



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Análisis de ratios de productividad asociados a factores críticos
de proyectos de construcción de plantas industriales en distintas
regiones del Perú

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Br. Cruzado Vargas, Francia Victoria (ORCID: 0000-0002-9534-9736)

Br. Izquierdo Pretell, César Elías (ORCID: 0000-0002-1686-719X)

ASESORES:

Mg. Linares Luján, Guillermo Alberto (ORCID: 0000-0003-3889-4831)

Mg. Aranda Gonzales, Jorge Roger (ORCID: 0000-0002-0307-5900)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

TRUJILLO - PERÚ

2020

Dedicatoria

A nuestros familiares, motor y
motivo de nuestras decisiones.

Agradecimiento

A nuestros asesores, que con su experiencia enriquecieron la nuestra y permitieron la orientación de este proyecto de investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos.....	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Gráficos	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I.INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo de investigación y diseño de investigación.....	9
3.2. Variables	9
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	10
3.5. Procedimientos	11
3.6. Método de análisis de datos.....	13
3.7 Aspectos éticos	13
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN.....	31
VI.CONCLUSIONES.....	34
VII. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS	38

Índice de Tablas

Tabla 01. Ratios de estructuras.....	14
Tabla 02. Ratios de tuberías	15
Tabla 03. Resumen estadístico de ratios de estructuras según región	16
Tabla 04. Resumen estadístico de ratios de tuberías SB según región	16
Tabla 05. Resumen estadístico de ratios de tuberías LB según región	17
Tabla 06. Resumen de promedios de los 3 ratios en estudio.....	21
Tabla 07. Alfa de Cronbach.....	23
Tabla 08. Factores y sus índices de importancia relativa	24
Tabla 09. Los 5 factores más relevantes de la región de Arequipa.....	25
Tabla 10. Los 5 factores más relevantes de la región de Cuzco	25
Tabla 11. Los 5 factores más relevantes de la región de Piura.....	26
Tabla 12. Medias y homogeneidad de RII entre regiones	26
Tabla 13. Rii de los 5 items más significativos	28
Tabla 14. Ponderación para determinar correlación entre ratios de estructura y su factor*RII	28
Tabla 15. Ponderación para determinar correlación entre ratios de tuberías SB y su factor*RII	29
Tabla 16. Ponderación para determinar correlación entre ratios de tuberías LB y su factor*RII	30

Índice de Gráficos

Gráfico 01. Flujograma de procedimiento	11
Gráfico 02. Gráfico de Cajas y bigotes	18
Gráfico 03. Gráfico de dispersión	19
Gráfico 04. Gráfico de medias	20
Gráfico 5. Espina de Ishikawa con los factores críticos en un proyecto de construcción	22
Gráfico 6. Porcentaje de encuestados por región	23
Gráfico 07. Gráfico de medias de RII a nivel de factores	27
Gráfico 08. Gráfico de medias de RII a nivel de región	27
Gráfico 09. Correlación entre ratios promedio de estructura(HH/TN) y factor *RII	28
Gráfico 10. Correlación entre ratios promedio de tuberías SB(HH/m) y factor *RII	29
Gráfico 11. Correlación entre ratios promedio de tuberías LB(HH/m) y factor *RII	30

Resumen

El propósito de este trabajo es analizar ratios de productividad, luego identificar los factores que afectan la productividad en distintas regiones del Perú, para lograr determinar si existe correlación entre ellos.

La investigación fue realizada mediante el uso de ratios obtenidos de una base de datos y un cuestionario que se realizó a profesionales que trabajan en las áreas de control de proyecto y productividad en proyectos de construcción de plantas industriales. Este cuestionario solicitaba puntuar 27 factores que impactan en la productividad en cada región, dichos factores fueron identificados a través de revisión de literatura y entrevistas con profesionales en el rubro. En la encuesta se les pidió que calificaran los factores mediante la escala de Likert con puntuaciones de 0 a 4, cada encuestado llenaría por una región en donde trabajó y responder según su experiencia. Luego los datos fueron analizados mediante el índice de importancia relativa (RII) y posteriormente cruzados en un modelo matemático con los promedios de las ratios de productividad, para determinar su correlación a nivel de regiones.

La investigación identifica factores críticos que afectan a la productividad de manera común en las 3 regiones en estudio y también factores críticos regionales. Las limitantes fueron las regiones a investigar, ya solo se realizó la investigación con 3 regiones, se requiere una investigación más extensa.

Palabras clave: Ratios de productividad, factores críticos, plantas industriales

Abstract

The purpose of this work is to analyze productivity ratios, then identify the factors that affect productivity in different regions of Peru, to determine if there is a correlation between them.

The research was carried out through the use of ratios obtained from a database and a questionnaire that was carried out to professionals who work in the areas of project control and productivity in industrial plant construction projects. This questionnaire asked to score 27 factors that impact productivity in each region, these factors were identified through a literature review and interviews with professionals in the field. In the survey they were asked to rate the factors using the Likert scale with scores from 0 to 4, each respondent would fill in for a region where they worked and answer according to their experience. Then the data were analyzed using the relative importance index (RII) and later crossed in a mathematical model with the averages of the productivity ratios, to determine their correlation at the regional level.

The research identifies critical factors that affect productivity in a common way in the 3 regions under study and also regional critical factors. The limitations were the regions to be investigated, and the investigation was only carried out with 3 regions, a more extensive investigation is required

Keywords: Productivity ratios, critical factors, industrial plants.

I. INTRODUCCIÓN

El sector construcción se le considera uno de los más importantes de la economía peruana. Lo que genera un impacto relevante y positivo en la competitividad del país, así como en la generación de empleo. De igual manera la construcción afecta positivamente a otros sectores económicos, ya que emplea distintos materiales como acero, cemento, madera, etc. Según indica la SUNAT, en el Perú existen una gran cantidad micro y pequeñas empresas Constructoras, lo que apoya al crecimiento de nuestro país y esto se ve reflejado en mejor calidad de vida de muchos peruanos (Aguilar & Milagros, 2019). Para maximizar sus ganancias, las empresas necesitan incrementar la productividad de sus organizaciones, por ello existe la necesidad de analizar y evaluar factores que afecten la productividad de los sectores industriales (Terán et al., 2009).

En el Perú, la construcción es un sector determinante en la economía nacional, pero, aun así, no logra superar la baja productividad en las obras, la cual muchas veces se debe a factores como: Mano obra no calificada, poca motivación, perdida de materiales, etc. Muchas de estas causas están asociadas a una mala gestión (Rojas Pérez, 2019).

El presente trabajo de investigación toma como objeto de estudio una empresa del rubro de la construcción cuyo nombre se mantiene en reserva por cuestiones legales y normas internas de la mismo. Esta empresa brinda servicios de construcción en disciplinas tales como civiles, estructuras, mecánicas y tuberías. Entre sus principales clientes se encuentran empresas mineras, petroleras, obras del estado y proyectos privados.

La empresa para poder ganar una licitación tiene que preparar una propuesta en diferentes dimensiones, técnico y económico, para ello hace uso de la experiencia en el rubro y el “*know how*” generado en las operaciones que le concierne, la cual le dará una percepción de los costos, recurso humano y materiales a requerir de acuerdo con el alcance del proyecto.

Al realizar un análisis superficial de la rentabilidad de la empresa, se puede evidenciar diferencias entre los diversos proyectos desarrollados sobre todo en zonas y regiones diferentes en el país; por otro lado, la empresa no analiza los

ratios de productividad de proyectos terminados similares y tampoco discrimina las diferencias de rendimientos en las distintas regiones del Perú.

En la actualidad los proyectos de construcción de plantas industriales siguen la modalidad de fast – track, lo cual genera cambios en la fase de integración de las distintas disciplinas, generando más ordenes de cambios e *issues* durante la ejecución.

Además, no se conoce las diferencias entre los niveles de productividad en las distintas regiones del Perú, esto se debe, en parte, a la falta de experiencia de proyectos en dichas localidades. De la cual se acuerda contratar cierto porcentaje de personal.

En este contexto, la necesidad de la empresa de conocer el estado de sus ratios de productividad, así como las diferencias regionales que puedan existir han permitido plantear la siguiente problemática: ¿Existirá diferencia entre el análisis de ratios de productividad asociados a factores críticos de proyectos de construcción de plantas industriales en las distintas regiones del Perú?

El presente trabajo de investigación pretende identificar las diferencias de los ratios de productividad asociados a sus factores críticos que impactan en las capacidades y desempeño de productividad en distintas regiones del Perú. Para evidenciar brechas que se merecen a ser tomadas en cuenta.

De igual manera se justifica de manera económica ya que al implementar el análisis de ratios de productividad de diferentes proyectos permitirá aumentar el “*know how*” en toma de decisiones en futuros proyectos, lo cual genera aumento en los márgenes de ganancia de la empresa.

De manera práctica encuentra su justificación en la medida en que ayuda a la empresa a mejorar sus procesos internos y utilizar mejor su información.

Para lograr responder las interrogantes planteadas se ha propuesto el objetivo general siguiente:

Analizar la productividad de proyectos de construcción asociados a factores críticos de plantas industriales en distintas regiones del Perú, considerando de manera adecuada las particularidades de cada proyecto. Teniendo como objetivos

específicos: (1) Determinar los ratios de productividad de cada proyecto. (2) Determinar los factores críticos que afectan en la productividad de cada proyecto. (3) Analizar los factores que generan diferencias en cada región. (4) Determinar si existe diferencias entre los ratios de productividad asociados a los factores críticos encontrados en las diferentes regiones.

Tras el análisis de antecedentes de investigación y referencias bibliográficas se ha planteado la hipótesis siguiente: El análisis de ratios de productividad de proyectos de construcción de plantas industriales indicará la existencia de diferencias estadísticamente significativas en distintas regiones del Perú, lo que permitirá determinar factores críticos de diferenciación a tener en cuenta para futuros proyectos.

II. MARCO TEÓRICO

El sector de la construcción viene a ser uno de los más representativos de la economía peruana, pues sus actividades abarcan a otras industrias lo que genera el crecimiento del sector con el desarrollo de la economía de nuestro país. Las particularidades de las actividades de los entes constructores y de sus colaboradores son diferentes a las empresas de los otros sectores de la economía peruana (Silva et al., 2017). Alrededor del mundo, el sector de la construcción es considerado como una de las principales industrias de las que depende el desarrollo y el progreso de los países. Podemos identificar la fortaleza económica de un país observando su industria de la construcción (Mauzzam & Ali, 2019). El objetivo en la industria de la construcción es lograr un rendimiento superior y proporcionar la satisfacción de los interesados. Adoptar sistemas de control de gestión contemporáneos como los sistemas de medición del rendimiento ayudan a aumentar las ventajas competitivas de la empresa (Hassan, 2020). Además, la globalización ha brindado muchas perspectivas para la expansión del sector de la construcción, y las empresas ahora pueden aventurarse en otros países para iniciar proyectos de construcción, el desafío que esto representa en términos de regulaciones y desempeño es considerable. En Malasia como en otras partes del mundo se encuentra la presencia de empresas de construcción extranjeras en su industria mediante la exploración de regulaciones y cuestiones relacionadas con el rendimiento (Veerasanai & Alias, 2020). Por esto es que las actividades del rubro de la construcción son descentralizadas, porque desarrollan proyectos en diferentes lugares del País. Teniendo un gran impacto en la economía peruana, generando 7000 nuevos puestos de trabajo ante el incremento de un punto porcentual en el PBI del sector de la construcción (Vásquez, 2019).

Desde la perspectiva internacional la construcción industrializada se ha adoptado cada vez más en China como un modo de construcción prometedor para mejorar la productividad y reducir la intensidad de la mano de obra en la industria de la construcción; ya que juega un papel importante para facilitar el desempeño de los proyectos de construcción. Los proyectos de construcción son de alta complejidad, por lo que se debe evaluar las áreas débiles y explorar las estrategias de mejoras de rendimiento para una solución potencial (Wang et al., 2020).

La relevancia del sector construcción, radica en el comportamiento de su economía, es decir, en periodos de progresión el sector construcción invariablemente crece, mientras que en periodos de recesión, este sector se resiente primero ante dicha situación (Rodríguez & García, 2013).

Además el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en el año 2019 el sector de construcción tuvo una participación del 5.6% del índice de la producción nacional (INEI, 2019). Se entiende el alto grado de complejidad en los proyectos de construcción, debido a la gran magnitud de recursos que utilizan en cada una de las etapas de construcción. Entre ellos, el recurso humano es el más sensible, específicamente el personal directo o personal obrero, ya que este es el encargado de transformar los insumos en productos de gran valor. Controlar este recurso es vital para la toma de decisiones de un proyecto y mantener el ritmo, mediante una buena gestión (Arévalo Flores et al., 2019). De igual manera (de la Cruz et al., 2019) afirman la importancia del recurso humano para concluir el proyecto. Sin embargo, los proyectos emplean gran variedad de personal con distinta formación y cultura, algunos con poca experiencia o no están capacitados en las actividades a realizar. De igual manera los estudiosos de la economía de la construcción han enfatizado la importancia del pronóstico de la producción de la construcción y han pedido una mayor inversión en proyectos de infraestructura debido a la relación positiva entre la producción de la construcción y el crecimiento económico. Sin embargo, la producción de la construcción tiende a fluctuar con el tiempo (Oshodi et al., 2020). En los proyectos constructivos un indicador muy importante es la Productividad, la cual es una medida de la eficiencia en el uso de recursos en el proceso productivo (Céspedes et al., 2016). La productividad de la construcción incluye la productividad del hombre, la máquina, la cadena de suministro, la logística, soporte, tecnología, capital, energía y otros recursos que utilizamos durante el curso de construcción de un proyecto en un cronograma específico utilizando los recursos y la producción (Dixit, Pandey, et al., 2017).

Según (Carro & González Gómez, 2012) la productividad se debe a la mejora del proceso productivo. Dicha mejora significa aumentar la cantidad de bienes y servicios con respecto a los recursos utilizados.

Entonces, la productividad viene a ser un índice que relaciona lo producido por un sistema (producto o salidas) y los recursos utilizados para generarlo (insumos o entradas). La fórmula sería:

$$\text{Productividad} = \text{Salidas/Entradas}$$

La medición de la productividad suele ser bastante directa, por ejemplo: Cuando es medida como horas de mano de obra por tonelada de un producto específico de acero. Pero en muchos casos, existen problemas sustanciales para llevar a cabo esta medición. Un par de estos problemas son: (1) Las especificaciones del producto puede variar mientras la cantidad de insumos y salidas permanece constante. (2) Los elementos externos pueden causar un crecimiento o disminución en la productividad por el cual el sistema puede no ser directamente responsable (Carro & González Gómez, 2012). La medición de la productividad total de los factores se basa en la teoría económica de la producción, que consiste en una función de producción con rendimientos constantes a escala junto con las condiciones necesarias para el equilibrio del ente (Jorgenson & Griliches, 1967).

En la India para mejorar la productividad y la rentabilidad en el sector de la construcción se ha enfatizado el papel de desarrollo de habilidades y la capacitación, realizando un análisis de tendencias de la productividad de la construcción (medido por el valor agregado bruto / trabajador) e indicadores de habilidades (logro de la calificación y capacitación)(Dixit, Mandal, et al., 2017).

Según (Fulford & Standing, 2014) el sector de la construcción debería invertir en TI, mejora de procesos y estandarización, para lograr un aumento en la productividad. Ya que es una de las industrias más rezagadas en el ámbito tecnológico. Según (Serpell, 2011), la productividad en la construcción es afectada por una gran cantidad de factores, los cuales pueden ser, positivos y negativos. Serpell, concluye resaltando la importancia del rol del administrador del proyecto para obtener una alta productividad en la ejecución de las obras, por medio de un control y dirección eficiente, enfatizándose las funciones de planificación, programación y comunicación dentro de la obra.

Es por este motivo que los proyectos presentan una alta variabilidad, debido a la ocurrencia de eventos imprevistos, generados por efectos internos y externos. La

cual está presente en todos los proyectos de construcción y se suelen incrementar con la complejidad, velocidad, ubicación geográfica y magnitud del alcance. Son eventos aleatorios y no hay forma de predecir ni eliminar en su totalidad. Aun así, se deben contemplar ya que no hacerlo hará que el proyecto incremente significativamente sus costos y se genere un impacto mayor en el proyecto (Ardiles Herrera, 2020). Una de las categorías de proyectos de construcción son las plantas industriales, las cuales son creadas para la elaboración de diversos productos, donde se mezcla la funcionalidad de las máquinas con la labor humana para transformar materia prima y energías en productos terminados (Forcada et al., 2011). En nuestro mundo cambiante, las empresas de construcción y mantenimiento de plantas industriales siguen siendo una parte importante del sector construcción de nuestro país y genera un impulso en el desarrollo económico (Loera et al., 2013).

La culminación exitosa de un proyecto de construcción siempre es el objetivo final y muchos investigadores intentan evaluarlo usando diferentes factores. La experiencia acumulado en la participación de proyectos de plantas industriales ayudan a mejorar la gestión de proyectos y aumentar la productividad en dicho rubro (Loera et al., 2013).

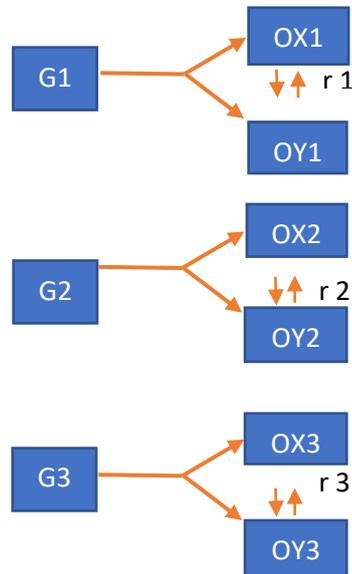
En la actualidad los proyectos de construcción de plantas industriales se acostumbran que sean de tipo “*Fast-Track*”, los cuales son proyectos que se empiezan antes de completar la fase de diseño, lo que incrementa riesgos durante el inicio de construcción, pero se promueve el empoderamiento, confianza y toma de decisiones a la empresa que ejecuta la construcción. Lo cual genera que dicho proyecto termine en menos del 70% del tiempo de un proyecto tradicional. (Williams, 1995). Según (Pena-Mora & Li, 2001) los proyectos “*Fast-Track*” deben ser simulados en el orden constructivo para evitar interferencias entre los procesos constructivo y evitar errores que produzcan retrabajos. El conocimiento en este sector es muypreciado por eso cada empresa dedicada a este tipo de proyecto maneja su propio “*know how*”, el cual es un conocimiento industrial, tecnológico, administrativo, entre otros de carácter secreto. Entonces se entiende por “*know how*” a un tipo de conocimiento desarrollado por la institución, para su propio uso (Estefanía & Ramos, 2019).

Los proyectos se ejecutan en diferentes regiones, según (Ramírez Velázquez & López Levi, 2015) Región es un concepto utilizado para designar a un área o zona de la superficie terrestre, cuyos elementos están funcionalmente asociados. Lo cual añade particularidades al proyecto.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada. Referente a su diseño, la investigación tiene un diseño no experimental, descriptivo comparativo - correlacional, el cual se puede observar en la siguiente figura:



Siendo G1, G2 y G3 los grupos en estudio y OX1, OY1, OX2, OY2, OX3, OY3 son las variables. Siendo r_1 , r_2 y r_3 la correlación entre sus variables.

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente (Ratios de Productividad)

La productividad es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para lograrlo. Entonces, se define como productividad, el uso eficiente de recursos, trabajo, capital, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios. (Prokopenko, 1989)

Variable independiente (Factores críticos)

Son aquellos aspectos fundamentales de la organización, que permanentemente hay que hacerles un seguimiento para asegurar el rendimiento competitivo de la empresa. (Medina, 2007)

3.3. Población, muestra y muestreo

La población objetivo está conformada por todos los proyectos de construcción de plantas industriales.

Para nuestro estudio se considerarán proyectos de construcción que cuenten con las disciplinas de estructuras y tuberías.

Para la variable 1. "Productividad"

Muestreo no probabilístico

El muestreo será por conveniencia, ya que se poseen los datos de 3 proyectos de construcción de plantas industriales.

Para la variable 2. "Factores Críticos"

Muestreo

Sera por conveniencia y se tomará a los expertos de cada proyecto, siendo los profesionales del área de control de proyectos y productividad la población, un total de 21 personas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

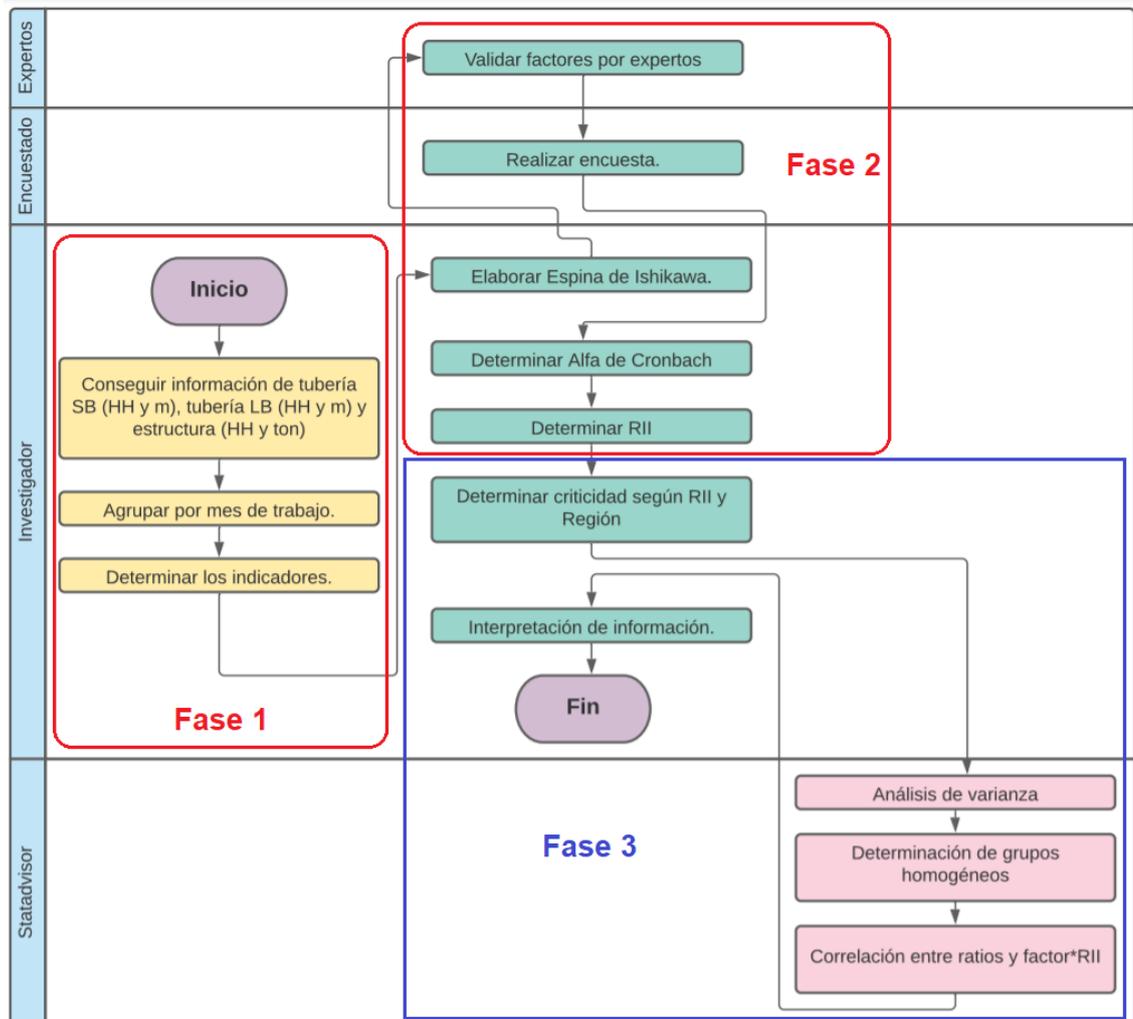
Como instrumento se utilizarán las bases de datos de 3 proyectos de construcción de plantas industriales, en aquellas bases de datos se tienen los registros de avances en toneladas por días para el caso de estructuras y metros lineales avanzados por día para el caso de la tubería, y horas hombre en cada actividad realizada, por lo que se pueden obtener los indicadores de productividad que se desean analizar.

Para obtener los factores críticos que impactan en la productividad, el instrumento a utilizar será una encuesta, la cual se realizará al personal del área de control de proyecto y productividad de cada uno de los proyectos.

3.5. Procedimientos

Para explicar mejor el procedimiento realizado, se realizó el siguiente flujograma:

Gráfico 01. Flujograma de procedimiento.



Fase 1, se inicia consiguiendo los datos de los avances de las 2 disciplinas a investigar, logrando obtener los avances por fecha de los metros lineales de tuberías y los avances de toneladas de estructuras por fecha. Además de contar con las horas hombres por fecha y por actividades. Luego de contar con aquellos datos a nivel de días, para efectos prácticos los agrupamos a nivel de meses y realizamos una fórmula para determinar los indicadores, en el caso de tuberías HH/m y para la estructura HH/Ton.

Fase 2, en la fase 2 obtenemos un listado de factores que afectan la productividad en proyectos de construcción, realizamos un gráfico de espina de Ishikawa y lo tomamos como base para validar aquellos factores con los expertos de los proyectos, quienes proponen considerar nuevos factores, eliminar o modificar algunos. Con lo que luego de un proceso de entrevistas y cruzar información nos quedamos con 27 factores.

Con los 27 factores elaboramos una encuesta considerando 5 opciones mediante una escala de Likert, con las alternativas: 0 – nada de impacto, 1 - poco impacto, 2 - regular impacto, 3 – severo impacto, 4 – fuerte impacto. Los factores propuestos en la encuesta se encuentran detallados en el Anexo 04.

Luego de realizar la encuesta, de los valores obtenidos se identificará el coeficiente Alfa de Cronbach de cada grupo de encuestas por regiones. Para obtener la fiabilidad de la encuesta y realizar cambios en caso de ser necesario.

Con los valores finales de la encuesta se procederá a realizar un método llamado índice de importancia relativa (RII), para poder identificar los ítems más significativos.

$$R_{ii} = \frac{\sum_{r=1}^5 r * n_r}{5N}$$

r es la calificación en la escala del Likert (1-5) de un elemento específico.

n_r es el número de personas que respondieron según cada factor.

N es número total de personas encuestadas.

Con lo que se logrará calcular un índice que nos muestra los resultados de las encuestas y qué factores fueron los de mayor, moderado o menor impacto.

Fase 3, Se determinará el RII de cada región, luego agruparemos los 5 factores con mayor impacto encontrados en cada región. Para finalizar se cruzarán los promedios de los ratios con los valores de los 5 factores de mayor impacto identificado por el RII mediante un modelo matemático, para

determinar si existe o no una correlación entre los ratios de tuberías y estructuras con los factores obtenidos.

Por último, se procederá a interpretar la información recabada.

3.6. Método de análisis de datos

Se analizarán los promedios de los ratios de las disciplinas de estructura y tuberías mediante un modelo matemático donde se cruzarán con los Rii de mayor impacto. Mediante una correlación lineal simple. Para obtener el coeficiente de correlación de Pearson y saber si existe correlación, el tipo de la correlación en caso exista.

La empresa en estudio se mantendrá bajo confidencialidad.

3.7. Aspectos éticos

En el presente trabajo se garantiza originalidad,

Criterios éticos, se garantiza el reconocimiento de las fuentes bibliográficas recopiladas citando a los respectivos autores conforme a la norma ISO 690.

Se asegura un bajo porcentaje de similitud con otros trabajos mediante el uso de la plataforma TURNITIN, y la adecuada referenciación bibliográfica mediante el uso del gestor bibliográfico ENDNOTE.

La honestidad, en el uso de los datos obtenidos, los cuales no serán alterados a favor de la investigación.

IV. RESULTADOS

Descripción general de los proyectos evaluados

Los proyectos en estudio pertenecen al sector de construcción de plantas industriales (2 proyectos del rubro de minería y el tercero del rubro de hidrocarburos), en este estudio se tomó un proyecto de cada región, siendo las regiones en estudio Arequipa, Cuzco y Piura. La complejidad en estos tipos de proyecto es tal que entre los 3 proyectos la venta es de 517.5 millones de dólares. Para el estudio se tomaron las disciplinas de estructuras y tuberías que son las disciplinas comunes en los 3 proyectos y se tiene acceso a los datos.

Fase 1, se inicia con el proceso de obtener los ratios de productividad de tuberías y estructuras de los proyectos de las 3 regiones en estudio.

Cabe indicar la disciplina de tuberías se divide en 2 categorías “SB Small Bore la cual es tubería menor a 3 pulgadas” y “LB Large Bore la cual es tubería de 3 pulgadas a más”.

Tabla 01. Ratios de estructuras

Región	Ratios	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09
AREQUIPA	HH/TON	39.9	45.6	61.5	47.8	43.3	50.3	55.0	55.7	64.6
CUZCO	HH/TON	36.7	36.7	36.7	40.6	55.1	67.0	36.3	77.6	45.1
PIURA	HH/TON	47.9	30.3	28.5	39.6	58.1	56.0	53.0	73.7	46.1

Región	Ratios	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18
AREQUIPA	HH/TON	72.0	76.0	75.9	52.7	66.5	84.1	-	-	-
CUZCO	HH/TON	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PIURA	HH/TON	35.7	72.3	81.4	92.3	131.4	135.2	141.8	172.9	74.2

Tabla 02. Ratios de tuberías

Región	Ratios	MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06	MES 07	MES 08	MES 09	MES 10
AREQUIPA - SB	HH/m	9.78	5.52	4.97	8.24	9.20	4.95	9.16	5.00	16.99	-
AREQUIPA - LB	HH/m	3.94	8.45	9.68	7.07	7.34	6.84	10.09	7.81	-	-
CUZCO - SB	HH/m	9.87	6.50	8.73	9.81	5.63	8.82	4.76	2.53	6.96	5.72
CUZCO - LB	HH/m	22.77	17.55	12.25	11.79	15.27	12.85	8.73	10.23	4.31	-
PIURA - SB	HH/m	6.14	2.05	1.10	1.76	6.71	3.94	3.44	4.06	3.16	3.85
PIURA - LB	HH/m	7.14	8.93	7.16	8.80	11.92	9.52	9.94	9.30	9.25	11.09

Región	Ratios	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20
AREQUIPA - SB	HH/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AREQUIPA - LB	HH/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUZCO - SB	HH/m	15.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CUZCO - LB	HH/m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PIURA - SB	HH/m	4.79	5.11	7.01	11.63	8.30	8.29	10.62	25.35	10.93	23.09
PIURA - LB	HH/m	10.38	14.45	20.37	30.36	11.55	12.69	17.82	25.33	7.72	31.49

Región	Ratios	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24	MES 25	MES 26	MES 27	MES 28
AREQUIPA - SB	HH/m	-	-	-	-	-	-	-	-
AREQUIPA - LB	HH/m	-	-	-	-	-	-	-	-
CUZCO - SB	HH/m	-	-	-	-	-	-	-	-
CUZCO - LB	HH/m	-	-	-	-	-	-	-	-
PIURA - SB	HH/m	10.41	13.28	8.31	14.92	12.65	12.07	9.92	12.57
PIURA - LB	HH/m	36.78	31.27	35.43	20.29	23.48	-	-	-

Ratios de estructuras

Los ratios de cada región fueron procesados estadísticamente y se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 03. Resumen estadístico de ratios de estructuras según región.

Región	Promedio	Mediana	Desviación Estándar
Arequipa	59.3933 ^{ab}	55.7	13.4263
Cuzco	47.9778 ^a	40.6	15.2917
Piura	76.1333 ^b	65.2	42.5901
Total	64.1214	55.4	31.4329

Nota: Letras en minúsculas diferentes por fila, indican que existen diferencias significativas entre los valores obtenidos para cada región.

Se obtuvieron los promedios, medianas y las desviaciones estándar de cada región. Los cuales posteriormente serán analizados en un modelo matemático para analizar si existe una correlación.

Ratios de tuberías (SB)

Los ratios de las tuberías SB “menor a 3 pulgadas” se procesaron mediante un software estadístico y se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 04. Resumen estadístico de ratios de tuberías SB según región.

Región	Promedio	Mediana	Desviación Estándar
Arequipa	8.20135 ^a	8.23556	3.87619
Cuzco	7.70577 ^a	6.96042	3.41498
Piura	8.76555 ^a	8.29522	5.85491
Total	8.41689	8.26057	4.99311

Nota: Letras en minúsculas diferentes por fila, indican que existen diferencias significativas entre los valores obtenidos para cada región.

Ratios de tuberías (LB)

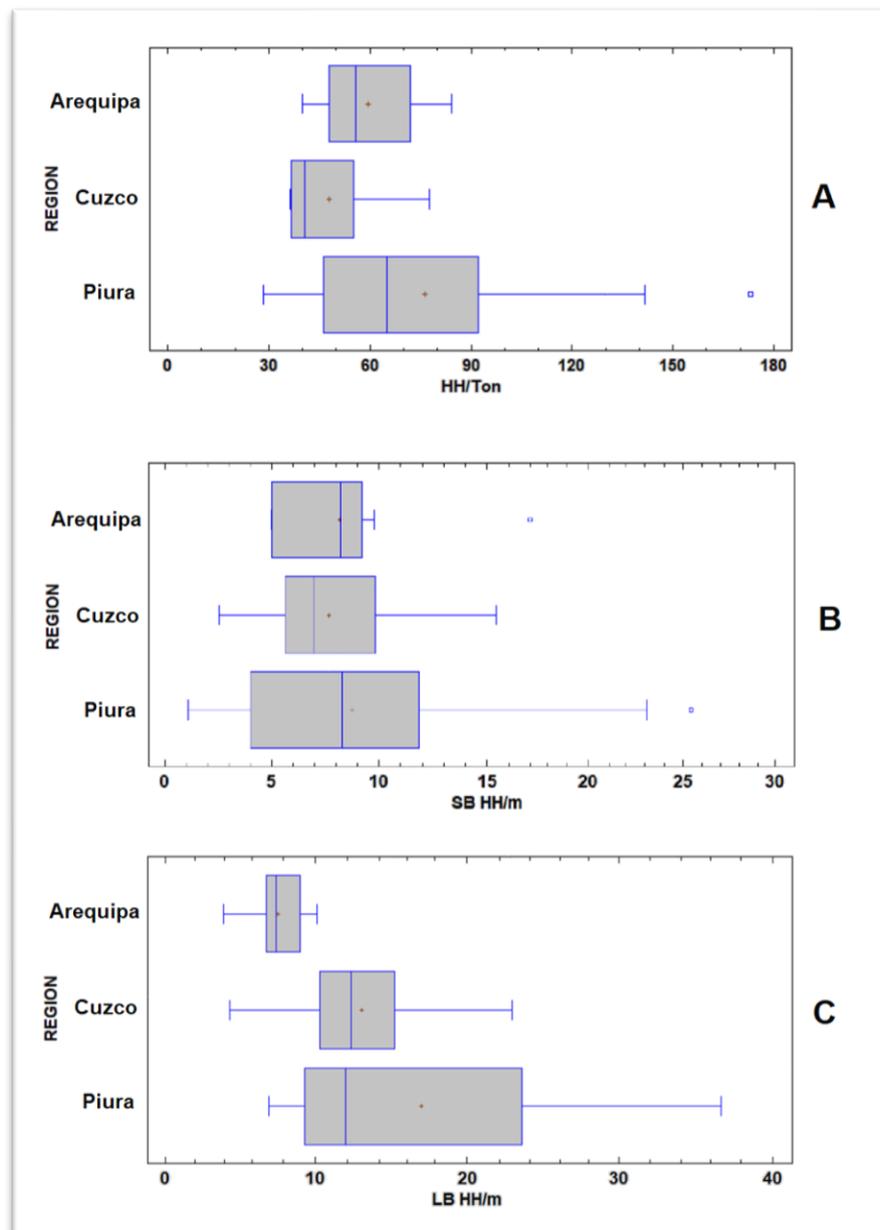
Los ratios de las tuberías LB “mayor o igual a 3 pulgadas” se procesaron y se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 05. Resumen estadístico de ratios de tuberías LB según región.

Región	Promedio	Mediana	Desviación Estándar
Arequipa	7.65233 ^a	7.57128	1.91207
Cuzco	12.8623 ^{ab}	12.2548	5.29927
Piura	16.8991 ^b	11.9201	9.69149
Total	14.2728	10.7389	8.61853

Nota: Letras en minúsculas diferentes por fila, indican que existen diferencias significativas entre los valores obtenidos para cada región.

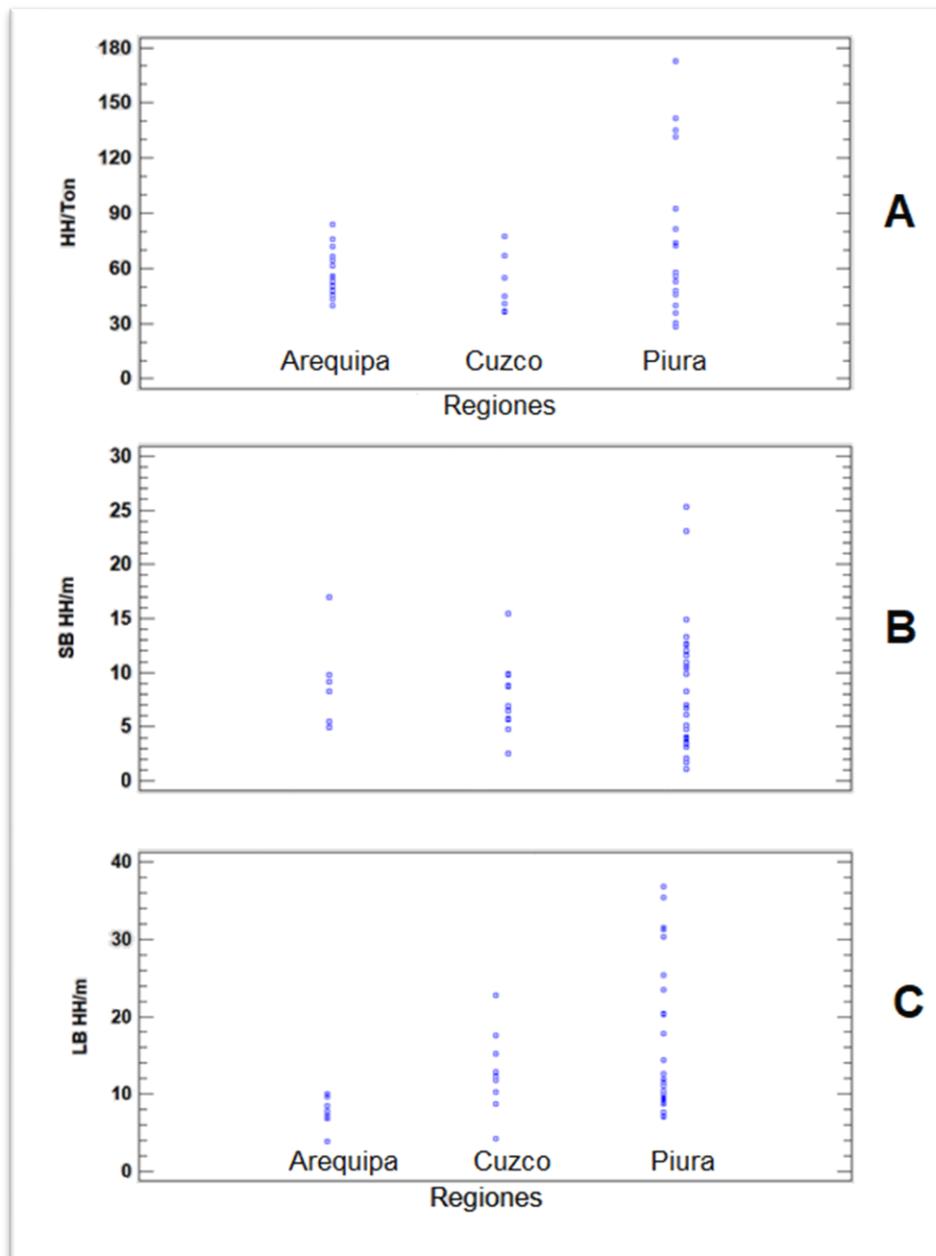
Gráfico 02. Gráfico de Cajas y bigotes



En el gráfico de cajas y bigotes, la figura A muestra el análisis de ratios de estructuras en HH/Ton, la figura B los ratios de tuberías SB y la figura C los ratios de tuberías LB.

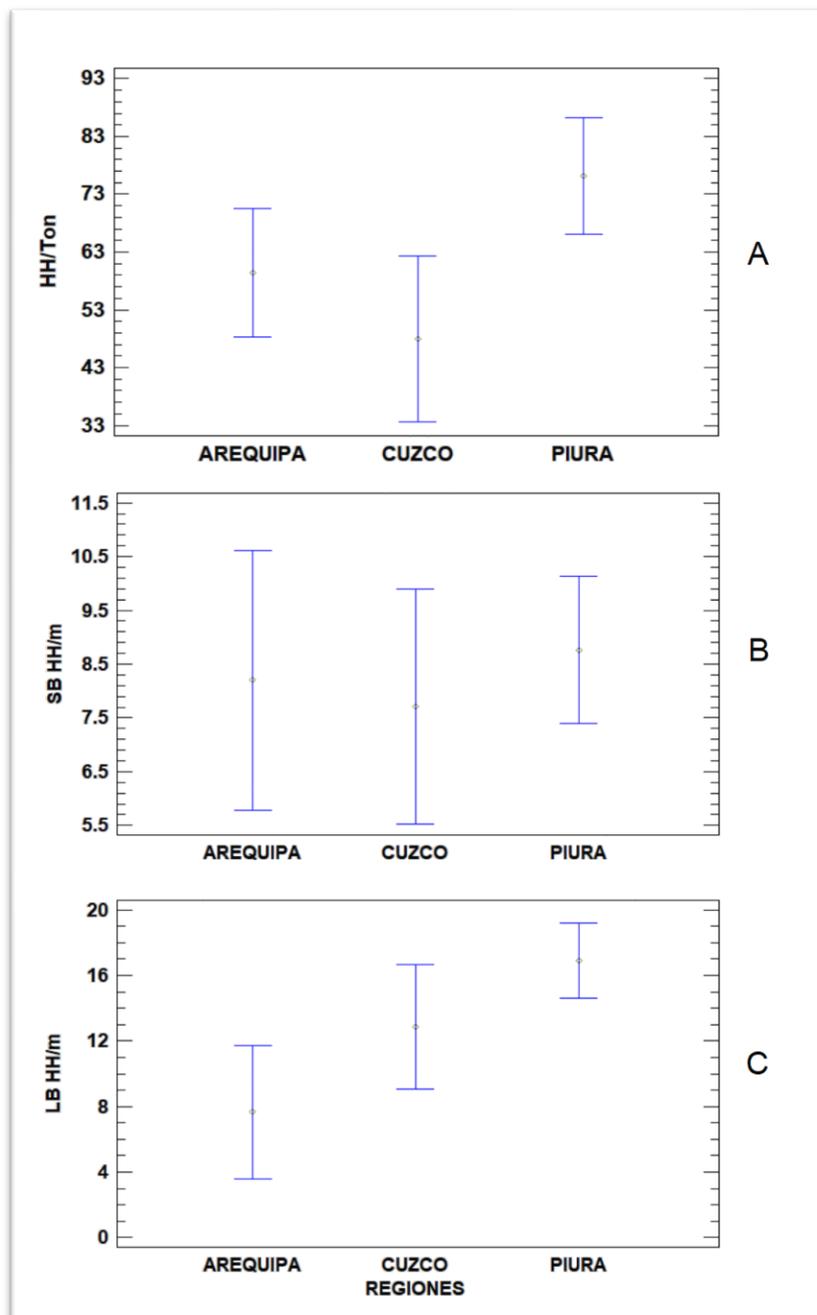
Tanto en la figura A, B y C se puede apreciar una gran dispersión de los datos especialmente en la región de Piura, de igual manera en la región de Piura se aprecia las medias más elevadas de cada gráfico. La mayor similitud con respecto a los ratios se encuentra en la figura B, siendo los ratios de tuberías SB los más constantes entre las 3 regiones.

Gráfico 03. Gráfico de dispersión.



El gráfico de dispersión muestra que la región de Piura cuenta con mayores valores en dispersión. Y por otro lado la región de Arequipa tiene valores de dispersión constantes en las 3 disciplinas.

Gráfico 04. Gráfico de medias



En el gráfico de medias, se aprecia que una similitud entre la región de Arequipa y Cuzco con respecto a los ratios de estructuras figura A, siendo ambos proyectos del rubro minero. Con respecto a la figura B, se aprecia una homogeneidad entre las 3 regiones. En la figura C, se aprecia una media elevada en Piura, tener en cuenta que Piura es un proyecto del rubro de hidrocarburos.

Resumiendo, los promedios de las 3 regiones estudiadas son los siguientes:

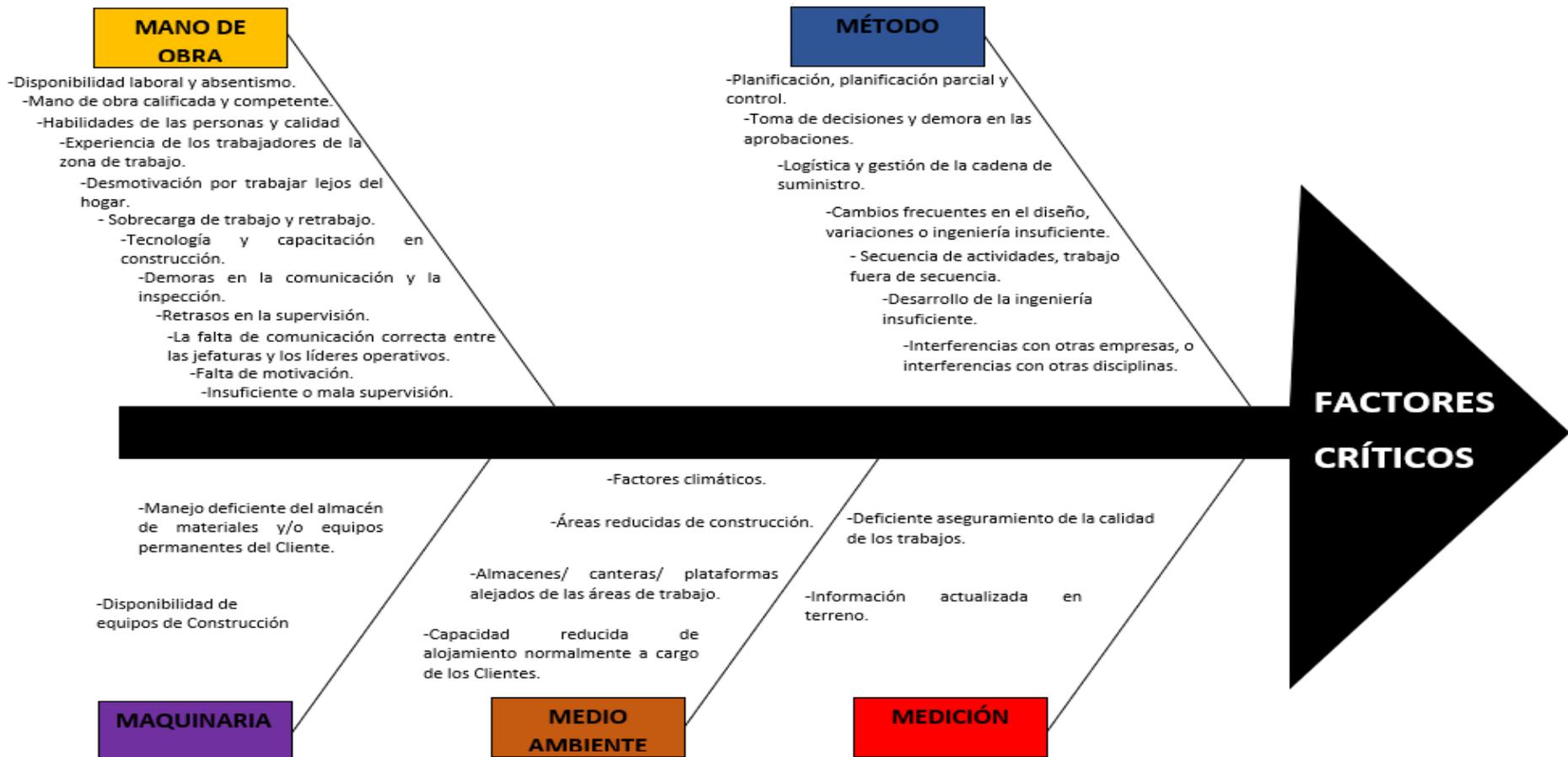
Tabla 06. Resumen de promedios de los 3 ratios en estudio.

	AREQUIPA	CUZCO	PIURA
Promedios HH/TON	59.40 ^{ab}	47.97 ^a	76.14 ^b
Promedios HH/SB	8.20 ^a	7.71 ^a	8.77 ^a
Promedios HH/LB	7.65 ^a	12.86 ^{ab}	16.89 ^b

Nota: Letras en minúsculas diferentes por fila, indican que existen diferencias significativas entre los valores obtenidos para cada región.

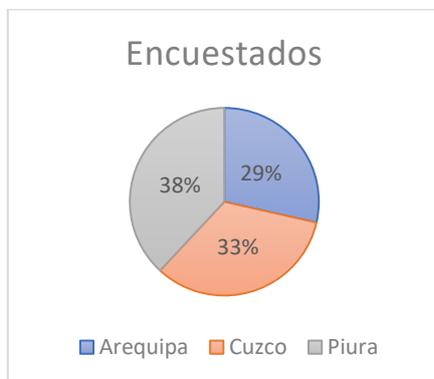
Fase 2, Se elaboró la espina de Ishikawa con todos los factores que podrían influir en la productividad de un proyecto de construcción. Obteniendo el siguiente resultado.

Gráfico 05. Espina de Ishikawa con los factores críticos en un proyecto de construcción.



Posteriormente, se aplicó una encuesta con 27 factores, la cual se puede ver en Anexo 04.

Gráfico 06. Porcentaje de encuestados por región.



A los resultados de las encuestas se le calculó el coeficiente de Alfa de Cronbach, por cada región. Para conocer la fiabilidad del instrumento. Lo que nos reveló los siguientes coeficientes:

Tabla 07. Alfa de Cronbach

Regiones	Alfa de Cronbach
Arequipa	0.97
Cuzco	0.92
Piura	0.95

Por lo que se interpreta que los resultados de la encuesta son aceptables y cuenta con una buena fiabilidad.

Luego de comprobar su buena fiabilidad en la encuesta, se procedió a calcular el RII Total y por región:

Tabla 08. Factores y sus índices de importancia relativa (RII).

ÍTEMS	FACTORES	RII			
		TOTAL	AREQUIPA	CUZCO	PIURA
01	Planificación, planificación parcial y control.	0.848	0.867	0.829	0.850
02	Toma de decisiones y demora en las aprobaciones.	0.771	0.733	0.743	0.825
03	Disponibilidad laboral y absentismo.	0.743	0.733	0.714	0.775
04	Mano de obra calificada y competente.	0.800	0.667	0.886	0.825
05	Habilidades de las personas y calidad de trabajo.	0.838	0.833	0.829	0.850
06	Logística y gestión de la cadena de suministro.	0.838	0.933	0.743	0.850
07	Experiencia de los trabajadores de la zona.	0.600	0.533	0.543	0.700
08	Cambios frecuentes en el diseño, variaciones o ingeniería insuficiente.	0.800	0.867	0.686	0.850
09	Desmotivación por trabajar lejos del hogar.	0.495	0.433	0.486	0.550
10	Sobrecarga de trabajo y retrabajo.	0.686	0.667	0.571	0.800
11	Tecnología y capacitación en construcción.	0.762	0.667	0.800	0.800
12	Demoras en la comunicación y la inspección.	0.638	0.633	0.514	0.750
13	Retrasos en la supervisión, competencia de supervisión y gestión de los interesados.	0.676	0.767	0.571	0.700
14	Secuencia de actividades, trabajo fuera de secuencia.	0.714	0.600	0.714	0.800
15	La falta de comunicación correcta entre las jefaturas y los líderes operativos.	0.667	0.700	0.514	0.775
16	Desarrollo de la ingeniería insuficiente.	0.752	0.767	0.714	0.775
17	Deficiente aseguramiento de la calidad de los trabajos	0.695	0.667	0.629	0.775
18	Factores climáticos.	0.629	0.600	0.800	0.500
19	Falta de motivación.	0.543	0.533	0.486	0.600
20	Insuficiente o mala supervisión.	0.676	0.733	0.514	0.775
21	Interferencias con otras empresas, o interferencias con otras disciplinas.	0.705	0.700	0.571	0.825

22	Información actualizada en terreno (planos, procedimientos, documentación HSEC, etc.)	0.752	0.767	0.743	0.750
23	Áreas reducidas de construcción	0.640	0.633	0.543	0.743
24	Almacenes/canteras/plataformas alejados de las áreas de trabajo.	0.562	0.500	0.371	0.775
25	Capacidad reducida de alojamiento normalmente a cargo de los Clientes.	0.514	0.533	0.457	0.550
26	Manejo deficiente del almacén de materiales y/o equipos permanentes del Cliente	0.676	0.633	0.514	0.850
27	Disponibilidad de equipos de Construcción	0.724	0.833	0.657	0.700

A continuación, se menciona los 5 factores de mayor impacto según el RII a nivel de región.

De la región de Arequipa, los que tuvieron mayor impacto en dicha región son:

Tabla 09. Los 5 factores más relevantes de la región de Arequipa.

Ítems	Factores relevantes – Arequipa	RII
06	Logística y gestión de la cadena de suministro.	0.93
01	Planificación, planificación parcial y control.	0.87
08	Cambios frecuentes en el diseño, variaciones o ingeniería insuficiente.	0.87
27	Disponibilidad de equipos de Construcción.	0.83
05	Habilidades de las personas y calidad de trabajo.	0.83

En la región de Cuzco, se obtuvieron los siguientes factores:

Tabla 10. Los 5 factores más relevantes de la región de Cuzco.

Ítems	Factores relevantes - Cuzco	RII
04	Mano de obra calificada y competente.	0.89
01	Planificación, planificación parcial y control.	0.83
05	Habilidades de las personas y calidad de trabajo.	0.83
11	Tecnología y capacitación en construcción.	0.80
18	Factores climáticos.	0.80

En la región de Piura, se obtuvieron los siguientes factores:

Tabla 11. Los 5 factores más relevantes de la región de Piura:

Ítems	Factores relevantes – Piura	RII
01	Planificación, planificación parcial y control.	0.85
05	Habilidades de las personas y calidad de trabajo.	0.85
06	Logística y gestión de la cadena de suministro.	0.85
08	Cambios frecuentes en el diseño, variaciones o ingeniería insuficiente.	0.85
26	Manejo deficiente del almacén de materiales y/o equipos permanentes del Cliente.	0.85

Análisis estadísticos de RII

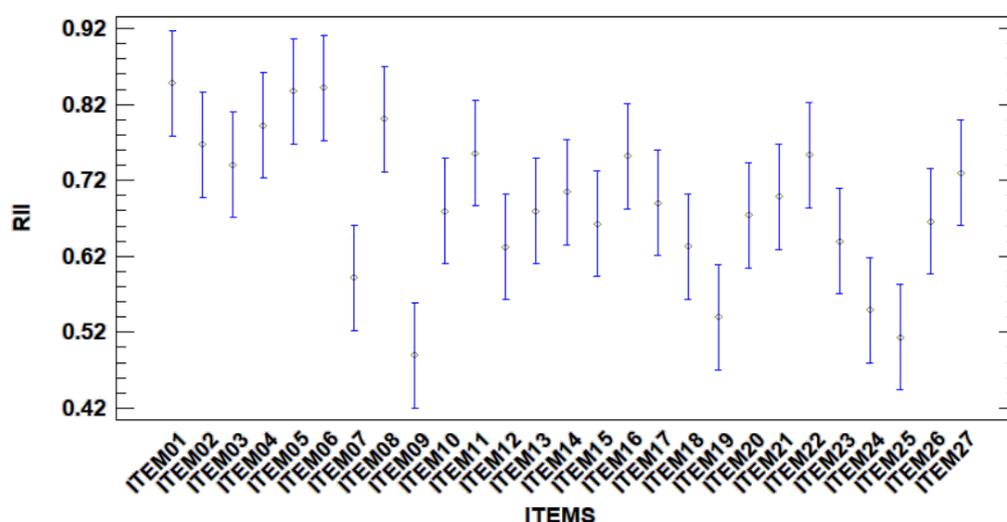
Se ingresaron los RII obtenidos en cada región, en un análisis multifactorial con la región, ítems y RII. Con lo que se obtuvo la siguiente información:

Tabla 12. Medias y homogeneidad de RII entre regiones.

REGIÓN	Media
Cuzco	0.634921 ^a
Arequipa	0.68642 ^b
Piura	0.752513 ^c

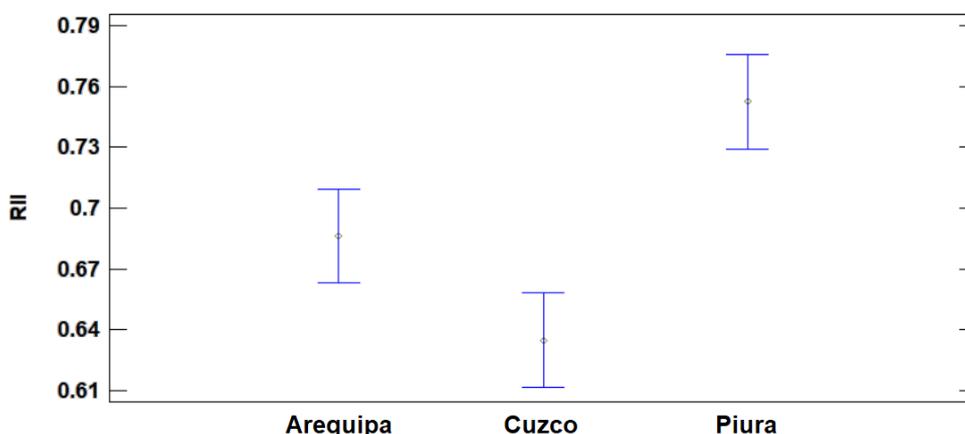
Nota: Letras en minúsculas diferentes por fila, indican que existen diferencias significativas entre los valores obtenidos para cada región.

Gráfico 07. Gráfico de medias de RII a nivel de factores.



En el gráfico de medias se aprecian los 27 factores analizados de las 3 regiones. Mostrando las medias más altas en los primeros ítems.

Gráfico 08. Gráfico de medias de RII a nivel de región.



En el gráfico de medias de RII, analizados a nivel de regiones se puede apreciar una mayor media en la región de Piura, lo que indicaría que posee más factores con impacto alto en la productividad. La región del Cuzco es la que posee la media más baja, lo que indicaría mayor cantidad de factores con poco impacto en la productividad.

Análisis de correlación ratios – factores que afectan la productividad

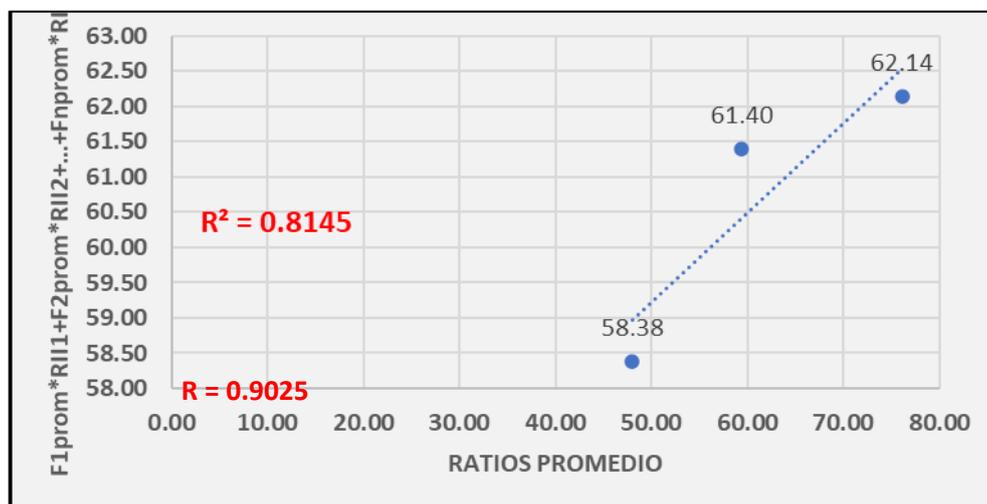
Tabla 13. Rii de los 5 items más significativos

ITEMS	FACTORES	RII TOTAL	AREQUIPA	CUZCO	PIURA
ITEM01	Planificación, planificación parcial y control.	0.848	0.867	0.829	0.850
ITEM05	Habilidades de las personas y calidad de trabajo.	0.838	0.833	0.829	0.850
ITEM06	Logística y gestión de la cadena de suministro.	0.838	0.933	0.743	0.850
ITEM04	Mano de obra calificada y competente.	0.800	0.667	0.886	0.825
ITEM08	Cambios frecuentes en el diseño, variaciones o ingeniería insuficiente.	0.800	0.867	0.686	0.850

Tabla 14. Ponderación para determinar correlación entre ratios de estructura y su factor*RII

Sede	AREQUIPA	CUZCO	PIURA	PROMEDIO TOTAL
Ratios promedio	59.4	48.0	76.1	
A	14.629231	12.473429	18.1101	15.0709199
B	14.10503	12.473429	18.1101	14.89618614
C	15.677634	11.286522	18.1101	15.02475189
D	11.484024	13.264699	17.606861	14.11852815
E	14.629231	10.495251	18.1101	14.41152743
F1*RII1+F2*RII2+...+Fn*RIIn	59.4	48.000004	76.1	
F1prom*RII1+F2prom*RII2+...+Fnprom*RIIn	61.400397	58.378304	62.140663	

Gráfico 09. Correlación entre ratios promedio de estructura (HH/TN) y factor*RII

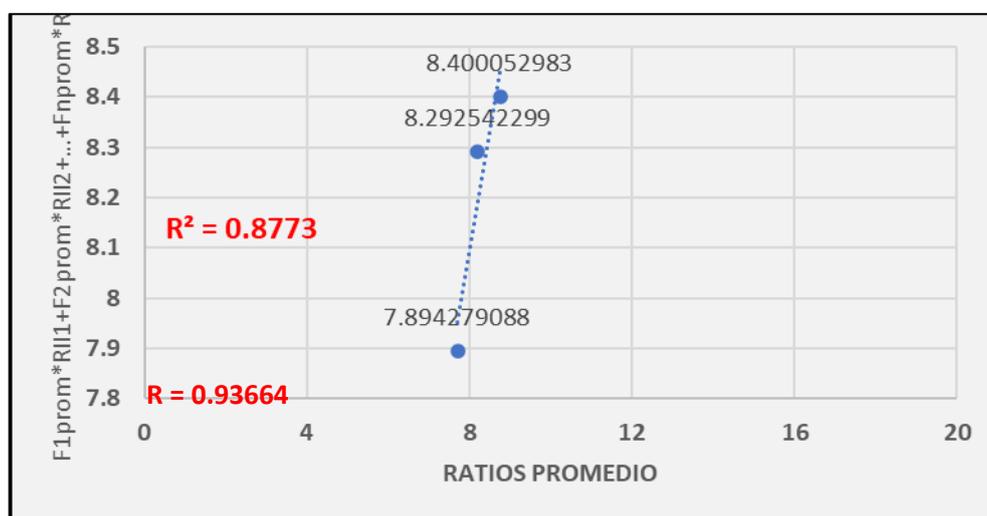


La correlación indica que existe un grado de asociación entre los ratios promedio y los factor*RII obtenidos mediante las encuestas, así mismo, se alcanza una fuerza de correlación de 0.9025 y una dirección positiva.

Tabla 15. Ponderación para determinar correlación entre ratios de tuberías SB y su factor*RII

Sede	AREQUIPA	CUZCO	PIURA	PROMEDIO TOTAL
Ratios promedio	8.201	7.706	8.766	
A	1.9972077	1.9732769	2.0817134	2.017399312
B	1.955438	1.9732769	2.0817134	2.003476097
C	2.0815883	1.8720912	2.0817134	2.011797625
D	1.7507654	2.0407985	2.0457283	1.945764095
E	1.9972077	1.8046984	2.0817134	1.961206501
$F1 \cdot RII1 + F2 \cdot RII2 + \dots + Fn \cdot RII_n$	8.201351	7.7057699	8.7655515	
$F1_{prom} \cdot RII1 + F2_{prom} \cdot RII2 + \dots + Fn_{prom} \cdot RII_n$	8.2925423	7.8942791	8.400053	

Gráfico 10. Correlación entre ratios promedio de tubería (HH/m) y factor*RII

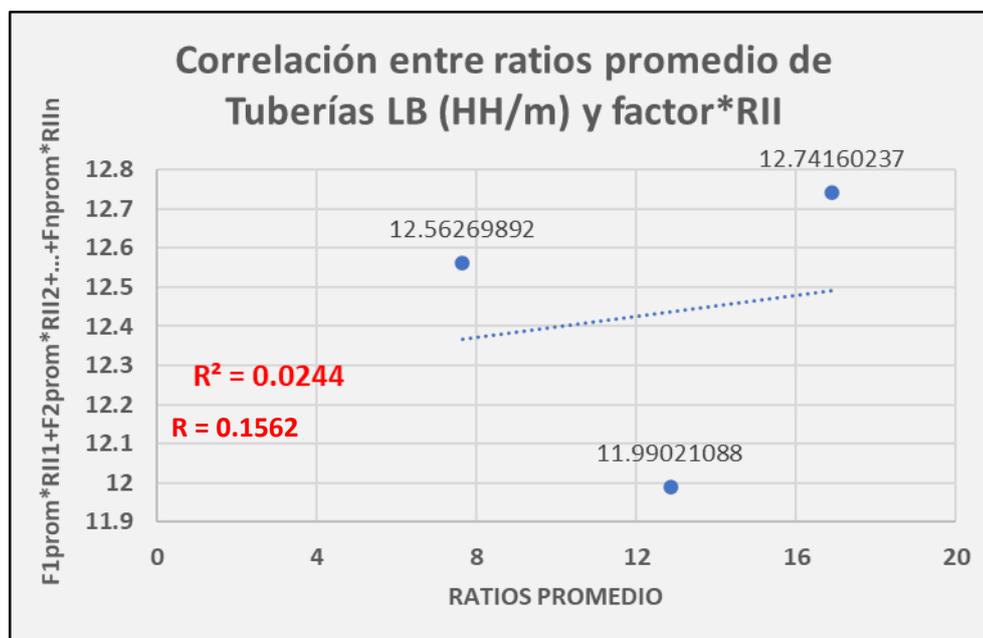


La correlación indica que existe un grado de asociación entre los ratios promedio y los factor*RII obtenidos mediante las encuestas, así mismo, se alcanza una fuerza de correlación de 0.936 y una dirección positiva.

Tabla 16. Ponderación para determinar correlación entre ratios de tuberías LB y su factor*RII

Sede	AREQUIPA	CUZCO	PIURA	PROMEDIO
Ratios promedio	7.65233	12.8623	16.8991	TOTAL
A	1.8601141	3.3168767	4.0171147	3.064701802
B	1.8270328	3.3168767	4.0171147	3.053674697
C	1.9262767	3.0771997	4.0171147	3.006863701
D	1.6616262	3.4766612	3.928376	3.022221128
E	1.8601141	2.9174151	4.0171147	2.931547968
$F1 \cdot RII1 + F2 \cdot RII2 + \dots + Fn \cdot RII_n$	7.6523342	12.8623	16.8991	
$F1_{prom} \cdot RII1 + F2_{prom} \cdot RII2 + \dots + Fn_{prom} \cdot RII_n$	12.562699	11.990211	12.741602	

Gráfico 11. Correlación entre ratios promedio de tuberías estructura (HH/TN) y factor*RII



De acuerdo con el gráfico, se aprecia que no existe correlación.

V. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, empezaremos discutiendo los 5 factores con mayor Rii del total de las 3 regiones.

Estos resultados guardan relación con lo que señala (Dixit, Pandey, et al., 2017), quien encontró los siguientes factores con un índice de importancia relativa. Planificación, planificación parcial y control. Con un Rii de 0.849, y en nuestro estudio el mismo factor en la tabla general de Rii de las 3 regiones obtuvimos un 0.85 lo que indica similitudes entre los factores que afectan la productividad en la India como en Perú. De igual forma (Gündüz et al., 2013) en una investigación realizada en Turquía, presenta un Rii de 0.844 en su factor de ineficiente planificación y programación. Lo que reitera las similitudes en los proyectos de construcción. Mientras que dicho factor en una investigación de Libia por (Omran et al., 2012) obtuvo apenas 0.636, lo que implicaría que poseen una mejor planificación en sus procesos constructivos. Otro proyecto de investigación en Australia por (Wong & Vimonsatit, 2012), puntuaron su factor “Planificación incorrecta” con un RII de 0.8 lo que asemejaría el entorno de su investigación con el nuestro.

Con respecto al segundo factor más alto “Habilidades de las personas y calidad de trabajo” el valor Rii fue de 0.838 lo que implica una diferencia con el mismo factor analizado por (Dixit, Pandey, et al., 2017) en la India el cual obtuvo un Rii de 0.739, indicando cierto grado de diferencias entre la realidad de Perú e India. Pero la investigación en Australia arrojó un RII 0.8364 lo que se asemeja demasiado a nuestra investigación. Lo que nos hace concluir que muchas de las personas que laboran en actividades de construcción no han sido debidamente capacitadas en calidad ni han tenido el entrenamiento necesario para desarrollar sus habilidades en este rubro.

Por otro lado, el siguiente factor que también obtuvo 0.838 “Logística y gestión de la cadena de suministro” teniendo gran similitud al Rii obtenido en la India el cual fue 0.824 y el de Australia con 0.8, indicando cierta similitud entre los 3 estudios. Lo que resaltaría la importancia de tener una buena cadena de suministros en este tipo de proyectos. Los expertos indicaron que muchos de los componentes en la construcción de plantas industriales no son de fabricación nacional y si no se requieren con anticipación, pueden impactar en el tiempo de elaboración del proyecto.

El cuarto factor obtuvo un Rii de 0.80 “Mano de obra calificada y competente”, guardando una ligera similitud a lo obtenido en el estudio indio con 0.741. Y un RII de 0.858 en el escenario australiano, lo que reitera en los 3 sobre la falta de mano de obra calificada en dicho rubro.

Por último, el quinto factor también con un Rii de 0.80 “Cambios frecuentes en el diseño, variaciones o Ingeniería insuficiente” tiene una mayor similitud al estudio realizado en Turquía el cual obtuvo 0.813 en su factor “Cambios de diseño por parte del propietario o agente durante la construcción” y 0.858 en Australia en su factor “Cambios en las especificaciones durante la construcción”, pero una menor similitud a lo obtenido en el estudio indio el cual tiene un 0.747. Lo que demostraría que la falta de diseño e ingeniería repercuten de gran manera en el proceso constructivo.

Por consiguiente, se determinaron los 5 principales factores que afectan a las regiones en estudio, también influyen de similar manera en muchos casos a otros proyectos de la India, Turquía, Australia y Libia.

Para el factor de “Toma de decisiones y demora en las aprobaciones”, en nuestro estudio obtuvimos un Rii de 0.771, el cual refleja cierta similitud con el factor analizado en Turkia por (Gündüz et al., 2013) el cual arrojó un Rii de 0.775 en su factor “Lentitud en la toma de decisiones”, pero refleja diferencia en el sector indio,

ya que (Dixit, Pandey, et al., 2017) obtuvo un Rii de 0.909 en el análisis del factor “Toma de decisiones”.

El siguiente factor en estudio es “Tecnología y capacitación en construcción” el cual obtuvo un 0.761, el cual presenta diferencia significativa con el Rii obtenido en la India de 0.621, por lo que se puede concluir que la tecnología y capacitación en construcción no es tan significativa como en Perú.

En el siguiente factor “Desarrollo de la ingeniería insuficiente.” se obtuvo un Rii de 0.752 presentando similitud al estudio indio con un Rii de 0.739.

El siguiente factor en el ranking de Rii también presenta un Rii de 0.752 “Información actualizada en terreno (planos, procedimientos, documentación HSEC)”, no se encontró similitud en factores de investigaciones extranjeras. Pero se aprecia similitud en los resultados de las 3 regiones, obteniendo un Rii de 0.767, 0.743 y 0.750 en las regiones de Arequipa, Cuzco y Piura respectivamente. Lo que indicaría que es un factor de impacto moderado en nuestro país.

El siguiente factor es “Disponibilidad laboral y absentismo”, el cual obtuvo un Rii de 0.740 teniendo gran diferencia entre con el Rii 0.591 “Absentismo” obtenido en la investigación turca y el Rii 0.809 “Disponibilidad de mano de obra” obtenido en la investigación de la India. Por lo que tendríamos más similitud con el escenario indio en este factor.

En siguiente factor es “Disponibilidad de equipos de Construcción”, el que cuenta con un Rii de 0.723, el que tuvo similitud con la investigación de la india, el cual cuenta con un Rii de 0.737, lo cual indica poca diferencia “0.014”.

El siguiente factor “Secuencia de actividades, trabajo fuera de secuencia” obtuvo un Rii de 0.714 manteniendo cierta similitud al obtenido en el escenario indio con 0.736, lo que indica cierto grado de similitud entre el escenario peruano y el indio.

VI. CONCLUSIONES

Se puede concluir que los factores que más impactan en la productividad en las regiones del Perú no son necesariamente particularidades de las regiones, si no generales como es la Planificación, planificación parcial y control, Habilidades de las personas y calidad de trabajo y Logística y gestión de la cadena de suministro los cuales deberían ser mejor analizados por las empresas constructoras para posteriormente disminuir el impacto en la productividad.

Y en los factores de mayor impacto a nivel regional encontramos en la región del Cuzco la “Mano de obra calificada y competente” con un RII de 0.886, “Tecnología y capacitación en construcción” y “Factores climáticos” con un 0.800 en ambos casos. Lo cual indica impactos altos a diferencias de las otras regiones, por mencionar los Factores climáticos obtuvieron un 0.600 y 0.500 en las regiones del Arequipa y Piura respectivamente, teniendo gran diferencia frente al 0.800 del Cuzco.

Por otra parte, en la “Mano de obra calificada y competente” no es un factor que impacte demasiado en Arequipa, pero si en el Cuzco y Piura, ya que muchos proyectos industriales se han desarrollado en aquella región lo que supone experiencia previa. Pero si se presento problemas en Arequipa con la disponibilidad de equipos de construcción.

En el caso de Piura, se presento problemas con el manejo deficiente del almacén de materiales y/o equipos, según los expertos al ser una empresa nueva de origen española quien proporcionaba los suministros permanentes.

De igual manera se identificó como factor de alto impacto en la productividad en Piura y Arequipa los “Cambios frecuentes en el diseño, variaciones o ingeniería insuficiente” lo que tendría que tomarse en consideración antes del inicio de un proyecto, ya que, en el proceso constructivo, los cambios de diseño o ingeniería

insuficiente generan muchos retrabajos y amplía el cronograma del proyecto, lo que implicaría un mayor costo.

VII. RECOMENDACIONES

La calidad de este trabajo está limitado por el estudio en 3 únicas regiones, lo que limita los factores encontrados y analizados, ya que la diversidad geográfica del Perú, culturas, costumbres, condiciones sociales y económicas entre diferentes regiones, crea escenarios distintos para cada proyecto. Y se necesitaría un estudio de mayor amplitud. Considerando que, de los 10 proyectos cupríferos más grandes del mundo, 3 se encuentran en Perú, además de diversas plantas industriales en el sector de energía, minas, gas e hidrocarburos.

Y tener en cuenta que hay muchos proyectos en etapa de diseño, que si se tuviera una mayor consideración en los factores que pueden impactar en su productividad, les generaría un menor costo en la ejecución.

Para un futuro estudio en factores que afecten la productividad, se debería tener en cuenta los factores encontrados en este estudio con los índices de importancia relativa más elevados. Ya que en la mayoría de los casos son similares inclusive en estudios realizados en otros países. De igual modo considerar el entorno geográfico.

REFERENCIAS

- Aguilar, S., & Milagros, E. (2019). Caracterización del financiamiento de las mype del sector construcción del Perú: caso empresa construcciones y servicios generales fuerte roble empresa individual de responsabilidad limitada de la provincia de Sullana y propuesta de mejora 2018.
- Ardiles Herrera, A. S. (2020). Evaluación de la gestión técnica y su relación con la productividad y eficiencia en la ejecución en obras de construcción vial en la ciudad de Puno, ejecutadas por la municipalidad provincial de Puno-2019.
- Arévalo Flores, J. S., Delgado Manzanares, C. F., Zarate, V., & Fidel, J. (2019). Propuesta de negocio enfocado en la mejora de la productividad en la construcción de edificaciones haciendo uso de drones.
- Carro, R., & González Gómez, D. A. (2012). Productividad y competitividad.
- Céspedes, N., Lavado, P., & Ramírez Rondán, N. (2016). *Productividad en el Perú: medición, determinantes e implicancias*. Universidad del Pacífico.
- de la Cruz, A. O., Ley, I. E., Quintana, J., & Ramos, M. A. (2019). Percepciones en la Motivación de los Trabajadores de la Construcción en Hermosillo, Sonora. *Urbana*, 20, 55.
- Dixit, S., Mandal, S. N., Sawhney, A., & Singh, S. (2017). Relationship between skill development and productivity in construction sector: A literature review. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(8), 649-665.
- Dixit, S., Pandey, A. K., Mandal, S. N., & Bansal, S. (2017). A study of enabling factors affecting construction productivity: Indian scnerio. *International Journal of Civil Engineering & Technology*, 8(6), 741-758.
- Estefanía, L., & Ramos, G. (2019). *El KNOW HOW, en el comportamiento organizacional de la empresa Industrias Catedral SA de la ciudad de Ambato*
- Forcada, N., Casals, M., Gangoellés, M., Roca, X., & Fuertes, A. (2011). Experiences of success in industrial plants projects. *Revista Ingeniería de Construcción*, 23(2), 82-93.
- Fulford, R., & Standing, C. (2014). Construction industry productivity and the potential for collaborative practice. *International Journal of Project Management*, 32(2), 315-326.
- Gündüz, M., Nielsen, Y., & Özdemir, M. (2013). Quantification of delay factors using the relative importance index method for construction projects in Turkey. *Journal of management in engineering*, 29(2), 133-139.
- Hassan, A. S. A. (2020). A Review of Contextual Factors Influencing Performance Measurement System Adoption in the Construction Industry. *American Based Research Journal*, 9(1).
[Record #22 is using a reference type undefined in this output style.]
- Jorgenson, D. W., & Griliches, Z. (1967). The explanation of productivity change. *The review of economic studies*, 34(3), 249-283.
- Loera, I., Espinosa, G., Enríquez, C., & Rodríguez, J. (2013). Productivity in construction and industrial maintenance. *Procedia Engineering*, 63, 947-955.
- Mauzzam, M. S., & Ali, R. (2019). Determinants of Project Success in Construction Sector: A Case of Karachi, Sindh. *Sindh Economics & Business Review International*, 1(1), 20-31.
- Medina, G. R. (2007). Factores críticos en áreas productivas y presupuestarias de empresas agroalimentarias venezolanas: sub-sector pastas alimenticias región Zuliana. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, 4(7), 25-42.
- Omran, A., Abdulbagei, M. A., & Gebril, A. O. (2012). An evaluation of the critical success factors for construction projects in Libya. *International Journal of Economic Behavior*, 2(1), 17-25.
- Oshodi, O., Edwards, D. J., Olanipekun, A. O., & Aigbavboa, C. O. (2020). Construction output modelling: a systematic review. *Engineering, Construction and Architectural Management*.

- Pena-Mora, F., & Li, M. (2001). Dynamic planning and control methodology for design/build fast-track construction projects. *Journal of construction engineering and management*, 127(1), 1-17.
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad*. Oficina Internacional del Trabajo Ginebra.
- Ramírez Velázquez, B. R., & López Levi, L. (2015). Espacio, paisaje, región, territorio y lugar: la diversidad en el pensamiento contemporáneo.
- Rodríguez, J. R., & García, L. V. (2013). Estructura y desempeño del sector de la construcción en México. *El cotidiano*(182), 105-116.
- Rojas Pérez, L. E. (2019). Evaluación de productividad de mano de obra en construcción de edificio el Chotanito utilizando el sistema last planner Jaén Cajamarca 2017.
- Serpell, A. (2011). Productividad en la construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 1(1), 53-59.
- Silva, J. P., Otoyá, J. H., & Alvarado, V. R. E. (2017). Análisis macroeconómico del sector construcción en el Perú. *Quipukamayoc*, 25(47), 95-101.
- Terán, A., Sánchez, A., & Alvarez, M. (2009). Estudio comparativo de la productividad en el sector metalmecánico. Seventh LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology,
- Veerasanai, R., & Alias, A. (2020). A review of foreign construction firm presence in the Malaysian construction industry. *International Journal of Construction Management*, 1-14.
- Vásquez, R. G. (2019). PBI: ¿Cuánto empleo genera el crecimiento de un punto porcentual en cada sector? *El Comercio*.
- Wang, G., Liu, H., Li, H., Luo, X., & Liu, J. (2020). A Building Project-Based Industrialized Construction Maturity Model Involving Organizational Enablers: A Multi-Case Study in China. *Sustainability*, 12(10), 4029.
- Williams, G. V. (1995). Fast track pros and cons: Considerations for industrial projects. *Journal of Management in Engineering*, 11(5), 24-32.
- Wong, K., & Vimonsatit, V. (2012). A study of the factors affecting construction time in Western Australia. *Scientific Research and Essays*, 7(40), 3390-3398.

Matriz de Operacionalización de variables:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas de medición
Ratios de Productividad	<p>La productividad es la relación entre la producción obtenida y los recursos utilizados para lograrlo. Entonces, se define como productividad, el uso eficiente de recursos, trabajo, capital, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios. (Prokopenko, 1989)</p>	<p>Se medirán los avances en las diversas disciplinas, de acuerdo a las horas hombre requeridas. Dicha información se obtendrá de los registros de avances recolectado en cada uno de los proyectos de construcción.</p>	Construcción	HH/Tonelada de Estructura	Razón
				HH/Metros de tuberías (SB)	Razón
				HH/Metros de tuberías (LB)	Razón
Factores críticos	Son aquellos aspectos fundamentales	Son aspectos que influyen en la	Factores	Principales factores,	Ordinal

	de la organización, que permanentemente hay que hacerles un seguimiento para asegurar el rendimiento competitivo de la empresa. (Medina, 2007)	producción y deben tener un monitoreo para así llevarlos bajo control y en constante evaluación.		determinado por análisis de Pareto	
--	--	--	--	------------------------------------	--

Instrumento de recolección de datos

ENCUESTA

Título de la Tesis

“Análisis de ratios de productividad asociados a factores críticos de proyectos de construcción de plantas industriales en distintas regiones del Perú”

Invocación-Objetivo

La presente investigación persigue el principal objetivo de “Determinar los factores críticos que afectan en la productividad de cada proyecto”

Informantes

Anónimo

Colocar una puntuación del 0 al 4, de acuerdo al grado de impacto en la productividad, siendo 0 los de menor impacto y 4 los de mayor impacto.

1. Planificación, planificación parcial y control.
2. Toma de decisiones y demora en las aprobaciones.
3. Disponibilidad laboral y absentismo.
4. Mano de obra calificada y competente.
5. Habilidades de las personas y calidad de trabajo.
6. Logística y gestión de la cadena de suministro.
7. Experiencia de los trabajadores de la zona.
8. Cambios frecuentes en el diseño, variaciones o ingeniería insuficiente.
9. Desmotivación por trabajar lejos del hogar.
10. Sobrecarga de trabajo y retrabajo.
11. Tecnología y capacitación en construcción.
12. Demoras en la comunicación y la inspección.
13. Retrasos en la supervisión, competencia de supervisión y gestión de los interesados.
14. Secuencia de actividades, trabajo fuera de secuencia.

15. La falta de comunicación correcta entre las jefaturas y los líderes operativos.
16. Desarrollo de la ingeniería insuficiente.
17. Deficiente aseguramiento de la calidad de los trabajos.
18. Factores climáticos.
19. Falta de motivación.
20. Insuficiente o mala supervisión.
21. Interferencias con otras empresas.
22. Información actualizada en terreno (planos, procedimientos, documentación HSEC, etc.)
23. Áreas reducidas de construcción
24. Almacenes/canteras/plataformas alejados de las áreas de trabajo
25. Capacidad reducida de alojamiento normalmente a cargo de los Clientes
26. Manejo deficiente del almacén de materiales y/o equipos permanentes del Cliente.
27. Disponibilidad de equipos de Construcción.

De acuerdo a la encuesta se obtuvieron los factores que más impactan en la productividad.

AREQUIPA	DESCRIPCIÓN	RII
ÍTEM6	Logística y gestión de la cadena de suministro.	0.93
ÍTEM1	Planificación, planificación parcial y control.	0.87
ÍTEM8	Cambios frecuentes en el diseño, variaciones o ingeniería insuficiente.	0.87
ÍTEM27	Disponibilidad de equipos de Construcción	0.83
ÍTEM5	Habilidades de las personas y calidad de trabajo.	0.83
ÍTEM13	Retrasos en la supervisión, competencia de supervisión y gestión de los interesados.	0.77
ÍTEM16	Desarrollo de la ingeniería insuficiente.	0.77
ÍTEM22	Información actualizada en terreno (planos, procedimientos, documentación HSEC, etc.)	0.77
ÍTEM2	Toma de decisiones y demora en las aprobaciones.	0.73

ÍTEM3	Disponibilidad laboral y absentismo.	0.73
ÍTEM20	Insuficiente o mala supervisión.	0.73
ÍTEM15	La falta de comunicación correcta entre las jefaturas y los líderes operativos.	0.70
ÍTEM21	Interferencias con otras empresas, o interferencias con otras disciplinas.	0.70
ÍTEM4	Mano de obra calificada y competente.	0.67
ÍTEM10	Sobrecarga de trabajo y retrabajo.	0.67
ÍTEM11	Tecnología y capacitación en construcción.	0.67
ÍTEM17	Deficiente aseguramiento de la calidad de los trabajos	0.67
ÍTEM12	Demoras en la comunicación y la inspección.	0.63
ÍTEM23	Áreas reducidas de construcción	0.63
ÍTEM26	Manejo deficiente del almacén de materiales y/o equipos permanentes del Cliente	0.63
ÍTEM14	Secuencia de actividades, trabajo fuera de secuencia.	0.60
ÍTEM18	Factores climáticos.	0.60
ÍTEM7	Experiencia de los trabajadores de la zona.	0.53
ÍTEM19	Falta de motivación.	0.53
ÍTEM25	Capacidad reducida de alojamiento normalmente a cargo de los Clientes.	0.53
ÍTEM24	Almacenes/canteras/plataformas alejados de las áreas de trabajo.	0.50
ÍTEM9	Desmotivación por trabajar lejos del hogar.	0.43

CUZCO	DESCRIPCIÓN	RII
ÍTEM4	Mano de obra calificada y competente.	0.89
ÍTEM1	Planificación, planificación parcial y control.	0.83
ÍTEM5	Habilidades de las personas y calidad de trabajo.	0.83
ÍTEM11	Tecnología y capacitación en construcción.	0.80
ÍTEM18	Factores climáticos.	0.80
ÍTEM2	Toma de decisiones y demora en las aprobaciones.	0.74
ÍTEM6	Logística y gestión de la cadena de suministro.	0.74

ÍTEM22	Información actualizada en terreno (planos, procedimientos, documentación HSEC, etc.)	0.74
ÍTEM3	Disponibilidad laboral y absentismo.	0.71
ÍTEM14	Secuencia de actividades, trabajo fuera de secuencia.	0.71
ÍTEM16	Desarrollo de la ingeniería insuficiente.	0.71
ÍTEM8	Cambios frecuentes en el diseño, variaciones o ingeniería insuficiente.	0.69
ÍTEM27	Disponibilidad de equipos de Construcción	0.66
ÍTEM17	Deficiente aseguramiento de la calidad de los trabajos	0.63
ÍTEM10	Sobrecarga de trabajo y retrabajo.	0.57
ÍTEM13	Retrasos en la supervisión, competencia de supervisión y gestión de los interesados.	0.57
ÍTEM21	Interferencias con otras empresas, o interferencias con otras disciplinas.	0.57
ÍTEM7	Experiencia de los trabajadores de la zona.	0.54
ÍTEM23	Áreas reducidas de construcción	0.54
ÍTEM12	Demoras en la comunicación y la inspección.	0.51
ÍTEM15	La falta de comunicación correcta entre las jefaturas y los líderes operativos.	0.51
ÍTEM20	Insuficiente o mala supervisión.	0.51
ÍTEM26	Manejo deficiente del almacén de materiales y/o equipos permanentes del Cliente	0.51
ÍTEM9	Desmotivación por trabajar lejos del hogar.	0.49
ÍTEM19	Falta de motivación.	0.49
ÍTEM25	Capacidad reducida de alojamiento normalmente a cargo de los Clientes.	0.46
ÍTEM24	Almacenes/canteras/plataformas alejados de las áreas de trabajo.	0.37

PIURA	DESCRIPCIÓN	RII
ÍTEM1	Planificación, planificación parcial y control.	0.85
ÍTEM5	Habilidades de las personas y calidad de trabajo.	0.85
ÍTEM6	Logística y gestión de la cadena de suministro.	0.85
ÍTEM8	Cambios frecuentes en el diseño, variaciones o ingeniería insuficiente.	0.85

ÍTEM26	Manejo deficiente del almacén de materiales y/o equipos permanentes del Cliente	0.85
ÍTEM2	Toma de decisiones y demora en las aprobaciones.	0.83
ÍTEM4	Mano de obra calificada y competente.	0.83
ÍTEM21	Interferencias con otras empresas, o interferencias con otras disciplinas.	0.83
ÍTEM10	Sobrecarga de trabajo y retrabajo.	0.80
ÍTEM11	Tecnología y capacitación en construcción.	0.80
ÍTEM14	Secuencia de actividades, trabajo fuera de secuencia.	0.80
ÍTEM3	Disponibilidad laboral y absentismo.	0.78
ÍTEM15	La falta de comunicación correcta entre las jefaturas y los líderes operativos.	0.78
ÍTEM16	Desarrollo de la ingeniería insuficiente.	0.78
ÍTEM17	Deficiente aseguramiento de la calidad de los trabajos	0.78
ÍTEM20	Insuficiente o mala supervisión.	0.78
ÍTEM24	Almacenes/canteras/plataformas alejados de las áreas de trabajo.	0.78
ÍTEM12	Demoras en la comunicación y la inspección.	0.75
ÍTEM22	Información actualizada en terreno (planos, procedimientos, documentación HSEC, etc.)	0.75
ÍTEM23	Áreas reducidas de construcción	0.74
ÍTEM7	Experiencia de los trabajadores de la zona.	0.70
ÍTEM13	Retrasos en la supervisión, competencia de supervisión y gestión de los interesados.	0.70
ÍTEM27	Disponibilidad de equipos de Construcción	0.70
ÍTEM19	Falta de motivación.	0.60
ÍTEM9	Desmotivación por trabajar lejos del hogar.	0.55
ÍTEM25	Capacidad reducida de alojamiento normalmente a cargo de los Clientes.	0.55
ÍTEM18	Factores climáticos.	0.50