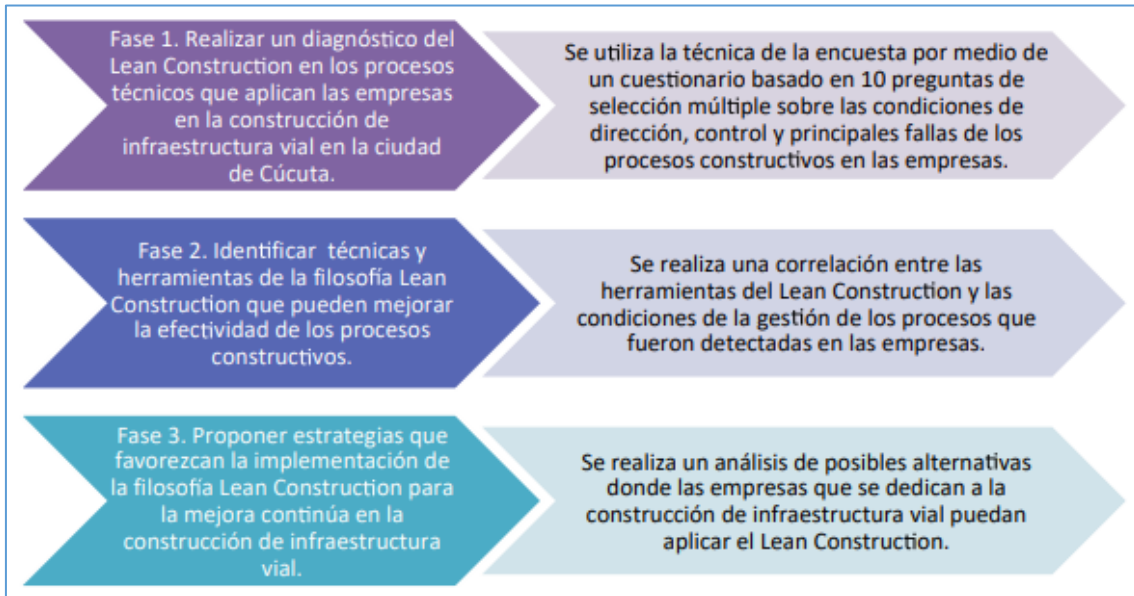


El sistema Last Planner es de uso común en la mayoría de empresas constructoras. Hay quienes la aplican con toda rigurosidad y hay también quienes solo lo toman como algo referencial para poder lograr su planeamiento. Esta investigación se desarrolla bajo buenas prácticas de esta herramienta, lo que asegura la validez y confiabilidad de los resultados.

Como es basado en un sistema de producción sin pérdidas, las obras deben ser manejables y tener ciertos requisitos para que el uso en obra del LPS sea el adecuado. Por ejemplo, si se aplica en la construcción de elementos repetitivos se puede obtener ritmo de trabajo si se realiza una sectorización y se trabaja por trenes de actividades, llegando a mejorar la productividad.

Después, se realiza una planificación intermedia de las actividades donde se busca tener un horizonte mayor a una semana con la finalidad de anticipar problemas y terminar las actividades en su fecha programada.

## Ilustración 26: Fases y Técnicas de recolección de información



Para dar cumplimiento al objetivo de la propuesta se utiliza la técnica de la encuesta para aplicar un cuestionario de 10 preguntas con opciones de selección múltiple sobre el nivel de implementación del Lean Construction desde los niveles de dirección, control y procesos constructivos. Seguidamente, se diseñó una matriz para correlacionar las herramientas del Lean Construction con las opciones de mejora que demandan los procesos detectados en las empresas encuestas, lo que finalmente, permitió hacer un análisis de los posibles beneficios que traería la implementación de la filosofía Lean Construction, considerando aspectos como condiciones de los procesos y de las expectativas gerenciales de crecimiento y competitividad.

Podemos decir que hay métodos de innovación para la planificación y control de avance de obra el cual se detalla:

### Planificación y Control de Obra

La planificación y control de obra es el proceso de definir, coordinar y determinar el orden en que deben realizarse las actividades con

el fin de lograr la más eficiente y económica utilización de los equipos, elementos y recursos de que se dispone y de eliminar diversificaciones innecesarias de los esfuerzos, proceso que se establece o define en un plan de trabajo, el cual debe ser controlado a lo largo de la faena para saber si se está cumpliendo o si debe ser sometido a una revisión o modificación a fin de que se pueda cumplir con el objetivo final fijado.

Para ello se debe establecer un sistema para medir el avance que se está realizando y poder compararlo con el proceso que se había programado o planeado; que, además, permita controlar lo empleado en mano de obra, equipos y materiales con relación al programa.

El programa debidamente controlado permitirá:

- Conocer qué actividad no se está desarrollando de acuerdo al programa.
- Poder tomar una decisión en el momento adecuado.
- Mostrar un orden y disciplina de trabajo.
- Proporcionar un medio de comunicación tanto vertical como horizontal.

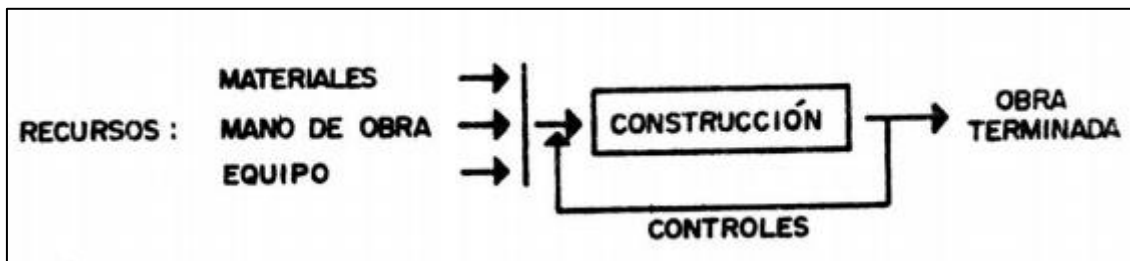
Los principios básicos de una programación y su control son aplicables igualmente a proyectos simples o complejos. Un “Plan de Trabajo”, que es un conjunto de programas detallados, determina el orden, los métodos de construcción y la organización que se dispondrá para la ejecución de las partidas. En otras palabras, podríamos decir que consiste en planear para cada etapa de la faena, cuándo, con qué, y cómo se ejecutará. El estudio del plan de trabajo es, por lo tanto, idealmente previo a la confección del presupuesto de la obra, y a la iniciación de los trabajos. Su objeto es evitar que durante la construcción deba improvisarse sobre cual parte de la obra debe iniciarse en ese momento, con

qué equipo o herramientas se va a ejecutar, que operarios se destinarán a esa faena, quien será su jefe y cuales sus atribuciones. El plan de trabajo que dé el menor costo de construcción, será el que mejor coordine las distintas etapas de la construcción dando la continuidad al trabajo y sistematizando, a semejanza, en lo posible, al trabajo de la carretera. Fijará las normas para controlar los avances, rendimientos, costos, etc. Estos controles permiten saber si las obras están progresando de acuerdo al plan elaborado o no, para que en este último caso se efectúen los cambios o mejoras necesarias al programa de trabajo para recuperar el tiempo perdido o reducir los costos con el uso de otros métodos de trabajo.

### **Proceso Constructivo**

Si se considera al proceso constructivo como un sistema, podrá representársele esquemáticamente en la siguiente forma:

**Ilustración 27: proceso constructivo**



Para lograr la calidad, en precio y a tiempo será necesario que la empresa ponga en juego toda su experiencia y optimizar el uso de los recursos disponibles y disminuir las desviaciones que vayan ocurriendo a lo largo de la obra con relación a lo previsto.

**Parámetros para medir la implementación de innovaciones en la construcción.**

La forma normalizada los esfuerzos que ejecutan las empresas por innovar, es un inconveniente fundado en principio, por las diferencias entre los métodos de innovación en cada país y de forma concreta de cada constructora, además es el procedimiento que radica en emplear nuevas ideas, técnicas y proceso para el control del avance de obra para así cumplir las metas y la programación.

## 5.1.4. RESUPUESTO DE OBRA

### Presupuesto

Presupuesto 0502002 MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL SAN LORENZO - RECREO, DISTRITO DE BARRANCA, PROVINCIA DEL DATEM DEL MARAÑON  
 Cliente MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DATEM DEL MARAÑON Costo al  
 Lugar LORETO - DATEM DEL MARAÑON - SAN LORENZO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>231,173.45</b>
01.01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>90,182.57</b>
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 2.40 X 3.60 m	u	2.00	1,087.10	2,174.20
01.01.02	CONSTRUCCIÓN DE ALMACEN, OFICINA Y GUARDIANIA DE 10.00X10.00 m.	u	1.00	4,702.37	4,702.37
01.01.03	CAMPAMENTO PROVISIONAL, INCLUYE EQUIPAMIENTO	glb	1.00	11,000.00	11,000.00
01.01.04	TRANSPORTE DE MATERIALES CONSTRUCCION Y EQUIPOS DESDE YURIMAGUAS HASTA LA OBRA (SAN LORENZO)	t	185.40	390.00	72,306.00
01.02	<b>TRANSPORTE PROVISIONAL DE PERSONAL</b>				<b>24,077.76</b>
01.02.01	EQUIPAMIENTO PARA TRANSPORTE PROVISIONAL DE PERSONAL	mes	7.00	3,439.68	24,077.76
01.03	<b>MOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>				<b>48,000.00</b>
01.03.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTOS	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
01.03.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACIÓN FLUVIAL DE MAQUINARIA PESADA DESDE YURIMAGUAS A SAN LORENZO.	glb	1.00	38,000.00	38,000.00
01.04	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>57,502.72</b>
01.04.01	ROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	ha	13.59	2,583.85	35,114.52
01.04.02	TRAZO Y REPLANTEO OBRAS VIALES	km	13.59	764.40	10,388.20
01.04.03	REASENTAMIENTO INVOLUNTARIO	glb	1.00	12,000.00	12,000.00
01.05	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>				<b>11,410.40</b>
01.05.01	<b>ELABORACIÓN, IMPLMETACIÓN Y ADMINSTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO</b>				<b>10,790.00</b>
01.05.01.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)	glb	1.00	1,950.00	1,950.00
01.05.01.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA (EPC)	glb	1.00	1,480.00	1,480.00
01.05.01.03	SEÑALIZACIÓN TEMPORAL DE SEGURIDAD DE OBRA	glb	1.00	4,860.00	4,860.00
01.05.01.04	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
01.05.02	<b>RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD DURANTE EL TTRABAJO</b>				<b>620.40</b>
01.05.02.01	BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS DURANTE EL TRABAJO, INCL. MEDICINAS	u	2.00	310.20	620.40
02	<b>EXPLANACIONES</b>				<b>1,329,537.05</b>
02.01	CORTE EN MATERIAL SUELTA	m3	40,871.13	3.74	152,858.03
02.02	CONFORMACIÓN DE TERRAPLENES CON MATERIAL DE PRESTAMO SELECCIONADO C/MAQUINARIA.	m3	17,156.32	22.37	383,786.88
02.03	PERFILADO Y COMPACTADO A NIVEL DE SUBRASANTE	m2	81,520.74	1.88	153,258.99
02.04	<b>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA</b>				<b>639,633.15</b>
02.04.01	CARGUIO	m3	51,088.91	3.65	186,474.52
02.04.02	TRANSPORTE	m3	51,088.91	8.87	453,158.63
03	<b>TRANSPORTE PAGADO</b>				<b>661,650.52</b>
03.01	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIALES	m3	20,587.58	4.49	92,438.23
03.02	<b>TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA</b>				<b>569,212.29</b>
03.02.01	CARGUIO	m3	45,464.24	3.65	165,944.48
03.02.02	TRANSPORTE	m3	45,464.24	8.87	403,267.81
04	<b>PAVIMENTO</b>				<b>3,618,442.60</b>
04.01	PREPARACIÓN Y BATIDO DE AFIRMADO CON MAQUINARIA	m3	23,161.03	16.31	377,756.40
04.02	<b>CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL PARA AFIRMADO</b>				<b>289,976.10</b>
04.02.01	CARGUIO	m3	23,161.03	3.65	84,537.76
04.02.02	TRANSPORTE	m3	23,161.03	8.87	205,438.34
04.03	ESTABILIZACIÓN A NIVEL DE SUBRASANTE CON CEMENTO-ARENA, E= 15 CM.	m3	11,664.73	110.41	1,287,902.84
04.04	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.15 m, C/EQUIPO	m3	11,664.73	142.55	1,662,807.26
05	<b>OBRAS DE ARTE Y DRENAJE</b>				<b>5,404,176.33</b>
05.01	<b>TALUDES</b>				<b>106,065.94</b>
05.01.01	CONFORMACIÓN, PERFILADO Y COMPACTADO DE TALUD SIN REVESTIR	m2	7,723.23	8.08	62,403.70
05.01.02	ESTABILIZACIÓN DE TALUD SOBRE BORDE LIBRE (GRASS)	m2	7,325.88	5.96	43,662.24
05.02	<b>CUNETAS</b>				<b>3,138,906.35</b>
05.02.01	<b>CUNETAS REVESTIDAS</b>				<b>3,138,906.35</b>
05.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO EN CUNETAS	m2	20,798.40	1.81	37,645.10
05.02.01.02	EXCAVACION PARA CUNETA EN MATERIAL SUELTO	m3	4,320.50	38.02	164,265.41
05.02.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS..	m2	924.32	37.31	34,486.38
05.02.01.04	MORTERO fc= 175 kg/cm2, PARA CUNETAS	m3	5,892.88	479.84	2,827,639.54

## Presupuesto

Presupuesto 0502002 MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL SAN LORENZO - RECREO, DISTRITO DE BARRANCA, PROVINCIA DEL DATEM DEL MARAÑON  
 Cliente MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DATEM DEL MARAÑON  
 Lugar LORETO - DATEM DEL MARAÑON - SAN LORENZO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.02.01.05	JUNTA DE DILATACION	m	9,243.20	8.10	74,869.92
05.03	ALCANTARILLAS TIPO HDPE				1,651,641.94
05.03.01	OBRAS PRELIMINARES				28,994.25
05.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	4,310.36	1.81	7,801.75
05.03.01.02	DEMOLICION DE ALCANTARILLAS EXISTENTES	m	196.00	50.00	9,800.00
05.03.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL DEMOLIDO MANUAL Dp=30 mts	m3	1,470.00	7.75	11,392.50
05.03.02	DESVIO DE CAUDAL				151,053.84
05.03.02.01	EXCAVACIÓN MASIVO EN MATERIAL SUELTO.	m3	2,520.00	7.67	19,328.40
05.03.02.02	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL DE PRESTAMO SELECCIONADO	m3	2,520.00	19.72	49,694.40
05.03.02.03	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA				41,015.52
05.03.02.03.01	CARGUIO	m3	3,276.00	3.65	11,957.40
05.03.02.03.02	TRANSPORTE	m3	3,276.00	8.87	29,058.12
05.03.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA				41,015.52
05.03.02.04.01	CARGUIO	m3	3,276.00	3.65	11,957.40
05.03.02.04.02	TRANSPORTE	m3	3,276.00	8.87	29,058.12
05.03.03	MOVIMIENTO DE TIERRAS				256,002.39
05.03.03.01	EXCAVACIÓN EN ALCANTARILLA C/MAQUINARIA	m3	3,897.60	7.03	27,400.13
05.03.03.02	REFINE Y NIVELACION EN TERRENO NORMAL	m2	963.20	5.65	5,442.08
05.03.03.03	MEJORAMIENTO DE PLATAFORMA CON MATERIAL OVER T. MAX.= 4"	m3	192.64	102.58	19,761.01
05.03.03.04	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL DE PRESTAMO SELECCIONADO	m3	3,888.26	19.72	76,676.49
05.03.03.05	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA				63,285.34
05.03.03.05.01	CARGUIO	m3	5,054.74	3.65	18,449.80
05.03.03.05.02	TRANSPORTE	m3	5,054.74	8.87	44,835.54
05.03.03.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA				63,437.34
05.03.03.06.01	CARGUIO	m3	5,066.88	3.65	18,494.11
05.03.03.06.02	TRANSPORTE	m3	5,066.88	8.87	44,943.23
05.03.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				27,937.19
05.03.04.01	SOLADO DE MORTERO E=4", fc= 100 kg/cm2.	m2	712.32	39.22	27,937.19
05.03.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				379,221.08
05.03.05.01	CONCRETO fc=210 kg/cm2 PARA CABEZAL DE ALCANTARILLA.-	m3	154.11	524.99	80,906.21
05.03.05.02	CONCRETO fc=210 kg/cm2 PARA LOSA INFERIOR DE ALCANTARILLA.-	m3	262.21	514.60	134,933.27
05.03.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CABEZAL DE ALCANTARILLAS	m2	1,563.52	29.92	46,780.52
05.03.05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSA INFERIOR DE ALCANTARILLAS	m2	210.56	35.62	7,500.15
05.03.05.05	ACERO DE REFUERZO Ø 3/8", Fy=4200 kg/cm2.	kg	8,769.50	5.18	45,426.01
05.03.05.06	ACERO DE REFUERZO Ø 1/2", Fy=4200 kg/cm2.	kg	14,308.97	4.45	63,674.92
05.03.06	REVESTIMIENTOS				33,938.15
05.03.06.01	TARRAJEO FROTACHADO C/IMPERMEABILIZANTE EN MUROS DE CABEZAL.	m2	1,774.08	19.13	33,938.15
05.03.07	VARIOS				774,495.04
05.03.07.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE ALCANTARILLA TIPO HDPE N 12 IB WT SOLIDA DE 36"	m	16.80	996.84	16,746.91
05.03.07.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE ALCANTARILLA TIPO HDPE N 12 IB WT SOLIDA DE 48"	m	453.60	1,565.36	710,047.30
05.03.07.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE ALCANTARILLA TIPO HDPE N 12 IB WT SOLIDA DE 60"	m	16.80	1,948.90	32,741.52
05.03.07.04	ENCAUSAMIENTO	m3	3,835.72	3.90	14,959.31
05.04	PONTONES				507,562.10
05.04.01	OBRAS PRELIMINARES				819.53
05.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	452.78	1.81	819.53
05.04.02	DESVIO DE CAUDAL				10,358.00
05.04.02.01	EXCAVACIÓN MASIVO EN MATERIAL SUELTO.	m3	172.80	7.67	1,325.38
05.04.02.02	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL DE PRESTAMO SELECCIONADO	m3	172.80	19.72	3,407.62
05.04.02.03	TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA				2,812.50
05.04.02.03.01	CARGUIO	m3	224.64	3.65	819.94
05.04.02.03.02	TRANSPORTE	m3	224.64	8.87	1,992.56
05.04.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA				2,812.50

## Presupuesto

Presupuesto 0502002 MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL SAN LORENZO - RECREO, DISTRITO DE BARRANCA, PROVINCIA DEL DATEM DEL MARAÑON  
 Cliente MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DATEM DEL MARAÑON  
 Lugar LORETO - DATEM DEL MARAÑON - SAN LORENZO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.04.02.04.01	CARGUIO	m3	224.64	3.65	819.94
05.04.02.04.02	TRANSPORTE	m3	224.64	8.87	1,992.56
05.04.03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>64,825.37</b>
05.04.03.01	EXCAVACIÓN MASIVO EN MATERIAL SUELTO.	m3	426.32	7.67	3,269.87
05.04.03.02	EXCAVACION DE ZANJAS BAJO AGUA	m3	315.00	77.62	24,450.30
05.04.03.03	MEJORAMIENTO DE PLATAFORMA CON MATERIAL OVER T. MAX.= 4"	m3	94.50	102.58	9,693.81
05.04.03.04	RELLENO COMPACTADO MANUAL MATERIAL DE PRESTAMO SELECCIONADO	m3	426.32	19.72	8,407.03
05.04.03.05	<b>TRANSPORTE DE MATERIAL DE CANTERA</b>				<b>6,938.71</b>
05.04.03.05.01	CARGUIO	m3	554.21	3.65	2,022.87
05.04.03.05.02	TRANSPORTE	m3	554.21	8.87	4,915.84
05.04.03.06	<b>ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE C/MAQUINARIA</b>				<b>12,065.65</b>
05.04.03.06.01	CARGUIO	m3	963.71	3.65	3,517.54
05.04.03.06.02	TRANSPORTE	m3	963.71	8.87	8,548.11
05.04.04	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>10,335.25</b>
05.04.04.01	SOLADO DE MORTERO E=4", fc= 100 kg/cm2.	m2	263.52	39.22	10,335.25
05.04.05	<b>OBRAS DE CONCRETO CICLOPEO</b>				<b>36,625.90</b>
05.04.05.01	CONCRETO CICLOPEO fc=175 kg/cm2 + 70 % PG., EN CIMENTO DE MURO	m3	30.89	472.74	14,602.94
05.04.05.02	CONCRETO CICLOPEO fc=175 kg/cm2 + 70 % PG., EN MURO	m3	32.23	498.50	16,066.66
05.04.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CIMENTACIÓN.-	m2	47.52	34.21	1,625.66
05.04.05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MURO.-	m2	161.17	26.87	4,330.64
05.04.06	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>278,631.56</b>
05.04.06.01	<b>CIMENTACIÓN</b>				<b>112,236.04</b>
05.04.06.01.01	CONCRETO fc=175 kg/cm2 EN CIMENTACIÓN.-	m3	158.11	499.18	78,925.35
05.04.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN CIMENTACIÓN.-	m2	47.88	34.21	1,637.97
05.04.06.01.03	ACERO DE REFUERZO Ø 5/8", Fy=4200 kg/cm2.	kg	7,085.62	4.47	31,672.72
05.04.06.02	<b>PANTALLA</b>				<b>112,513.38</b>
05.04.06.02.01	CONCRETO fc=210 kg/cm2 EN PANTALLA.-	m3	130.97	551.09	72,176.26
05.04.06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PANTALLA.-	m2	338.92	66.06	22,389.06
05.04.06.02.03	ACERO DE REFUERZO Ø 3/8", Fy=4200 kg/cm2.	kg	953.79	5.18	4,940.63
05.04.06.02.04	ACERO DE REFUERZO Ø 1/2", Fy=4200 kg/cm2.	kg	2,065.44	4.45	9,191.21
05.04.06.02.05	ACERO DE REFUERZO Ø 5/8", Fy=4200 kg/cm2.	kg	853.74	4.47	3,816.22
05.04.06.03	<b>VIGAS</b>				<b>8,742.01</b>
05.04.06.03.01	CONCRETO fc=210 kg/cm2 EN VIGAS.-	m3	7.28	533.72	3,885.48
05.04.06.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS.-	m2	34.40	72.36	2,489.18
05.04.06.03.03	ACERO DE REFUERZO Ø 3/8", Fy=4200 kg/cm2.	kg	287.05	5.18	1,486.92
05.04.06.03.04	ACERO DE REFUERZO Ø 1/2", Fy=4200 kg/cm2.	kg	197.85	4.45	880.43
05.04.06.04	<b>LOSAS</b>				<b>45,140.13</b>
05.04.06.04.01	CONCRETO fc=210 kg/cm2 EN LOSAS.-	m3	36.40	587.64	21,390.10
05.04.06.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS.-	m2	168.28	66.46	11,183.89
05.04.06.04.03	ACERO DE REFUERZO Ø 1/2", Fy=4200 kg/cm2.	kg	900.88	4.45	4,008.92
05.04.06.04.04	ACERO DE REFUERZO Ø 1", Fy=4200 kg/cm2.	kg	1,999.35	4.28	8,557.22
05.04.07	<b>REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS</b>				<b>10,490.29</b>
05.04.07.01	TARRAJEO e= 2.5 cm EN PANTALLA Y VIGA.-	m2	373.32	28.10	10,490.29
05.04.08	<b>CARPINTERIA METALICA</b>				<b>9,842.53</b>
05.04.08.01	BARANDA METALICA EN PONTON	m	17.20	572.24	9,842.53
05.04.09	<b>VARIOS</b>				<b>85,633.67</b>
05.04.09.01	FALSO PUENTE	gib	3.00	27,031.37	81,094.11
05.04.09.02	JUNTA DE DILATACIÓN CON NEOPRENE	m	15.60	272.09	4,244.60
05.04.09.03	TUBERIA PVC SAP d= 3"X 0.50m.	u	12.00	24.58	294.96
06	<b>SEÑALIZACIONES Y LETREROS</b>				<b>68,716.87</b>
06.01	HITOS KILOMETRICOS	u	14.00	126.33	1,768.82
06.02	SEÑALES INFORMATIVAS (LOCALIDADES)	u	2.00	2,288.47	4,576.94
06.03	SEÑALES INFORMATIVAS (IMPACTO AMBIENTAL)	u	2.00	2,088.47	4,176.94
06.04	SEÑALES INFORMATIVAS (PONTONES)	u	6.00	3,112.40	18,674.40
06.05	SEÑALES PREVENTIVAS	u	47.00	669.83	31,482.01
06.06	SEÑALES REGLAMENTARIAS	u	12.00	669.83	8,037.96



## Presupuesto

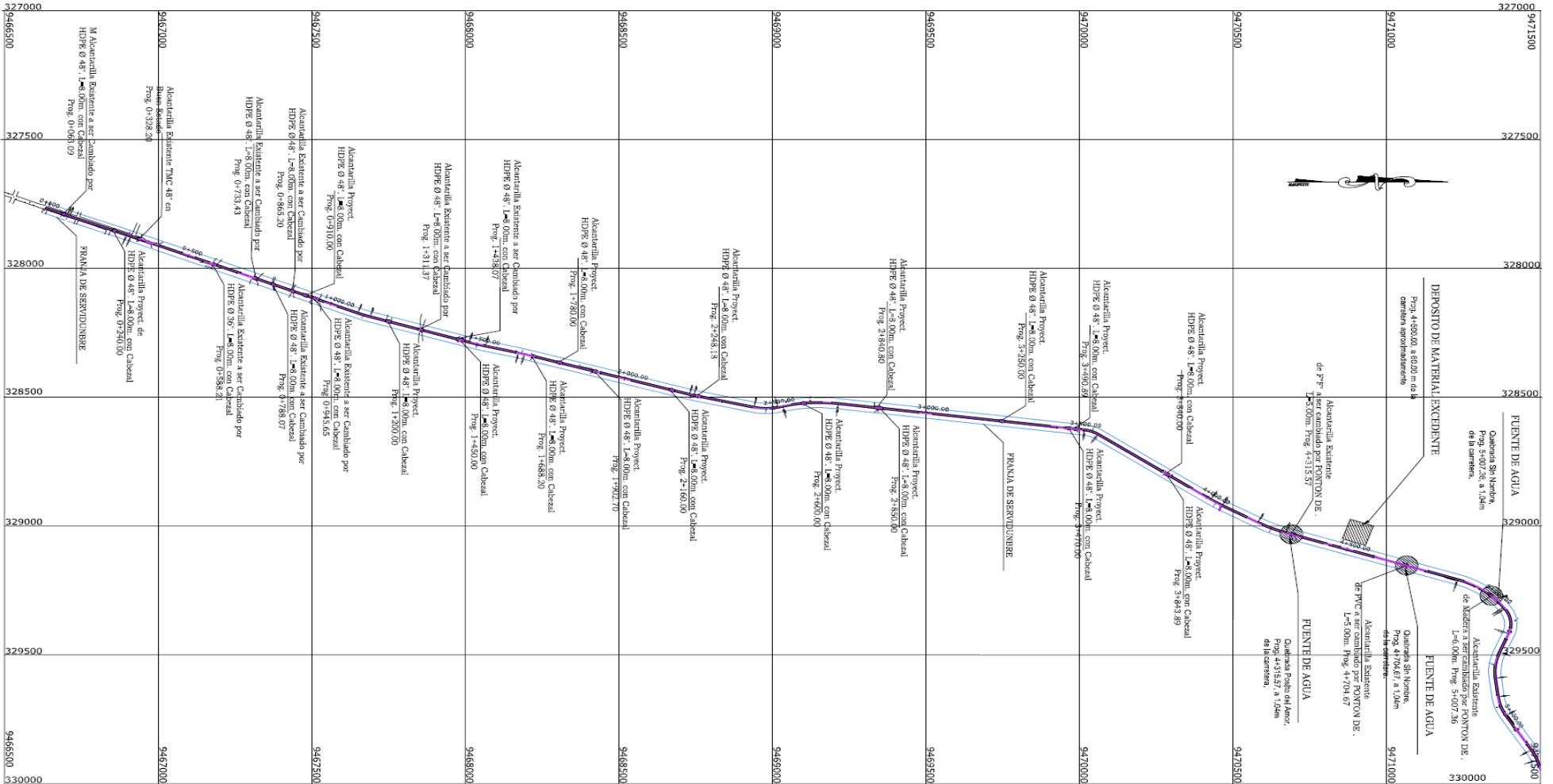
Presupuesto 0502002 MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD DEL CAMINO VECINAL SAN LORENZO - RECREO, DISTRITO DE BARRANCA,  
PROVINCIA DEL DATEM DEL MARAÑON

Cliente MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DATEM DEL MARAÑON

Lugar LORETO - DATEM DEL MARAÑON - SAN LORENZO

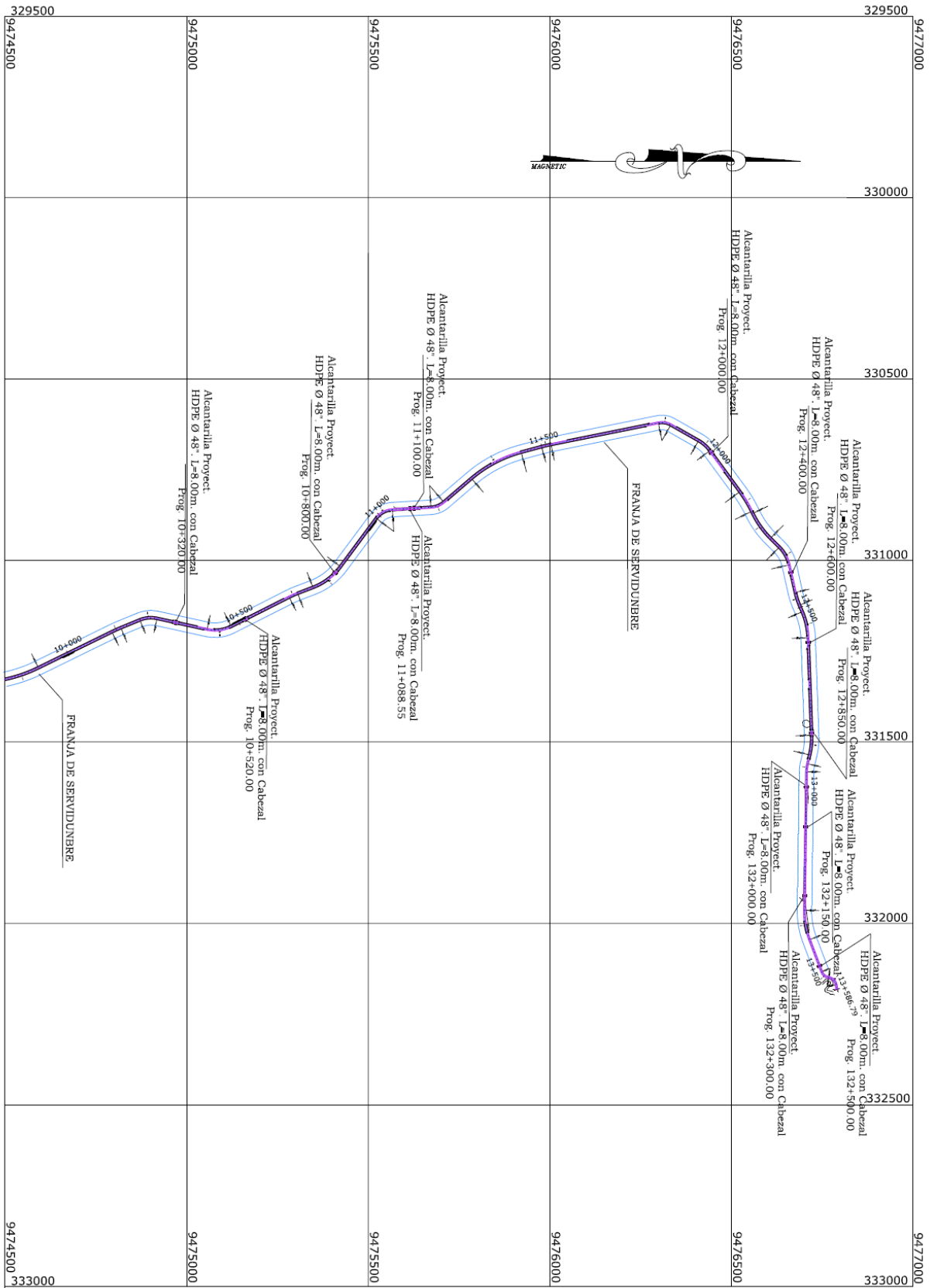
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
07	VARIOS				449.56
07.01	MURETE PARA COLOCACION DE PLACA RECORTADORIA	u	1.00	97.28	97.28
07.02	PLACA RECORDATORIA	u	1.00	352.28	352.28
	Costo Directo				11,314,146.38
	Gastos Generales 8.35% C.D.				945,193.18
	Utilidades 10% C.D.				1,131,414.64
	Sub Total (1)				13,390,754.20
	Impuesto (I.G.V) 18% S.T.				2,410,335.76
	Sub Total (2)				15,801,089.96

### 5.1.5. PLANOS



Prog. 0+000 - 5+000  
 ESACALA : 1/8500





Prog. 10+000 - 13+586.79  
 ESACALA : 1/8500

## CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

### 6.1. CONCLUSIONES

- El desarrollo y avance tecnológico presenta un gran potencial como un medio que la industria de la construcción puede usar para enfrentar los desafíos de la creciente complejidad de los proyectos actuales, el aumento de la competencia en el mercado de la construcción y la demanda por procesos de construcción más económicamente eficientes. La innovación tecnológica ofrece una ventaja competitiva a cualquier empresa que la incorpora en su gestión de empresa.
- Para sacar ventaja de las oportunidades que ofrece la innovación tecnológica es necesario entenderla, evaluar su potencial económico y apoyar su desarrollo. La dirección superior juega el rol más importante en asegurar que la innovación tecnológica sea un éxito. La evaluación de este esfuerzo debe ser hecha en el largo plazo y no mirar hacia el beneficio inmediato pero inestable.
- Perú está atravesando por un periodo que brinda condiciones particularmente beneficiosas para la adaptación desarrollo, e incorporación de tecnologías innovadoras en el sector de la construcción. Diversos factores convergen en la actualidad para impulsar la modernización de nuestra industria, así como: creciente competitividad local y extranjera, bajo nivel tecnológico de la construcción y por lo tanto gran potencial de incorporación de tecnologías innovadoras a un costo relativamente bajo, mano de obra poco capacitada y cada vez más escasa, mayor facilidad para ubicar y adaptar nuevas tecnologías a través de los avances en las comunicaciones, altos niveles alcanzados por la investigación local, necesidad de reducir costos y tiempos de construcción. Debido a lo discutido en este artículo, se recomienda altamente que las empresas constructoras evalúen su nivel tecnológico actual y que analicen las posibilidades y beneficios de incorporar ciertos avances tecnológicos en sus sistemas constructivos.

- La industria de la construcción presenta buenas oportunidades de innovación, dada la gran complejidad de los procesos de construcción. Sin embargo, para aprovechar dichas oportunidades es necesario superar varios problemas importantes: una pobre transferencia actual de conocimientos, actitudes negativas de la administración superior, resistencia al cambio y falta de comunicaciones.
- Varias tendencias existen hoy en día en el ambiente de la construcción. Se espera un desarrollo continuo y creciente el que ofrecerá un gran número de avances tecnológicos. La construcción debe beneficiarse de estos avances a través de una mayor integración entre los investigadores y los potenciales usuarios. Se deben realizar esfuerzos de investigación para buscar mejores formas de llevar a cabo esta integración, para facilitar la comunicación y la transferencia de conocimientos entre ambas partes y para hacer el proceso de implementación de los avances tecnológicos más efectivo.
- Se definieron estrategias que sin duda pueden favorecer la mejora continua de los procesos constructivos viales, las cuales incluyen el uso de herramientas de la filosofía Lean Construction para gestionar desde el nivel gerencial y operativo la reducción de tiempos de espera y de desperdicios, la organización de actividades de obra de forma secuencial y el uso de software y medios visuales para visualizar el gran flujo de información.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda presentar el compromiso con las metas de la actividad innovadora. Las constructoras peruanas deben identificar o introducir a este personal dentro de su recurso humano pues manejan de mejor forma los retos de innovar.
- Aprovechar la demanda de infraestructura y construcción, para obtener experiencia en el tema de innovación ejecutando nuevos retos de proyectos innovadores.
- Es importante entrar en el mundo de la innovación tecnológica para las empresas constructoras para dar fluidez con respecto al avance de obra, y abordar retos tecnológicos y que tengan la capacidad de realizar en base a los programas afianzados a conceptos claros y ver los resultados en uno de los sectores como el de la construcción más aún proponer la innovación para la ejecución de la obra Carretera San Lorenzo – Recreo, Provincia De Datem Del Marañón, Departamento De Loreto”

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Ambicho Ramos, Perciles Jhonathan y Bedoya Guimas, Anna Fiorella. Aplicación de las metodologías construcción sin perdidas (Lean Construction) para la mejora de la productividad en la construcción del centro comercial Real Plaza – Pucallpa. Tesis de la Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa 2016.
- Almonacid Flores, Kliver Luis, Navarro Luna, Julissa Karen y Rodas Benites, Isabel. Propuesta De Metodología Para La Implementación De La Tecnología Bim En La Empresa Constructora E Inmobiliaria “IJ PROYECTA”. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. Lima – Perú.
- Anika Paola Maceli Simón. Innovación En El Sector De La Construcción Del Perú: Estado Actual y Diagnóstico. Universidad Politécnica De Valencia
- Erick Joan Alexander Mandamiento Ticona. Innovación Tecnológica y La Mejora en el Proceso de Pavimentación En La Región Lima - Provincias 2018. Tesis Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión – Huacho – 2018.
- MANUAL DE CARRETERAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN. EG-2013.
- Mercado Rojas, Mijael Gabriel y Ruíz Cárdenas, Raúl Ritz. Propuesta de una metodología de gestión de la producción para la mejora de la productividad en obras de pavimentación en la Provincia de Coronel Portillo-Ucayali- Perú. Tesis de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima – 2018.
- PROPUESTA DE NORMA CE.010 PAVIMENTOS URBANOS



- Revista de Ingeniería titulada Innovación En Métodos De Pavimentación: Casos Regionales. Autora Sandra Campagnoli.
- Revista de Fundación Cotec para la innovación Tecnológica. Innovación en la construcción.
- Walter Chavarro Acuña y Carolina Molina Pinzón. Evaluación De Alternativas De Pavimentación Para Vías de Bajos Volúmenes de Tránsito. Universidad Católica de Colombia. Bogotá – 2015.