

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniera Civil

TRABAJO DE TITULACIÓN

Título del proyecto:

**DETERMINACIÓN DEL TIEMPO IMPRODUCTIVO “MAKING DO” Y SU
RELACIÓN CON LA PÉRDIDA ECONÓMICA EN OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL**

Autor:

María Verónica Adriano Amaguaya

Tutor:

Ing. Óscar Efrén Paredes Peñaherrera, MSc.

Riobamba – Ecuador

2018

REVISIÓN

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: **“DETERMINACIÓN DEL TIEMPO IMPRODUCTIVO “MAKING DO” Y SU RELACIÓN CON LA PÉRDIDA ECONÓMICA EN OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL”** presentado por María Verónica Adriano Amaguaya y dirigida por: Ing. MSc. Óscar Efrén Paredes Peñaherrera. Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Óscar Paredes MSc.

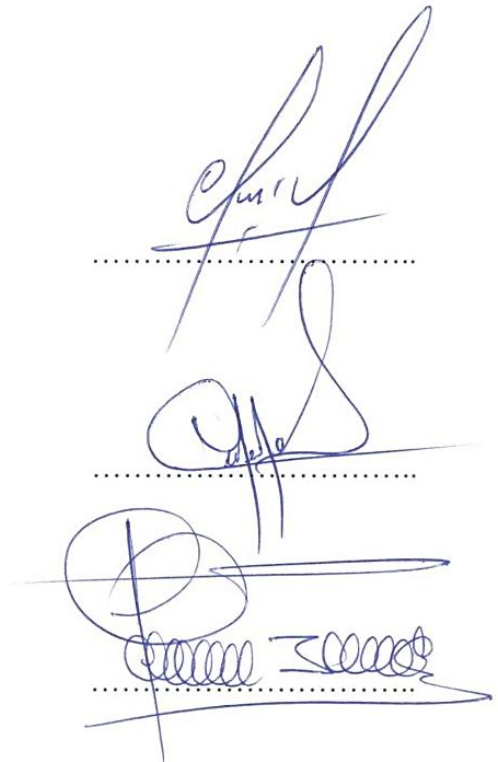
Director del Proyecto

Ing. Javier Palacios MSc.

Miembro del Tribunal

Ing. Nelson Patiño MSc.

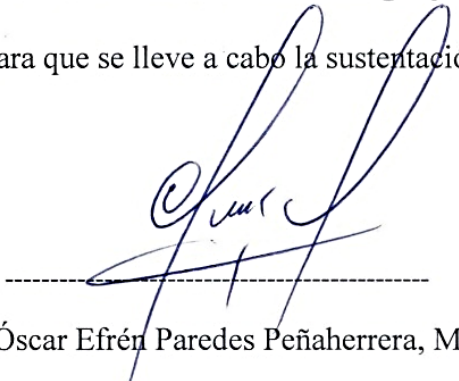
Miembro del Tribunal



CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ing. Óscar Efrén Paredes Peñaherrera MSc, en calidad de Tutor de Tesis, cuyo tema es **“DETERMINACIÓN DEL TIEMPO IMPRODUCTIVO “MAKING DO” Y SU RELACIÓN CON LA PÉRDIDA ECONÓMICA EN OBRAS DE INGENIERÍA CIVIL”**, CERTIFICO; que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a la señorita: **María Verónica Adriano Amaguaya**, para que se presenten ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,



Ing. Óscar Efrén Paredes Peñaherrera, MSc.

TUTOR DE TESIS

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, corresponde exclusivamente a: María Verónica Adriano Amaguaya e Ing. Óscar Efrén Paredes Peñaherrera; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



María Verónica Adriano Amaguaya

C.I. 060553295-1

AGRADECIMIENTO

A mi amoroso Padre Celestial, que me ha acompañado en este largo trayecto de vida, y me ha brindado sabiduría y esperanza para cumplir mis metas, me ha dado fortaleza para seguir pese a los desafíos que muchas veces he afrontado y sobretodo porque me ha brindado su amor incondicionalmente, ¡Gracias papá, te amo!

A mi mami que está en el paraíso y a la vez muy cerca de nosotros, mi AVECITA, por su gran trabajo y amor de madre que jamás nadie podrá igualarlo, a mi papá Raúl por su paciencia y ayuda indispensable, a mis hermanos Xavier, René, Wilson, Silvia y Ximena por su apoyo incondicional.

A mi gran amigo y ñaño Sebitas, que es el mejor niño del mundo y mi motivación para seguir adelante y a mi otro ñaño Maurito Samael a quién también amo mucho.

A los ingenieros: Óscar Paredes, Nelson Patiño, Javier Palacios por su colaboración en el desarrollo del proyecto y de manera especial al Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Ing. Tito Castillo, PhD, por su predisposición a ayudarme cuando más lo he necesitado.

María Verónica Adriano Amaguaya

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación de manera especial a la mujer más perfecta del mundo como lo es mi mamá, la mejor mujer que tuve la oportunidad de conocer y aprender muchas cosas de ella, gracias a ella soy lo que soy, gracias por enseñarme muchos valores y sobre todo a creer en Dios y mantener la fe a pesar de las circunstancias.

Han pasado 22 meses de tu partida al cielo y quiero que sepas que estamos bien y que pronto volveremos a estar juntas, gracias por formar grandes hijos, por motivarnos a mejorar y a ayudarnos los unos a los otros con el amor que tú sembraste en nuestros corazones. Te amo mi Ave.

De igual manera a mi papá y mis hermanos por la enorme paciencia que tienen conmigo, por el respeto me tienen hacia mis creencias, a mis ñañitos Sebitas y Maurito por ser los angelitos que me sacan sonrisas y a todos mis amigos que han estado a mi lado prestos a ayudarme en todo momento.

María Verónica Adriano Amaguaya

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. OBJETIVO GENERAL	4
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3. MARCO TEÓRICO.....	5
4. METODOLOGÍA	10
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
7. BIBLIOGRAFÍA	40
8. ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Diferencia entre el modelo tradicional y el modelo Koskela	6
Figura 2.- Esquema de la metodología de la investigación.....	10
Figura 3.- Categorías que generan Making do	14
Figura 4.- Categorías que generan Making do	15
Figura 5.- Comparación categorías Making do Semana 1.	16
Figura 6.- Comparación categorías Making do Semana 2	17
Figura 7.- Comparación categorías Making do Semana 3	18
Figura 8.- Comparación categorías Making do Semana 4	18
Figura 9.- Comparación categorías Making do Empresa A vs Empresa B.....	19
Figura 10.- Porcentaje individual según su Categoría	20
Figura 11.- Porcentaje individual según su Categoría	22
Figura 12.- Posibles impactos que genera el Making Do.....	23
Figura 13.- Posibles impactos que genera el Making Do.....	24
Figura 14.- Porcentaje total Making Do en la obra	28
Figura 15.- Porcentaje total Making Do en la obra	28
Figura 16.- Porcentaje según su categoría Empresa A vs. Empresa B	29
Figura 17.- Variación del tiempo Empresa A	30
Figura 18.- Variación del tiempo Empresa B.....	30
Figura 19.- Variaciones de Tiempo Empresa A vs Empresa B.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Cuantificación del Tiempo improductivo “Making Do”	26
Tabla 2.- Cuantificación del Tiempo improductivo “Making Do”	27

RESUMEN

Existen diferentes situaciones que generan tiempos improductivos en obras de ingeniería civil, la finalidad de esta investigación es dar a conocer sobre un nuevo tipo de pérdida por flujos, denominado “Making do”, o “hacer por hacer”, este tipo de desperdicio aparece cuando una actividad se realiza sin considerar todos los recursos que intervienen para que dicha actividad se lleve a cabo, es decir es producto de una mala planificación.

Este documento se ha basado en la investigación realizada por Carlos Formoso en 2011, donde propone un método para medirlo, así como conocer sus causas y sus posibles impactos, de esta manera se procedió a registrar diariamente los eventos que generan “Making do” mediante un formulario de toma de datos, el estudio fue enfocado a obras de Ingeniería de Riego y Agua Potable, ya que eventualmente se realizan estudios dedicados a obras de edificación y vivienda.

Los resultados obtenidos reflejan que sí existe un porcentaje por causa de “Making do” en construcción y tiene relación directa con la pérdida económica, sin embargo, es mínima pero al descuidar dicha pérdida se podría incrementar, ocasionando pérdidas para la empresa. Lo óptimo será entonces conocer sobre el “Making do” y buscar la manera de erradicarlo de la industria de la construcción.

Palabras clave: Making do, tiempo improductivo, pérdidas.

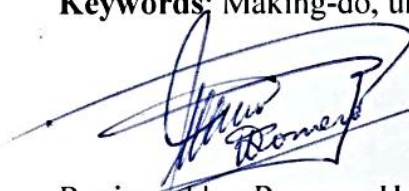
ABSTRACT

There are different situations that generate unproductive times in Civil Engineering works, the purpose of this research is to publish about a new type of loss by flows, it is called "Making-do" or "hacer por hacer", this type of waste appears when an activity is carried out without considering all the resources that intercede for the development of this activity, that is, it is the product of poor planning.

This document has been based on the research carried out by Carlos Formoso in 2011, where he proposes a method to measure it, as well as to know its causes and possible impacts, in this way it was recorded daily the events that generate "Making do" through a data collection form, the study was focused on Irrigation Engineering works and drinking water, since eventually studies are dedicated to building and housing works.

The results obtained show that there is a percentage due to "Making do" under construction and it is directly related to the economic loss, however, it is minimal, but neglecting that loss could increase, causing losses for the company. The best thing will be to know about the "Making-do" and find a way to eradicate it from the construction industry.

Keywords: Making-do, unproductive time, losses.


Reviewed by: Romero, Hugo
Language Skills Teacher



1. INTRODUCCIÓN

Uno de los recursos con mayor importancia en el desarrollo de un país es el generado por la Industria de la Construcción debido a que permite el avance socio económico del mismo, el investigador finlandés Lauri Koskela profesor de la Universidad de Huddersfield, plantea que “la construcción es un sistema de producción que se basa en proyectos con gran incertidumbre en la planificación y mala concepción de la productividad, que es vista como un modelo de transformación solamente” (Hernán Díaz, Sánchez Rivera, & Galvis Guerra, 2014), esto quiere decir que no se logra mantener una correcta planificación a lo largo de una ejecución de un proyecto. Con el paso del tiempo se han creado e implementado diversos sistemas de gestión para su optimización, sin embargo a menudo se presentan situaciones que generan desperdicios o residuos, que no son más que actividades que no agregan valor en la construcción, éstas a su vez crean retrasos en los trabajos y pérdidas económicas, significativas o mínimas, dependiendo el impacto que representa cada una de estas.

“Existen un sinnúmero de causas que generan tiempos improductivos en las obras de construcción, éstas a su vez generan ineficiencias en la administración de los recursos involucrados y en la dirección general de las obras. Lo anterior se traduce en un aumento de los costos en la ejecución del proyecto, por efecto del mal uso de los recursos.”(Santana V., 1989). Independientemente del sistema de gestión empleado en obras de construcción, es evidente como no se pueden minimizar en su totalidad las pérdidas producidas por el tiempo improductivo.

El “Making do”, es un término inglés, que traducido al español significa “hacer por hacer”, es un término que muestra las actividades que se realizan sin considerar todas las pre-condiciones antes de realizar una tarea, lo que se refleja como el producto de una mala planificación o simplemente se convierte en tareas improvisadas.

Los investigadores: Carlos Formoso, Lauri Koskela, Lucila, Sommer y Eduardo Luis Isatto al realizar un estudio en 2011, sostienen que:

El Making do ha sido indicado como una causa principal de desperdicio en la Industria de la Construcción. Esto se refiere a una situación en la cual una tarea comienza sin tener disponible todas las entradas requeridas para su finalización. Aquellas entradas se refieren no sólo a

materiales, sino también a otros recursos, como maquinaria, instrumentos, personal, condiciones externas, información, etc. Por el contrario, la literatura indica que la improvisación es una práctica humana difundida hasta en organizaciones comerciales muy estructuradas, y juega un papel importante cuando las reglas y los métodos fallan.” (C. T. Formoso, Sommer, Koskela, & Isatto, 2011).

(Koskela. L, 2004) “realiza un estudio al respecto, presenta este nuevo tipo de pérdida y propone al Making do como una adición a las siete categorías de residuos propuestas por Ohno (1998), uno de los autores fundamentales del sistema de producción de Toyota, siendo éstas: sobre producción, defectos, transporte de material, movimientos innecesarios, inventario, esperas, y proceso inapropiado”.

La clasificación de Ohno muestra que:

Los inventarios y el trabajo en ejecución se han presentado como los principales tipos de desechos, esto se debe principalmente a que tenía en mente el Sistema de Producción de Toyota, donde este tipo de desechos tiende a ser muy importante. Por el contrario, de acuerdo con Koskela (2004), el Making do puede ser considerado como el opuesto del trabajo tradicional que comúnmente se realiza en la ejecución de obras, ya que el trabajo se inicia sin la mínima cantidad de recursos (inventario) para llevar a cabo una tarea hasta su finalización.(Formoso, Koskela, Sommer, & Isatto, 2011)

Resulta un tanto difícil analizar sistemáticamente los tiempos improductivos en su totalidad, no obstante, Koskela plantea un proceso de construcción basado en flujos porque vio situaciones que perjudican seriamente el proceso para las actividades. Existe una gran diferencia entre el modelo tradicional y el modelo Koskela, el modelo tradicional muestra que un proyecto de construcción se funda en tareas, unas dependientes de otras, es decir, si una tarea se termina, la siguiente puede dar inicio, pero, sin tener en cuenta los requerimientos o pre-condiciones para que la tarea sea realizada de manera efectiva. Por esta razón, el investigador manifiesta que para que una tarea se realice correctamente, se debe contemplar todos requisitos que involucran la realización de la misma, estas pre-condiciones son: conocer el diseño de construcción, preparar a los trabajadores, tener disponibles los componentes o materiales, disponibilidad de equipos, tener el espacio necesario para realizar la labor sin obstáculos, conocer los trabajos de conexión y tomar precauciones sobre las condiciones externas.

Estas pre-condiciones se consideran flujos. Si es que el ingeniero encargado logra que se cumplan estos requisitos podrá realizar la tarea con menos probabilidad de desperdicios, a esto se le llama “Making Ready” (hacer cuando está planeado). (Ramírez, 2013).

El presente estudio pretende, en base a lo anterior, determinar la gestión de planificación en empresas dedicadas a trabajos de ingeniería civil, cuantificar el tiempo improductivo producido en obra, mediante observación directa, establecer sus causas y plantear posibles soluciones que mejoren la administración general de las mismas, con lo cual se obtienen beneficios para la empresa y el personal.

Una vez que se haya determinados sus causas y posibles impactos negativos en la ejecución de la obra se podrá determinar también si estos desperdicios interfieren directamente en la pérdida económica en la construcción utilizando un sistema de cuantificación de pérdidas que abarque cada una de las categorías propuestas por Koskela.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el tiempo improductivo producido “Making do” y su relación con la pérdida económica en obras de ingeniería civil.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un análisis comparativo entre 2 empresas constructoras para determinar que causas generan comúnmente el Making do y sus posibles impactos en las obras.
- Determinar el porcentaje de Making do total en cada empresa y los costos en pérdida económica que representa.

3. MARCO TEÓRICO

En general, en una obra de construcción se presentan imprevistos y se cree que estos producen un alto nivel de desperdicios o desechos, sea cual sea el sistema de gestión empleado para prevenir dichos inconvenientes, resulta un tanto difícil erradicarlos en su totalidad.

Según (Koskela, 1992), “la producción es un flujo de materiales e información que permite obtener el producto final. En este proceso productivo ocurre transformación de materiales, inspecciones, movimientos y esperas”.

Se puede decir entonces que una obra sigue un proceso para llegar al resultado final, dicho procedimiento representa la transformación del material y es lo que agregan valor a la obra; en cambio, inspecciones, movimientos y esperas representan a los flujos y son las actividades que no agregan valor. Mientras que (Blas.J & Guzmán.J, 2015) sugieren que “el único camino para que una empresa pueda crecer y aumentar su rentabilidad (o sus utilidades) es aumentando su productividad”.

Entonces, es importante que se considere utilizar instrumentos para incrementar la productividad, estos irían acompañados de métodos que consideren no sólo un sistema de pago de salarios, que comúnmente se hace, puesto que el recurso humano no es el único recurso que está relacionado con el incremento de la productividad, dicho en otras palabras, se debería considerar todos los parámetros que añade Koskela, de esta manera se lograría optimizar todos los recursos.

A continuación se realiza un enfoque a los términos planificación y control para una mejor comprensión, porque estos términos están estrechamente relacionados con el Making do.

Los investigadores Ballard y Howell describen estos términos de la siguiente manera:

La "planificación" es la producción de: presupuestos, cronogramas y otras especificaciones detalladas de pasos a seguir y las restricciones a obedecer en la ejecución del proyecto. Una vez que comienza la producción, la administración se esfuerza por "controlar", es decir, monitorear el desempeño en función de esas especificaciones, con la acción correctiva necesaria para ajustar el desempeño a ellas. En la construcción, el control se concibe como la conformación progresivamente más detallada de los flujos de material e información, es decir, el proceso de producción física. (Ballard & Howell, 1998)

De lo indicado previamente, para que una empresa pueda reflejar altos costos y óptimos niveles de servicio, lógicamente se debe lograr un nivel de productividad mayor para incrementar la productividad, ya que cuando el nivel de productividad corresponde notablemente a niveles inferiores a sus promedios, la industria corre graves riesgos en cuanto a su competitividad y permanencia.(Blas.J & Guzmán.J, 2015).

Se puede categorizar a los tipos de desechos en la industria de la construcción como sobreproducción, espera / inactividad, transporte, exceso de procesamiento, inventario, movimiento, defectos, descuidar los pensamientos y motivación de las personas, el comportamiento (trabajo lento / trabajo ineficaz), desperdicio material y Making do.(Vilasini, Neitzert, & Gamage, 2011)

Con la finalidad de crear una teoría de producción dentro de la construcción netamente, Koskela plantea un flujo para optimizar los recursos en la industria de la construcción, parte de que esta teoría de producción debería cubrir todas las áreas esenciales, producción sobre todo física y diseño de producto, control y mejora de sistemas de producción. (Koskela, 2000)

En 2004, Koskela marca una diferencia entre el modelo tradicional y su modelo basado en flujos, esto resultó de 2 estudios de caso, los cuales permitieron determinar 7 pre-condiciones que se deben cumplir antes de iniciar una tarea.

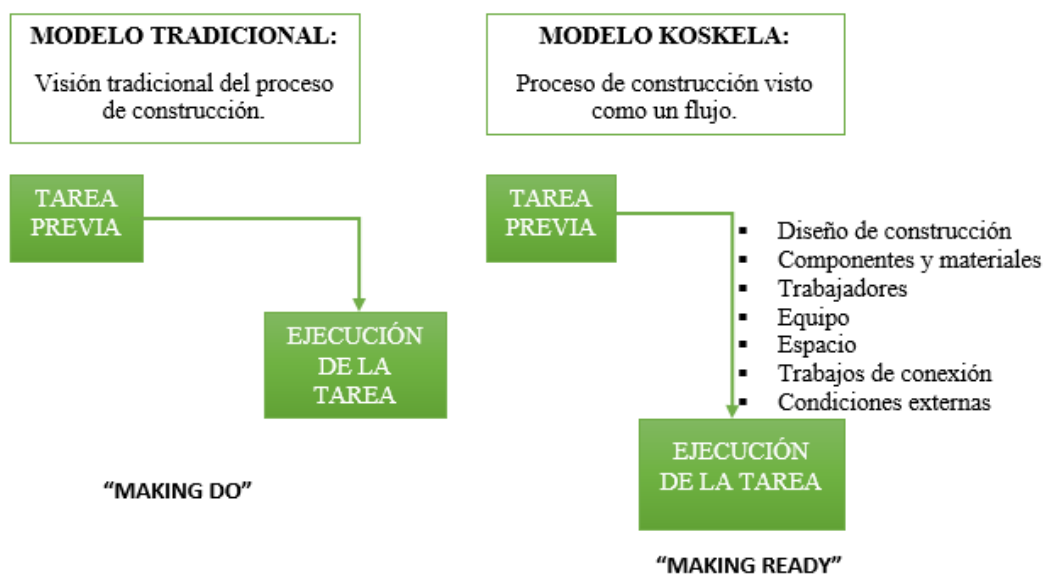


Figura 1.- Diferencia entre el modelo tradicional y el modelo Koskela

Realizado por: María Verónica Adriano A.

Nuevas investigaciones se han propuesto comprobar la hipótesis sobre el impacto real que genera el Making do, por esta razón se han realizado 2 estudios en Brasil, por el investigador Carlos Formoso.

En el año 2011, al realizar un estudio exploratorio a dos empresas de tamaño medio dedicadas a trabajos de edificaciones y vivienda, el autor llega a la conclusión de que existe un porcentaje correspondiente a cada categoría, siendo la principal causa la falta de acceso adecuado al lugar de trabajo (36% y 33% en los casos A y B, respectivamente).

Al finalizar la investigación, el autor cataloga al Making do como una falla de planificación y que en sitios de construcción se encuentra de forma omnipresente, pero que este tipo de desecho no se considera representativo en la industria de la construcción, los posibles impactos corresponden a: reducción de calidad, re trabajo, reducción de productividad, reducción de motivación, mala seguridad y desperdicio de los materiales, siendo los dos últimos impactos los más representativos para los estudios de caso 1 y 2 respectivamente con el 72%.(C. T. Formoso et al., 2011)

Posteriormente, en el año 2013, se realiza una nueva investigación más a fondo para llegar a los impactos que genera el Making do:

Nuevamente Formoso junto con otros investigadores realizan otro estudio en la cual se conoció la carencia de integración entre la dirección de calidad y control de producción que ha sido indicado como un problema común en el sector de la construcción. El documento habla del impacto de este problema en la generación de desechos que son típicos en este sector, como el Making do, re trabajo y trabajo no acabado.(C. Formoso, Fireman, & Isatto, 2013)

Esta investigación implicó el desarrollo de tres estudios empíricos, realizados en dos compañías diferentes. Al igual que el estudio realizado en 2011, se llevó el cabo el mismo procedimiento para la recolección de los datos, sólo que a esta investigación se le dividió en 3 módulos, el primero identifica los desechos del Making do, con resultados similares al documento anterior, el segundo se refiere a la identificación de trabajos informales y el tercero, hace referencia a la finalización de una tarea y el control de calidad. (C. Formoso et al., 2013)

Relación del Making do con la pérdida económica en Obras de Ingeniería Civil

Ahora que conocemos claramente las causas y posibles consecuencias que genera el Making do, el siguiente paso a seguir será cuantificar las mismas y relacionarlas con la pérdida económica en obras de ingeniería Civil. A lo largo de los tiempos, se han implementado varios sistemas de medición, cabe recalcar que esta medición será una referencia ya que en su totalidad es imposible tener una cifra exacta.

En la construcción de una obra civil, en su mayoría, se producen pérdidas operacionales, que pueden ser mínimas o considerables para la empresa que está a cargo de dicha obra. Toda empresa trabaja para ganar dinero y no para perderlo, es por esta razón que siempre se busca la manera para tratar en lo posible, de optimizar todos sus recursos invertidos para obtener una mayor ganancia y que de esta manera la empresa llegue a ser más competitiva en el mercado y sólida frente a la competencia. (Añazco Campoverde & Sánchez Buri, 2016)

Existen varias metodologías que permiten representar en forma cuantitativa estas pérdidas, sin embargo para pérdidas por flujo no se ha desarrollado instrumentos específicos de medición, por tal motivo se ha seguido el modelo empírico, el cual considera las pérdidas ocasionadas por los flujos únicamente (tiempos de espera producto de actividades que no han sido planificadas), este modelo compara los tiempos que se debería trabajar versus los tiempos reales trabajados, dicha diferencia muestra la pérdida que se dio en la empresa y dependiendo de su impacto determinar si afecta o no en la pérdida total de la obra.

Generalmente, en la mayoría de casos analizados se ha tenido como prioridad la pérdida ocasionada por los materiales o mano de obra, lo cual no está conteniendo en la totalidad todas las pérdidas por esperas. En el presente estudio de caso se considerarán las 7 pre condiciones que generan dichas pérdidas, por esta razón se ha investigado qué método puede ser el indicado para cuantificar justamente las pérdidas ocasionadas por el Making do. Lo que se ha realizado para determinar cuantitativamente el impacto económico generado por el Making do es observar y registrar el tiempo que tomó la tarea que no agrega valor o en sí la que se realizó sin planificación. En la metodología de la investigación se explicará a detalle el desarrollo de la misma.

Para la validación de los datos de forma estadística, se ha procedido a hacer un análisis comparativo a los tiempos (tiempo laboral vs el tiempo laboral real trabajado), ya que es lo único que se puede hacer considerando el número de datos y la relación que existe entre cada uno de ellos.

El método elegido después de evaluar la naturaleza de los datos es la Prueba de Welch, este método estadístico se pueden aplicar para análisis de dos muestras de datos.

La prueba de Welch

Se aplica para muestras de tamaño menor o igual a 30, consiste en establecer una hipótesis nula y una hipótesis alterna, asumiendo que no existe diferencia entre las medias de cada conjunto de datos, y si existe diferencia sólo se debe al azar, es una prueba paramétrica que considera que las desviaciones estándar no son necesariamente iguales.(Sánchez Turcios, 2015)

Una vez que se realiza la prueba de normalidad y homocedasticidad a los datos utilizando programas estadísticos, sin embargo, no es recomendable realizarlos, dado que se podría emplear la prueba de Welch directamente, se emplea este tipo de prueba; caso contrario, se debería utilizar un test no paramétrico que pueda evaluar las diferencias significativas entre los conjuntos de datos. Los resultados obtenidos al utilizar este método están dentro de los rangos establecidos de error, en comparación a otros métodos, sus resultados son más eficientes y confiables.

4. METODOLOGÍA

Para la realización de la investigación se ha realizado un plan, el cual consiste en pasos que se llevan a cabo uno detrás de otro para poder recopilar la información necesaria, que posteriormente será empleada para la obtención de resultados.

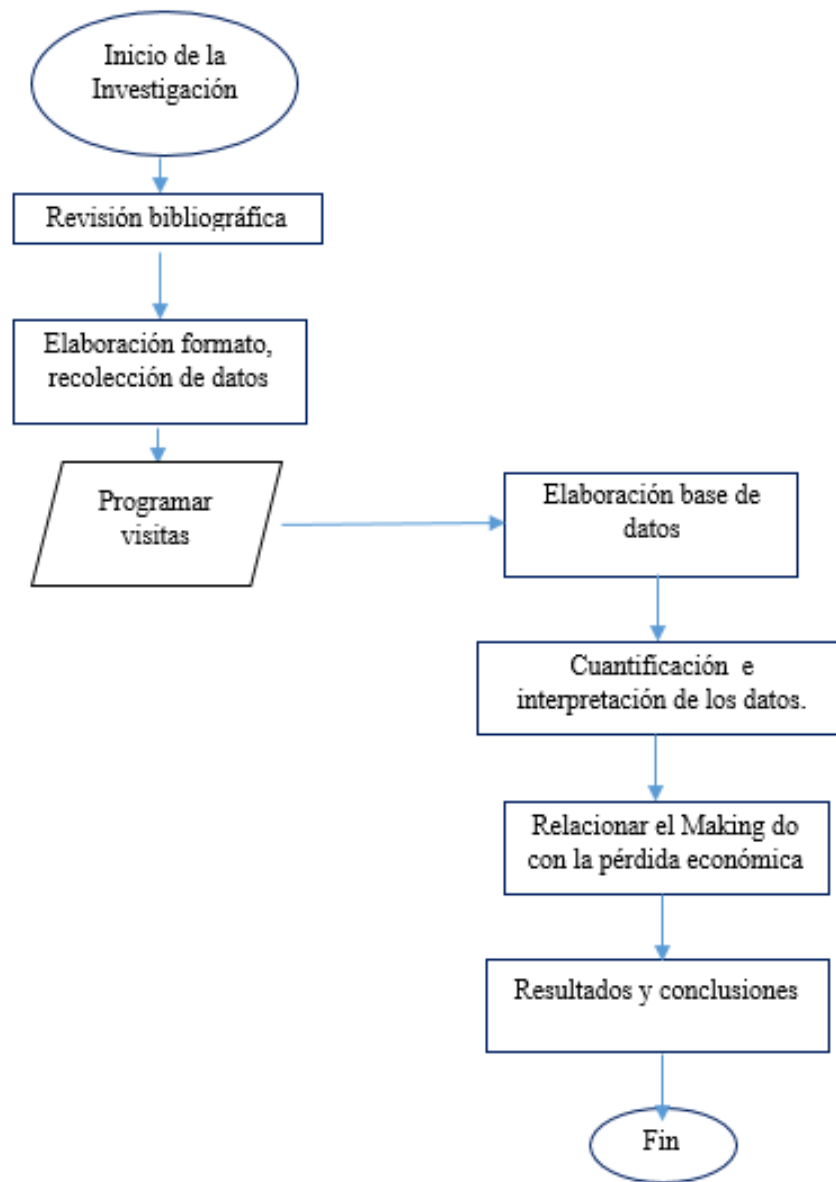


Figura 2.- Esquema de la metodología de la investigación

Realizado por: María Verónica Adriano A.

1. La revisión de la literatura:

Se realizó en lecturas exploratorias las cuales permitieron abordar mejor el tema considerando investigaciones y la experiencia de varios autores respecto al tema, las fuentes principales de lectura fueron varios sitios web como ResearchGate, Scopus, Google Académico, ACSE, ScienceDirect y algunas tesis relacionadas con mi tema de investigación; el motivo de buscar fuentes de investigación es comprender los conceptos para desarrollar un razonamiento teórico que constituyó el marco conceptual del trabajo, se pudo mediante ello, enriquecer ideas que podían ayudar a ejecutar este trabajo de investigación.

2. Elaboración del formulario de la toma de Datos:

Se realizó el formulario para la recolección de datos en campo, esto se llevó a cabo diariamente por un periodo de un mes en dos constructoras privadas de tamaño medio. Tanto el formulario, como el procedimiento para la obtención de datos fue basado en el estudio de Carlos Formoso (2011), el formulario consta de los 7 parámetros que contempla el Modelo Koskela, posterior se procedió a llenarlo con la información visual e impartida por los empleados, mientras que para la cuantificación del Making do se procedió a registrar por un período de 2 horas los procedimientos seguidos para la realización de la tarea. Para medir el tiempo improductivo se optó por utilizar un cronómetro, el cual registra el tiempo absoluto que es destinado para Making do, una vez concluida la tarea se pudo registrar los inconvenientes que permiten la aparición del Making do.

3. Estudio de caso:

Se seleccionó dos empresas de tamaño medio en el mercado de la Construcción, se ha denominado Empresa A y empresa B por motivo de confidencialidad, las empresas seleccionadas tienen un corto período en el mercado en comparación a otras, se las ha seleccionado justamente porque no tienen planteado un sistema de gestión que les ayude con la planificación diaria de actividades y óptima producción, ambas empresas recibieron los datos obtenidos para establecer a futuro cambios y precauciones al momento de ejecutar un proyecto.

Cabe especificar que las obras en el momento de la toma de datos estaban dedicadas a trabajos en Ingeniería de Riego y Agua Potable, la razón por la que se optó por analizar este tipo de proyectos fue porque ya los dos casos estudiados por Formoso estaban dedicados a obras de ingeniería con proyectos de edificaciones y se obtuvieron resultados similares, mientras que en esta investigación se desea obtener resultados que abarquen otros sectores de la construcción. La ejecución de los proyectos se realizó en los cantones Guano y Penipe, se seleccionó este tipo de obras para que pueda existir una comparación posterior en el análisis de actividades.

Más tarde, se llevó a cabo todo el procesamiento y análisis de los datos, caracterizando los factores y las variables involucradas. Para poder conocer que categoría del flujo es que el que más acarrea a producir Making do.

4. Procesamiento de datos:

Se presenta de manera gráfica los resultados de análisis de datos para ver porcentajes, tendencias y cantidades de los aspectos más relevantes del estudio tanto para la empresa A como para la empresa B, utilizando diagramas de pastel y de barras, así también se realizó una comparación de estas con sus respectivos resultados.

Inicialmente y con el formulario propuesto se determinó cuáles de las 7 pre condiciones eran las más representativas al momento de generar el Making do, una vez obtenidos esos porcentajes se determinó de forma individual qué porcentaje representaba cada una de ella en la obra y posteriormente se identificó los posibles impactos que generaron estos inconvenientes en la obra.

Por último, se realizó una cuantificación del Making do, se conoció el porcentaje de éste y se lo relacionó si este interfiere o no en la pérdida económica en obras de ingeniería civil. Esto se lo realizó de la siguiente manera:

Cada día se obtuvo un registro diario de las actividades que se llevaban a cabo en el proyecto, con un cronómetro se procedió a cuantificar el tiempo destinado para actividades que no agregan valor por causa únicamente del Making do, una vez registrado el tiempo en minutos, se hace nuevamente diagramas de pastel para identificar el porcentaje que éste representa en cada actividad, se había sugerido que se tomara los datos mediante filmación de las actividades, esto no

fue posible debido a que no se podrá conocer las causas que ocasionan las actividades que no agregan valor y tampoco se podría saber si se trata de actividades que no estaban planificadas, ya que al grabar los videos debía estar lejos del sitio de trabajo, debido a que al grabar directamente los trabajadores sentirán presión y no se obtendrán los datos reales, ya que ahí si trabajan de forma correcta.

Por esta razón, fue indispensable mantenerme presente y tomar el tiempo de manera discreta, sin dar sospecha a los trabajadores para obtener datos más reales.

Una vez que se obtuvieron los datos tanto de causas y posibles impactos de Making do, se procedió a evaluar los mismos mediante un método estadístico, al ser datos de tiempo se pudo comparar el tiempo que se debía trabajar vs el tiempo trabajado, en tanto que para los costos de pérdida no se pudo emplear ningún método debido a que son diferentes números de trabajadores, por lo tanto no se tiene una base suficiente para compararlos.

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los dos estudios de caso involucraron el control de los procesos de planificación de las empresas mediante el monitoreo directo de las causas que generan el Making do en los sitios de construcción, según sus actividades diarias.

Actualmente en Ecuador no existen estudios realizados al respecto en cuanto a pérdidas en la construcción provocadas por flujos, lo que conlleva una experimentación con conocimientos restringidos, es por esta razón que mi investigación utiliza el método propuesto por (C. T. Formoso et al., 2011), el cual plantea una forma para medir el Making do, mediante la observación directa en las actividades ejecutadas.

El método involucra el monitoreo de las causas que generan las 7 categorías propuestas por Koskela que a su vez ocasionan la aparición de Making do, a través de un formulario de toma de datos llevado a cabo diariamente, obteniendo de esta manera, los siguientes resultados tanto para la empresa A como para la empresa B:

Estudio de caso 1 (Empresa A)

La figura 3 muestra las principales causas que producen Making do, detalla en porcentajes cada categoría implementada por Koskela y presenta la importancia relativa de las mismas en cada estudio de caso.

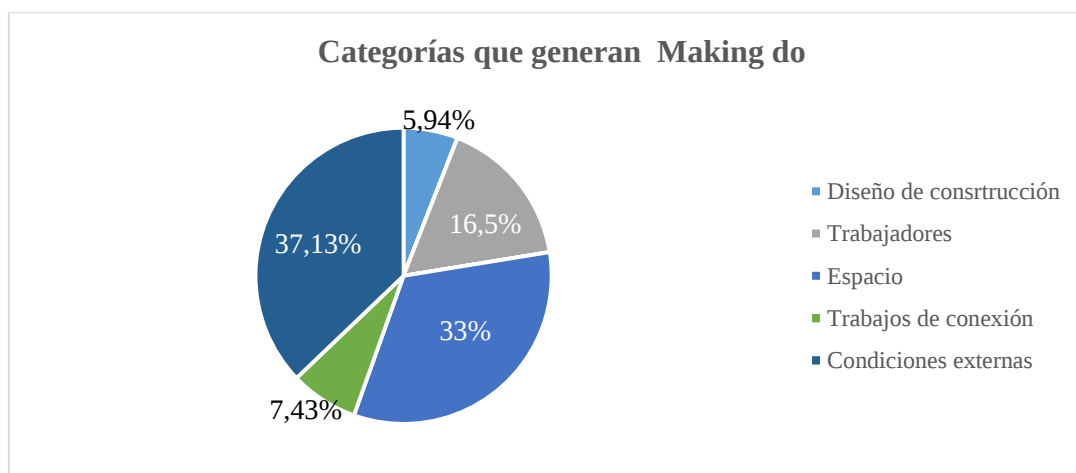


Figura 3.-Categorías que generan Making do
Realizado por: María Verónica Adriano A.

Estudio de caso 2 (Empresa B)

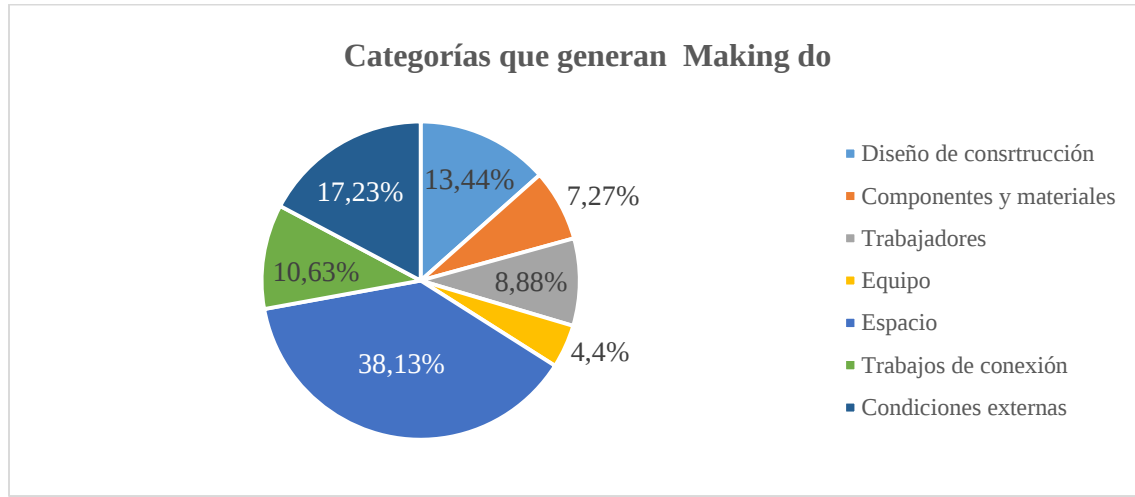


Figura 4.- Categorías que generan Making do
Realizado por: María Verónica Adriano A.

SÍNTESIS:

En la empresa A, se pudo notar que se presentaron las 5 de las 7 categorías propuestas por Koskela, la obra se ejecutó de manera correcta y sin retrasos significativos, las 3 categorías con mayor incidencia fueron: Condiciones externas con un 37,13%, Espacio con un 33% y Trabajadores con un 16,5%, se pudo comprobar que estas fueron las principales causas que generaron Making do debido a que las condiciones externas contemplan principalmente el estancamiento de la obra, generalmente por lluvias, cabe recalcar que fue un período lluvioso en el que se ejecutaba la misma, tampoco se disponía de un correcto espacio para la realización de actividades de manera adecuada y como es conocido, las veces el ingeniero encargado no se encuentra, los empleados trabajan de forma aleatoria, es decir desperdician mucho tiempo en actividades de improvisación o innecesarias, también se debe acotar que alguno de ellos no desempeñaban correctamente sus funciones y eso ocasionó que haya re trabajos o mala calidad del mismo.

Las categorías que no se presentaron en la obra fueron: Componentes y materiales y equipo, debido que en las 4 semanas analizadas no tuvieron inconveniente en estas condiciones, ya que el

equipo estaba en óptimas condiciones y los materiales siempre estaban a tiempo en el lugar debido a la presencia diaria de los ingenieros residentes.

En el estudio de caso 2, correspondiente a la empresa B se presentaron 7 de las 7 categorías propuestas por el investigador, siendo estas las 3 principales categorías con mayor incidencia: Espacio con 38,13%, condiciones externas con el 17,23% y diseño de construcción con el 13,44%, estos resultados fueron evidentes en la obra ya que al ser un sistema de riego sumamente extenso, el espacio para realizar las actividades era completamente lejano, impidiendo de forma significativa el transporte de materiales y la ejecución del trabajo, además las lluvias fueron responsables de que la segunda condición corresponda a condiciones externas, por la misma condición de sitio inaccesible y lejano, en ocasiones no se contaba con planos o información para la tarea, lo que reducía la calidad del trabajo, cabe señalar que los ingenieros residentes no acudían diariamente a los sitios de trabajo.

A continuación se presenta de forma gráfica la actividad semanal de las empresas:

Empresa A vs Empresa B (Semanal)

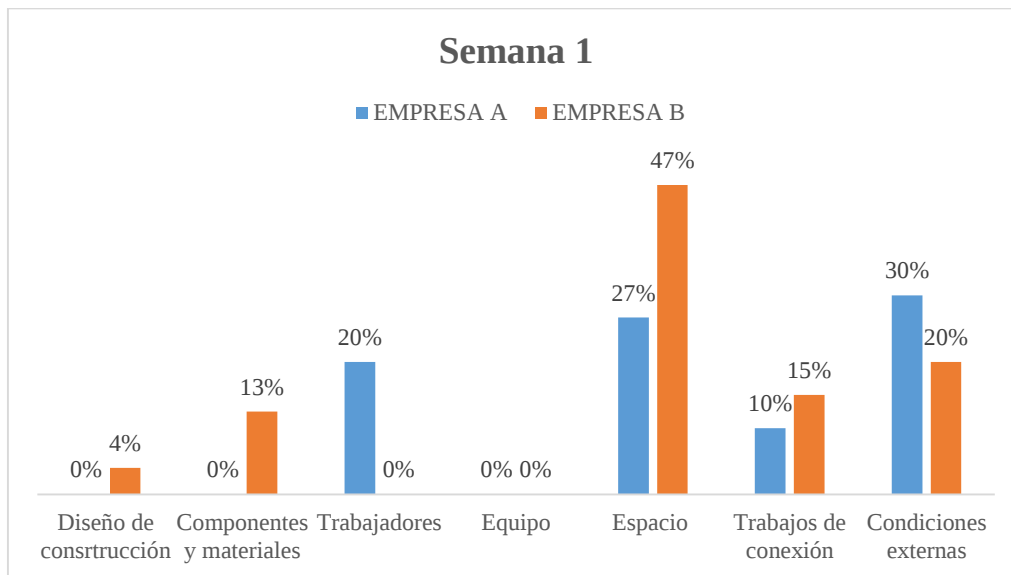


Figura 5.- Comparación categorías Making do Semana 1.

Realizado por: María Verónica Adriano A.

En la semana 1 fueron dedicados trabajos de construcción civil, como tanques reservorios, tanques rompe presión, y excavaciones manuales y con maquinaria, en ambas empresas se obtuvo resultados similares, siendo los principales factores el clima y el reducido espacio.

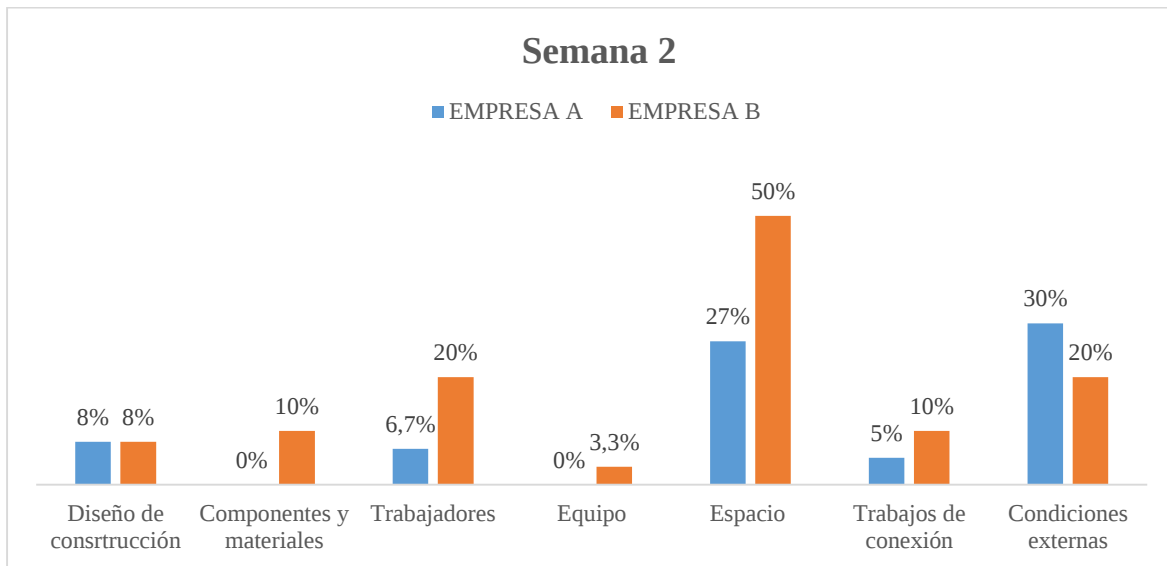


Figura 6.- Comparación categorías Making do Semana 2

Realizado por: María Verónica Adriano A.

Al igual que en la semana 1, los trabajos continuaron de forma uniforme, con resultados similares entre sí, se mantiene como porcentaje mayoritario el espacio, en las dos obras era casi inaccesible el lugar de realización de tareas, es por esta razón que el espacio tanto de llegada, como de ejecución de las actividades era el mayor impedimento.

Cabe mencionar que la empresa B, tenía más dificultad para realizar sus actividades, por razón de extensión de la obra y pendientes pronunciadas de trabajo.

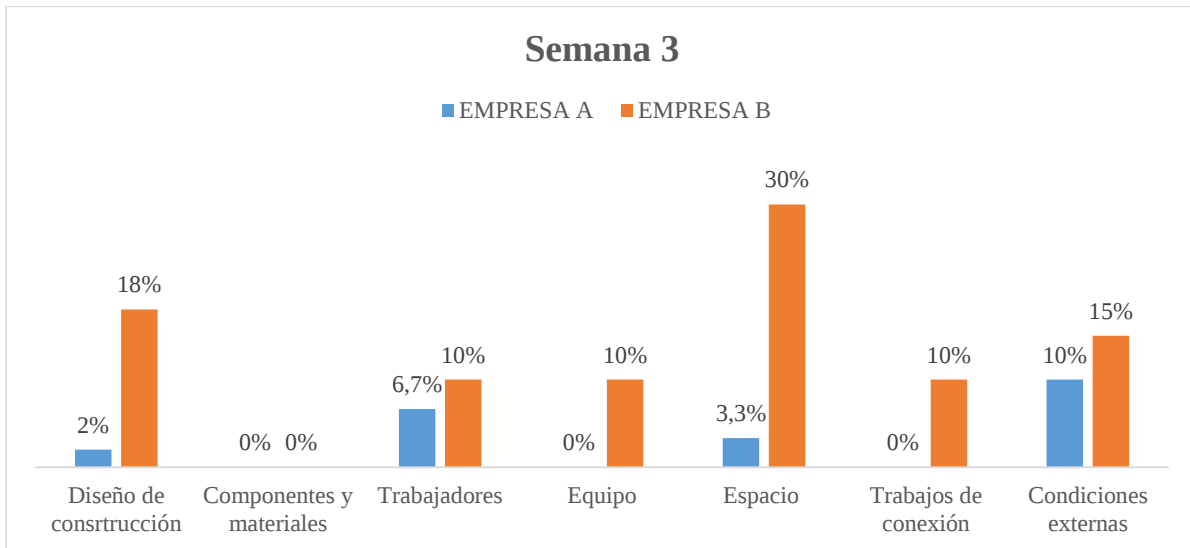


Figura 7.- Comparación categorías Making do Semana 3

Realizado por: María Verónica Adriano A.

La semana 3 corresponde a los mismos trabajos realizados semanas anteriores, la empresa B continuaba normalmente con sus actividades, sin embargo, la Empresa A ya estaba próxima a terminar sus trabajos y entregar el sistema de Agua Potable, es por esta razón que los desperdicios en esta semana eran inferiores en comparación con la empresa B, sin embargo, sigue existiendo una relación entre desperdicios por flujos en las dos empresas.

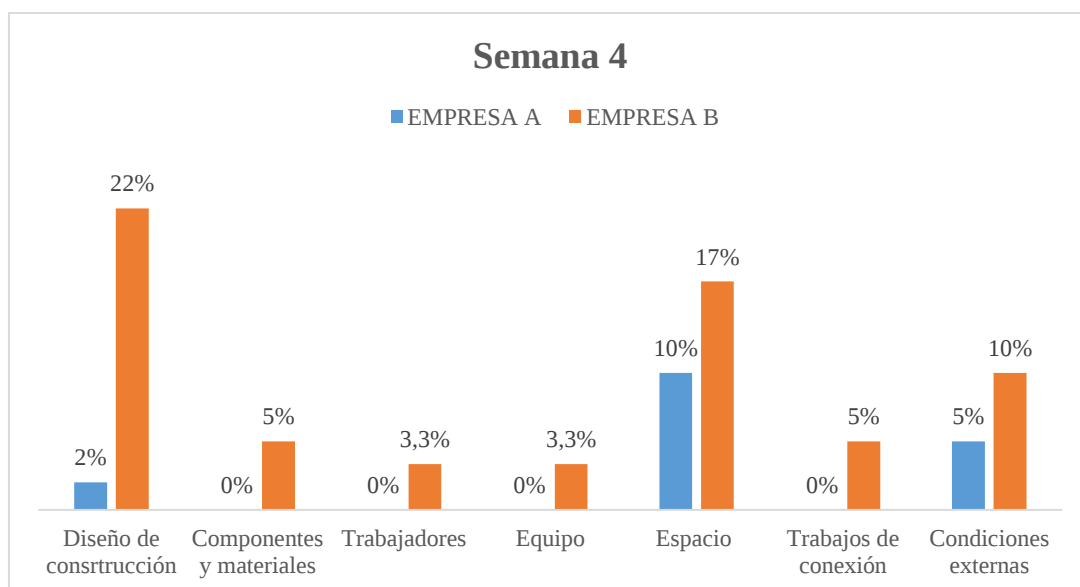


Figura 8.- Comparación categorías Making do Semana 4

Realizado por: María Verónica Adriano A.

Esta semana fue la última en la que se pudo registrar los datos para la investigación, es notorio el porcentaje de pérdida en la Empresa B, por la misma razón de que la empresa A estaba próxima a culminar con sus actividades y entregar el proyecto. Es evidente como la categoría que predomina en esta semana en cuanto a pérdidas corresponde a diseño de construcción, ya que no se contaba con información precisa como planos u otras indicaciones, y al mantenerse en lugares lejanos al campamento, fue evidente como no se pudo obtener la misma y se desperdició tiempo.

Comparación Categorías Del Making Do Global

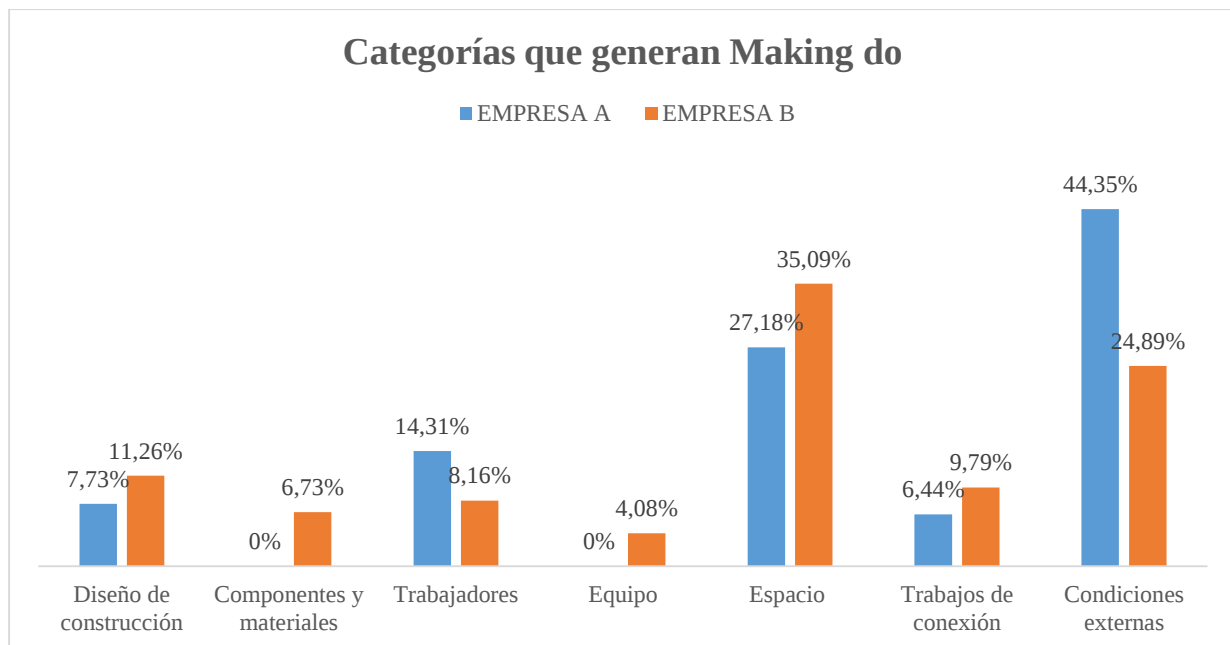


Figura 9.- Comparación categorías Making do Empresa A vs Empresa B

Realizado por: María Verónica Adriano A.

En las 4 semanas de observación y toma de datos se pudo comprobar que estos porcentajes en pérdida ocasionados por Making do, se debieron, primeramente a la escasa planificación y control de actividades diario, es indiscutible como aún en el país se maneja un modelo tradicional para la realización de las mismas, no se consideran los parámetros que establece Koskela, para una correcta funcionalidad de la empresa.

Las principales causas que permiten obtener estos porcentajes fueron las siguientes:

EMPRESA A

1. La empresa estaba próxima a terminar los trabajos y entregar el proyecto.
2. El acceso al lugar tenía menor dificultad de acceso.
3. Los ingenieros residentes acudían diariamente a controlar el trabajo.
4. El equipo no presentó fallas al momento de la ejecución del trabajo.
5. El número de trabajadores era menor que el de la empresa B, sin embargo, cometían errores que provocaron Making do.

EMPRESA B

1. La empresa se encontraba en los trabajos post inauguración de la obra, sin planificación adecuada de distribución de trabajo ni personal.
2. Acceso a lugares de trabajo completamente difíciles, debido al clima y quebradas.
3. No acudían los ingenieros encargados diariamente a controlar las actividades.
4. El equipo presentaba inconvenientes.
5. Mala planificación para distribución de materiales y equipos.

Una vez conocidas las causas que generan Making do y su porcentaje, se puede presentar de forma gráfica también los porcentajes de cada categoría, de forma individual, la suma de los porcentajes es mayor que 100%, ya que cada categoría de Making do fue originada por más de un problema. Es decir se considera el porcentaje que cada factor provoca dicha categoría, siendo estos los resultados:

Estudio de Caso 1 (Empresa A)

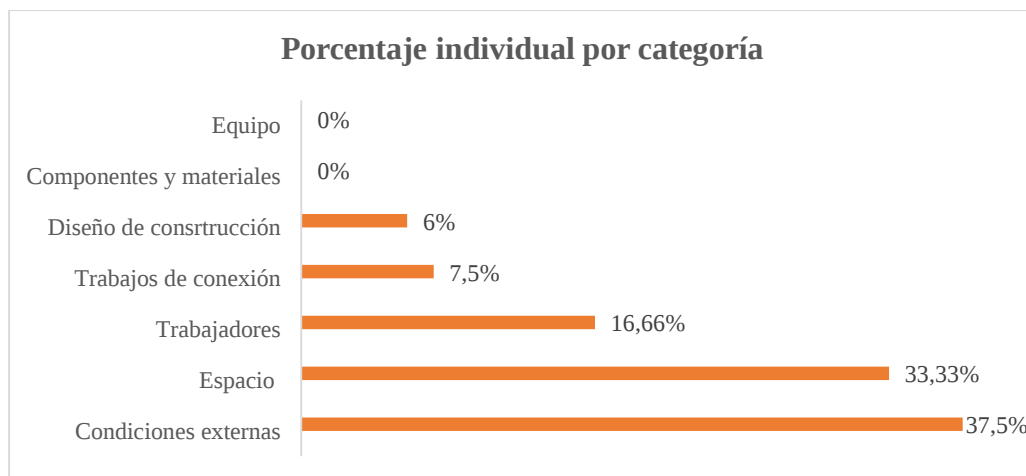


Figura 10.- Porcentaje individual según su Categoría

Realizado por: María Verónica Adriano A.

En la empresa A los tres problemas principales, según el orden de importancia fueron:

➤ **Condiciones externas con el 37.5%**

Condiciones externas contempla 2 factores:

Clima e Instalaciones temporales adecuadas, según el Autor, existen varios programas que permiten conocer el estado climático de la zona en la que se va a ejecutar un proyecto, y por esta razón se deberían planificar las actividades según el pronóstico climático; en cuanto al clima se debería implementar instalaciones temporales adecuadas, que permitan el correcto progreso de la obra evitando retrasos innecesarios.

En las actividades desarrolladas por la Empresa A, y como en la mayoría de constructoras a nivel nacional no emplea este tipo de consideraciones antes de iniciar con los trabajos, tampoco contaban con instalaciones temporales adecuadas en el sitio de trabajo dependiendo a la situación climática, es importante mencionar que los datos fueron tomados en un período lluvioso y además las primeras semanas se pudo evidenciar que los trabajadores no portaban uniformes impermeables, lo que ocasionaba que se retiraran del lugar de trabajo hasta que cese la lluvia.

➤ **Espacio con el 33.33 %**

Se consideran 3 factores:

Si el espacio es suficiente para trabajar, correcto acceso al área de trabajo y acceso a los materiales.

En esta categoría de forma individual se pudo evidenciar que el espacio era reducido, el acceso al sitio y de materiales era lejano y de difícil acceso en ciertos frentes.

➤ **Trabajadores con el 16.66%**

Esta categoría contempla las siguientes consideraciones en cunato a los trabajadores:

Desempeña sus funciones adecuadamente, tiene habilidades requeridas para cada actividad y si el número de trabajadores es suficiente para cada actividad; Se pudo notar que los trabajadores como es costumbre, mientras el ingeniero encargado no se encuentra realizan sus funciones en menor calidad, desperdician tiempo y sobretodo se pudo notar el retrabajo que muchas veces tuvieron que realizar en una actividad debido a trabajos mal realizados.

Los resultados obtenidos en ambos casos son parcialmente similares, en la empresa B en cambio, se obtuvo los siguientes problemas principales:

Estudio de Caso 2 (Empresa B)

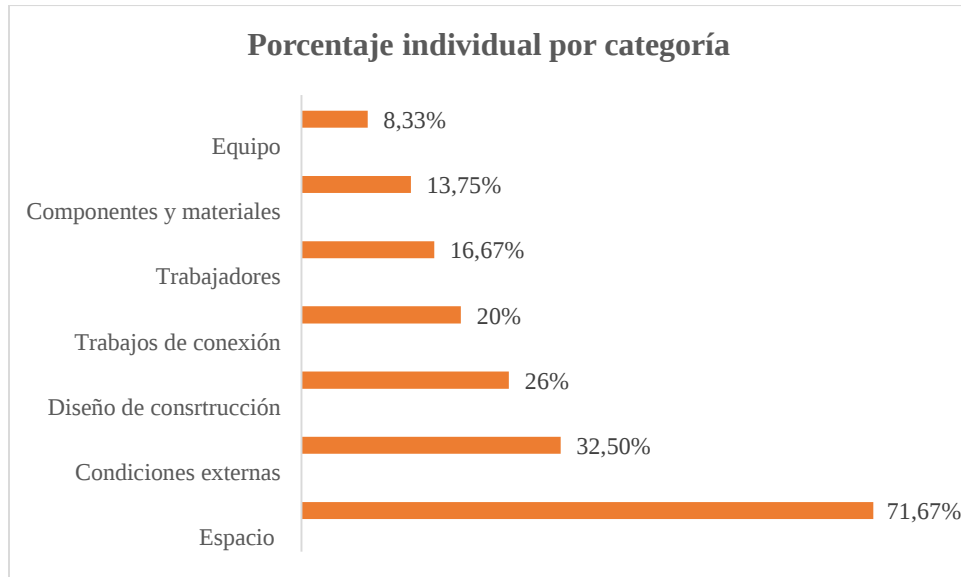


Figura 11.- Porcentaje individual según su Categoría

Realizado por: María Verónica Adriano A.

Los tres problemas principales, según su orden de importancia fueron los siguientes:

➤ **Espacio con el 71.67%**

Nuevamente se explica que la suma de los porcentajes individuales son mayores al 100% ya que se consideran todos los parámetros que ocasionaron esta condición, en el caso anterior ya se explicó que condiciones permiten la aparición de esta categoría.

Debido a que las condiciones de trabajo eran completamente de difícil acceso y no permitía trabajar adecuadamente, esta categoría abarca el mayor porcentaje de todas, y de hecho es por esta razón que el porcentaje de Making do se incrementa.

➤ **Condiciones externas con el 32.50%**

Condición explicada anteriormente, se pudo evidenciar que esta categoría tuvo este porcentaje debido al difícil acceso a los sitios de trabajo, los frentes se encontraban muy lejanos y también se realizaban dichas actividades en un período lluvioso.

Se aclara que los sitios de trabajo eran de más difícil acceso que en la empresa A, por esta razón se obtuvo también este porcentaje.

➤ **Diseño de construcción con el 26.00%**

Diseño de construcción contempla 2 factores:

Si se cuenta con los planos de diseño, si la información brindada a los trabajadores es: clara, disponible, incompleta o desconocida.

Esta categoría es la tercera con mayor incidencia, puesto que si bien, en esta empresa recibían instrucciones diarias de las actividades a realizarse, no se contaba con la información específica para cada actividad, muchas veces se olvidaban las instrucciones y al no contar con planos se realizaban actividades con retraso u ocasionaban retrabajo.

Una vez obtenidos los porcentajes de cada categoría en sí y porcentajes de causas que generaron Making do, se procede a sacar el porcentaje de posibles impactos que este genera en obra, siendo los siguientes los principales:

ESTUDIO DE CASO 1 (EMPRESA A)

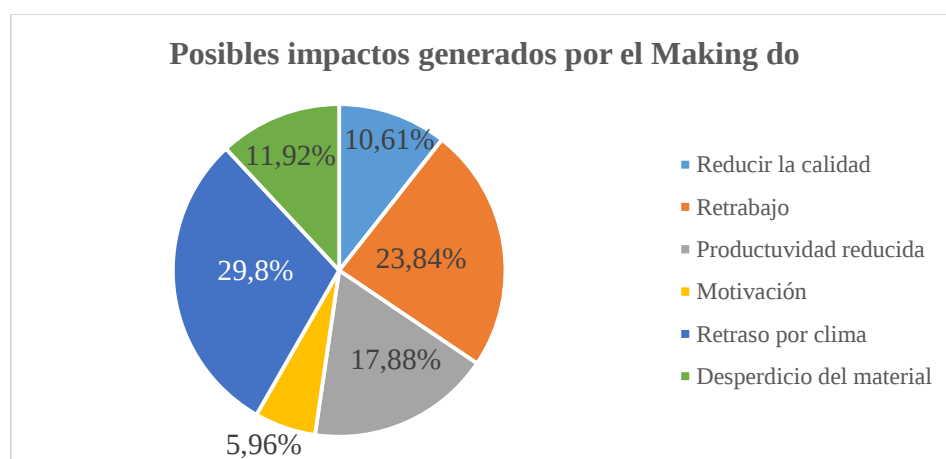


Figura 12.- Posibles impactos que genera el Making Do

Realizado por: María Verónica Adriano A.

Los principales impactos que fueron generados a partir del Making do en la empresa A contempla un retraso en actividades por malas condiciones climáticas, siendo la lluvia el principal inconveniente, esta categoría representa el 39,8%, seguido de re trabajo con el 23,84%, este resultado fue evidente al momento de la observación, se debió principalmente al mal desempeño de algunos trabajadores o por la falta de información brindada por el ingeniero residente, es lo que acarrea una productividad reducida, con el 17,88% ya que esto ocasiona diferentes inconvenientes como retraso o pérdida de materiales y tiempo. El investigador Formoso no contempla los retrasos por lluvia como impacto, debido a que en obras de edificaciones no afecta demasiado este parámetro, mientras que en obras de Ingeniería de Riego y Agua Potable no interfiere la categoría mala seguridad debido a que en este tipo de obras este parámetro es nulo.

Nuevamente se aclara que la empresa A se encontraba en la ejecución final de su trabajo, fue por esta razón que no presentó mayores inconvenientes, estos 3 impactos mencionados no tuvieron mayor incidencia, ya que se sabe que, al momento de la culminación del período final del proyecto no hubo necesidad de pedir ampliación de plazo por estos inconvenientes.

Estudio de Caso 2 (Empresa B)

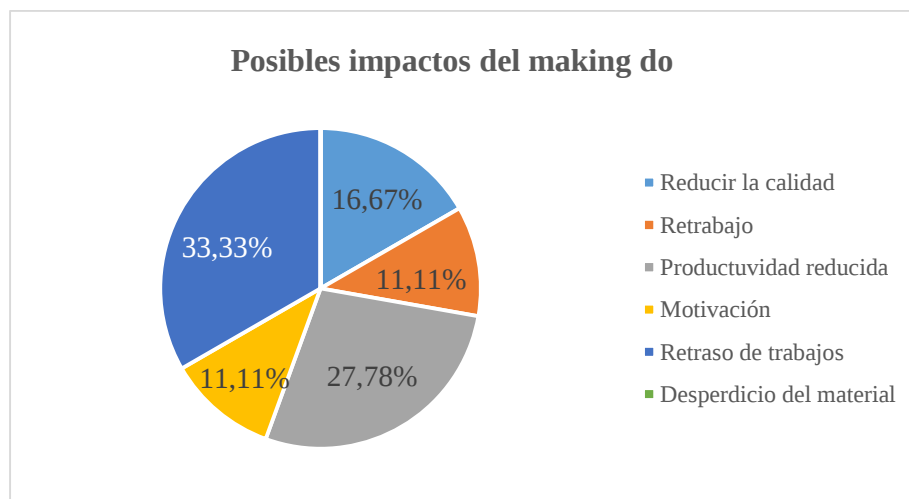


Figura 13.- Posibles impactos que genera el Making Do

Realizado por: María Verónica Adriano A.

Tras identificar las causas que produjeron Making do en la empresa B, se obtuvo como consecuencia la aparición de posibles impactos, siendo los más representativos los siguientes:

Retraso de trabajos con un 33,33%, debido absolutamente a las difíciles condiciones en las que se ejecutaba la obra, productividad reducida, con un 27,78%, y reducción de la calidad con el 16,67%, esto se pudo evidenciar tras trabajos que fueron realizados en ese momento con un terminado de menor calidad debido a los sitios donde se ejecutaba el mismo, es bueno mencionar que la obra tuvo sitios de construcción de difícil acceso y clima lluvioso, esta es razón principal para que tengamos estos resultados.

La primera parte de la investigación ha concluido, ahora de forma analítica se procede a cuantificar todos los resultados y obtener la relación con la pérdida económica, para esto se definió las actividades en el sitio y el tiempo absoluto desperdiciado o dedicado a tareas que no agregan valor, siendo las que se presentan a continuación:

Relación del Making do con la pérdida económica

Primeramente se partirá aclarando que la empresa B no proporcionó autorización para que los salarios de cada empleado sea expuesto, por esta razón se ha tomado los valores de salarios correspondientes al año 2018, posterior se ha reducido de las actividades el tiempo generado por Making do, dando como resultado lo siguiente:

Tabla 1.- Cuantificación del Tiempo improductivo “Making Do”

Semana	Día	Actividad	Tiempo Improductivo (h)	Tiempo laboral (h)	Tiempo laboral real (h)	Total cuadrilla	Albañil	Salario horas	Salario real	M mayor	Salario hora	Salario real	Operador	Salario hora	Salario real	Peón	Salario hora	Salario real
1	1	Construcción encofrados para el tanque reservorio	1.26	2	0.74	7	2	0.84	0.62	1	0.42	0.15				4	1.67	0.62
	2	Construcción encofrados para el tanque reservorio y armado de hierros	1.75	2	0.25	5	2	0.84	0.21	1	0.42	0.05				2	0.84	0.11
	3	Fundición tanque reservorio hormigón simple $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	1.17	2	0.83	4	2	0.84	0.69	1	0.42	0.17				1	0.42	0.17
	4	Fundición tanque rompe presiones	0.65	2	1.35	2	1	0.42	0.28							1	0.42	0.28
	5	Enlucido tanque rompe presiones	1.16	2	0.84	3	1	0.42	0.18							1	0.42	0.18
2	1	Excavación con maquinaria	0.68	2	1.32	3							1	0.42	0.27	2	0.84	0.55
	2	Excavación a mano	0.96	2	1.04	3										3	1.25	0.65
	3	Excavación a mano	1.23	2	0.77	3										3	1.25	0.49
	4	Fundición tanque rompe presiones	1.66	2	0.34	3	1	0.42	0.07	1	0.42	0.07				1	0.42	0.07
	5	Cerramiento tanque	0.51	2	1.49	3	1	0.42	0.31				1	0.42	0.31	1	0.42	0.31
3	1	Colocación y tapado de tubería (manual)	0.62	2	1.38	3										3	1.25	0.87
	2	Armado de medidores	0.61	2	1.39	2										2	0.84	0.58
	3	Enlucido tanque reservorio	1.03	2	0.97	2	2	0.84	0.81							2	0.84	0.40
	4	Excavación maquinaria	0.80	2	1.20	4	1	0.42	0.25	1	0.42	0.25				2	0.84	0.50
	5	Pruebas de tubería	0.19	2	1.81	3										3	1.25	1.14
4	1	Excavación con maquinaria	0.42	2	1.58	2							1	0.42	0.33	1	0.42	0.33
	2	Tendido de tubería	0.37	2	1.63	3	1	0.42	0.34							2	0.84	0.68
	3	Tendido de tubería	0.39	2	1.61	4							2	0.84	0.67	2	0.84	0.67
	4	Nivelación de tubería y tendido	0.55	2	1.45	3							1	0.42	0.30	2	0.84	0.60
	5	Excavación con maquinaria	0.25	2	1.75	3							2	0.84	0.73	3	1.25	1.10
TOTAL			16.24	40	23.76			5.85	3.76		2.09	0.70		3.34	2.62		17.13	10.30
Total tiempo improductivo (h)			16.24															
Total costo actividades mensual (dólares)			28.42															
Total costo actividades incluye Making do (dólares)			17.39															
Porcentaje Making do en la obra (%)			38.79															
Pérdida económica mensual (dólares)			11.02															

Elaborado por: María Verónica Adriano A.

Tabla 2.- Cuantificación del Tiempo improductivo “Making Do”

Semana	Día	Día	Tiempo Improductivo (h)	Tiempo laboral (h)	Tiempo laboral real (h)	Total cuadrilla	Albañil	Salario horas	Salario real	M mayor	Salario hora	Salario real	Operador	Salario hora	Salario real	Peón	Salario hora	Salario real
1	1	Excavación con maquinaria	1.25	2	0.75	7				1	0.42	0.16	1	0.42	0.16	5	2.09	0.78
	2	Excavación manual	0.59	2	1.41	5				1	0.42	0.29				4	1.67	1.18
	3	Fundición tanque rompe presiones	1.25	2	0.75	5	1	0.42	0.16	1	0.42	0.16				3	1.25	0.47
	4	Fundición tanque rompe presiones	0.85	2	1.15	5	1	0.42	0.24	1	0.42	0.24				3	1.25	0.72
	5	Fundición tanque rompe presiones	1.10	2	0.90	5	1	0.42	0.19	1	0.42	0.19				3	1.25	0.57
2	1	Tendido de tubería y tapado	0.40	2	1.60	5				1	0.42	0.33				4	1.67	1.33
	2	Construcción tanque rompe presiones	0.79	2	1.21	7	1	0.42	0.25	1	0.42	0.25				5	2.09	1.27
	3	Construcción tanque rompe presiones	0.95	2	1.05	8	1	0.42	0.22	1	0.42	0.22				6	2.51	1.31
	4	Excavación manual para tubería	0.44	2	1.56	5				1	0.42	0.33				4	1.67	1.31
	5	Construcción tanque rompe presiones	1.00	2	1.00	5	1	0.42	0.21	1	0.42	0.21				3	1.25	0.62
3	1	Construcción tanque rompe presiones	0.63	2	1.37	5	1	0.42	0.29	1	0.42	0.29				3	1.25	0.86
	2	Excavación con maquinaria	0.62	2	1.38	2							1	0.42	0.29	1	0.42	0.29
	3	Construcción tanque rompe presiones	0.67	2	1.33	5	1	0.42	0.28	1	0.42	0.28				3	1.25	0.83
	4	Conexión tubería y tapado	1.50	2	0.50	5				1	0.42	0.10				4	1.67	0.42
	5	Excavación con maquinaria	0.51	2	1.49	2					0.00	0.00	1	0.42	0.31	1	0.42	0.31
4	1	Excavación con maquinaria	0.78	2	1.22	2							1	0.42	0.25	1	0.42	0.25
	2	Construcción tanque rompe presiones	0.84	2	1.16	5	1	0.42	0.24	1	0.42	0.24				3	1.25	0.73
	3	Entubado	0.34	2	1.66	2							1			1	0.42	0.35
	4	Excavación manual	0.37	2	1.63	5				1	0.42	0.34				4	1.67	1.36
	5	Armado cajas para fundición tanque	0.47	2	1.53	7				1	0.42	0.32				6	2.51	1.92
TOTAL			15.36	40	24.64			3.76	2.07		6.27	3.79		1.67	1.01		28.00	16.88
Total tiempo improductivo (h)			15.36															
Total costo actividades mensual (dólares)			39.70															
Total costo actividades incluye Making do (dólares)			23.75															
Porcentaje Making do en la obra (%)			40.17															
Pérdida económica mensual (dólares)			15.95															

Elaborado por: María Verónica Adriano A.

Porcentaje De Costo En Pérdida Económica En La Obra

Caso 1 (Empresa A):

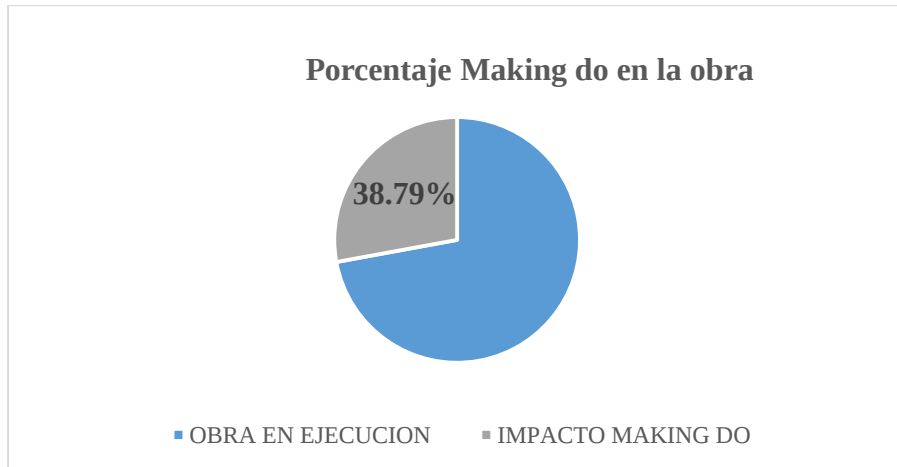


Figura 14.- Porcentaje total Making Do en la obra

Realizado por: María Verónica Adriano A.

Durante las 4 semanas de observación y registro de datos, se pudo evidenciar que la presencia de Making do fue significativa, correspondiente al 38.79%, en términos de cifras de dinero por mes representó la pérdida de 11.02 Dólares Americanos que no es representativo en sí. La empresa contenía experiencia a la hora de la ejecución del proyecto, además, no tuvo grandes retrasos debido a que poseía buen equipo.

Caso 2 (Empresa B)

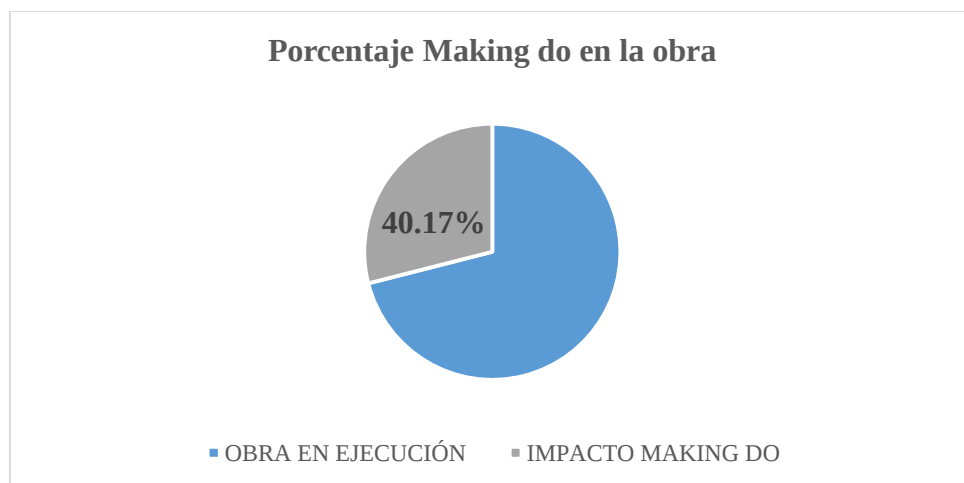


Figura 15.- Porcentaje total Making Do en la obra

Realizado por: María Verónica Adriano A.

La empresa B contempla en 40.17% en pérdidas por Making do, esto se debió a que, la obra se encontraba en la etapa post inicial, aún no se contaba con cuadrillas debidamente organizadas lo que producía un número incrementado de trabajadores, además este porcentaje se debe al escaso acceso, muchas veces casi imposible de llegar al sitio. En términos de cifras de dinero esto correspondió a 15.95 Dólares Americanos, lo que si representa una pérdida económica mínima.

Análisis comparativo de empresas

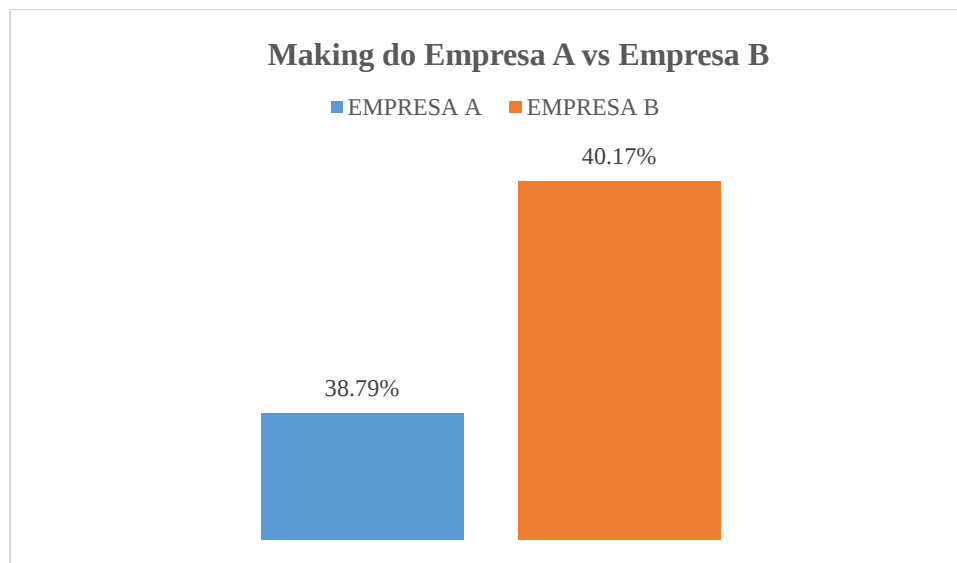


Figura 16.- Porcentaje según su categoría Empresa A vs. Empresa B

Realizado por: María Verónica Adriano A.

Finalmente se pudo determinar estos porcentajes de acuerdo a los factores que generaron cada categoría de Making Do, la empresa A presentó solamente 5 categorías de Making do, mientras que la empresa B obtuvo las 7 categorías, anteriormente se explicó a detalle el motivo de las mismas.

La empresa A con el 38.79% de Making do, muestra que, si bien es más productiva que la empresa B, no existe aún una correcta planificación en la misma, las tareas iniciadas son realizadas de forma tradicional, es decir no se consideran los parámetros que Koskela plantea para optimizar recursos, mientras que la empresa B, resultó menos productiva al presentar el 40.17% de Making do en sus trabajos, se debió este resultado a varios factores, imprevistos e improvisaciones que al igual que en la empresa A no se consideran antes de iniciar con los trabajos de ingeniería.

Método Estadístico para la validación de datos:

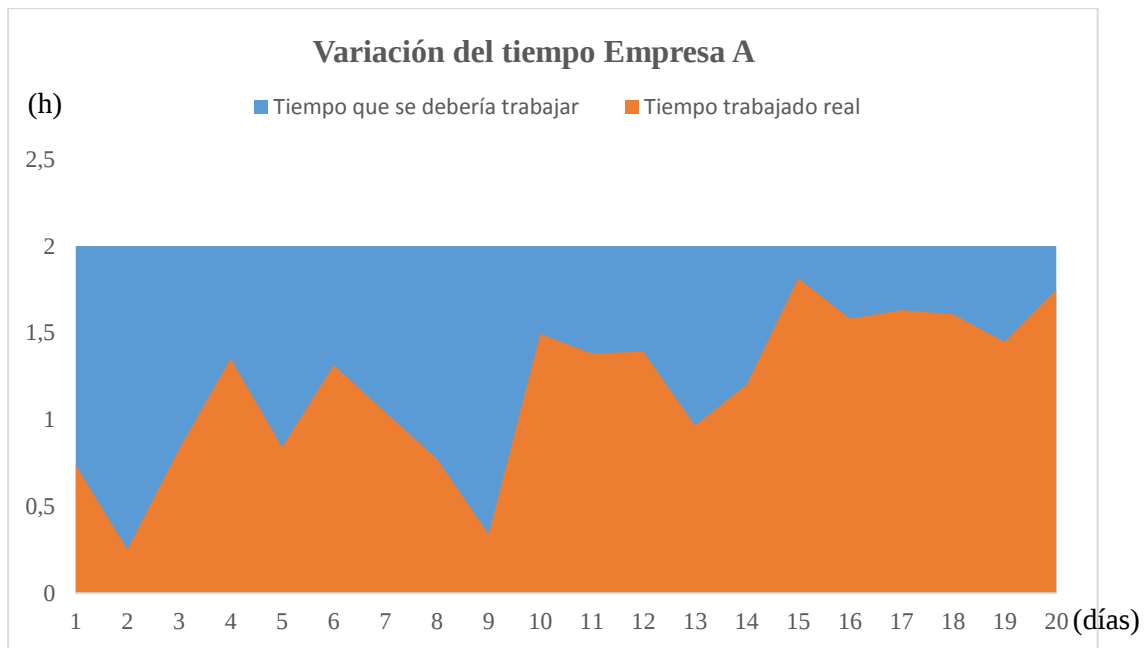


Figura 17.- Variación del tiempo Empresa A

Realizado por: María Verónica Adriano A.

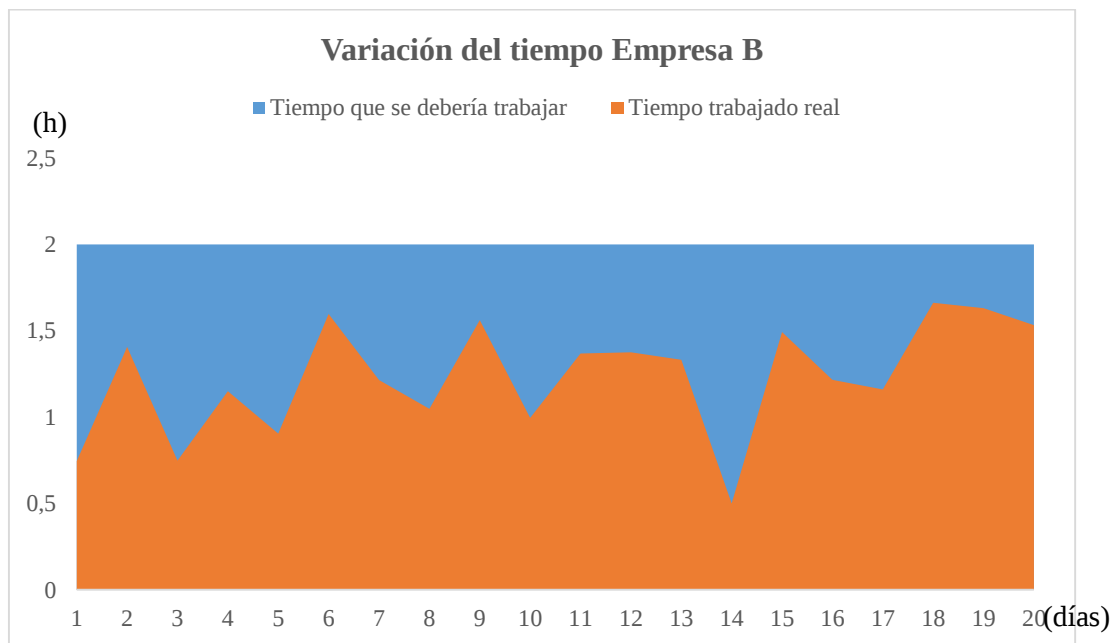


Figura 18.- Variación del tiempo Empresa B

Realizado por: María Verónica Adriano A.

Comparación de variaciones de Tiempo Empresa A vs Empresa B

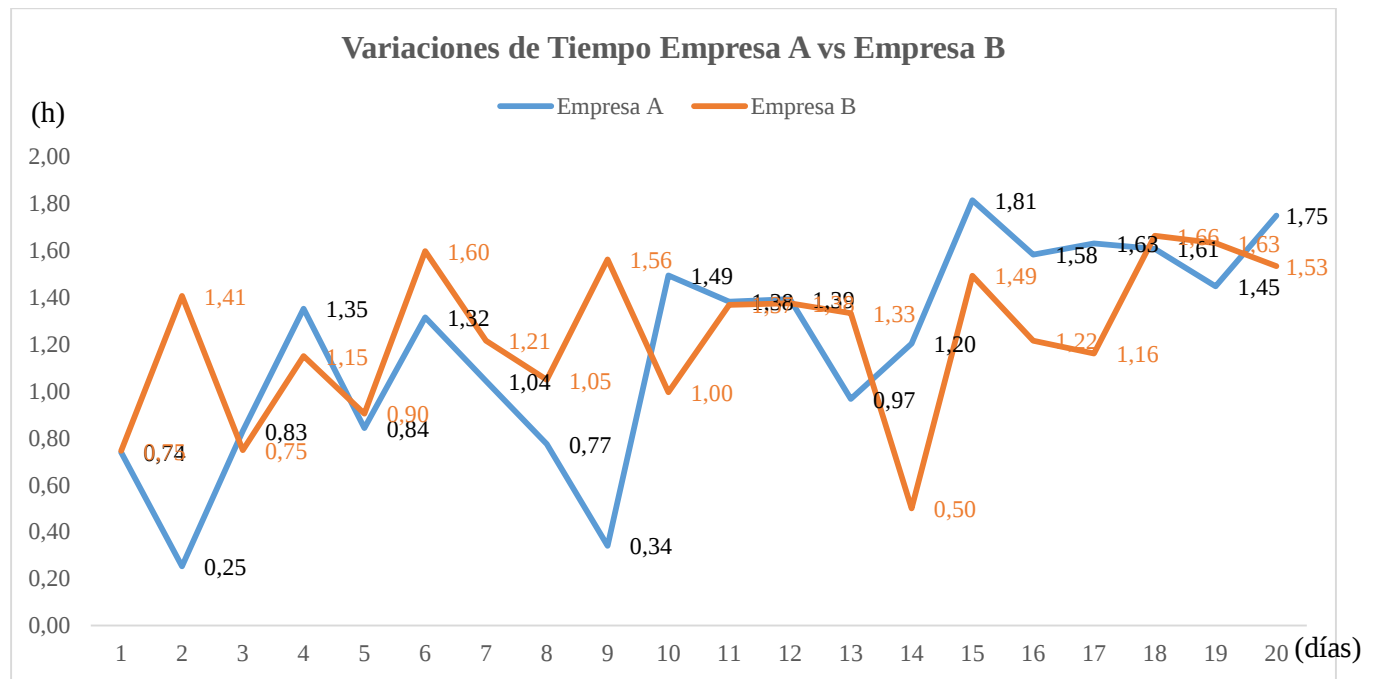


Figura 19.- Variaciones de Tiempo Empresa A vs Empresa B

Realizado por: María Verónica Adriano A.

Programa Estadístico:

Determinación del método a utilizar según los datos según la normalidad:

```
# Ubicacion del diectorio
```

```
setwd("C:/Users/VeronicatoAdriano/Desktop/TESIS ING CIVIL")
```

```
# Lectura de los datos
```

```
# EMPRESA A
```

```
EMPRESA_A<-read.csv("EMPRESA_A.csv",header=T,sep=";",dec=",");EMPRESA_A
```

```
## T_LABORAL T_LABORAL_REAL
```

```
## 1      2      0.74
```

```
## 2      2      0.25
```

```
## 3      2      0.83
```

```
## 4      2      1.35
```

```
## 5      2      0.84
```

```
## 6      2      1.32
```

```

## 7      2      1.04
## 8      2      0.77
## 9      2      0.34
## 10     2      1.49
## 11     2      1.38
## 12     2      1.39
## 13     2      0.97
## 14     2      1.20
## 15     2      1.81
## 16     2      1.58
## 17     2      1.63
## 18     2      1.61
## 19     2      1.45
## 20     2      1.75

T_LABORALA<-EMPRESA_A$T_LABORAL
T_LABORAL_REALA<-EMPRESA_A$T_LABORAL_REAL

str(EMPRESA_A)

## 'data.frame': 20 obs. of 2 variables:
## $ T_LABORAL : int 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 ...
## $ T_LABORAL_REAL: num 0.74 0.25 0.83 1.35 0.84 1.32 1.04 0.77 0.34 1.49 ...

# EMPRESAS B
EMPRESA_B<-read.csv("EMPRESA_B.csv",header=T,sep=";",dec=",");EMPRESA_B

## T_LABORAL T_LABORAL_REAL
## 1      2      0.7453333
## 2      2      1.4065000
## 3      2      0.7480000
## 4      2      1.1500000
## 5      2      0.9041667
## 6      2      1.5971667
## 7      2      1.2146667
## 8      2      1.0478333
## 9      2      1.5615000
## 10     2      0.9953333
## 11     2      1.3683333
## 12     2      1.3753333
## 13     2      1.3318333
## 14     2      0.5000000
## 15     2      1.4925000
## 16     2      1.2156667
## 17     2      1.1601667
## 18     2      1.6621667
## 19     2      1.6308333
## 20     2      1.5325000

```

```
T_LABORALB<-EMPRESA_B$T_LABORAL
T_LABORAL_REALB<-EMPRESA_B$T_LABORAL_REAL
```

Pruebas de Comparación de medias

1.-Hipotesis para la normalidad

H_0 : Los datos provienen de una Distribucion Normal

H_1 : Los datos no provienen de una Distribucion Normal

2.-Hipotesis para la prueba de dos medias para la empresa A

$H_0: \mu_{1A} = \mu_{2A}$ (la media del tiempo laboral es igual a la media tiempo laboral real en la empresa A)

$H_1: \mu_{1A} \neq \mu_{2A}$ (la media del tiempo laboral es diferente a la media tiempo laboral real en la empresa A)

3.-Hipotesis para la prueba de dos medias para la empresa B

$H_0: \mu_{1A} = \mu_{2A}$ (la media del tiempo laboral es igual a la media tiempo laboral real en la empresa B)

$H_1: \mu_{1B} \neq \mu_{2B}$ (la media del tiempo laboral es diferente a la media tiempo laboral real en la empresa B)

4.-Nivel de significancia

5%=0,05

Con el resultado anterior se determina analizar los datos mediante un método estadístico paramétrico, ya que la significancia revela que si existe normalidad en los datos y por esta razón se emplea la Prueba de Welch:

4. Prueba De Welch

#1.1 Probar la hipotesis de igualdad de medias con Welch

EMPRESA A

```
t.test(x = T_LABORALA,y = T_LABORAL_REALA, alternative='two.sided', conf.level=.95, var.equal=FALSE)
```

```
##
```

```
## Welch Two Sample t-test
```

```
##
```

```
## data: T_LABORALA and T_LABORAL_REALA
```

```
## t = 8.1255, df = 19, p-value = 1.329e-07
```

```
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
```

```
## 95 percent confidence interval:
```

```
## 0.6035814 1.0224186
```

```
## sample estimates:
```

```
## mean of x mean of y
```

```
## 2.000 1.187
```

Desicion : Dado que $p_valor = 1.329e-07$ es menor al nivel de singificancia 0,05 ,se rechaza la hipotesis nula, es decir en la empresa A, la media del tiempo laboral es diferente a la media del tiempo laboral real

El valor anterior demuestra que si existe diferencia entre los tiempos.

```
# EMPRESA B
```

```
t.test(x = T_LABORALB,y = T_LABORAL_REALB, alternative='two.sided', conf.level=.95, var.equal=FALSE)
```

```
##
```

```
## Welch Two Sample t-test
```

```
##
```

```
## data: T_LABORALB and T_LABORAL_REALB
```

```
## t = 10.481, df = 19, p-value = 2.458e-09
```

```
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
```

```
## 95 percent confidence interval:
```

```
## 0.6146341 0.9213826
```

```
## sample estimates:
```

```
## mean of x mean of y
```

```
## 2.000000 1.231992
```

Desicion : Dado que $p_valor = 2.458e-09$ es menor al nivel de singificancia 0,05, se rechaza la hipotesis nula, es decir en la empresa B, la media tiempo laboral es diferente a la media del tiempo laboral real

5. Pruebas de Comparacion de medias

Hipotesis para la prueba de dos medias para la empresa B

$H_0: \mu_A = \mu_B$ (la media del tiempo laboral real de la empresa A es igual a la media tiempo laboral real en la empresa B)

$H_1: \mu_A \neq \mu_B$ (a media del tiempo laboral real de la empresa A es diferente a la media tiempo laboral real en la empresa B)

Nivel de significancia:

5%=0,05

PRUEBA DE WELCH

```
t.test(x = T_LABORAL_REALA,y = T_LABORAL_REALB, alternative='two.sided', conf.level=.95, var.equal=FALSE)
```

```
##
## Welch Two Sample t-test
##
## data: T_LABORAL_REALA and T_LABORAL_REALB
## t = -0.36278, df = 34.829, p-value = 0.719
## alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
## 95 percent confidence interval:
## -0.2968093 0.2068260
## sample estimates:
## mean of x mean of y
## 1.187000 1.231992

# Desicion : Dado que p_valor= 0.719 es mayor al nivel de singificancia 0,05, se aceptala hipo
tesis nula, es decir que la media del tiempo laboral real de la empresa A y B son iguales
```

Interpretación de resultados:

Según el test de normalidad, existía una igualdad entre los datos por lo que se debía emplear un método paramétrico para la evaluación de los mismos, Welch compara los resultados y llega a la misma hipótesis, los datos de tiempo laboral real difieren significativamente del tiempo laboral que debería ser trabajado, en tanto que existe similitud entre los tiempos laborales reales de cada empresa.

Discusión

Esta investigación tuvo como finalidad determinar el tiempo improductivo Making do, e identificar que causas comúnmente lo producen y los posibles impactos que genera en obras de ingeniería civil, la investigación fue basada en las investigaciones de Lauri Koskela (2004) y Carlos Formoso (2001-2013). Posterior a la identificación de las causas y posibles consecuencias del Making do, se procedió a utilizar el método planteado por (C. T. Formoso et al., 2011) para medirlo, determinar sus causas y señalar los posibles impactos; consecutivamente se procedió a cuantificar las pérdidas por flujo y determinar la incidencia en la pérdida económica de las obras, haciendo un análisis comparativo de actividades entre dos empresas constructoras seleccionadas.

En primer lugar, se señala al Making do como un tipo de pérdida que en general, no se mide ni se considera en obras, su aparición comúnmente está provocado por tiempos de espera negativos para la empresa, es decir, este tipo de desperdicio en construcción se presenta como una innovación teórica, en lugar de sólo práctica, se enfatiza la diferencia de consecuencias del Making do en la producción física y el diseño del producto (Koskela. L, 2004). Para validar los conceptos de este nuevo tipo de desperdicio fue importante e indispensable realizar una investigación empírica para registrar su ocurrencia en diferentes situaciones de producción y para evaluar sus consecuencias y, en última instancia, para validar mejor los conceptos.

Los resultados obtenidos por el autor para construcciones dedicadas a edificaciones son similares a los obtenidos en esta investigación, a pesar de que las actividades estaban dedicadas a trabajos de Ingeniería de Riego y Agua Potable. Al finalizar la investigación se determina al igual que Formoso que, si bien los datos disponibles no pueden considerarse representativos de la industria de la construcción, el Making do se encuentra de forma omnipresente en las obras. (C. T. Formoso et al., 2011), de igual manera se determina que el Making do no corresponde a la octava categoría de pérdidas propuesta por (Koskela. L, 2004) dando la razón al investigador (André, 2013).

En ambos estudios de casos experimentados por el autor, los tipos más frecuentes de Making do estaban relacionados con el acceso y disponibilidad de áreas de trabajo, y a la infraestructura necesaria en términos de instalaciones temporales, protección, equipos y herramientas, que deben proporcionarse a las cuadrillas, de igual manera en la investigación

realizada se pudo notar que estos fueron los principales factores que generaron Making do, dado que existía la ineficacia de proporcionar instalaciones temporales adecuadas, la mala gestión del espacio de trabajo y la falta de información; cabe mencionar que, estas condiciones son diferentes para ambas investigaciones, dado que en edificaciones resulta más apropiado realizar este tipo de instalaciones, pero en sistemas de agua potable y riego es casi imposible ubicar instalaciones diarias que permitan ejecutar debidamente los trabajos, por motivos de movimientos de tierra, maquinaria, equipo, etc.

Los principales impactos también fueron similares en ambos sitios de esta investigación: Retraso en los trabajos por condiciones climáticas, productividad reducida y baja calidad de trabajos; mientras que para edificaciones tenemos que los principales impactos, según el autor corresponden a: desperdicio de materiales, malas condiciones de seguridad y menor motivación.

Si bien en la investigación en la cual se establece el método para Medir el Making do y determinar sus causas y posibles impactos, no llegó a concluir con el porcentaje que éste representaba en la obra, y al no contar con estudios al respecto que puedan determinar un porcentaje para este tipo de pérdida, los datos obtenidos correspondientes a porcentajes de Making do son similares a los obtenidos por (Ballard & Howell, 1998) donde asevera que las mediciones correspondientes a pérdidas por flujo fueron inferiores al 50%.

Definitivamente se puede apreciar que la Empresa A es más productiva que la empresa B, debido principalmente a la gestión de trabajos llevado a cabo diariamente por los ingenieros residentes, las óptimas condiciones de equipo y materiales, etc. Mientras que en la empresa B, no se contaba con una debida organización de actividades, no realizaba seguimiento a los trabajos ejecutados, simplemente se confiaba el trabajo a los señores maestros mayores de cada cuadrilla, el porcentaje de tiempo improductivo sería menor si a nivel nacional se tomara conciencia sobre los impactos que tiene la mala planificación de actividades en la industria.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

A través de los resultados arrojados en la investigación se establece que este nuevo tipo de pérdida, Making do, en la construcción no tiene un impacto significativo en obras de Ingeniería Civil, económicamente no representa un alto índice de pérdida en la obra, las principales causas que promueven la aparición de este tipo de pérdida son los tiempos que no agregan valor y las tareas por improvisación, producto de la mala planificación. Por medio de la misma se concluye que nos mantenemos acostumbrados a seguir un procedimiento tradicional, sin estimar todos los requisitos antes de realizar una tarea.

Al realizar la comparación entre las dos empresas se puede concluir que la empresa A es más competitiva que la B, evidenciándose un menor porcentaje de Making do, lo que conlleva a deducir que tienen una mejor organización y planeación, haciéndola más productiva.

Si bien, este resultado no implica grandes pérdidas en la industria de la construcción, se puede concluir que el Making do si tiene una relación con la pérdida económica en construcción, sin embargo es mínimo, pero es importante recordar que toda empresa trabaja para incrementar utilidades y ser más productiva, y al disminuir el Making do por medio de una correcta planificación se estará haciendo cada vez más pequeña esta pérdida, tanto así que se la podría descartar.

Al finalizar la investigación, cabe recalcar que a pesar de haber tomado datos en obras de Ingeniería de Riego y Agua Potable, existe similitud entre las causas y posibles impactos que genera el Making do en obras de edificación y vivienda.

6.2. Recomendaciones

Es importante que toda empresa dentro de la industria de la construcción maneje un sistema de gestión que involucre una correcta planificación de actividades diarias y el control de las mismas, se sugiere programar dichas actividades semanalmente y mensualmente, para llevar un control permitirá evaluar el avance de la misma.

Se recomienda considerar los parámetros que plantea el investigador Lauri Koskela antes de iniciar con los trabajos, de esta manera se podrá asegurar la disposición de recursos para un desempeño óptimo en las actividades, además se sugiere a los ingenieros encargados realizar una visita antes de iniciar con los trabajos, para que se pueda planificar en cuanto a espacio y condiciones climáticas, igualmente se propone verificar la condición de equipos y maquinaria para evitar inconvenientes en la obra.

Se debe considerar ofrecer capacitación al personal existente; con el objetivo de que en largo plazo, el personal brinde una mayor rentabilidad para la empresa y realicen sus trabajos correspondientes con la utilización de menos recursos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, E. (2001). 11. Pruebas No Paramétricas.
- Añazco Campoverde, G., & Sánchez Buri, J. (2016). ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. *Tesis*.
- André, R. V. (2013). MAKING DO: Una forma de desperdicio en construcción. *Construcción I+D+i*. <https://doi.org/Construcción I+D+i>
- Ballard, G., & Howell, G. (1998). Comparison of Delay Analysis Methodologies. *Journal of Construction Engineering and Management*, 124(4), 315–322.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1998\)124](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1998)124)
- Blas.J, & Guzmán.J. (2015). ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION Y LA ELAORACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN QUE PERMITA OPTIMIZARLA, EN EL DISTRITO DE TRUJILLO,2015. Blas Mendez, Jorge Roy Alexander; Guzmán Guzmán, Juan Carlos Retrieved from
Http://Www.Gonzalezcabeza.Com/Documentos/CRECIMIENTO_MICROBIANO.Pdf, 1–98.
Retrieved from
http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO_MICROBIANO.pdf
- Formoso, C., Fireman, M., & Isatto, E. L. (2013). Integrating Production and Quality Control : Monitoring Making-Do and Unfinished Work INTEGRATING PRODUCTION AND QUALITY CONTROL : MONITORING MAKING-DO AND, (July).
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1607.3767>
- Formoso, C. T., Sommer, L., Koskela, L., & Isatto, E. L. (2011). An Exploratory Study on the Measurement and Analysis of Making-Do in Construction Sites. *Iglc-19*, (July), 236–246.
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4753.1043>
- Hernán Díaz, P., Sánchez Rivera, O. G., & Galvis Guerra, J. A. (2014). Resumen Lean Construction philosophy for the management of construction projects: a current review. *AVANCES Investigación En Ingeniería*, 11(1), 1794–4953.

- Koskela, L. (2004). Making Do The Eighth Category of Waste Koskela.pdf. *12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, (July). Retrieved from <http://usir.salford.ac.uk/9386/>
- Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction. *Center for Integrated Facility Engineering*, 1–81. <https://doi.org/Technical Report No. 72>
- Koskela, L. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction, (July), 297.
- Ramírez, A. (2013). MAKING DO: Una forma de desperdicio en construcción. <https://doi.org/Construcción I+D+i>
- Sánchez Turcios, R. A. (2015). T-Student. Usos y abusos. *Revista Mexicana de Cardiología*, 26(1), 59–61. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.03.022>
- Santana V., J. M. (1989). El tiempo improductivo construcción en obras de. *Revista Ingenieria de Contruccion N°7*, (1).
- Vilasini, N., Neitzert, T. R., & Gamage, J. . (2011). Lean methodology to reduce waste in a construction environment. *15th Pacific Association of Quantity Surveyors Congress 23 – 26 July 2011, Colombo, Sri Lanka*, (July), 555–564.

8. ANEXOS

Formato realizado para la toma de datos:



Unach
FACULTAD DE
INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL
Libero por la Ciencia y el Saber

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

EMPRESA:

HORA INICIO:

FECHA:

HORA FIN:

**FORMULARIO DE RECOLECCIÓN
DE DATOS**

N	CATEGORÍA	ÍTEM	SI	NO	
1	DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN	Cuenta con los planos de diseño a detalle			
		Información proporcionada	Clara		
			Disponible		
			Incompleta		
			Desconocida		
2	COMPONENTES Y MATERIALES	Pedidos a tiempo			
		Entregados a tiempo			
		Son adecuados para la tarea en cantidad			
		Son adecuados para la tarea en calidad			
3	TRABAJADORES	Desempeña sus funciones adecuadamente			
		Tiene habilidades requeridas para cada tarea			
		Número suficiente para actividades			
4	EQUIPO	Disponible para cada actividad			
		Buen funcionamiento			
		Adecuado para la tarea			
5	ESPACIO	Espacio suficiente para trabajar			
		Correcto acceso al área de trabajo			
		Acceso a los materiales			
6	TRABAJOS DE CONEXIÓN	Instalaciones suministro de electricidad			
		Instalaciones l suministro de agua			
7	CONDICIONES EXTERNAS	Lluvia			
		Instalaciones temporales adecuadas			
OBSERVACIONES:					
ACTIVIDAD					
CUADRILLA					
TRABAJADORES					
ESPACIO					
T. DE CONEXIÓN					
C. EXTERNAS					