

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO
PRODUCTIVO EN EL RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA
PARA LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS EN PUCALLPA,
OBRA: PAVIMENTACIÓN DE LA AVENIDA YARINACOCHA
2017”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
IVONNE VIOLETA CÓRDOVA GONZÁLES**

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

PUCALLPA PERÚ

2018

HOJA DE FIRMAS DEL JURADO

Ing. Virto Tomasto, Jackson Rómulo
Presidente

Mg. Chávez Cabellos, Boris Mirko
Miembro/ Secretario

Mg. Morales Gonzales, José Isidro
Miembro

Mg. Mendoza Mendoza, Miguel Antonio
Asesor

DEDICATORIA

A mi madre Genith por haberme forjado como la persona que soy actualmente y todos mis logros alcanzados se las dedico a ella entre los que se incluye este trabajo.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por ser quien me guía en el sendero de la vida.

A mi madre por su infinito comprensión y amor

A mi asesor Miguel Antonio Mendoza Mendoza por ayudarme a transmitir mi idea para el beneficio de nuestra localidad.

RESÚMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el rendimiento real en partidas: Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, Construcción de Base, afirmado granular con estabilización de suelos, Pavimento de concreto hidráulico, y se planteó los gráficos de control como metodología de verificación de avance con lo que se pretendía mejorar la productividad de la mano de obra, Para lo cual se utilizó la metodología de observación directa en obras de pavimentación rígida que se viene ejecutando en la avenida Yarinacocha de la ciudad de Pucallpa.

Los resultados mostraron que las partidas Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, Construcción de Base, Afirmado granular con estabilizadores de suelos, Pavimento de concreto hidráulico, en promedio fueron $468 m^3/día$, $349m^3/día$, $1523 m^2/día$, y $141m^3/día$. Y que las partidas Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, y conformación de Base, tienen una disminución del 25 y 50% respecto de lo considerado en el análisis de precios del expediente técnico. Sin embargo, las partidas Afirmado granular con estabilizadores de suelos y Pavimento de concreto hidráulico no mostraron disminución, caso contrario se observó un aumento del 20% en la partida Pavimento de concreto hidráulico.

De acuerdo con el análisis estadístico y la prueba de hipótesis se pudo determinar que la temperatura si afecta en el rendimiento de la mano de obra, específicamente en las partidas que involucra un mayor número de personal.

Palabras Claves: Mejoramiento, Análisis y Promedio.

ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the real yield in batches: Improvement of soils at the subgrade level, Base construction, granular affirmation with soil stabilization, Hydraulic concrete pavement, and control charts were proposed as the verification methodology of advance with what we intend to improve the productivity of the workforce, for what is the methodology of direct observation in rigid paving works that is running on Yarinacocha Avenue in the city of Pucallpa..

The results showed that the items Improvement of soils at the subgrade level, Base Construction, Granular Affirmation with soil stabilizers, Hydraulic Concrete Pavement, on average were $468 m^3/day$, $349m^3/day$, $1523 m^2/day$, y $141m^3/day$. And that the items Improvement of soils at the level of subgrade, and conformation of Base, have a decrease of 25 and 50% with respect to that considered in the price analysis of the technical file. However, the items Affirmed granular with soil stabilizers and hydraulic concrete pavement did not show a decrease, otherwise an increase of 20% was observed in the heading Hydraulic concrete pavement.

According to the statistical analysis and the hypothesis test it can be said that the temperature does affect the performance of the workforce, specifically in the items that involve a greater number of personnel.

Key Words: Improvement, Analysis and Average.

ÍNDICE

Hoja de Firmas del Jurado	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INDICE	vi
INTRODUCCIÓN	viii
Capítulo I: El problema de investigación	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Formulación del problema	2
1.3. Objetivos de la Investigación	2
1.3.1 Objetivos generales.....	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación del estudio	3
1.5. Limitaciones de la investigación	4
Capítulo II: Marco Teórico	5
2.1. Antecedentes del estudio	5
2.2. Bases teóricas.....	7
2.3. Definición de términos	38
2.4. Hipótesis.....	43
2.4.1. -Hipótesis general	43
2.4.2. -Hipótesis específica	43
2.5. -Variables	44
2.5.1. -Definición conceptual de la variable	44
2.5.2. -Definición operacional de la variable	44

2.5.3. -Operacionalización de la variable	44
Capítulo III: Metodología	
3.1 Tipo y nivel de investigación	45
3.2 Descripción del ámbito de la investigación	46
3.3 Población y muestra	46
3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.....	46
3.5 Validez y confiabilidad del instrumento	47
Capítulo IV: Resultados	48
Capítulo V: Discusión	63
Conclusiones	65
Recomendaciones	66
Referencias Bibliográficas	67
Anexos	69

INTRODUCCIÓN

Las avenidas en las ciudades son medios de transporte construidas para resistir y permitir en forma adecuada el paso de vehículos para lo cual existen criterios de diseño que proporcionan resistencia y seguridad. Para lograr esto se necesita de condiciones adecuadas para poder ejecutar las partidas involucradas en las mismas que permitan alcanzar el objetivo de tener pavimentos resistentes y adecuados.

El presente estudio pretende proporcionar a la comunidad profesional, información referente a la metodología empleada en la construcción de estas vías y de cómo el avance de esta se ve afectada por factores externos como la temperatura, que conlleva por lo tanto al no cumplimiento de los plazos establecidos en la programación de obras debido a la utilización de datos de rendimiento de otras ciudades que no se ajustan a nuestra realidad.

Fue elaborado en la ciudad de Pucallpa específicamente en la ejecución de la obra de la avenida Yarinacocha en cuatro partidas fundamentales que fueron Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, Construcción de base, Afirmado granular con estabilización de suelos y Pavimento de concreto hidráulico, haciendo una inspección visual diaria del avance de las partidas en mención y las sub partidas que estas incorporan, analizando para esto el avance en función a metrados y la temperatura ambiente a la cual se trabajaba.

Sin duda este estudio proporcionará información valiosa para poder establecer los análisis de precios unitarios en estas partidas y calcular adecuadamente el tiempo de ejecución de obras en nuestra ciudad.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del problema.

En Pucallpa debido a diversos factores, algunas obras públicas afrontan problemas durante su ejecución, por falta de objetividad en los estudios, que puede existir al momento del cálculo de la planificación de la misma, ya que los rendimientos considerados en las partidas no son adecuados para la zona. Pero es probable que este factor no sea el único que afecta el desarrollo normal en la ejecución de obras, pudiendo haber otros como por ejemplo deficientes estudios geotécnicos, y hasta incluso presión de personal que labora en la obra para retrasar la misma por conveniencia personal y sindical.

En el Perú es común observar que los expedientes muestran sobrecostos, o cálculos mal efectuados de la mano de obra que hace que los presupuestos planteados no alcancen para la culminación adecuada de las obras, generando incumplimiento en los plazos, desperdicio de materiales entre otras cosas. Estos fenómenos, inciden negativamente en

la productividad y competitividad de las empresas constructoras, así como de las instituciones públicas que ejecutan obras por administración directa.

Debido a esto el estado peruano gasta en demasía en sobre costos generando un problema económico de consideración que afecta a otros proyectos, (incluso a otros ministerios) trayendo como consecuencia la paralización de obras que son importantes para el desarrollo en todas las regiones del país.

1.2 Formulación del problema.

De acuerdo con lo descrito en el planteamiento del problema se genera la pregunta:

¿Cuál será el rendimiento real en las partidas: Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, Construcción de Base, afirmado granular con estabilización de suelos, Pavimento de concreto hidráulico, y qué medidas se podrían aplicar para mejorar la productividad de la mano de obra?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar, Analizar in situ el rendimiento de mano de obra en las partidas: Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, Construcción de Base, afirmado granular con estabilización de suelos y Pavimento de concreto hidráulico, e implementar un método para mejorar la productividad de la de la misma en la ciudad de Pucallpa.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Conocer cómo influye la temperatura en el rendimiento de la mano de obra de los trabajadores de construcción.
- Evaluar in situ el rendimiento de la mano de obra en las partidas: Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, Construcción de Base, afirmado granular con estabilización de suelos y Pavimento de concreto hidráulico.
- Evidenciar las ventajas de una nueva propuesta metodológica para la ejecución de las partidas, por medio de la implementación de un sistema de control de avance.

1.4 Justificación del estudio.

El estudio justifica su realización en el aporte que se da a la solución del problema planteado, el cual pretende mejorar la productividad de la mano de obra en la ejecución de pavimentos en la ciudad de Pucallpa, y a realizar cálculos de rendimientos en los expedientes técnicos con datos más reales y no tener problemas de desfase en el tiempo de ejecución

También, el estudio sirve como apoyo para realizar el control de avance de obra, aportando una herramienta básica para el seguimiento de la ejecución de las partidas, que podrá ser utilizado por empresas y entidades públicas.

Así mismo brindara información a toda la comunidad profesional de técnico, Ingenieros y personas que trabajan en construcción civil.

1.5 Limitaciones de la investigación.

Una de las limitaciones del presente estudio la constituyeron básicamente el diseño a aplicarse, ya que, al no ser experimental, y considerándose una variable independiente y otra dependiente no calificaría como tal, pero por la naturaleza del estudio, y al existir una conexión causa efecto, se considerará una investigación descriptiva causal para suplir esta dificultad, que se utilizaron en otras investigaciones y que dieron buenos resultados.

Otra limitación importante fue la recolección de información debido a que los trabajadores se mostraban renuentes a la verificación del avance que generaban en la obra.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. -Antecedentes del estudio.

Realizó una investigación descriptiva, con un diseño de campo, aplicada en los sectores de Mollepampa, Nuevo Cajamarca y La Tulpuna, por constituirse zonas de expansión del distrito de Cajamarca, donde se demuestra que el rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas en la partida de muros y tabiques de albañilería en el distrito de Cajamarca es inferior a la propuesta por la Cámara Peruana de la Construcción, validándose de esta manera la hipótesis planteada en esta investigación. Además, esta investigación es un aporte a la construcción de obras cajamarquinas por cuanto proporciona información objetiva y veraz de los rendimientos de obra en la construcción de viviendas, contribuyendo a la formulación razonable de los análisis de precios unitarios y por ende a la elaboración de presupuestos de obras del distrito de Cajamarca. (Montoya, 2014)

En la tesis denominada “Estudio de los rendimientos de la mano de obra y su productividad en las edificaciones de la UNC”, menciona que la

productividad promedio y el rendimiento de la mano de obra, en obras de edificación de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca, considerando las mismas cuadrillas, es menor en 17,32%, que la considerada en la información de CAPECO; siendo en promedio el trabajo productivo de 23,14%. Además, la participación de la mano de obra considerada en los expedientes técnicos para edificaciones de las obras de la Universidad Nacional de Cajamarca es en promedio 29,68% del costo directo. (Delgado, 2007)

En la tesis denominado “Rendimiento de Mano de Obra en Edificaciones para la ciudad de Trujillo. Llegó a la conclusión de que los rendimientos de mano de obra en edificación para la ciudad de Trujillo son diferentes a los que se dan en la ciudad de Cajamarca y Lima, debido a ciertos factores que influyen, tales como: el control, la habilidad natural del trabajador y la edad del obrero. (Talavera, 2005)

En la tesis, denominada “Rendimiento de mano de obra en edificaciones en construcción civil en la ciudad de Cajamarca” menciona que los aspectos que influyen en el rendimiento del obrero en construcción civil son: grado de instrucción, alimentación no balanceada, falta de técnica y capacitación, calidad de las obras, bajo salario de los obreros, calidad de materiales empleados, supervisión un tanto baja del contratista, solución a los problemas laborales del obrero, inestabilidad en el trabajo. Además, arribó a la conclusión que el rendimiento de mano de obra que se obtiene en la ciudad de Cajamarca en edificaciones es inferior al proporcionado por CAPECO en la partida de muros y tabiques de albañilería en un 7,63%. (Peralta, 1990)

(Botero, 2002), investigó mediante un Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción determino que los factores de afectación de los rendimientos y consumos de mano

de obra son Economía general, Aspectos laborales, Clima, Actividad, Equipamiento, Supervisión, Trabajador.

López, 2014, analizó la productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, como elemento fundamental en la fase de planeación y determinó que las pérdidas de tiempo productivo, que representan casi por completo esta inactividad laboral, son las Esperas, Necesidades fisiológicas y Descansos, razón por la cual son denominadas Pérdidas Principales. Además, la preparación de mezclas, a pesar de ser una actividad contributiva, demanda una gran cantidad de tiempo y es realizado en gran parte por mano de obra especializada, lo que representa claramente una pérdida de tiempo productivo. Estas son las actividades en las que se debe focalizar la atención en las edificaciones de altura

2.2. Bases teóricas

Rendimientos mínimos y promedios de mano de obra en Lima

Los Rendimientos mínimos de mano de obra de las provincias de Lima y Callao ha sido tomado de la Resolución Ministerial N° 175 del 09 de abril de 1968 del Ministerio de Vivienda y Construcción. Dicha Resolución Ministerial define el estándar mínimo que debe realizar un operario promedio en una jornada de ocho horas.

El estándar de Rendimientos Promedio corresponde a una recomendación de la Cámara Peruana de los Constructores CAPECO para las empresas afiliadas. Ambos estándares son aplicables a las provincias de Lima y Callao del Departamento de Lima.

Factores de afectación de los rendimientos y consumos de mano de obra

En construcción civil el rendimiento se mide en hora hombre (HH), lo cual es el trabajo realizado por un hombre en el tiempo de una hora. De

acuerdo con ley el número de horas de trabajo a la semana es de 48 horas y generalmente para los trabajadores de construcción civil se ha fijado que realicen el trabajo 8 horas y media de lunes a viernes y 5 horas y media el sábado.

El rendimiento de mano de obra es la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/hh (unidad de medida de la actividad por hora hombre). Es decir, la relación entre la cantidad de obra realizada por la mano de obra, y el tiempo empleado para ello, determina el rendimiento para cada partida.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada Laboral Diaria} \times \text{N}^\circ \text{ de Hombres}}{\text{Producción Diaria}}$$

(CAPECO, Análisis de precios unitarios en edificaciones, 2014)

El rendimiento de la mano de obra se ve afectado por una serie de factores a lo largo de la obra, algunos de estos pueden preverse desde el mismo momento en que se elabora el presupuesto, de acuerdo al estudio detallado de los planos de proyecto. Aun así muchos solo se aprecian durante el desarrollo de la obra, por lo cual es importante tomar medidas correctivas al respecto.

Cada proyecto de construcción difiere y se realiza en diversas condiciones, derivándose en diferentes factores que influyen positiva o negativamente en los rendimientos y consumos de mano de obra, como se dijo anteriormente, los cuales se pueden agrupar bajo 6 categorías como se muestra en la siguiente tabla sin ningún orden de importancia.

Determinación de rendimientos de mano de obra y equipos

Los rendimientos de la mano de obra están en función a los estándares de mercado específicos para obras viales, el cual ha de estar afectado si correspondiera por factores tales como altitud, la eficiencia del rendimiento del trabajo etc.

Teoría del consumo y rendimiento de la mano de obra

La mano de obra, como uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan la productividad. Como uno de los objetivos de todas las empresas es ser más competitivos, mejorando la productividad de sus procesos productivos, se hace necesario conocer los diferentes factores que afectan la mano de obra, clasificándolos y determinando una metodología para medir su afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra de los diferentes procesos de producción.

Los conceptos rendimiento y consumo, se prestan a confusiones entre ingenieros y arquitectos de la construcción. Es necesario entonces precisar el significado de estos dos términos.

Rendimiento de mano de obra. Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).

Consumo de mano de obra.

Se define como la cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH/um (horas – Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra.

La eficiencia en la productividad de la mano de obra puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible.

Enmarcados entre los dos anteriores límites, se encuentran los rendimientos y consumos reales de mano de obra obtenibles en cualquier condición, para los cuales se han definido diferentes rangos de acuerdo con la eficiencia en la productividad.

Se considera como normal o promedio, el rango de eficiencia en la productividad comprendido entre 61% y 80%, por lo tanto, se puede definir como el 70% el valor normal de productividad en la mano de obra, valor que puede ser afectado positiva o negativamente por diferentes factores, obteniéndose así rendimientos mayores o menores al promedio respectivamente.

Factores que afectan el rendimiento o consumo de mano de obra

Aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores que se incluyen en esta categoría son:

- Situación personal. La tranquilidad del trabajador y de su grupo familiar, generan un clima propicio para la realización de las actividades. Definir políticas de recursos humanos y apoyo al trabajador, traerá como consecuencia efectos positivos sobre el rendimiento de la mano de obra.
- Ritmo de trabajo. El trabajo exigente y continuado agota naturalmente a los seres humanos. Se requiere definir políticas sobre descansos que garanticen un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.
- Habilidad. Algunos obreros poseen o desarrollan habilidades independientemente del grado de capacitación alcanzado, favoreciendo la ejecución de las actividades y consecuentemente aumentando su productividad.

- Conocimientos. El nivel de capacitación alcanzado, así como su posibilidad de mejorarlo, favorecen en alto grado la mayor eficiencia de su labor.

Aspectos Laborales

Existe una relación importante entre la productividad de la mano de obra y las condiciones laborales en que se realiza el proyecto. La disponibilidad de personal experto y capacitado en la zona donde se realizan los trabajos o la necesidad de desplazar personal de otros sitios con condiciones de pago algunas veces diferentes a las de la zona, son aspectos muy importantes a tener en cuenta.

Los aspectos que considerar bajo esta categoría son los siguientes

- Tipo de contrato. El sistema de subcontratación a destajo favorece considerablemente el rendimiento obtenido, si se compara por un sistema de contratación por día laborado (personal de obra por administración).
- Sindicalismo. El contar con obreros sindicalizados, influye negativamente en el rendimiento de la mano de obra, ya que el sindicalismo mal entendido disminuye la productividad.
- Incentivos. La asignación de tareas o labores a destajo con recompensas por la labor cumplida favorece el mejoramiento de la productividad de la mano de obra. Una clara y sana política de incentivos aumenta el rendimiento en las cuadrillas de trabajo.
- Salarios o pago por labores a destajo. La justa remuneración por la labor realizada motiva al obrero a aumentar la productividad de la mano de obra.
- Ambiente de trabajo. Las relaciones cordiales entre compañeros y entre personal obrero y jefes, sumado a un ambiente de trabajo con condiciones en las que se tengan en cuenta el factor humano, garantizan un mayor desempeño de la mano de obra.

- Seguridad social. La tranquilidad ofrecida por un sistema de seguridad social que cubra al trabajador y su familia incentiva el rendimiento de la mano de obra.
- Seguridad industrial. La implementación y desarrollo de programas de seguridad industrial en los sitios de trabajo disminuyen los riesgos que afectan negativamente la productividad de la mano de obra.

Clima

Los antecedentes del estado del tiempo en el área en la que se construye el proyecto deben ser considerados, tratando de prever las condiciones durante el periodo de ejecución de la obra. Los factores que considerar dentro de esta categoría son los siguientes:

- Estado del tiempo. Condiciones favorables del estado del tiempo en el momento de realizar las actividades, influyen positivamente en la obtención de mejores rendimientos.
- Temperatura. El exceso de calor afecta el desempeño del obrero.
- Condiciones del suelo. Las lluvias ocasionan condiciones críticas del estado del suelo donde las cuadrillas realizan las actividades, viéndose afectadas negativamente en su desempeño bajo condiciones críticas.
- Cubierta. Los factores negativos de la condición del tiempo pueden ser mitigados si se realizan las actividades bajo cubierta, en cuyo caso se favorece el rendimiento de la mano de obra.

Actividad

Las condiciones específicas de la actividad a realizar, las relaciones con otras actividades, el plazo para la ejecución de esta, los medios para realizarla y el entorno general de la obra, son aspectos que pueden afectar los rendimientos de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes:

- Grado de dificultad. La productividad se ve afectada al tener actividades con un alto grado de dificultad.
- Riesgo. El peligro al cual se ve sometido el obrero al realizar ciertas actividades disminuye su rendimiento.
- Discontinuidad. Las interferencias e interrupciones en la realización de las actividades disminuyen la productividad de la mano de obra.
- Orden y aseo. El rendimiento se ve favorecido con sitios de trabajo limpio y organizado.
- Actividades predecesoras. La calidad de la superficie o sitio de trabajo sobre la que se realizará una actividad afecta los rendimientos de mano de obra.
- Tipicidad. Los rendimientos se ven afectados positivamente si existe un alto número de repeticiones de actividades iguales, ya que facilita al obrero desarrollar una curva de aprendizaje.
- Tajo. Si se dispone de un trabajo limitado a pequeños espacios, el rendimiento del obrero disminuye.

Equipamiento

El disponer del equipo apropiado para la realización de las diferentes actividades, su estado general, su mantenimiento y la reparación oportuna, afectan el rendimiento de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes

- Herramienta. La calidad, estado y adecuación a la operación realizada, afecta el rendimiento.
- Equipo. El estado y la disponibilidad de este facilitan la ejecución de las diferentes actividades.
- Mantenimiento. La oportunidad en el mantenimiento de equipos y herramientas afecta la productividad.

- Suministro. Disponer oportunamente del equipo y herramienta adecuada favorece un alto desempeño del operario.
- Elementos de protección. Debe considerarse como parte del equipamiento, todos aquellos elementos de protección personal tendientes a garantizar la seguridad industrial, que como se dijo anteriormente, facilita la realización de actividades.

Supervisión

La calidad y experiencia del personal utilizado en la supervisión de las operaciones en la obra, influye considerablemente en la productividad esperada. Los factores que deben tenerse en cuenta en esta categoría son los siguientes

- Criterios de aceptación. El contar con criterios definidos de aceptación o rechazo de las diferentes actividades, facilita la labor de supervisión e influye positivamente en el rendimiento de la mano de obra.
- Instrucción. Al personal capacitado y con instrucciones claras, se le facilita la realización de las actividades.
- Seguimiento. El grado de supervisión en las diferentes etapas del proceso, facilita una mejor productividad.
- Supervisor. La idoneidad, experiencia y relación del maestro en relación con los obreros que supervisa, son factores que favorecen el desempeño del operario.
- Gestión de calidad. El desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad en las empresas y su aplicación en los proyectos crean el ambiente propicio para un aumento en la productividad.

Trabajador

Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores que se incluyen en esta categoría son:

- Situación personal. La tranquilidad del trabajador y de su grupo familiar, generan un clima propicio para la realización de las actividades. Definir políticas de recursos humanos y apoyo al trabajador, traerá como consecuencia efectos positivos sobre el rendimiento de la mano de obra.
- Ritmo de trabajo. El trabajo exigente y continuado agota naturalmente a los seres humanos. Se requiere definir políticas sobre descansos que garanticen un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.
- Habilidad. Algunos obreros poseen o desarrollan habilidades independientemente del grado de capacitación alcanzado, favoreciendo la ejecución de las actividades y consecuentemente aumentando su productividad.
- Conocimientos. El nivel de capacitación alcanzado, así como su posibilidad de mejorarlo, favorecen en alto grado la mayor eficiencia de su labor.
- Desempeño. Algunas personas no ponen todo de sí en el desempeño de sus actividades. Esta situación debe ser controlable con un adecuado proceso de selección.
- Actitud hacia el trabajo. Se debe contar con trabajadores con actitudes positivas hacia la labor a realizar, para que dicha situación se refleje en un adecuado desempeño. Esta situación se logra con un buen sistema de selección de personal y con la existencia de buenas relaciones laborales.

Productividad de la mano de obra en la construcción civil

Actualmente, la construcción es el sector que más contribuye con el crecimiento económico del país, cuando la producción en el sector construcción aumenta, los factores económicos como el Producto Bruto Interno(PBI) y el sector comercio suben. Por otro lado, cuando la construcción sufre una desaceleración, el crecimiento económico también se estanca. Una forma de explicar esto es debido al gran alcance económico y social que tiene la construcción en otros ámbitos.

Citando un ejemplo sencillo, cuando un obrero recibe su salario, tiene mayor poder adquisitivo y para adquirir mejores productos como:

Viajes, mejores productos para la alimentación, comprar celular sofisticado, educar a los hijos en la mejor universidad y otros. Es decir, el dinero se invierte de diferentes formas y así se mejora la vida personal, familiar y empresarial. (Buleje Revilla, 2012)

- El capital humano
- El capital físico(Dinero)
- La tecnología
- Recursos Naturales
- Eficiencia en la administración de los recursos

Diferentes maneras de determinar el rendimiento de mano de obra

Determinación de rendimientos por observación

Se realiza mediante la observación repetida de una actividad, donde el valor promedio de estas observaciones se considera el rendimiento, donde las características principales son:

Es confiable, ya que se toma un promedio de datos observados.

Se consideran las condiciones climatológicas, geográficas.

Toma en cuenta el estado anímico del trabajador.

Se considera la calidad del material.

Se registra la mano de obra participante en una cuadrilla.

Determinación de rendimientos por ajustes valores obtenidos en condiciones diferentes

Consiste en la utilización de rendimientos determinados en otros lugares, y sus características son las siguientes:

No se considera la calidad ni tipo de material utilizado.

La información se obtiene de rendimientos estimados anteriormente.

Las fuentes no especifican que tan diferentes son las condiciones en que se realizaron las actividades.

En el ajuste se considera la herramienta o el equipo utilizado en la realización de la actividad.

Determinación de rendimientos en base a registros de obras ejecutadas

Consiste en la utilización de rendimientos obtenidos de registros de la duración de las actividades, de los recursos utilizados y de los factores más importantes al ejecutar la actividad. Dónde:

No se considera condición física ni estado anímico del trabajador.

Los rendimientos que utilizar se obtienen de registros de programas de obras reales para darle seguimiento al método.

Es confiable, se requieren registros de programas de obras reales para darle seguimiento al método.

Determinación de rendimientos en función de los destajos de mercado

Consiste en analizar el pago por unidad de concepto y el monto promedio que obtiene un recurso en un periodo de tiempo, siendo sus características las siguientes:

No se considera las condiciones físicas y estado anímico del trabajador.

No se toman en cuenta los aspectos climatológicos y topográficos.

Es confiable, porque se deduce de los pagos que se hacen en destajos reales.

Se hace un mercadeo de destajos en la región donde se va a realizar la actividad.

Se actualiza constantemente, ya que los destajos de mercado varían muy seguido.

Determinación de rendimientos estimados en función de actividades similares

Existen actividades de obra no muy comunes, por lo que difícilmente se podría obtener el rendimiento de mano de obra, es aquí entonces que se busca alguna actividad semejante para tomar sus rendimientos como base, ajustando así el rendimiento de la actividad conocida, considerando las diferencias predominantes entre las dos actividades, las características de este método son las siguientes:

No se consideran condiciones climatológicas y geográficas de la obra.

No se consideran condiciones físicas y estado anímico del trabajador.

Se considera la calidad de obra y el tipo de material.

Se realizan esporádicamente (en actividades nuevas).

Es poco confiable, puesto que se basa en actividades similares, no iguales.

Se requiere de registros de programa de obra real y/o análisis de costos.

Determinación rendimiento de mano de obra por experiencia propia sin registro.

Muchas personas cuentan con una amplia experiencia en la ejecución de obras, lo cual los hace contar con los suficientes conocimientos para aplicar los rendimientos anteriormente experimentados, sin haber llevado algún registro de rendimientos. Las características que presenta son:

Se consideran las condiciones climatológicas, geográficas del lugar.

Se consideran las condiciones físicas y el estado anímico del trabajador.

Es confiable, ya que el analista ha realizado estas actividades anteriormente.

No es necesario llenar un formato de registro.

Se considera la herramienta o equipo utilizado en la actividad a realizar.

Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante

Esta partida consiste en trabajos de estabilización de material inadecuado existente tanto en la plataforma actual, como en las zonas de ampliación de esta, con reemplazo de material. En el primer caso el mejoramiento se realizará con la finalidad de tener un suelo de soporte con capacidad igual o superior al considerado en el diseño del pavimento, mientras que en el segundo caso, se buscará mejorar la capacidad del suelo de soporte en la zona de ensanchamiento de plataforma, de manera de obtener una respuesta elástica similar al que presenta la plataforma existente, constituida por un material de afirmado consolidado, de manera de obtener una plataforma con rigidez uniforme en todo el ancho de la subrasante, a fin de evitar deformaciones diferenciales en el pavimento.

El trabajo incluye el retiro de material inadecuado (excavación), el perfilado y compactado del fondo del mejoramiento, la adición de material de préstamo, la mezcla, humedecimiento o aireación, la conformación del relleno y el perfilado y compactado final a nivel de subrasante de acuerdo con la presente especificación, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señaladas en los planos del proyecto y las indicadas por el Supervisor.

Teniendo en cuenta la profundidad del mejoramiento estos pueden ser profundos o superficiales.

Al igual que en los terraplenes, en los mejoramientos se distinguirán tres partes: Base, Cuerpo y Corona de mejoramiento.

- Base, parte del mejoramiento que se apoya en el terreno natural o de fundación del terraplén. Se presenta solo en los mejoramientos profundos.

- Cuerpo, parte del mejoramiento comprendida entre la base y la corona.
- Corona, (capa subrasante), formada por la parte superior del mejoramiento, construida en un espesor de treinta centímetros (30 cm). Esta última capa, será conformada, perfilada y compactada con el plantillado topográfico de las cotas de subrasante.

Materiales

Requisito de los Materiales

Todos los materiales que se empleen en los mejoramientos deben cumplir para su uso y según corresponda, con las especificaciones técnicas de los materiales para la conformación del cuerpo y corona de terraplenes. Adicionalmente a lo indicado los materiales deben tener un CBR mayor a 30%, al 100% de la Máxima Densidad Seca (MDS) del Próctor Modificado (MTC, 2000).

El material para la conformación de rellenos en banquetas debe provenir prioritariamente del material de corte de banquetas y de los excedentes de excavaciones de explanaciones, en caso de que no puedan usarse los excedentes de corte se podrá usar material de cantera, siempre que resulte más económico para el proyecto.

En caso de que el material de excedente de corte no cumpla las especificaciones de terraplenes o tengan un rendimiento bajo y no pueda ser usado para la conformación de terraplenes en banquetas de relleno, el Contratista juntamente con el Supervisor realizarán los sustentos del caso, mediante ensayos de laboratorio, en caso corresponda.

Para el caso de mejoramientos profundos, con suelos de fundación con altos contenidos de humedad por encima del límite líquido, el material de base del mejoramiento estará constituido por arenas no plásticas (pasante malla 3/8") que se colocarán en el fondo como material separador, en un espesor de 0.30m, y bolonería (TM10") en matriz granular que cumpla lo establecido en la Subsección 210.02 Requisitos

de los Materiales, para material de cuerpo de terraplenes, con una capa nivelante al final, para llenar los vacíos que se presenten.

Requerimientos de Construcción

Los trabajos de mejoramiento deberán efectuarse según los procedimientos descritos en esta sección. Los espesores de compactación serán los mismos que los establecidos para la conformación de terraplenes. Para el caso de mejoramientos profundos los espesores de compactación deberán decrecer de 0.30m desde la parte inferior hasta la superior, con el fin de establecer un paso gradual.

Para todos los trabajos de mejoramiento deben habilitarse ventanas de drenaje en la parte más baja, a fin de evitar el entrapamiento de agua en los mismos, que puedan saturar los suelos y que puedan significar mayores volúmenes de mejoramiento, en caso se presenten dichas situaciones, los mayores costos que signifique éstos serán asumidos por el Contratista.

El mejoramiento terminado deberá exponerse al tráfico al menos durante una semana, previo a la colocación de las capas granulares del pavimento.

En caso de que, durante la ejecución de la obra, el Contratista identifique sectores adicionales que requieran mejoramiento, el mismo indicará a la Supervisión el hecho, con el debido sustento técnico.

Trabajos Previos

Teniendo en cuenta que la ubicación y magnitud de los mejoramientos indicados en el proyecto son referenciales y se basan en generalizaciones de los resultados encontrados en calicatas aisladas, inspecciones visuales y presunciones durante del desarrollo del proyecto, sumadas a la naturaleza heterogénea de los suelos, resulta necesario que antes del inicio de los trabajos de mejoramientos el Contratista efectúe calicatas en los sectores identificados en el proyecto, para que el Supervisor conjuntamente con el Contratista determinen la

ubicación y magnitud de los mejoramientos, especialmente las profundidades de los mismos.

No estará permitido el inicio de los trabajos de mejoramiento de ningún sector, sin la aprobación escrita del Supervisor.

Previo al inicio de excavación se deberá contar con el material de relleno habilitado.

Ejecución de Mejoramiento Superficiales

Estos tipos de mejoramientos presentan profundidades menores a 0.90m.

El procedimiento constructivo de los trabajos de mejoramiento será el siguiente.

- Realizar el corte en la plataforma.
- Habilitar ventanas de drenaje
- Eliminar el material de corte
- Perfilar y compactar el fondo del mejoramiento (suelo de fundación)
- Colocar material seleccionado con su humedad óptima
- Extender el material seleccionado sobre el terreno de fundación
- Compactar la capa de mejoramiento, empleando rodillos lisos.
- Ejecutar la corona del mejoramiento de los 0.30m superiores.

Ejecución de Mejoramiento Profundos

Estos tipos de mejoramientos presentan profundidades mayores o iguales a 0.90m, y se caracterizan por presentar suelos de fundación con altos contenidos de humedad mayores al límite líquido, que representan problemas de trabajabilidad para el perfilado y compactado del fondo del mejoramiento y consecuentemente para su estabilización.

El procedimiento constructivo de los trabajos de mejoramiento será el siguiente:

- Realizar el corte hasta 30cm antes de la profundidad autorizada.
- Evaluar el suelo encontrado, a fin de que el Supervisor verifique la profundidad final de mejoramiento.
- De contar con aprobación continuar con los trabajos de corte hasta la profundidad autorizada.
- Habilitar ventanas de drenaje
- Eliminar el material de corte
- Colocar el material de base de mejoramiento o de ser el caso la arena recomendada, extendiéndola sobre el terreno de fundación, en una capa de 0.30m de altura promedio.
- Compactar la primera capa, usando un rodillo liso o en su defecto mediante cinco pasadas de tractor.
- Repetir la colocación de las demás capas de material seleccionado para base, en espesores de 30cm como máximo, seguidos de material seleccionado para cuerpo en espesores de 25cm como máximo, hasta alcanzar un nivel 0.30m por debajo de la subrasante.
- Ejecutar la corona del mejoramiento de los 0.30m superiores.

Excavación para mejoramientos.

Las excavaciones para mejoramientos se realizarán en los sectores autorizados por el Supervisor, la geometría de estos, incluida la profundidad será la indicada por el Supervisor.

El material de corte de los mejoramientos será eliminado a los DME's.

El Contratista tiene la obligación de ejecutar los trabajos de drenaje necesarios para el control y eliminación de aguas durante y después de

los trabajos de construcción del mejoramiento, a fin de evitar la saturación del suelo de fundación.

Las excavaciones para mejoramientos no deberán permanecer abiertas por más de 48 horas en condiciones normales y 24 horas en épocas de lluvia.

La ejecución de mejoramientos por debajo de la profundidad autorizada, para reemplazar suelos saturados por lluvia debido a la falta de un adecuado drenaje o por abandono de los trabajos, no serán motivo de reconocimiento, al igual que los rellenos de las mismas,

Tampoco será motivo de reconocimiento los mayores volúmenes producto de incremento en las dimensiones autorizadas de los mejoramientos, que realice el contratista por error o conveniencia, ni la ejecución de rampas que habilite el mismo para la conformación de los mejoramientos ni el relleno de dichas rampas.

Base del Mejoramiento

La base será considerada únicamente para el caso de mejoramientos profundos, con suelos de fundación con altos contenidos de humedad por encima del límite líquido.

El material de base del mejoramiento estará constituido por arenas no plásticas que se colocarán en el fondo en contacto con el suelo de fundación como material separador, y bolonería (TM10”) en matriz granular seguido de una capa nivelante al final, para llenar los vacíos que se presenten.

Los espesores de la capa de arena serán de 0.30m, al igual que los espesores de la bolonería.

Calidad de los Materiales

De cada procedencia de los suelos empleados para mejoramientos, se tomarán tres (3) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- Granulometría
- Límites de consistencia
- Abrasión.
- Contenido de impurezas orgánicas
- CBR

Cuyos resultados deberán satisfacer las exigencias indicadas en la Subsección 210.02 Requisitos de los Materiales, según el nivel del terraplén, so pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Supervisor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Calidad del producto terminado

Cada capa terminada de mejoramiento deberá presentar una superficie uniforme y la capa final deberá ajustarse a la subrasante y pendientes establecidas.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde del terraplén no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la subrasante en terraplenes, conformada, perfilada y compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.

No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

En adición a lo anterior, el Supervisor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

Compactación

Las determinaciones de la densidad de cada capa compactada se realizarán según se establece la norma y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

La densidad media del tramo (D_i) deberá ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida en el ensayo próctor modificado de referencia (D_e) para el cuerpo y corona del mejoramiento.

$$D_i > 0.95 D_e \text{ (Cuerpo y Corona)}$$

No se efectuarán ensayos de control de densidad en la base del mejoramiento, dada la naturaleza de lo misma indicada.

El incumplimiento de estos requisitos originará el rechazo del tramo.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

Espesor

Los espesores de compactación serán los mismos que los establecidos para la conformación de terraplenes. Para el caso de mejoramientos profundos los espesores de compactación deberán decrecer de 0.30m desde la parte inferior hasta la superior, con el fin de establecer un paso gradual.

Ensayo de Deflectometría sobre la subrasante terminada

La evaluación de los trabajos de Mejoramiento de Subrasante se efectuará de acuerdo con lo siguiente:

(a) Inspección Visual que será un aspecto para la aceptación de los trabajos ejecutados de acuerdo con la buena práctica del arte, experiencia del Supervisor y estándares de la Industria.

(b) Conformidad con las mediciones y ensayos de control: las mediciones y ensayos que se ejecuten para todos los trabajos, cuyos resultados deberá cumplir y estar dentro de las tolerancias y límites establecidos en las especificaciones de cada partida. Cuando no se establezcan o no se puedan identificar tolerancias en las especificaciones o en el contrato, los trabajos podrán ser aceptados utilizando tolerancias indicadas por el Supervisor.

CUADRO N° 01 ENSAYOS Y FRECUENCIAS

MATERIAL O PRODUCTO	PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS	MÉTODO DE ENSAYO	FRECUENCIA	LUGAR DEL MUESTREO
Material para terraplenes	Granulometría (1)	MTC E-204	1 cada 1000 m ³	Origen del préstamo (2)
	Límites de Consistencia	MTC E-111	1 cada 1000 m ³	Origen del préstamo (2)
	Impurezas Orgánicas	MTC E-213	1 cada 3000 m ³	Origen del préstamo (2)
	Densidad-Humedad	MTC E-115	1 cada 1000 m ³	Origen del préstamo (2)
	CBR	MTC E-132	1 cada 3000 m ³	Origen del préstamo (2)
	Compactación Cuerpo	MTC E-117	1 c/500m ² por capa	Pista (3)
	Compactación Corona	MTC E-124	1 c/250m ² por capa	Pista (3)

Fuente: (MTC, 2000)

Nota:

(1) El ensayo de granulometría deberá indicar el porcentaje de piedras mayores a 3" y el tamaño máximo.

(2) La procedencia o fuente de origen del material para conformación de terraplén puede ser de excedente de corte, del ensanche de plataforma y de cantera. Para cada procedencia o fuente de origen y para cualquier volumen se deberá hacer un mínimo de tres ensayos de cada propiedad o característica.

(3) La cantidad mínima de ensayos de compactación por capa en una jornada de trabajo será de tres (3)

Gráficos de control

Una gráfica de control es un diagrama que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para asegurar que se mantenga en esa condición.

En estadística, se dice que un proceso es estable (o está en control) cuando las únicas causas de variación presentes son las de tipo aleatorio. En esta condición se pueden hacer inferencias con respecto a la salida del proceso, esto es, la característica de calidad que se esté midiendo. En cambio, la presencia de causas especiales o asignables hace que el proceso se desestabilice, impidiendo la predicción de su comportamiento futuro.

Con base en la información obtenida en intervalos determinados de tiempo, las gráficas de control definen un intervalo de confianza: Si un proceso es estadísticamente estable, el 99.73% de las veces el resultado se mantendrá dentro de ese intervalo.

La estructura de las gráficas contiene una “línea central” (LC), una línea superior que marca el “límite superior de control” (LSC), y una línea inferior que marca el “límite inferior de control” (LIC). Los puntos contienen información sobre las lecturas hechas; pueden ser promedios de grupos de lecturas, o sus rangos, o bien las lecturas individuales mismas. Los límites de control marcan el intervalo de confianza en el cual se espera que caigan los puntos. (Nelson, The Shewhart control chart - tests for special causes, 1984)

Utilidad de los gráficos de control

En un gráfico de control se representa gráficamente una característica de calidad T, medida o calculada a partir de muestras del producto, en función de las diferentes muestras. La gráfica tiene una línea central que simboliza el valor medio de la característica de calidad. Finalmente, otras dos líneas (los límites superior e inferior de control) flanquean a la anterior a una distancia determinada. Estos límites son escogidos de

manera que, si el proceso está bajo control, casi la totalidad de los puntos muestrales se halle entre ellos. Así, un punto que se encuentra fuera de los límites de control se interpreta como una evidencia de que el proceso está fuera de control. Además, incluso si todos los puntos se hallan comprendidos entre los límites de control, pero se comportan de manera sistemática o no aleatoria, también tendríamos un proceso fuera de control (veremos cómo estudiar la existencia de tales patrones no aleatorios mediante los llamados tests para causas especiales). (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

Indicadores de procesos fuera de control

9 puntos por encima o por debajo de la línea central (en la Zona C):

Podría indicar que la media posiblemente ha cambiado

6 puntos en línea decreciendo o incrementándose: Debe mejorarse el proceso, e.g. calibraciones, mantenimiento, etc.

14 puntos consecutivos alternándose arriba y abajo: Aparentemente dos causas están produciendo sistemáticamente diferentes resultados.

2 de 3 puntos consecutivos en Zona A o por debajo: Es una alerta temprano de que el proceso se puede salir de control

4 de 5 puntos consecutivos en Zona B o por debajo: Igual al caso anterior (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

Tipos más comunes de gráficas de control

- Gráficas de control por variables:
- X-bar chart. La media de la muestra es graficada de forma de controlar la media de una variable
- R chart. Rangos de la muestra son graficados de forma de controlar la variabilidad de la variable
- S chart. La desviación estándar de la muestra es graficada de manera de controlar la variabilidad de la variable
- S**2 chart. Las varianzas de la muestra son graficadas de forma de controlar la variabilidad de la variable

Fundamentos estadísticos de control

Para el entendimiento del Control Estadístico de Procesos no es necesario ser un experto en estadística, pero es preciso recordar al menos los puntos que se describen a continuación.

a) Distribución Normal o Campana de Gauss.

La distribución normal es desde luego la función de densidad de probabilidad “estrella” en estadística.

Depende de dos parámetros m y s , que son la media y la desviación típica respectivamente. Tiene una forma acampanada (de ahí su nombre) y es simétrica respecto a m . Llevando múltiplos de s a ambos lados de m , nos encontramos con que el 68% de la población está contenido en un entorno $\pm 1s$ alrededor de m , el 95% de la población está contenido en un entorno $\pm 2s$ alrededor de m y que el 99,73% está comprendido en $\pm 3s$ alrededor de m .

b) Teorema del Límite Central.

El teorema del límite central (TLC) establece que si una variable aleatoria (v.a.) se obtiene como una suma de muchas causas independientes, siendo cada una de ellas de poca importancia respecto al conjunto, entonces su distribución es asintóticamente normal. Es decir:

Si

$X = x_1 + x_2 + \dots + x_n$ donde las x_i son v.a de media μ_i y varianza σ_i^2

Entonces :

$$X \rightarrow N\left(\sum_{i=1}^n \mu_i, \sqrt{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}\right)$$

(Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

c) Distribución de las medias muestrales

Si X es una v.a. $N(m, s)$ de la que se extraen muestras de tamaño n , entonces las medias muestrales se distribuyen según otra ley normal:

(Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

$$\bar{x}_m \propto N\left(\mu, \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

Obsérvese que, como consecuencia del TLC, la distribución de las medias muestrales tiende a ser normal aún en el caso que la población base no lo sea, siempre que el tamaño de la muestra sea suficientemente grande $n \geq 25$, si bien este número depende de la asimetría de la distribución. (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

Por definición, se dice que un proceso está bajo control estadístico cuando no hay causas asignables presentes.

El Control Estadístico de Procesos se basa en analizar la información aportada por el proceso para detectar la presencia de causas asignables y habitualmente se realiza mediante una construcción gráfica

denominada Gráfico de Control. (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

Para que tenga sentido la aplicación de los gráficos de control, el proceso ha de tener una estabilidad suficiente que, aun siendo aleatorio, permita un cierto grado de predicción. En general, un proceso caótico no es previsible y no puede ser controlado. A estos procesos no se les puede aplicar el gráfico de control ni tiene sentido hablar de capacidad. Un proceso de este tipo debe ser estudiado mediante herramientas estadísticas avanzadas hasta que el grado de conocimiento empírico obtenido sobre el mismo permita conocer las causas de la estabilidad y se eliminen.

En lo sucesivo, se supondrá que los procesos tienen un cierto grado de Estabilidad.

Podemos distinguir dos casos:

- El proceso está regido por una función de probabilidad cuyos parámetros permanecen constantes a lo largo del tiempo. Este sería el caso de un proceso normal de media constante y desviación típica constante. Este es el caso ideal y al que se pueden aplicar los gráficos de control para detectar la presencia de causas asignables.
- El proceso está regido por una función de probabilidad alguno de cuyos parámetros varía ligeramente a lo largo del tiempo. Este sería el caso de un proceso normal cuya media varía a lo largo del tiempo (por ejemplo, una herramienta de corte que va desgastando la cuchilla de corte). Estrictamente hablando, este desgaste de la herramienta sería una causa especial; sin embargo, si puede conocerse la velocidad de desgaste, podría compensarse resultando un proceso análogo al caso anterior. (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

Capacidad de proceso

Como consecuencia de todo lo anterior, si un proceso normal está en control estadístico, la característica de calidad del 99,73% de los elementos fabricados estará comprendida entre $m - 3s$ y $m + 3s$. El parámetro m depende del punto en el que centremos el proceso. Sin embargo, s depende del número y variabilidad de las causas comunes del proceso y por lo tanto es intrínseca a él.

Por lo tanto, $6s$ es la Variabilidad Natural del Proceso o Capacidad del Proceso. Por definición:

$$\text{CAPACIDAD DEL PROCESO} = 6\sigma$$

ÍNDICES C_P y C_{PK}

Con objeto de comparar la capacidad del proceso y la amplitud de las tolerancias que satisfacer, se define el índice de capacidad de proceso:

$$C_p = \frac{T_s - T_i}{6\sigma}$$

Si se pretende que la producción esté dentro de tolerancia, es necesario que $C_p > 1$.

Si el proceso no estuviese centrado, el valor de este índice falsearía el grado de cobertura con respecto a fabricar piezas fuera de tolerancias. En estos casos es más significativo el índice C_{pk} que se define:

$$C_{pk} = \min \left\{ \frac{T_s - \mu}{3\sigma}, \frac{\mu - T_i}{3\sigma} \right\}$$

De este modo se define un proceso capaz como aquel que $C_{pk} > 1$.

Aplicando estos mismos conceptos a la variabilidad atribuible de una máquina de las que integran el proceso de fabricación, podemos definir la capacidad de máquina, el índice de capacidad de máquina CM y CMk.

(Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

Gráficos de control por variables:

Gráficos de shewhart

Supongamos que un proceso se encuentra bajo control estadístico y por lo tanto su distribución es $N(m, s)$. Si se extrae una muestra de tamaño n y su media muestral se encuentra comprendida fuera del intervalo comprendido entre $m - 3s / n$ y $m + 3s / n$ (llamados límites de control inferior y superior respectivamente), podemos justificar este hecho de dos modos distintos:

a) De acuerdo con el modelo teórico supuesto sabemos que el 0,27% de las muestras (es decir 27 muestras de cada 10.000) tendrán una media fuera de este intervalo y la muestra que hemos extraído es una de ellas.

b) Es muy improbable obtener una muestra de estas características si realmente el modelo es el supuesto, de modo que parece más verosímil pensar que el proceso no está bajo control estadístico y por lo tanto la hipótesis de que se distribuye en ese momento según una $N(m, s)$ es falsa.

Por el contrario, si la media muestral está comprendida dentro del intervalo anterior, no tendremos ninguna razón de peso para pensar que el proceso no se encuentra bajo control estadístico (el resultado es coherente con el modelo supuesto). Lo anterior no quiere decir que podamos estar absolutamente seguros de que el proceso se encuentre bajo control estadístico, sino que no tenemos la evidencia de que no lo está.

El Control Estadístico de Procesos se basa en repetir esta toma de muestras de manera periódica, calcular la media muestral y representar

un gráfico de una manera similar a la Figura 12, de modo que si la media cae fuera de los límites de control existe la evidencia de que hay una causa asignable presente (proceso fuera de control). A este gráfico se le denomina Gráfico de Medias o simplemente Gráfico X. (Nelson, Notes on the Shewhart Control Chart, 2018)

Es sabido que la dispersión de los valores de una población se mide por su desviación típica s y los estimadores muestrales utilizados más frecuentemente son el recorrido R (que en nuestro caso dará lugar al Gráfico de Rangos o Recorridos o simplemente Gráfico R) y la desviación típica muestral S (que dará lugar al Gráfico de desviaciones típicas o simplemente Gráfico S). (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

Es sabido que la dispersión de los valores de una población se mide por su desviación típica s y los estimadores muestrales utilizados más frecuentemente son el recorrido R (que en nuestro caso dará lugar al Gráfico de Rangos o Recorridos o simplemente Gráfico R) y la desviación típica muestral S (que dará lugar al Gráfico de desviaciones típicas o simplemente Gráfico S). (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Para procesos normales, la esperanza matemática de la varianza muestral es:

$$E(s^2) = \frac{n-1}{n} \sigma^2$$

Por lo que es un estimador sesgado de la varianza poblacional s^2 . Por esta razón algunas veces se toma como varianza muestral al estimador insesgado definido: (Nelson, Notes on the Shewhart Control Chart, 2018)

$$s^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Este estimador de la varianza s^2 es insesgado y además $n - 1$ son los grados de libertad de la muestra. Por estas razones, en ingeniería de calidad es más frecuente emplear s^* . (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

Las varianzas de ambos estadísticos son, para procesos normales:

$$Var(s^2) = \frac{2(n-1)}{n^2} \sigma^4 \quad Var(s^{*2}) = \frac{2}{n-1} \sigma^4$$

Puede comprobarse que el error cuadrático medio de s^2 es inferior al de s^{*2} . En Control Estadístico de Procesos es habitual operar con desviaciones típicas en lugar de con varianzas, por lo que es necesario conocer $E(s)$, $E(s^*)$, s , s^* . (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

$$E(s) = \sqrt{\frac{2}{n}} \frac{\Gamma(n/2)}{\Gamma[(n-1)/2]} \sigma = c_2 \sigma \quad E(s^*) = \sqrt{\frac{2}{n-1}} \frac{\Gamma(n/2)}{\Gamma[(n-1)/2]} \sigma = c_4 \sigma$$

En este caso ambos estadísticos son estimadores sesgados de σ . (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

$$\sigma_s = \sigma \sqrt{1 - c_2^2 - \frac{1}{n}} \quad \sigma_{s^*} = \sigma \sqrt{1 - c_4^2}$$

Construcción del gráfico X-R

i) Caso m, s conocidos.

Si m y s son conocidos entonces la construcción del gráfico de medias es inmediata a partir de su definición: (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

$$LCS = \mu + \frac{3}{\sqrt{n}}\sigma = \mu + A\sigma$$

$$LC = \mu$$

$$LCI = \mu - \frac{3}{\sqrt{n}}\sigma = \mu - A\sigma$$

El cálculo de los límites del gráfico de recorridos se hace de la manera siguiente:

$$LCS = (d_2 + 3d_3)\sigma = D_2\sigma$$

$$LC = d_2\sigma$$

$$LCS = (d_2 - 3d_3)\sigma = D_1\sigma$$

ii) Caso m, s desconocidos.

Si alguno de los dos fuera conocido sería un híbrido de los dos casos i) y ii). Puesto que en este caso no se tiene ningún conocimiento previo, es preciso estimar m a partir de la media de las medias (\bar{x}) y s a partir del recorrido medio (R) de k (por ejemplo $k=25$) muestras iniciales. A partir de \bar{x} y R se trazarían los límites provisionales de la manera siguiente. En el gráfico de medias: (Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

$$LCS = \bar{\bar{X}} + 3 \frac{\bar{R}}{d_2} \frac{1}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LC = \bar{\bar{X}}$$

$$LCI = \bar{\bar{X}} - 3 \frac{\bar{R}}{d_2} \frac{1}{\sqrt{n}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

y los límites del gráfico de recorridos serían:

$$LSC = \left(1 + 3 \frac{d_3}{d_2}\right) \bar{R} = D_4 \bar{R}$$

$$LC = \bar{R}$$

$$LCI = \left(1 - 3 \frac{d_3}{d_2}\right) \bar{R} = D_3 \bar{R}$$

(Nelson, Interpreting Shewart X-bar control charts, 1985)

2.3. -Definición de términos

Actividad: Es la serie de acciones, desplazamientos y esperas, efectuadas en forma continua y metódica, por una cuadrilla de uno o varios obreros, con el fin de producir, adecuar o ensamblar materiales, con la ayuda de herramientas o equipos, para adelantar un proceso constructivo. La actividad completa, bien sea cerrando un ciclo, terminándola completamente, acabando la obra o permitiendo la iniciación de una nueva actividad.

Aporte Unitario: Cantidad de recurso que se necesita para ejecutar una unidad determinada de una partida.

Coeficiente de Aporte de mano de Obra: Se define como la cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad.

El Aporte de mano de obra se expresa normalmente en hH/um(horas-Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra.

Cuadrilla calificada: Es aquella que está conformada por un grupo de oficiales y/o ayudantes de quienes se reconocen capacidades, adiestramiento, destreza, conocimiento y actitudes para efectuar una labor de construcción, según normas establecidas de seguridad, cantidad y calidad del trabajo.

Cuadrilla representativa: Es aquella cuya competencia y desempeño corresponden al promedio del grupo estudiado.

Cuadrilla simple o individual: La compuesta por un solo operario que realiza actividades independientemente.

Cuadrilla compuesta o colectiva: En la que participan varios operarios realizando diferentes labores, para la ejecución de una actividad.

CAPECO; (Cámara Peruana de la Construcción) es una asociación civil sin fines de lucro, de carácter gremial. Agrupa y representa a las empresas que se desenvuelven en la actividad constructora en el Perú.

CAPECO inició sus actividades un 09 de mayo de 1958 y por más de 50 años ininterrumpidos viene apoyando la actividad constructora en nuestro país, tiene como misión brindar servicios a sus asociados, promover el desarrollo nacional y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través de la construcción. Los pilares que constituyen su actuar institucional se basan en el fomento, desarrollo, protección y defensa de la industria de la construcción en el país, de los planteamientos gremiales y profesionales de sus asociados y su mejoramiento social, económico y moral, ello en procura de lograr una organización dinámica que reúna a los agentes económicos de la construcción, cree entre ellos lazos efectivos de solidaridad, y les brinde servicios comunes. Todo con el propósito de propiciar el desarrollo del país a través de la construcción.

Especialización en el Trabajo de Construcción Civil: Con la finalidad de exigir óptima calidad de trabajo es necesario clasificar al personal de acuerdo con su especialización, además se debe tener en cuenta las categorías.

Categorías de Trabajo: De conformidad al pacto colectivo suscrito entre la asociación de ingenieros constructores del Perú y el sindicato de trabajadores de construcción civil las labores que realizan cada uno de los trabajadores está dado en 3 categorías.

Operario: Es el trabajador calificado en una especialidad. Son operarios de construcción civil los albañiles, carpinteros, fierros, pintores, electricistas, gasfiteros, plomeros, almaceneros, choferes, mecánicos, etc. En esta categoría se considera a los maquinistas, que desempeñan funciones de operarios: mezcladores, concreteros y wincheros (CAPECO, Régimen laboral en Construcción civil, 2008).

Oficial: Es aquel que no alcanza calificación en el ramo de una especialidad y labora como ayudante o auxiliar del operario. Por ejemplo, en los trabajos de encofrado y desencofrado, asentado de ladrillo. También se consideran como oficiales a los guardianes, tanto si prestan sus servicios a propietarios, como a contratistas o sub-contratistas de construcción civil (CAPECO, Régimen laboral en Construcción civil, 2008).

Peón: Trabajador no calificado que es ocupado indistintamente como ayudante en diversas tareas de la construcción (CAPECO, Régimen laboral en Construcción civil, 2008).

Coeficientes de Aporte de Mano de Obra.- Los coeficientes de mano de obra en edificación son diferentes para otros trabajos como caminos, obras hidráulicas, viviendas, etc. Este coeficiente se determina con la siguiente expresión:

$$H.H. = \frac{n \times 8}{R}$$

Donde:

H.H. = Hora Hombre.

n = Cantidad de trabajadores de una categoría.

8 = Horas de trabajo diario (01 jornal)

R = Rendimiento Diario.

(CAPECO, Análisis de precios unitarios en edificaciones, 2014)

Personal Base. - Cantidad de trabajadores de las diferentes categorías que son necesarios para realizar una cierta cantidad de una partida de una determinada obra.

Consumo de Mano de Obra. - Es la cantidad recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH/um (horas-Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra.

Cuadrilla. - Es el número de personas (sea sola o en grupo) necesarias según el procedimiento de construcción adoptado para alcanzar el rendimiento establecido.

Es la relación entre la cantidad de obra realizada por la mano de obra, y el tiempo empleado para ello, determina el rendimiento para cada partida.

Normalización del rendimiento de mano de obra: Se entiende como la operación matemática utilizada para transformar los datos obtenidos en la medición de rendimientos evaluando la influencia de cada una de las categorías en que se clasifican los diferentes factores a valores básicos

normalizados.

Mano de obra. - La mano de obra representa el factor humano de la producción, sin cuya intervención no podría realizarse las actividades de construcción civil.

Rendimiento. - Cantidad de trabajo que se obtiene de los recursos de mano de obra y equipo por jornada.

Rendimiento de Mano de Obra. - Es la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como unidad de medida de la actividad por hora Hombre - um/hh.

Partida. - Es cada uno de los rubros o partes en que se divide convencionalmente una obra para fines de medición, evaluación y pago.

Productividad. - La productividad es la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado (Serpell, 2002)

2.4. Hipótesis

Hipótesis nula.

Ho: El rendimiento de la mano de obra en la ejecución de proyectos horizontales no se ve afectada por las condiciones climáticas en la ciudad de Pucallpa.

Hipótesis de investigación.

Ha: El rendimiento de la mano de obra en la ejecución de proyectos horizontales se ve afectada por las condiciones climáticas en la ciudad de Pucallpa.

2.5. -Variables

Variable independiente.

Mano de obra, factores externos intervinientes en la obra (temperatura ambiente)

Variable dependiente.

Rendimiento de la mano de obra.

2.5.1. -Operacionalización de la variable.

Objetivo	Variable independiente	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades o categorías
<p>Determinar, Analizar in situ el rendimiento de mano de obra en las partidas: Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, Construcción de base, Afirmado granular con estabilización de suelos y Pavimento de concreto hidráulico, e implementar un método para mejorar la productividad de la de la misma en la ciudad de Pucallpa.</p>	<p>Mano de obra, Factores externos intervinientes en la obra</p>	<p>Comprende el conjunto de factores que intervienen en el normal desarrollo de la obra.</p>	<p>Análisis de rendimientos</p>	<p>Economía general Aspectos laborales Clima Actividad Equipamiento Supervisión Trabajador</p>	<p>Temperatura ambiente Humedad relativa Clima laboral Equipos</p>
	Variable dependiente	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades o categorías
	<p>Rendimiento de la mano de obra</p>	<p>Comprende el rendimiento de la mano de obra por las siguientes partidas: Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, Afirmado granular, Afirmado granular con estabilizadores de suelos, Base granular, Base granular, Pavimento de concreto hidráulico</p>	<p>Productividad</p>	<p>Avance por jornada laboral</p>	<p>m³/día mL/día (%) Avance</p>

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Tipo y nivel de investigación

a) Tipo de investigación

El tipo de investigación a desarrollar es Aplicado debido a que se aplicaran técnicas descritas en otras teorías para lograr los objetivos, y Transversal porque el estudio medirá a la vez la prevalencia de los factores y el efecto en el rendimiento, en un solo momento temporal; es decir, permitirá estimar la magnitud y distribución de los rendimientos en un momento dado.

b) Nivel de investigación.

La investigación tiene un nivel de investigación descriptivo causal, ya que se describirán los resultados en las condiciones de rendimiento tal como se da en su contexto natural para posteriormente analizarlos y conocer la causa de sus efectos.

3.2 Descripción del ámbito de la investigación.

La investigación se realizó en la avenida, Yarinacocha. del distrito de Yarinacocha provincia de Coronel Portillo de la región Ucayali

3.3 Población y muestra.

a). Población: Estuvo compuesto por la producción diaria de la mano de obra durante el tiempo que dure la jornada laboral (8 horas/día) establecida por el gobierno, realizando las mediciones de producción diaria, antes y después de ejecutarse las partidas

b). Muestra: corresponde a los datos de producción diaria medidos para probar la hipótesis de la descripción del fenómeno causal

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Las técnicas e instrumentos que se aplicarán para la recolección de datos serán:

a) Técnicas:

- Observación: de variables como el avance de las partidas en función de la mano de obra limitada por el clima, conocimiento de procesos constructivos, etc
- Observación: de parámetros o variables ajenos a los ya mencionados que puedan incidir en el desarrollo del proyecto.

b) Instrumentos:

Instrumentos de recolección de registro de datos medidos y/o observados se apuntaron en fichas de recolección de datos manuales que faciliten la toma de datos, para lo cual tenían pre-impresos los nombres de las variables o partidas a medir, las unidades de medición, hora y fecha y nombre del operador, entre otros. Se usó una ficha para medir el valor de las dimensiones de las variables. De forma alternativa, los datos también fueron registrados en un dispositivo electrónico.

3.5 Validez y confiabilidad del instrumento.

La confiabilidad de los instrumentos de medición de la mano de obra que corresponden a la medición de las dimensiones de la variable de un futuro trabajo puede corroborarse mediante la medición de la variable en lecturas sucesivas con la certeza que su valor no ha cambiado, y si lo hace al registrar las lecturas, se debe a defectos en el instrumento de medición, es decir debido a que el instrumento no es confiable.

La validez se corrobora mediante la comparación de las lecturas del instrumento de toma de datos para objeto de análisis de la variable medida un método alternativo de medición aceptado como confiable y que hace las veces de patrón, es decir, se aplica la técnica de Método de formas alternativas o paralelas (Roberto Hernandez Sampieri, 2010)

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En el presente estudio se midió la producción diaria de la mano de obra en partidas: Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, Construcción de Base, Afirmado granular con estabilización de suelos y Pavimento de concreto hidráulico.

Los resultados de acuerdo con la partida corte y mejoramiento de suelos a nivel de sub rasante fueron. $e = 0.20$ m

Tabla N° 01: Rendimiento en mejoramiento de suelos a nivel de sub rasante, en la construcción de pavimentos en la ciudad de Pucallpa

Autopista	tramo	fecha	temperatura	und	metrado
Av. Yarinacocha	1 cuadra	27/09/2017	32°C	m2	511
Av. Yarinacocha	2 cuadra	28/09/2017	33°C	m2	405
Av. Yarinacocha	3 cuadra	29/09/2017	31°C	m2	439
Av. Yarinacocha	4 cuadra	30/09/2017	27°C	m2	490
Av. Yarinacocha	5 cuadra	01/10/2017	33°C	m2	513
Av. Yarinacocha	6 cuadra	02/10/2017	32°C	m2	459
Av. Yarinacocha	7 cuadra	03/10/2017	31°C	m2	508
Av. Yarinacocha	8 cuadra	04/10/2017	33°C	m2	416
Av. Yarinacocha	9 cuadra	05/10/2017	33°C	m2	488
Av. Yarinacocha	10 cuadra	06/10/2017	33°C	m2	451

Se tomaron como referencia de recursos de mano de obra a:

1 operario, y 2 peones.

Equipos:

1 Rodillo liso vibratorio AUTOP 101-135 HP 10-12T,

1 motoniveladora 145-150 HP,

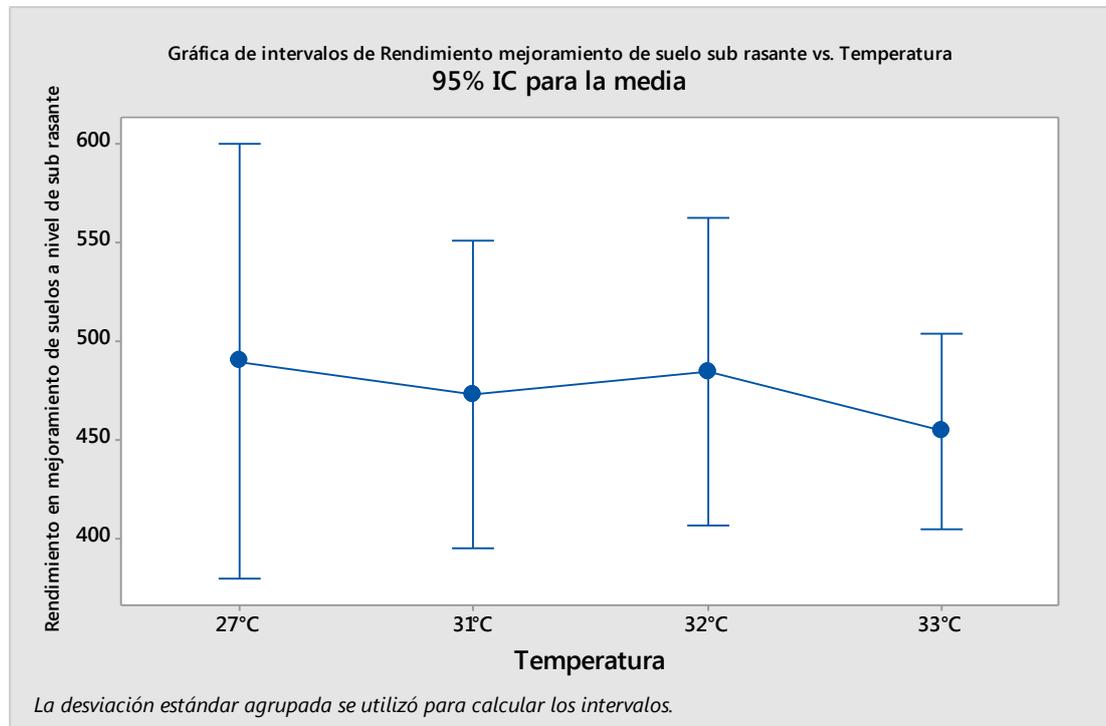
Sub partidas:

Corte para mejoramiento

Conformación de mejoramiento

Rendimiento teórico: 900 m²/día

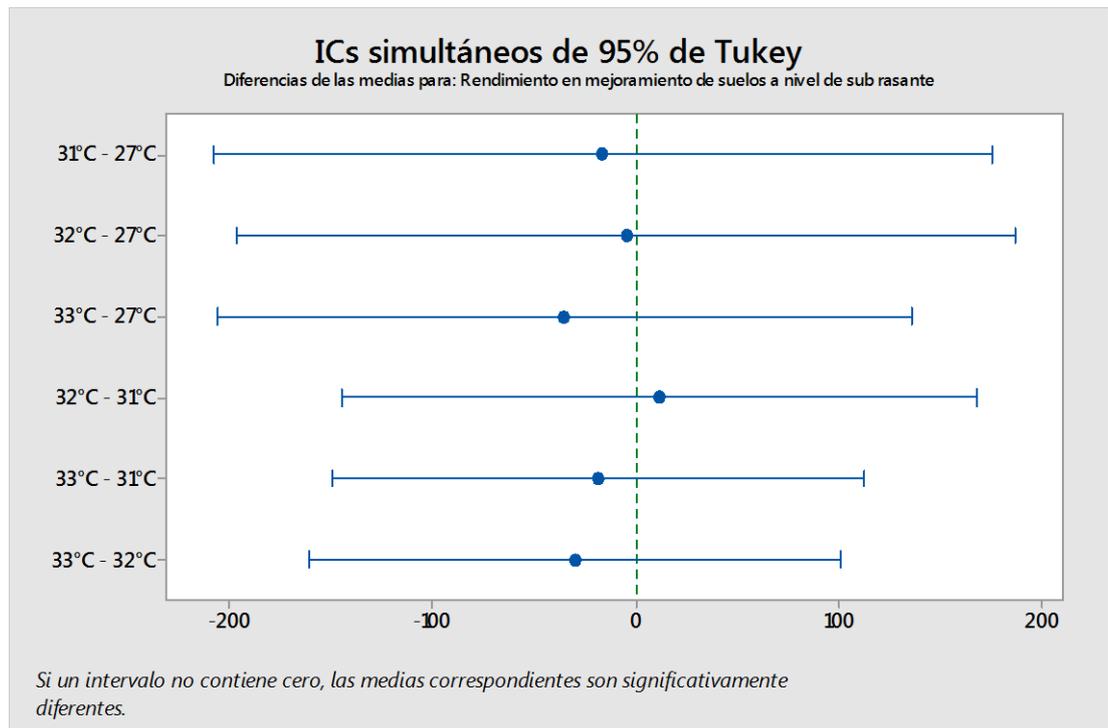
Gráfico N° 1: Intervalos de rendimiento en la partida mejoramiento de suelo y temperatura



Se puede observar en el gráfico la disminución del rendimiento respecto del incremento de la temperatura y que a una temperatura menor se

ocupa un rango más amplio de avance considerándose en ese caso otro tipo de factores externos que no se han estudiado, (desinterés de los trabajadores, lluvia etc) caso diferente sucede con la mayor temperatura registrada ya que disminuye considerablemente el rango de probabilidad de avance

Grafico N° 2: Prueba de Tukey para rendimiento en la partida mejoramiento de suelo y temperatura



Este grafico muestra que al no existir ningún rango que contiene cero estos son significativamente diferentes entre sí, por lo tanto, la variación de la temperatura si afecta significativamente el rendimiento en la ejecución de la partida mejoramiento de suelos a nivel de sub rasante.

Partida construcción de Base e = 0.20 m.

Tabla N° 02: Rendimiento en construcción de base, en la construcción de pavimentos en la ciudad de Pucallpa

Autopista	tramo	fecha	temperatura	und	metrado
Av. Yarinacocha	1 cuadra	27/09/2017	32°C	m2	313
Av. Yarinacocha	2 cuadra	28/09/2017	33°C	m2	306
Av. Yarinacocha	3 cuadra	29/09/2017	31°C	m2	390
Av. Yarinacocha	4 cuadra	30/09/2017	27°C	m2	428
Av. Yarinacocha	5 cuadra	01/10/2017	33°C	m2	306
Av. Yarinacocha	6 cuadra	02/10/2017	32°C	m2	333
Av. Yarinacocha	7 cuadra	03/10/2017	31°C	m2	408
Av. Yarinacocha	8 cuadra	04/10/2017	33°C	m2	304
Av. Yarinacocha	9 cuadra	05/10/2017	33°C	m2	327
Av. Yarinacocha	10 cuadra	06/10/2017	33°C	m2	372

Se tomaron como referencia de recursos de mano de obra a:

1 operario, y 3 peones.

Equipos:

1 Rodillo liso vibratorio AUTOP 101-135 HP 10-12T,

1 motoniveladora 145-150 HP,

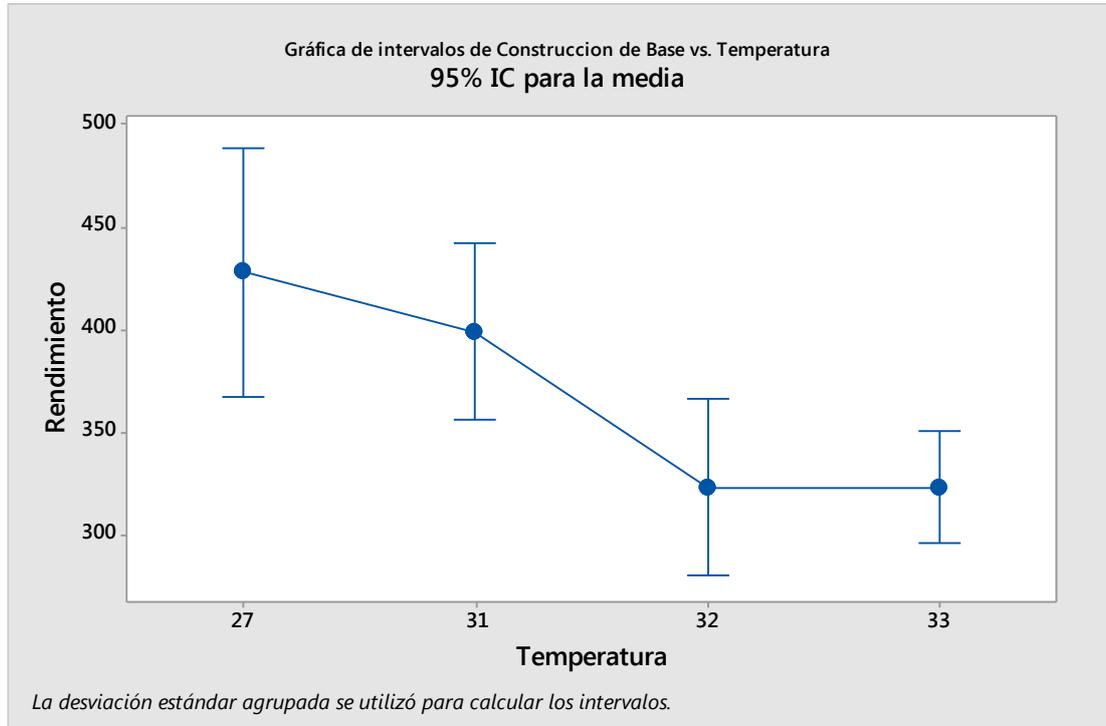
Camión cisterna 4 x 2 210 HP 3000 gl.

Sub partidas:

Preparación de material granular

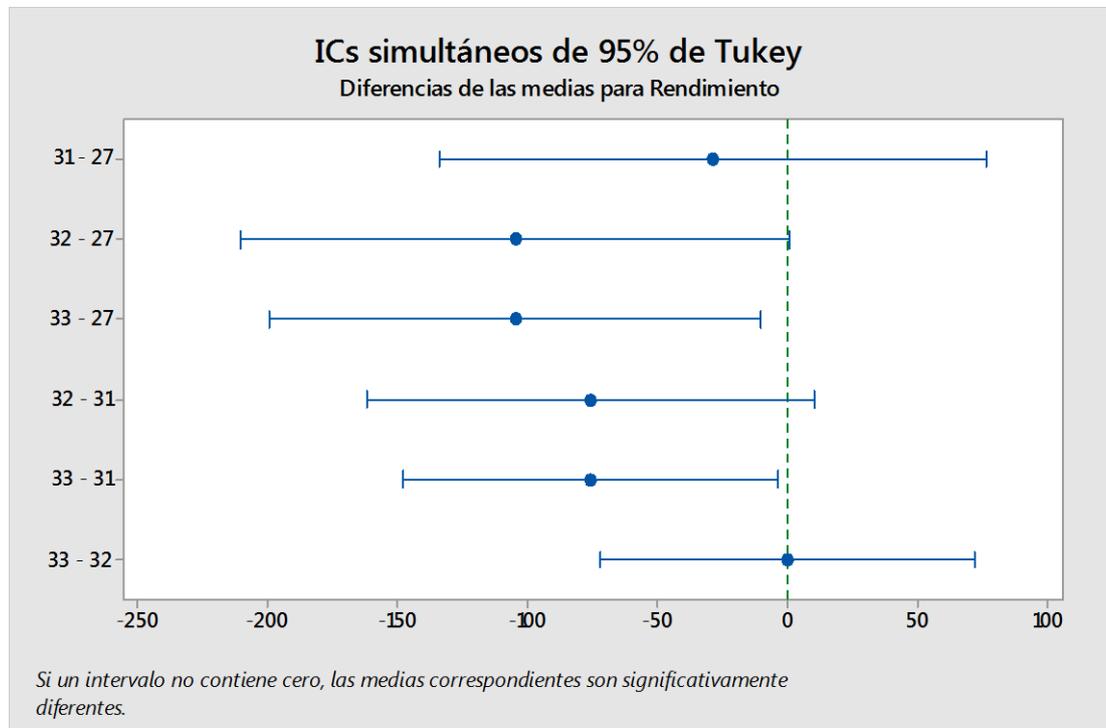
Rendimiento teórico: 700 m²/día

Gráfico N° 3: Intervalos de rendimiento en la partida Base y temperatura



Se puede observar en el gráfico la disminución del rendimiento respecto del incremento de la temperatura, fácilmente se puede observar una diferencia significativa entre el valor más bajo de temperatura y su relación con el avance de obra y la temperatura más alta registrada durante el estudio

Grafico N° 4: Prueba de Tukey para rendimiento en la partida construcción de base y temperatura



Este gráfico muestra que al no existir ningún rango que contenga cero, estos son significativamente diferentes entre sí, por lo tanto, la variación de la temperatura sí afecta significativamente el rendimiento en la ejecución de la partida construcción de Base.

Partida Afirmado granular con estabilización de suelos.

Tabla N° 03: Rendimiento en afirmado granular con estabilización de suelos, en la construcción de pavimentos en la ciudad de Pucallpa

Autopista	tramo	fecha	temperatura	und	metrado
Av. Yarinacocha	1 cuadra	27/09/2017	32°C	m2	1336
Av. Yarinacocha	2 cuadra	28/09/2017	33°C	m2	1476
Av. Yarinacocha	3 cuadra	29/09/2017	31°C	m2	1443
Av. Yarinacocha	4 cuadra	30/09/2017	27°C	m2	1633
Av. Yarinacocha	5 cuadra	01/10/2017	33°C	m2	1490
Av. Yarinacocha	6 cuadra	02/10/2017	32°C	m2	1689
Av. Yarinacocha	7 cuadra	03/10/2017	31°C	m2	1458
Av. Yarinacocha	8 cuadra	04/10/2017	33°C	m2	1529
Av. Yarinacocha	9 cuadra	05/10/2017	33°C	m2	1630
Av. Yarinacocha	10 cuadra	06/10/2017	33°C	m2	1542

Se tomaron como referencia de recursos de mano de obra a:

1 operario, y 3 peones.

Equipos:

1 Rodillo liso vibratorio AUTOP 101-135 HP 10-12T,

1 motoniveladora 145-150 HP,

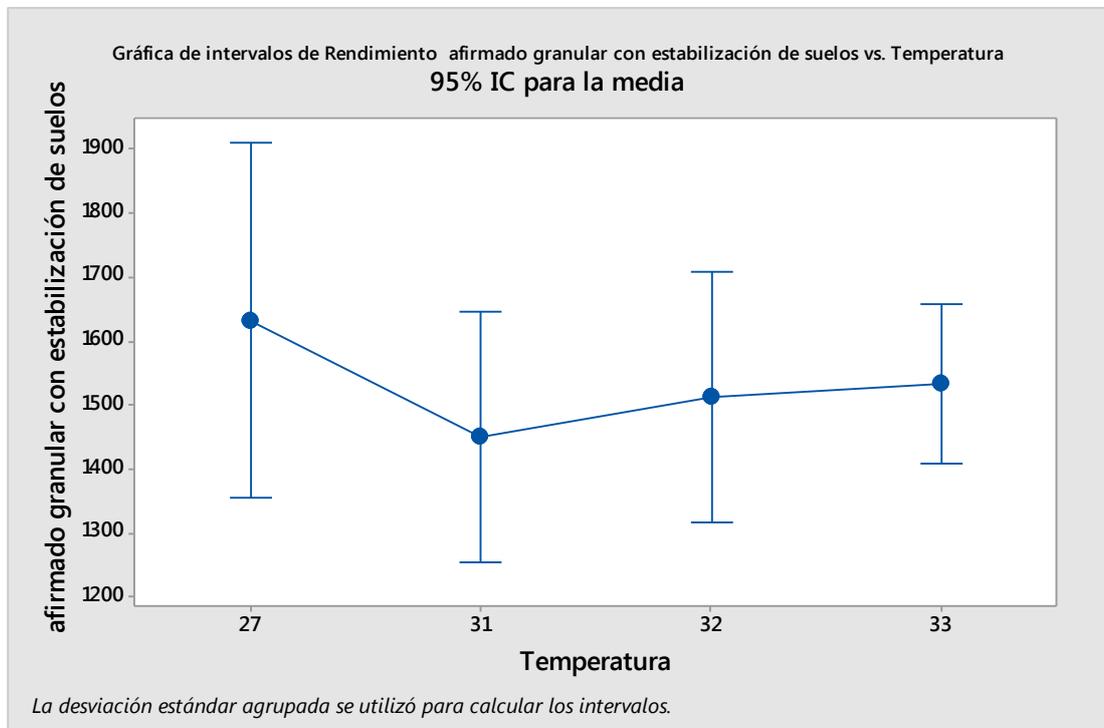
Sub partidas:

Corte para mejoramiento

Conformación de mejoramiento

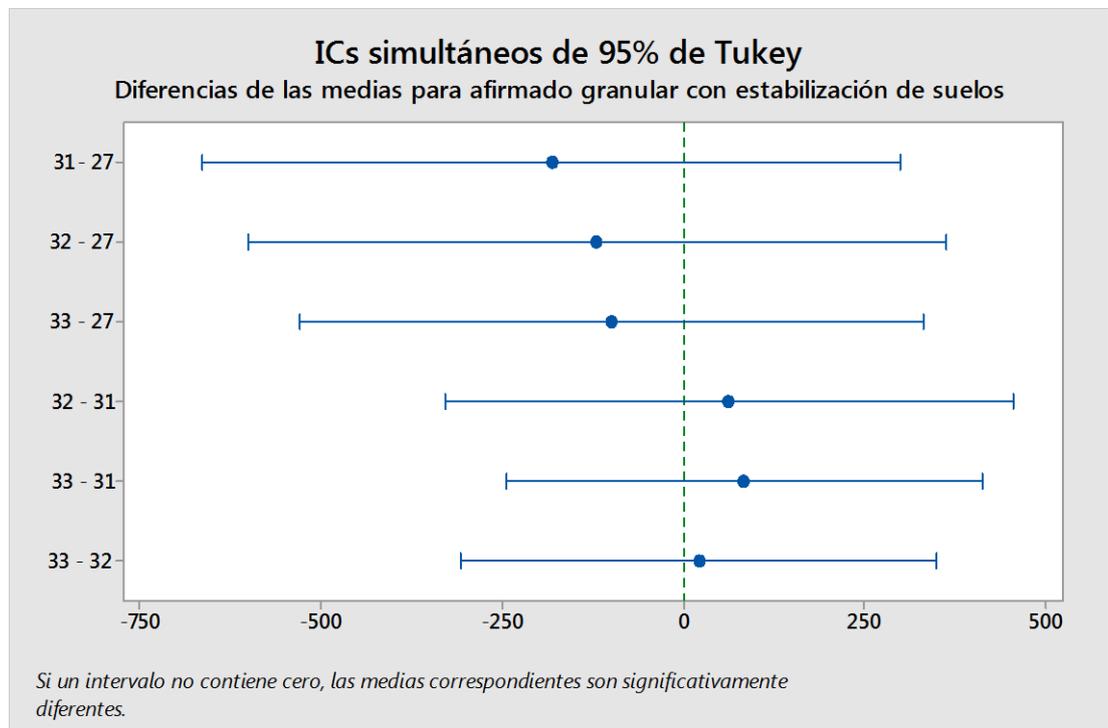
Rendimiento teórico: 1500 m²/día

Grafico N°5: Intervalos de rendimiento en la partida afirmado granular y temperatura.



Se puede observar en el grafico la disminución del rendimiento respecto del incremento de la temperatura, pero esta disminución no es muy marcada ya que solo difiere el rendimiento moderadamente en cuanto a la variación de la temperatura máxima y mínima durante el estudio, posiblemente a que en esta etapa se emplea menor cantidad de mano de obra y mayor presencia de maquinaria.

Grafico N°6: Prueba de Tukey para rendimiento en la partida afirmado granular y temperatura.



Este grafico muestra que al no existir ningún rango que contiene cero estos son significativamente diferentes entre sí, por lo tanto, la variación de la temperatura si afecta significativamente el rendimiento en la ejecución de la partida mejoramiento de suelos a nivel de sub rasante.

Partida Vaciado de Concreto.

Tabla N° 04: Rendimiento en Vaciado de concreto, en la construcción de pavimentos en la ciudad de Pucallpa

Autopista	tramo	fecha	temperatura	und	metrado
Av. Yarinacocha	1 cuadra	27/09/2017	32°C	m2	94
Av. Yarinacocha	2 cuadra	28/09/2017	33°C	m2	107
Av. Yarinacocha	3 cuadra	29/09/2017	31°C	m2	130
Av. Yarinacocha	4 cuadra	30/09/2017	27°C	m2	180
Av. Yarinacocha	5 cuadra	01/10/2017	33°C	m2	112
Av. Yarinacocha	6 cuadra	02/10/2017	32°C	m2	139
Av. Yarinacocha	7 cuadra	03/10/2017	31°C	m2	161
Av. Yarinacocha	8 cuadra	04/10/2017	33°C	m2	180
Av. Yarinacocha	9 cuadra	05/10/2017	33°C	m2	196
Av. Yarinacocha	10 cuadra	06/10/2017	33°C	m2	110

Se tomaron como referencia de recursos de mano de obra a:

1 operario, y 3 peones.

Equipos:

Mescladora de concreto mixer

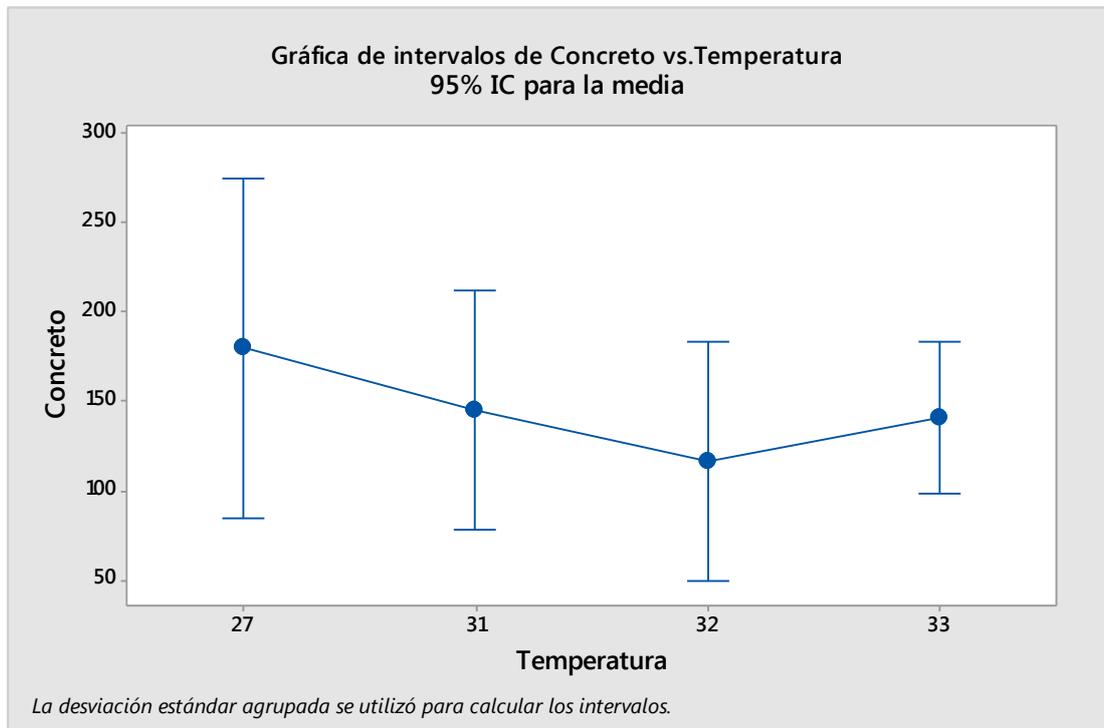
Sub partidas:

Corte para mejoramiento

Conformación de mejoramiento

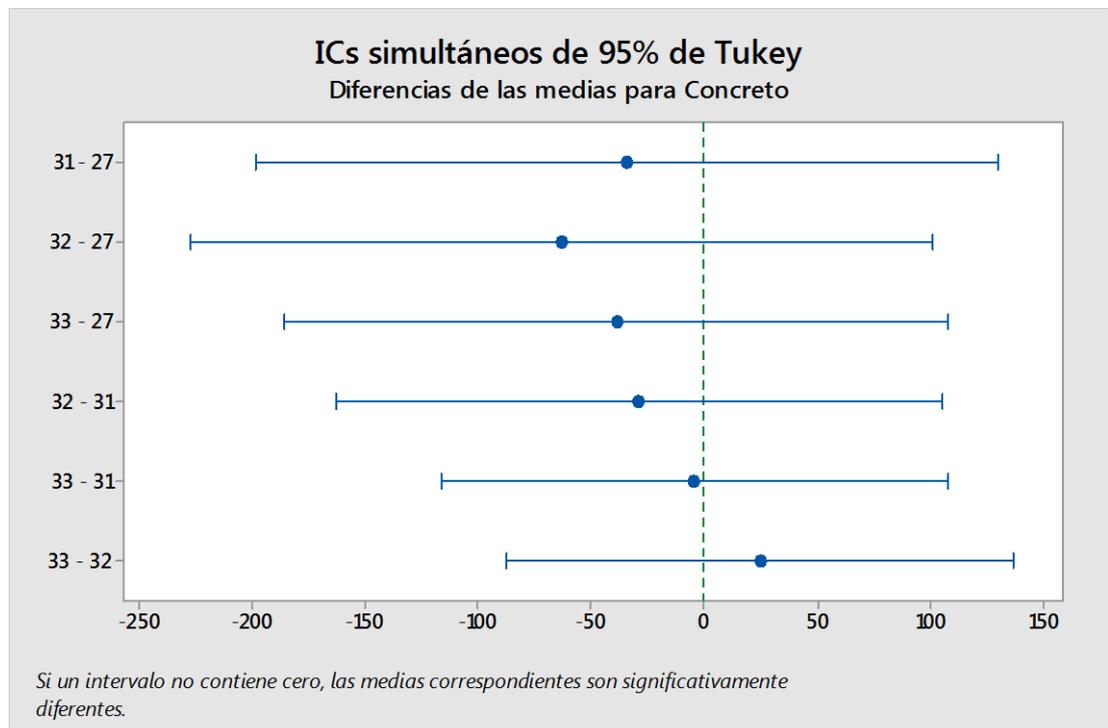
Rendimiento teórico: 110 m²/día

Grafico N° 7: Intervalos de rendimiento en la partida Vaciado de concreto y temperatura



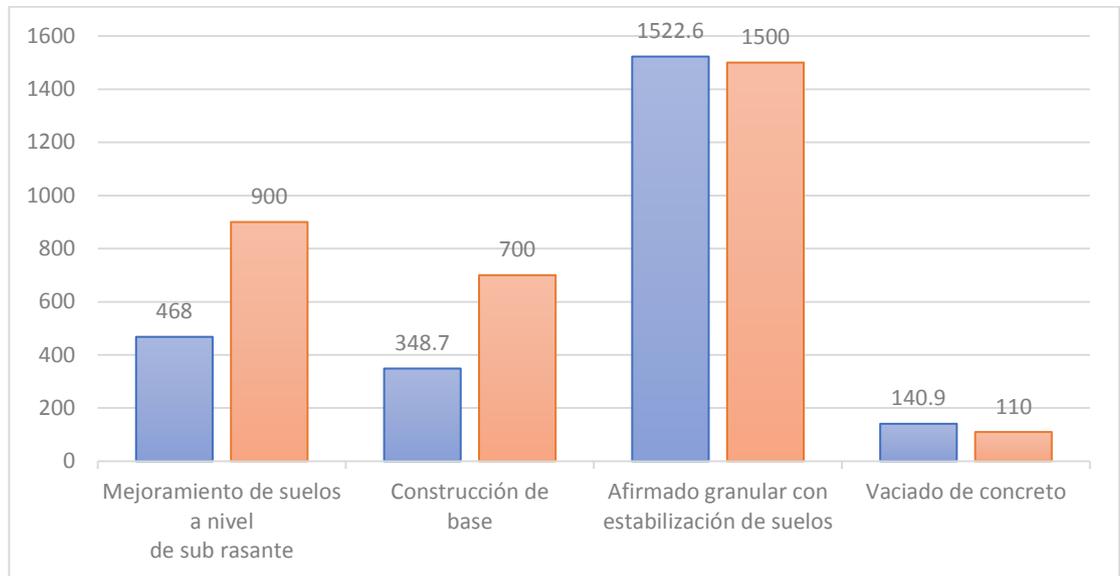
Se puede observar en el grafico la disminución del rendimiento respecto del incremento de la temperatura y que a una temperatura menor se ocupa un rango más reducido de avance considerándose en ese caso otro tipo de factores externos que no se han estudiado, (desinterés de los trabajadores, lluvia etc.) caso diferente sucede con la mayor temperatura registrada ya que disminuye considerablemente el rango de probabilidad de avance, sin embargo las medias para esta partida durante el estudio están muy cercanas a la igualdad.

Grafico N° 8: Prueba de Tukey para rendimiento en la partida vaciado de concreto y temperatura



Este grafico muestra que al no existir ningún rango que contiene cero estos son significativamente diferentes entre sí, por lo tanto, la variación de la temperatura si afecta significativamente el rendimiento en la ejecución de la partida vaciado de concreto.

Grafico N° 9: Comparación resultados de estudio con datos teóricos de rendimiento



En el grafico podemos observar las diferencias entre las partidas ejecutadas (en azul) y las que se tienen como referencia teórica (en rojo)

Tabla N° 05: Resumen de resultados de partidas estudiadas

Partida	tramo	fecha	temperatura prom.	und	promedio/ metrado
Mejoramiento de suelos a nivel de sub rasante	10 cuadras	7/09/2017 a 06/10/1	32	m3	468
Construcción de base	10 cuadras	7/09/2017 a 06/10/1	32	m3	348.7
Afirmado granular con estabilización de suelos	10 cuadras	7/09/2017 a 06/10/1	32	m2	1522.6
Vaciado de concreto	10 cuadras	7/09/2017 a 06/10/1	32	m3	140.9

ANOVA unidireccional: Rendimiento vs. Temperatura

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Rendimiento	4	27°C, 31°C, 32°C, 33°C

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C2	3	2020	673.4	0.33	0.804
Error	6	12222	2036.9		
Total	9	14242			

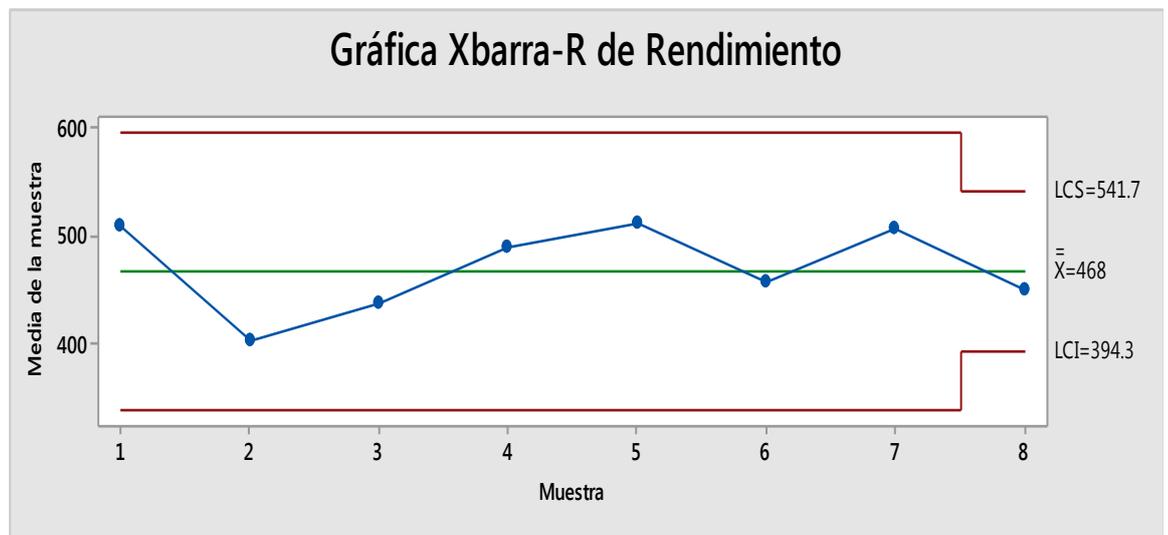
Contrastación de hipótesis

De acuerdo con la hipótesis de investigación planteada podemos validarla ya que según el planteamiento se rechaza la hipótesis nula debido a que el p-valor, tiene un valor > 0.05 . por lo tanto, la temperatura es el principal factor que afecta el rendimiento en las principales partidas que intervienen en la ejecución de pavimentos en Pucallpa, obra: 'Pavimentación de la av. Yarinacochoa.

Análisis de la Propuesta de mejoramiento productivo del rendimiento de la mano de obra.

Se realizó un análisis del comportamiento del avance de la mano de obra respecto del rendimiento real en la partida Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante obteniendo el resultado resumido en el gráfico de control siguiente

Gráfico N° 10:



El gráfico muestra el comportamiento promedio del rendimiento en 8 muestras (días) de trabajo con lo cual estaríamos controlando si el rendimiento normal para Pucallpa se encuentra dentro de los límites mínimos de avance para evitar retrasos en obra. Este tipo de análisis de avance de obra se puede implementar para detectar fallas en el avance normal de obra y verificar en qué punto se dio la falla, también se puede saber quiénes son los responsables del retraso ya que al programar con cuadrillas inidentificadas se puede saber fácilmente que cuadrilla es la que menos produce.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

De acuerdo con el Objetivo general, se determinaron los rendimientos reales en partidas incidentes, a partir de la toma de datos, los cuales difieren de los rendimientos teóricos.

En la partida Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, la media fue de 468 m²/día respecto del teórico de 900 m²/día esto se debió a que en el expediente técnico se ha realizado con rendimiento de mano de obra de otra región y por ende no corresponde a la realidad del trabajo de Pucallpa, en la partida construcción de Base, se obtuvo un resultado promedio de 349 m²/día respecto del teórico de 700 m²/día como en el caso anterior nos confirma que no se tuvo consideración cuando se elaboró el expediente técnico tomando como dato veraz los rendimientos de mano de obra de otra ciudad. .

Respecto de las partidas Afirmado granular con estabilizadores de suelos, se obtuvo una media de 1523 m²/día, respecto del teórico de 1500 m²/día, con lo cual se demuestra que en esta partida no existen

diferencias respecto de otros lugares ya que se emplea un menor mano de obra en la ejecución de esta partida.

La partida Pavimento de concreto hidráulico, mostró una media de 141 m²/día que al compararlo con el rendimiento teórico de 110 m²/día y un e = 0.2 m muestra que no existe diferencia significativa respecto de la comparación de obras en otras ciudades, pero si existe significancia respecto de lo planteado teóricamente, el cual se observa claramente debido a que se tiene un incremento de casi el 30% en el rendimiento. Por lo mencionado, se puede presumir que este avance es producto de la tecnología presente en Pucallpa para el concreto premezclado.

La razón de este trabajo es para conocer y comprar los resultados reales de productividad del rendimiento de mano de obra en Pucallpa y si hay diferencias significativas con el expediente técnico con lo cual se ha elabora para su ejecución, de igual modo se pudo observar que no solo son factores climáticos también hay factores como la edad, el físico, la ciudad donde nació, los objetivos propios y supervisión por parte de los ingenieros encargos de campo.

Todos los factores mencionados suman un atraso para la ejecución de obra, generando sobrecostos de personal, perdidas, esperas, transportes innecesarios, exceso de maquinaria, desabastecimiento de material, costos de materiales y retraso para la ejecución de las partidas planificadas.

La acumulación de todos los factores negativos para el retraso en la ejecución en una obra se puede evitar teniendo datos reales en la productiva de la mano de obra de cada localidad para la elaboración de expedientes técnicos según en qué zona se encuentre ya que cada lugar cuenta con características diferentes.

CONCLUSIONES

Se logró determinar el rendimiento real en las partidas Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, Base, Afirmado granular con estabilizadores de suelos, Pavimento de concreto hidráulico, cuyas medias son $468 \text{ m}^3/\text{día}$, $349 \text{ m}^3/\text{día}$, $1523 \text{ m}^2/\text{día}$ y $141 \text{ m}^3/\text{día}$.

Se puede concluir respecto de la influencia de la temperatura ambiente sobre los rendimientos que, si existe una influencia significativa en las partidas Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante, Base, no afectando así a las partidas Afirmado granular con estabilizadores de suelos, Pavimento de concreto hidráulico.

Existe una disminución del 52% en la partida Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante observada respecto del rendimiento teórico ($900 \text{ m}^3/\text{día}$)

Existe una disminución del 50% en la partida construcción de Base a nivel observada respecto del rendimiento teórico ($700 \text{ m}^3/\text{día}$).

Existe una coherencia sin diferencia significativa en la partida, Afirmado granular con estabilizadores de suelos, observada respecto del rendimiento teórico ($1500 \text{ m}^3/\text{día}$)

Existe una coherencia en la partida, concreto, observada respecto del rendimiento teórico ($110 \text{ m}^3/\text{día}$).

En cuanto al análisis de la propuesta de mejoramiento productivo se pudo verificar que es viable el control mediante gráficos los cuales dan una visión clara del comportamiento de avance de obra.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que se realicen investigaciones en otras partidas ya que las que se incluyen en este estudio no abarcan la totalidad de la obra, por limitaciones naturales que tiene el investigador.

En la realización del estudio se pudo observar otros factores que posiblemente limiten el avance de obra, por lo que se recomienda realizar estudios considerando otros factores como capacidad técnica del personal, o estado de ánimo y económico del personal.

Se recomienda también que se tomen en cuenta los valores observados en este estudio para la formulación de expedientes técnicos en la ciudad de Pucallpa.

Se recomienda que en la ejecución de obras se implementen el control de avance mediante gráficos de control para detectar posibles anomalías en el curso normal de la obra.

Referencias Bibliográficas

- Botero, L. F. (2002). Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción. *Universidad EAFIT*.
- Buleje Revilla, K. E. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio*. Lima, Perú.
- CAPECO. (2008). *Régimen laboral en Construcción civil*. Lima-Perú.
- CAPECO. (2014). *Análisis de precios unitarios en edificaciones*. Lima-Perú.
- Delgado, J. O. (2007). *Estudio de los rendimientos de la mano de obra y su productividad en las edificaciones de la UNC*. Cajamarca-Perú.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Lopez, S. A. (2014). *Análisis de productividad, rendimiento y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación*. Medellín-Colombia.
- Montoya, A. M. (2014). *Rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas en el distrito de cajamarca en la partida: construccion de muros y tabique de albañileria*. Cajamarca-Perú.
- MTC. (2000). *Manual de Ensayos de materiales para carreteras(EM200)*. Lima-Perú.
- Nelson, L. S. (1984). The Shewhart control chart - tests for special causes. *Journal of Quality Technology*., 237-239.
- Nelson, L. S. (1985). Interpreting Shewart X-bar control charts. *Journal of Quality Technology*, 114-116.
- Nelson, L. S. (2018). Notes on the Shewhart Control Chart. *Journal of Quality Technology*, 124-126.

Peralta, L. A. (1990). *Rendimiento de mano de obra en Edificaciones en construcción civil en la ciudad de Cajamarca*. cajamarca-Perú.

Roberto Hernandez Sampieri, C. F. (2010). *Metodología de la Investigación*. México.

Serpell, A. (2002). *Administración de operaciones de construcción*. México.

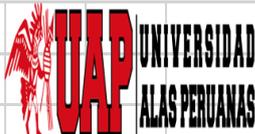
Talavera, A. W. (2005). *Rendimiento de mano de obra en edificaciones para la ciudad de trujillo*. trujillo-Perú.

ANEXOS

1. FICHAS DE CONTROL EN OBRA

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS											
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA											
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL											
TESIS:		ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PRODUCTIVO DEL RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA OBRA AV. YARINACOCHA 2017"									
OBRA:		MEJORAMIENTO DE LA AUTOPISTA SANCHEZ CARRION Y AV. YARINACOCHA									
METRADOS											
ACTIVIDAD		FECHA	METRADO					Subtotal	TOTAL		
			UND	LARGO	ANCHO	ALTURA					
Mejoramiento de la sub-rasante	HRS MAÑANA	27/09/2017	M3	89.9	7.1	0.4	255.316	511			
	HRS TARDE			89.9	7.1	0.4	255.316				
Base granular	HRS MAÑANA	27/09/2017	M3	90	8.2	0.2	147.6	313			
	HRS TARDE			90	9.2	0.2	165.6				
Colocacion de geotexil	HRS MAÑANA	27/09/2017	M2	81.45	8.2		667.89	1,336			
	HRS TARDE			81.45	8.2		667.89				
Vaciado de losas de concreto	HRS MAÑANA	27/09/2017	M3					94			
	HRS TARDE			76	6.2	0.2	94.24				

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS											
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA											
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL											
TESIS:		ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PRODUCTIVO DEL RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA OBRA AV. YARINACOCHA 2017"									
OBRA:		MEJORAMIENTO DE LA AUTOPISTA SANCHEZ CARRION Y AV. YARINACOCHA									
METRADOS											
ACTIVIDAD		FECHA	METRADO					Subtotal	TOTAL		
			UND	LARGO	ANCHO	ALTURA					
Mejoramiento de la sub-rasante	HRS MAÑANA	29/09/2017	M3	20	5.1	1.8	183.6	405			
	HRS TARDE			29	5.1	1.5	221.85				
Base granular	HRS MAÑANA	29/09/2017	M3	88	8.2	0.2	144.32	306			
	HRS TARDE			88	9.2	0.2	161.92				
Colocacion de geotexil	HRS MAÑANA	29/09/2017	M2	90	8.2		738	1,476			
	HRS TARDE			90	8.2		738				
Vaciado de losas de concreto	HRS MAÑANA	29/09/2017	M3					107			
	HRS TARDE			104.6	5.1	0.2	106.692				

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS											
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA											
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL											
TESIS:		ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PRODUCTIVO DEL RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA OBRA AV. YARINACOCHA 2017"									
OBRA:		MEJORAMIENTO DE LA AUTOPISTA SANCHEZ CARRION Y AV. YARINACOCHA									
METRADOS											
ACTIVIDAD		FECHA	METRADO					Subtotal	TOTAL		
			UND	LARGO	ANCHO	ALTURA					
Mejoramiento de la sub-rasante	HRS MAÑANA	30/09/2017	M3	23.78	5.6	1.5	199.752	439			
	HRS TARDE			23.78	5.6	1.8	239.7024				
Base granular	HRS MAÑANA	30/09/2017	M3	112	8.2	0.2	183.68	390			
	HRS TARDE			112	9.2	0.2	206.08				
Colocacion de geotextil	HRS MAÑANA	30/09/2017	M2	88	8.2		721.6	1,443			
	HRS TARDE			88	8.2		721.6				
Vaciado de losas de concreto	HRS MAÑANA	30/09/2017	M3					130			
	HRS TARDE			104.6	6.2	0.2	129.704				

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS											
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA											
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL											
TESIS:		ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PRODUCTIVO DEL RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA OBRA AV. YARINACOCHA 2017"									
OBRA:		MEJORAMIENTO DE LA AUTOPISTA SANCHEZ CARRION Y AV. YARINACOCHA									
METRADOS											
ACTIVIDAD		FECHA	METRADO					Subtotal	TOTAL		
			UND	LARGO	ANCHO	ALTURA					
Mejoramiento de la sub-rasante	HRS MAÑANA	03/10/2017	M3	34.5	7.1	2	489.9	490			
	HRS TARDE						0				
Base granular	HRS MAÑANA	30/09/2017	M3	123	8.2	0.2	201.72	428			
	HRS TARDE			123	9.2	0.2	226.32				
Colocacion de geotextil	HRS MAÑANA	30/09/2017	M2	99.56	8.2		816.392	1,633			
	HRS TARDE			99.56	8.2		816.392				
Vaciado de losas de concreto	HRS MAÑANA	30/09/2017	M3					180			
	HRS TARDE			88	10.2	0.2	179.52				

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS						UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS			
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
TESIS:		ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PRODUCTIVO DEL RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA OBRA AV. YARINACocha 2017"							
OBRA:		MEJORAMIENTO DE LA AUTOPISTA SANCHEZ CARRION Y AV. YARINACocha							
METRADOS									
ACTIVIDAD		FECHA	METRADO					Subtotal	TOTAL
			UND	LARGO	ANCHO	ALTURA			
Mejoramiento de la sub-rasante	HRS MAÑANA	02/10/2017	M3	70	3.8	1.5	399	513	
	HRS TARDE			20	3.8	1.5	114		
Base granular	HRS MAÑANA	30/09/2017	M3	88	8.2	0.2	144.32	306	
	HRS TARDE			88	9.2	0.2	161.92		
Colocacion de geotextil	HRS MAÑANA	30/09/2017	M2	112	5.1		571.2	1,490	
	HRS TARDE			112	8.2		918.4		
Vaciado de losas de concreto	HRS MAÑANA	30/09/2017	M3					112	
	HRS TARDE			90	6.2	0.2	111.6		

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS						UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS			
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA									
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
TESIS:		ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PRODUCTIVO DEL RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA OBRA AV. YARINACocha 2017"							
OBRA:		MEJORAMIENTO DE LA AUTOPISTA SANCHEZ CARRION Y AV. YARINACocha							
METRADOS									
ACTIVIDAD		FECHA	METRADO					Subtotal	TOTAL
			UND	LARGO	ANCHO	ALTURA			
Mejoramiento de la sub-rasante	HRS MAÑANA	04/10/2017	M3	5	4.7	1.2	28.2	113	
	HRS TARDE			15	4.7	1.2	84.6		
Base granular	HRS MAÑANA	30/09/2017	M3	95.65	8.2	0.2	156.866	333	
	HRS TARDE			95.65	9.2	0.2	175.996		
Colocacion de geotextil	HRS MAÑANA	30/09/2017	M2	103	8.2		844.6	1,689	
	HRS TARDE			103	8.2		844.6		
Vaciado de losas de concreto	HRS MAÑANA	30/09/2017	M3					139	
	HRS TARDE			112	6.2	0.2	138.88		

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS											
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA											
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL											
TESIS:		ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PRODUCTIVO DEL RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA OBRA AV. YARINACocha 2017"									
OBRA:		MEJORAMIENTO DE LA AUTOPISTA SANCHEZ CARRION Y AV. YARINACocha									
METRADOS											
ACTIVIDAD		FECHA	METRADO					Subtotal	TOTAL		
			UND	LARGO	ANCHO	ALTURA					
Mejoramiento de la sub-rasante	HRS MAÑANA	05/10/2017	M3	30	5.1	1.5	229.5	459			
	HRS TARDE			30	5.1	1.5	229.5				
Base granular	HRS MAÑANA	05/10/2017	M3	124.3	8.2	0.2	203.852	408			
	HRS TARDE			124.3	8.2	0.2	203.852				
Colocacion de geotextil	HRS MAÑANA	05/10/2017	M2	88.89	8.2		728.898	1,458			
	HRS TARDE			88.89	8.2		728.898				
Vaciado de losas de concreto	HRS MAÑANA	05/10/2017	M3					191			
	HRS TARDE			93.45	10.2	0.2	190.638				

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS											
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA											
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL											
TESIS:		ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORAMIENTO PRODUCTIVO DEL RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA OBRA AV. YARINACocha 2017"									
OBRA:		MEJORAMIENTO DE LA AUTOPISTA SANCHEZ CARRION Y AV. YARINACocha									
METRADOS											
ACTIVIDAD		FECHA	METRADO					Subtotal	TOTAL		
			UND	LARGO	ANCHO	ALTURA					
Mejoramiento de la sub-rasante	HRS MAÑANA	06/10/2017	M3	38.45	4.4	1.5	253.77	508			
	HRS TARDE			38.45	4.4	1.5	253.77				
Base granular	HRS MAÑANA	06/10/2017	M3	97.9	8.2	0.2	160.556	304			
	HRS TARDE			77.9	9.2	0.2	143.336				
Colocacion de geotextil	HRS MAÑANA	06/10/2017	M2	93.25	8.2		764.65	1,529			
	HRS TARDE			93.25	8.2		764.65				
Vaciado de losas de concreto	HRS MAÑANA	06/10/2017	M3					180			
	HRS TARDE			88	10.2	0.2	179.52				

2. PROTOCOLO

(Sugerencia para la utilización en control del rendimiento de mano de obra)

 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	PROTOCOLO CONTROL DE RENDIMIENTO EN PAVIMENTACIONES			CÓDIGO: Prot.01	
				VERSIÓN: 01	
				FECHA: 2 / 10 / 17	
OBRA: MEJORAMIENTO DE LA AUTOPISTA SANCHEZ CARRION Y AV. YARINACOCHA					
ENTIDAD EJECUTORA: UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS					
ELEMENTO:					
REFERENCIA DE UBICACIÓN DE (EJES):					
PLANO DE REFERENCIA: E-21					
INSPECCION DEL PAVIMENTO:					
VERIFICACIONES			SI	NO	OBSERVADO
VERIFICACIONES PREVIAS					
1.- Inspección de limpieza de la zona de terreno a trabajar.			X		
2.- Verificación del material de relleno que cumpla con las condiciones de trabajo.			X		
3.- Verificación de compactación adecuada con el equipo.			X		
4.- Verificación de la densidad, en función del proctor.				X	
VERIFICACIONES DEL RENDIMIENTO					
5.- Mejoramiento de Subrasante, promedio (468 m3/día)			X		
6.- Base Granular, promedio (348.7 m3/día)			X		
7.- Afirmado Granular, promedio (1523 m2/día)			X		
8.- Pavimento de Concreto Hidraulico, promedio (141 m3/día)				X	
FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL RENDIMIENTO					
9.- TEMPERATURA			X		
10.- LLUVIA			X		torrencial lluvia
Dificultad en la Toma del Rendimiento SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					
OBSERVACIONES:					
Se paralizó el vaciado en la cuadra # 5 por lluvia.					
CONTROLADO POR:					
ENCARGADO DE CAMPO			JEFE DE PRODUCCION		

 UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	PROTOCOLO CONTROL DE RENDIMIENTO EN PAVIMENTACIONES			CÓDIGO: Prot.01		
				VERSIÓN: 01		
				FECHA: 10 / 10 / 17		
OBRA: MEJORAMIENTO DE LA AUTOPISTA SANCHEZ CARRION Y AV. YARINACOCHA						
ENTIDAD EJECUTORA: UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS						
ELEMENTO:						
REFERENCIA DE UBICACIÓN DE (EJES):						
PLANO DE REFERENCIA: E-21						
INSPECCION DEL PAVIMENTO:						
VERIFICACIONES				SI	NO	OBSERVADO
VERIFICACIONES PREVIAS						
1.- Inspección de limpieza de la zona de terreno a trabajar.				X		
2.- Verificación del material de relleno que cumpla con las condiciones de trabajo.				X		
3.- Verificación de compactación adecuada con el equipo.				X		
4.- Verificación de la densidad, en función del proctor.					X	
VERIFICACIONES DEL RENDIMIENTO						
5.- Mejoramiento de Subrasante, promedio (468 m3/día)				X		
6.- Base Granular, promedio (348.7 m3/día)				X		
7.- Afirmado Granular, promedio (1523 m2/día)				X		
8.- Pavimento de Concreto Hidraulico, promedio (141 m3/día)				X		
FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL RENDIMIENTO						
9.- TEMPERATURA				X		
10.- LLUVIA					X	
Dificultad en la Toma del Rendimiento				SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	
OBSERVACIONES:						
CONTROLADO POR:						
ENCARGADO DE CAMPO				JEFE DE PRODUCCION		

3. FOTOS DE CAMPO



- Foto 1 es la toma de rendimiento de mano de obra en la partida de Afirmado granular con estabilizadores de suelos.



- Foto 2 es la toma de rendimiento de mano de obra en la partida de vaciado de concreto.



- Foto 3 es la toma de rendimiento de mano de obra en la partida de vaciado de concreto.



- Foto 4 es la toma de rendimiento de mano de obra en la partida de vaciado de concreto.



- Foto 5 es la toma de rendimiento de mano de obra en las partida de vaciado de concreto.



- Foto 6 es la toma de rendimiento de mano de obra en las partida de Mejoramiento de suelos a nivel de subrasante.



- Foto 7 es la toma de rendimiento de mano de obra en la partida Afirmado granular.



- Foto 8 es la toma de rendimiento de mano de obra en la partida Afirmado granular.



- Foto 9 es la toma de rendimiento de mano de obra en la partida Afirmado granular.



- Foto 10 es la toma de rendimiento de mano de obra en la partida vaciado de con