

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE
DOSIFICACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA MEJORAR LA
CALIDAD Y TIEMPO DE ENTREGA DEL CONCRETO”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Enrique Vladimir Céspedes Caballero

Asesor:

Ing. Mg. Ulises Abdón Piscoya Silva

Lima - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi vida profesional.

De igual forma dedico esta tesis a mi madre que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir triunfante en los momentos más difíciles. A mi padre, por ser ejemplo, maestro y guía en el logro de mis objetivos, A mi esposa por su apoyo incondicional, A mis hijos por ser mi principal motivación; por ello, con toda humildad que de mi corazón puede emanar, Dedico principalmente mi tesis a Dios y mi hermosa familia.

Enrique Vladimir Cespedes Caballero

AGRADECIMIENTO

A mi madre, por su cariño y comprensión

A mis hermanos, Liliana, Kelly y Luis, porque gracias a su ejemplo de perseverancia nunca desistí en el logro de este objetivo

Al Psicólogo Mg Meleucipo Cespedes Valladares, por compartir conmigo sus experiencias académicas y lograr plasmarlas con tal facilidad en mí, la importancia del estudio.

A la Ing. Mónica Medina Farfán, por acompañarme durante este arduo camino y compartir conmigo alegrías y fracasos.

Al Ing. Jerry Garzón Cachique, por su oportuno y sabio consejo para iniciar este proyecto

Al Ing. Mg. Ulises Abdón Piscocoya Silva, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Gracias a todas estas personas por que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

Enrique Vladimir Cespedes Caballero

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ECUACIONES	9
RESUMEN EJECUTIVO.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1 Antecedentes	11
1.2. Realidad problemática	28
1.3. Justificación	29
1.3.1. Justificación teórica.....	29
1.3.2. Justificación practica	29
1.4. Problema General	29
1.4.1. Problema Específicos	29
1.5. Objetivos.....	30
1.5.1. Objetivo General	30
1.5.2. Objetivos específicos.....	30
1.6. Hipótesis	31
1.6.1. Hipotesis general	31
1.6.2. Hipótesis específicas	31
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	32
2.1 Antecedentes.....	32
2.1.1. Antecedentes Internacionales	32
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	35
CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	53

3.1 Experiencia académica	53
3.2. Experiencia Profesional	53
3.3. Experiencias en Campo	54
3.4. Análisis de la situación actual	58
3.5. Análisis de Diagrama de Ishikawa	59
3.6. Pirámide automatización	61
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	68
4.1 Resultados del objetivo General:	68
4.2 Resultados de los Objetivos específicos:	71
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES	81
5.1. Conclusiones.....	81
5.2. Recomendaciones	84
REFERENCIAS	86
ANEXOS	89
Anexo N° 1: Matriz de consistencia	89
Anexo N° 2: Hojas Técnicas de equipos de automatización	91
Anexo N° 3: Costos de automatización.....	97
Anexo N° 4. Hoja técnica de aditivo EUCO WR 91	98
Anexo N° 5. Hoja técnica de aditivo EUCO WR 51	100
Anexo N° 6. Certificados y constancias de trabajo	101
Anexo N° 7. Certificado y constancias de estudios	106

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	11
TABLA 2.....	43
TABLA 3.....	47
TABLA 4.....	48
TABLA 5.....	48
TABLA 6.....	68
TABLA 7.....	69
TABLA 8.....	70
TABLA 9.....	77
TABLA 10.....	78
TABLA 11.....	78
TABLA 12.....	79
TABLA 13.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	12
FIGURA 2. ORGANIGRAMA DE TÁCTICAL SOLUTION E.I.R.L.....	13
FIGURA 3. SERVICIOS DE IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE AUTOMATIZACIÓN PARA POLIMIX PERÚ,	14
FIGURA 4. AUTOMATIZACION DE PLANTA DOSIFICADORA DE CONCRETO CHIMU CONCRETO PERU	15
FIGURA 5. AUTOMATIZACION DE PLANTA DOSIFICADORA DE CONCRETO CONSTRUCMIX.....	15
FIGURA 6. SERVICIOS DE MANTENIMIENTO A CONSOLA DE CONTROL MANUAL, DE FABRICACIÓN PROPIA.	16
FIGURA 7. SERVICIOS DE CONTROL, DIAGNOSTICO, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TODA CLASE DE EQUIPOS AUTOMATIZADOS PARA EL SECTOR INDUSTRIAL.....	17
FIGURA 8.SERVICIO DE CALIBRACIÓN, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA PLANTA DOSIFICADORA – PLANTAS CONCRETERA POLIMIX, MARZO 2020. 18	
FIGURA 9. CONSOLA DE CONTROLES.	21
FIGURA 10.TABLERO DE FUERZA	22
FIGURA 11, DOSIFICADOR DE ADITIVOS	24
FIGURA 12. TABLERO ELECTRO NEUMÁTICO.....	25
FIGURA 13.APLICACIÓN DEL SOFTWARE BETONWIN ..	26
FIGURA 14. DOSIFICADOR DE ADITIVOS	27
FIGURA 15 PIRÁMIDE DE AUTOMATIZACIÓN	42
FIGURA 16. COMPONENTES DEL CONCRETO.	44
FIGURA 17 . ENSAYO DEL REVENIMIENTO DEL CONCRETO, MÉTODO DEL CONO DE ABRAM.....	46
FIGURA 18. CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO FRESCO.....	49
FIGURA 21 PLANTA CONCREMAX. VILLA EL SALVADOR	55

	IMPLEMENTACION DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA MEJORAR LA CALIDAD Y TIEMPO DE ENTREGA DEL CONCRETO
FIGURA 22. CAMIÓN MESCLADOR CONCREMAX EN OBRA	56
FIGURA 23. PLANTA DE OPERACIONES DE POLIMIX. SAC	57
FIGURA 24. COLABORADORES EN CAPACITACIÓN DE POLIMIX.	58
FIGURA 25. DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	60
FIGURA 26 PIRÁMIDE DE AUTOMATIZACIÓN DEL DOSIFICADOR DE CONCRETO PREMEZCLADO DE LA EMPRESA TACTICAL SOLUTION E.I.R.L. .	61
FIGURA 27. ELECTROVÁLVULA DE 2 VÍAS.	65
FIGURA 28. ESQUEMA DE PROCESO DE DOSIFICACIÓN AUTOMATIZADO.....	66
FIGURA 29. PLANO MECÁNICO DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DOSIFICADORA	67
FIGURA 30. PLANO MECÁNICO DE TOLVAS..	67
FIGURA 31 MEJORA DEL TIEMPO EN PROCESO DE DOSIFICACIÓN AUTOMATIZADO	69
FIGURA 32. ANÁLISIS DEL PROCESO DE CARGUÍO EN PROCESO MANUAL (RELACIÓN AGUA/CEMENTO 0.57)	72
FIGURA 33 . ANÁLISIS DEL PROCESO DE CARGUÍO EN PROCESO MANUAL (RELACIÓN AGUA/CEMENTO 0.56)	73
FIGURA 34 . PROCESO DE CARGUÍO DE CONCRETO PARA 2 CICLOS	75
FIGURA 35 , PROCESO DE CARGUÍO DE CONCRETO PARA 1 CICLO.	75
FIGURA 36. RESULTADOS DE LA CARGA EN PROCESO DE DOSIFICACIÓN AUTOMATIZADA.....	76

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para calcular el peso unitario.....	48
---	----

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo por suficiencia profesional tiene por objetivo implementar la automatización en el proceso de dosificación en la producción de concreto premezclado y así evitar pérdidas económicas debido al ineficiente proceso, prolongados tiempo de producción y escasa calidad. Se inició el estudio analizando la condición inicial del proceso como la impuntualidad de entrega, bajos índices de calidad distantes de los estándares de normas técnicas nacionales e internacionales ASTM, se desarrolló la automatización en base a los conocimientos y experiencia en el campo, funcionamiento de equipos en plantas concretaras como jefe de mantenimiento en FIRTH INDUSTRIES PERU S.A y jefe de planta en POLIMIX SAC y otras. Los datos del tiempo en proceso inicial versus el tiempo del proceso automático obtenidos en campo fueron representados en gráficos de Excel , conjuntamente los ensayos de calidad de concreto, concluyendo que el tiempo que tarda un proceso de dosificación automática es 50% menos al inicial y así poder cumplir en forma puntual la entrega, evitando perdidas de material que era alrededor de 3.17 % de cemento y luego de automatización es solo 0,57%, así mismo la calidad también se ve mejorada por la exactitud de dosificación de material al proceso implementado.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Información de la empresa

La empresa Tactical Solutions E.I.R.L., inicio sus actividades empresariales un 06 de Febrero del 2016, registrada dentro de las actividades de Fabricación de Maquinaria Minera y Obras de Construcción. , Actividades Limpieza de Edificios y Actividades .de Asesoramiento Empresarial y otros detalles de información según Tabla N° 1

Tabla 1.

Información de la empresa Tactical Solutions E.I.R.L.

Información de la Empresa	
Nombre	TACTICAL SOLUTIONS E.I.R.L..
RUC	20562666584
Condición: Activo	Activo
Actividad económica	CIU 29247, Exp. Otras Minas y Canteras Nía., o Transporte de Carga por Carretera.
Dirección	Calle Puruchuco Nro. 927, Urb. Vipol , San Juan de Lurigancho , Lima Perú.
Gerente General	Céspedes Caballero Enrique Vladimir

Fuente: Elaboración propia (2020).

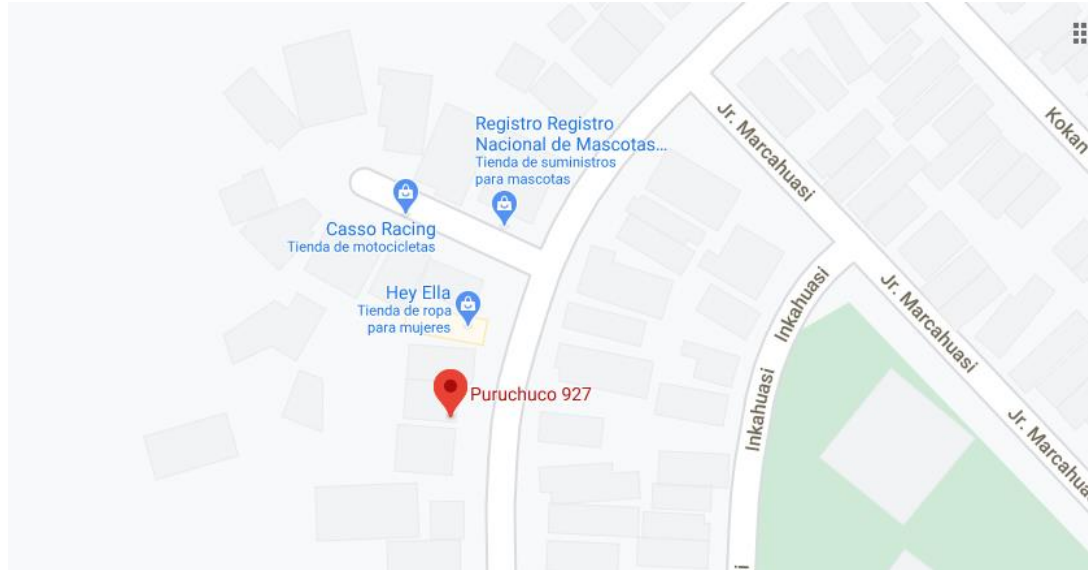


Figura 1. Ubicación de la empresa. Fuente: Elaboración propia (2020)

Misión

Tactical Solutions E.I.R.L tiene la misión de brindar las mejores soluciones y servicios integrales en ingeniería de mantenimiento, dotar a nuestros clientes la mejor calidad de materia prima como concreto premezclado de calidad para sus grandes proyectos de inversión, de manera eficiente, a través de sus equipos de diagnóstico tecnológicos, personal de amplia experiencia y a costos de mercado, oportunamente las veinticuatro horas del día y los siete días a la semana.

Visión

Ser la empresa líder en el mercado en soluciones de ingeniería en mantenimiento y reconocida por su calidad de servicio, que brinde los mejores productos y soluciones a todo tipo de clientes sector industrial, minero, pesquero, hidrocarburos, etc. y en futuro formar alianzas estratégicas con otras empresas del mismo rubro y de empresas proveedoras que brinden sus equipos de alta performance en el mantenimiento industrial.

Valores

- Veracidad
- Responsabilidad
- Fiabilidad
- Credibilidad
- Empatía

Organigrama

Presentamos el organigrama de Táctical Solution E.I.R.L

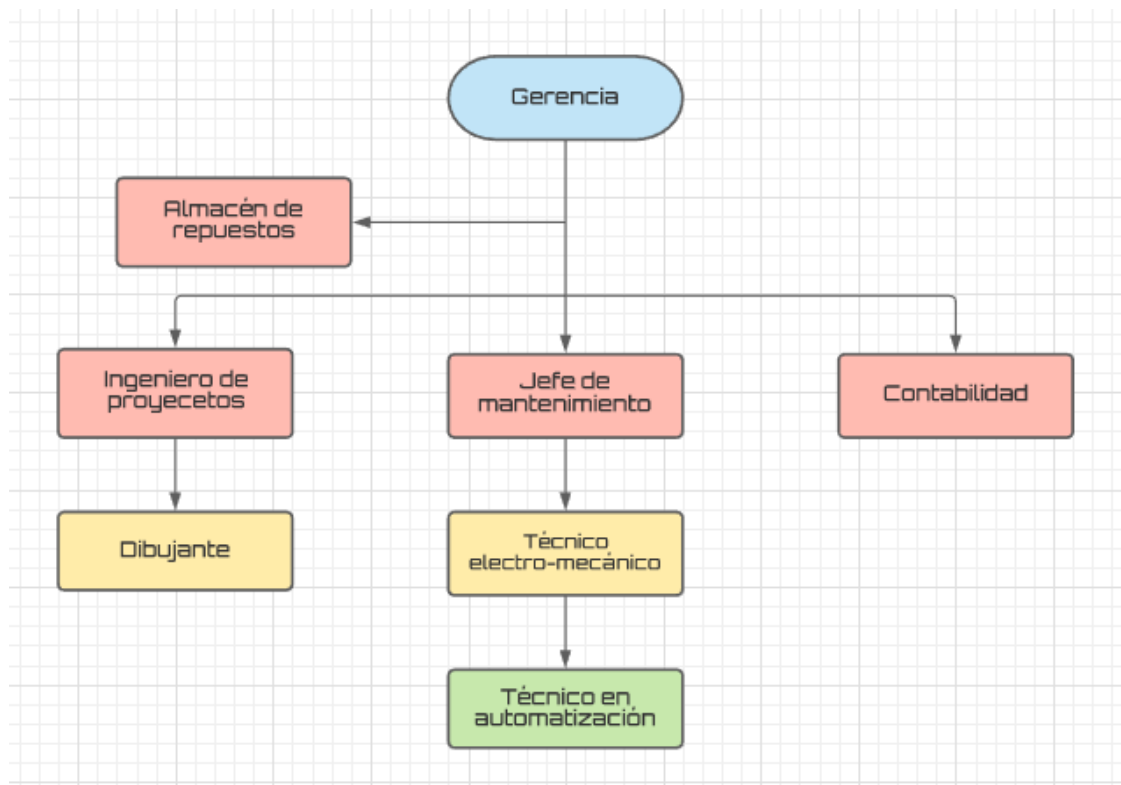


Figura 2. Organigrama de Táctical Solution E.I.R.L. Fuente elaboración propia (2020).



Servicios de la empresa Táctica Solutions E.I.R.L.

Actualmente la empresa ofrece los siguientes servicios como principal actividad:

- Proyectos, fabricación y servicios electromecánicos para la industria en general e implementación de plantas dosificadoras de concreto.
- Implementación de proyectos de automatización para la construcción
- Mantenimiento preventivo y correctivo de nuestros equipos.

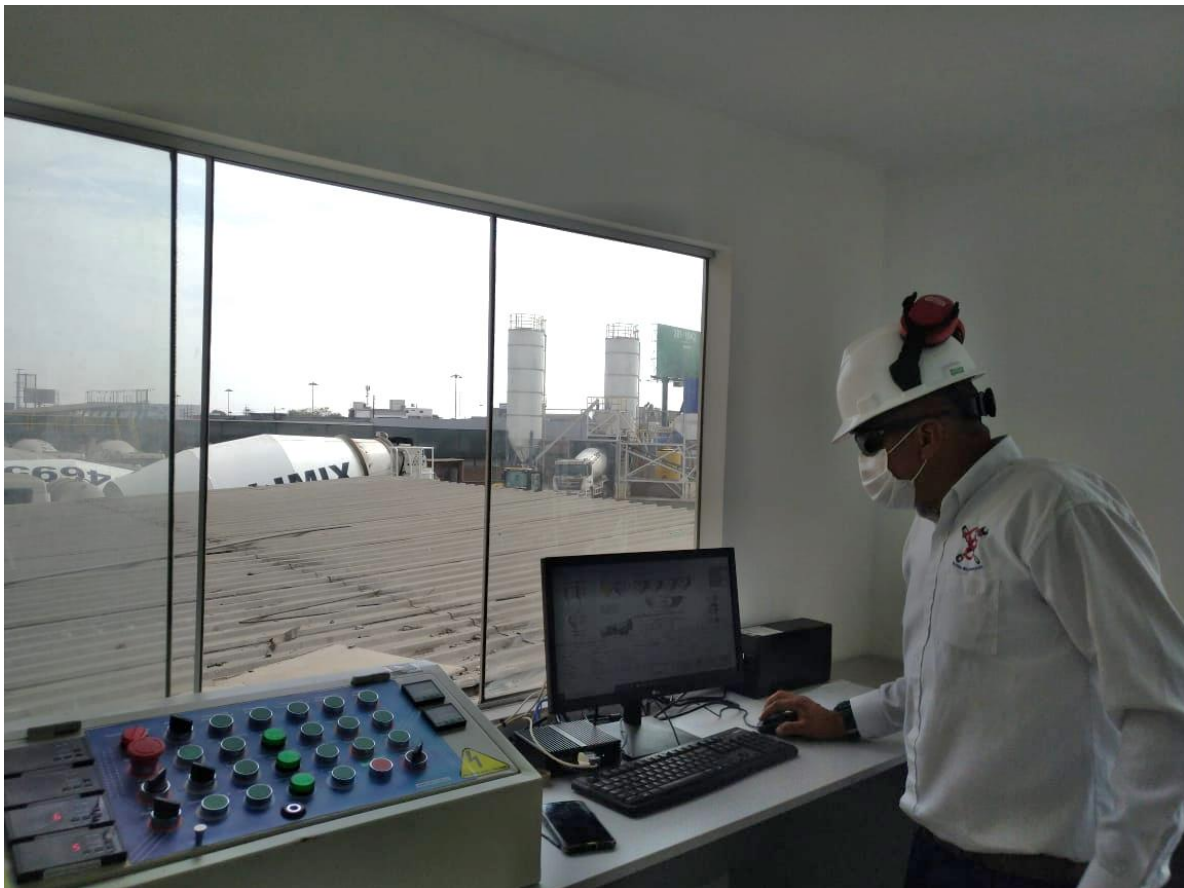


Figura 3. Servicios de implementación de proyectos de automatización para Polimix Perú, Planta- Santa Anita .
Fuente: Elaboración Propia (2020)



Figura 4. Automatizacion de planta dosificadora de concreto chimu Concreto Peru (Trujillo) 2018
Fuente : Elaboracion propia (2020)

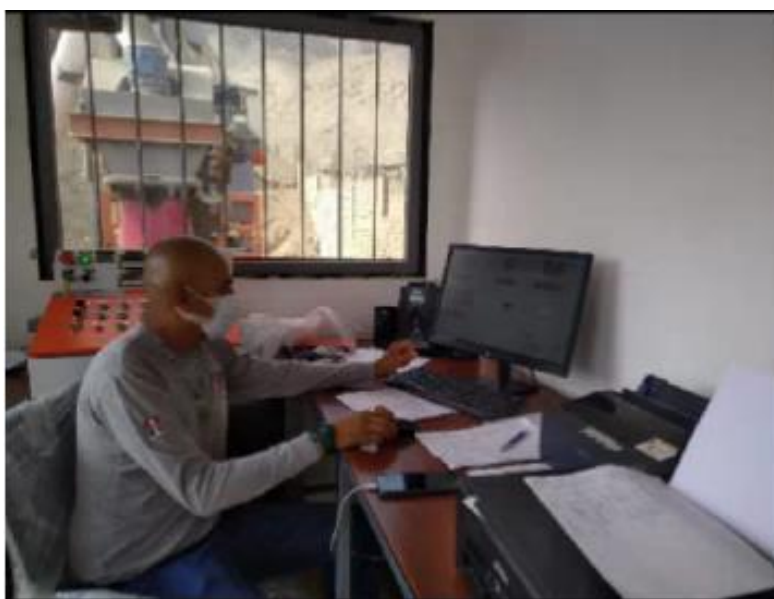


Figura 5. Automatizacion de planta dosificadora de concreto Construcmix 2020. Fuente : Elaboracion propia (2020)



Figura 6. Servicios de mantenimiento a consola de control manual, de fabricación propia.

Fuente: Elaboración propia (2020).



Figura 7. Servicios de control, diagnóstico, reparación y mantenimiento de toda clase de equipos automatizados para el sector industrial. Elaboración propia (2020).



Figura 8. Servicio de Calibración, Montaje y Puesta en marcha planta Dosificadora – Plantas Concretera Polimix, Marzo 2020 . Fuente Elaboración Propia (2020)

Proceso inicial de obtención del concreto premezclado en Tactical Solutions E.I.R.L.

Secuencia Manual

El proceso de producción del concreto comienza con la recepción e inspección inicial de las materias primas para ser aprobadas mediante estudios físicos y químicos realizados por el departamento de soporte técnico (laboratorio) y almacenadas: arena, piedra, cemento, agua y aditivos; estos últimos suministrados en presentación a granel, su calidad es revisada y analizada por el fabricante.



Una vez obtenida la materia prima se realiza el proceso de carguío, seguimos los siguientes pasos:

- Carguío de Tolvas de Agregados (Arena Combinada y Piedra).
- Verificar nivel de silos de cemento.
- Verificar nivel de tacho de aditivos.
- Verificar nivel de tanque de agua.
- Ubicación del Mixer en la zona de carguío.
- Pesaje de materiales: Se inicia el pesaje de los componentes del concreto premezclado para la obtención de un concreto estándar según el orden:
 1. Euco WR 51 (aditivo liquido plastificante),
 2. Arena,
 3. cemento,
 4. agua (pesaje hasta el 70%),
 5. piedra # 57 y finalmente el aditivo
 6. Euco WR 91 (aditivo liquido plastificante).
 7. Culminado el proceso de carguío, se iniciará con el proceso de descarga de los materiales al interior del mixer con el agua, seguido de los agregados y cemento. El sistema completa el 30% de agua restante y se inicia la descarga de los aditivos Euco WR 91 (ver anexo N° 4) y Euco WR 51 (Anexo N° 5) seguido del agua.
 8. Proceso de mezclado y regulado del concreto en planta: los componentes de la mezcla son descendido en la mezcladora, donde junto con una cantidad correcta de agua, es mezclado hasta obtener una mezcla homogénea.



9. Una vez culminado el proceso 8, el cemento mezclado es descargado en los camiones agitadores debajo del cabezal de espera. El camión agitador, con su tanque de almacenamiento giratorio, permite al cemento mantener su fluidez, previniendo que el cemento no se endurezca prematuramente.
10. Control de Calidad: ensayo de slump, muestreo de probetas.
11. Precintado del chute del mixer.
12. Traslado a obra.

Este proceso de dosificación en forma manual dura aproximadamente 12 minutos y no garantiza una dosificación homogénea por lo tanto hay variación en las pruebas de resistencia.

El mismo proceso de dosificación en forma automatizada dura aproximadamente 6 minutos y garantiza una dosificación homogénea cumpliendo los valores de resistencia requeridos según la formula.

NOTA: El porcentaje de pesaje de los materiales no debe exceder el $\pm 2\%$ para los agregados y $\pm 1\%$ para el agua, cemento y aditivos.

Principales partes del sistema de automatización y funciones

- **Consola de controles:** Este equipo es utilizado para operar la planta en forma manual mediante los pulsadores y selectores que se encuentran en el panel, también permite visualizar los pesos de las balanzas, este equipo fue desarrollado como creación propia de la empresa. (ver figura N°9).



Figura 9. Consola de controles. Fuente elaboración propia (2020)

- **Tablero de fuerza:** El tablero tiene como función controlar eléctricamente el sistema de fuerza de los motores:

Bomba de aguas

Compresor de aire

Transportadores de cemento

Faja transportadora de agregados

Sistema de vibradores de las tolvas

Mencionando que los tableros son desarrollo de la propia empresa.



Figura 10. Tablero de fuerza . elaboración propia (2020)



- **Dosificador de aditivos:** Son balanzas que de acuerdo a un diseño de concreto pesan las cantidades necesarias de aditivo y luego son dosificadas en el concreto, estos aditivos son acelerantes o retardantes de fragua dependiendo el requerimiento de la obra, este equipo fue ensamblado dentro de la empresa.

La maniobra del dosificador que consta de una balanza diseñada para pesar, los aditivos y está compuesta de una celda de carga que va a censar el peso y enviara una señal de mili voltios a un indicador y de acuerdo a la calibración la señal de mili voltios será convertida a unidades de peso por un transductor (Kg) , los kilos de aditivo necesarios para dosificar en una determinada cantidad de concreto son suministrados hacia un vaso de acrílico gracias a la apertura de una electroválvula neumática que es accionada de forma automática o manual y mediante una bomba que gira en sentido horario hace bombear el aditivo. Luego de ser pesada la cantidad deseada de aditivo el sistema envía una señal eléctrica a la electroválvula de descarga y la bomba que gira en sentido anti horario y empieza la descarga del aditivo hacia el concreto.



Figura 11, Dosificador de aditivos . Fuente elaboración propia (2020)

- **Tablero electro neumático:** Este tablero controla la parte neumática de la planta, accionamiento de compuertas de carga, descarga de cemento, carga y descarga de agregados, sistema de aireadores y sistema de colectores de polvo. Se menciona que este equipo ha sido ensamblado dentro de la empresa.

Según se muestra en la figura N° 12, un tablero de electroválvulas 5/2 que serán accionadas eléctricamente ya sea en forma manual o automática, estas electroválvulas accionarán los pistones neumáticos que abrirán las compuertas para dosificar la arena, piedra, cemento, agua y sistema de aireadores.



Figura 12. Tablero electro neumático. Fuente; Elaboración propia (2020).

- PLC de la serie Omron CJ2 con módulos de entrada y salida. Este equipo es importado con el programa propio del fabricante del software Betonwin.
- **Software Betonwin**, Es un software que ofrece una avanzada interfaz de datos e informes, completa gestión de notas de entrega con definición del layout, prácticamente sin límites de configuración. Los controles de orden y entregas proporcionan al gerente de la planta una perspectiva integral de la programación de la producción diaria y la progresión de las entregas durante el día. Betonwin puede interconectarse con cualquier tipo de software de contabilidad y facturación, a través del intercambio bidireccional de archivos CSV o el acceso directo a las tablas de la base de datos. Una estación de trabajo remota se puede conectar a través de red LAN con el sistema principal, permitiendo un control completo de la planta desde cualquier ubicación (según figura N° 13).

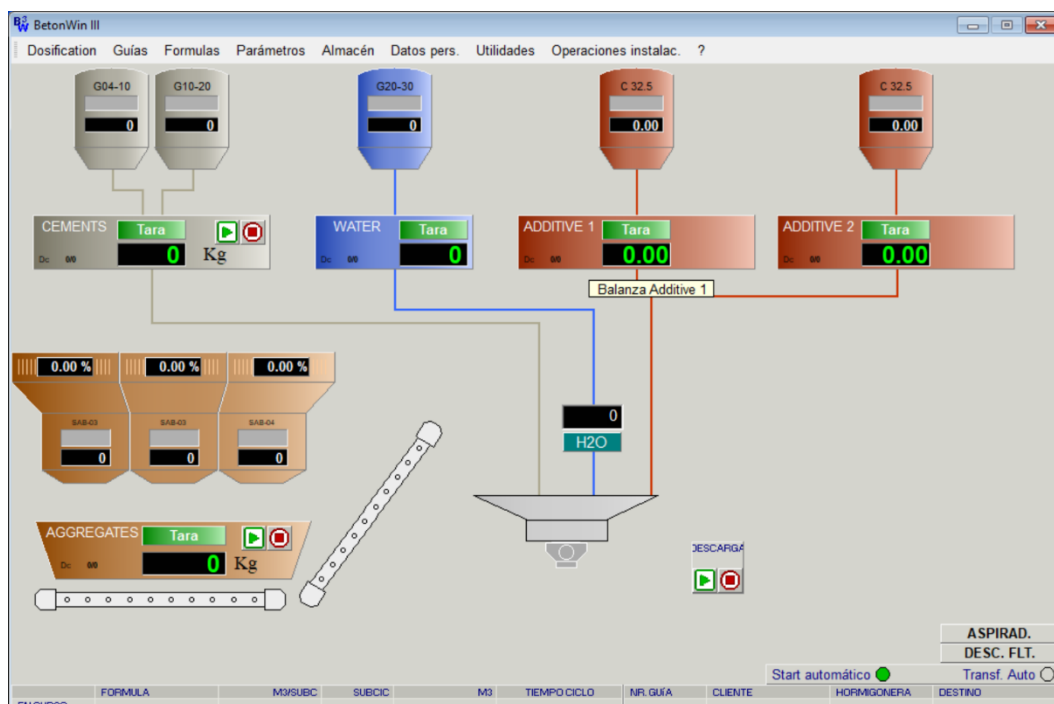


Figura 13. Aplicación del Software Betonwin . Fuente: Elettrondata (2018).



Figura 14. Dosificador de aditivos. Fuente: Elaboración propia (2020)



1.2. Realidad problemática

La empresa Tactical Solutions E.I.R.L debido al auge de la construcción solo se dedicaba a la producción a ciegas sin atender ciertos indicadores de productividad y eficiencia de sus recursos, materias primas, producto final, etc. el no manejo de indicadores de rentabilidad, rendimiento de proceso, indicadores de calidad del producto, preocupándose solo de cumplir con la cuota mensual de producción en m³, el incumplimiento del despacho de concreto hace la espera del material a la hora pactada en el lugar de la obra, operarios con tiempo ocioso, inadecuada programación a los clientes que requieren el producto de concreto pre-mezclado durante el día, generando la insatisfacción en los clientes que luego se quejan por el ineficiente servicio e incumplimiento de la entrega en el despacho. Todo ello ha generado que en el transcurso de los años la empresa Tactical Solutions E.I.R.L sea visto como una empresa impuntual en sus entregas y poca credibilidad en la programación de despachos; afectándose el cliente por el incumplimiento de avance, entrega de obra, originando que la empresa Tactical Solutions E.I.R.L llegue inclusive a pagar penalidades por no cumplir con la hora y fecha pactada de despacho.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es la implementación de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado, para mejorar el tiempo de entrega y la calidad del producto final.



1.3. Justificación

1.3.1. Justificación teórica

El presente trabajo de suficiencia profesional pretende profundizar el estudio de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado para lo cual se va a realizar un diseño de sistema que nos permita setear las variables de entrada para poder modificar las variables de salida del proceso de dosificación.

1.3.2. Justificación practica

La presente investigación realiza un sistema que dosifique de manera rápida y acorde a la calidad que se requiere el concreto pre mezclado. El cual será realizado acorde a las necesidades del cliente y cumpliendo los tiempos pactados.

1.4. Problema General

¿Cómo se relaciona el sistema de automatización del proceso de dosificación con el tiempo de entrega y la calidad del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL?

1.4.1. Problema Específicos

¿Cuál es la situación actual antes de la implementación de la automatización del proceso de dosificación del concreto premezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL?

¿Cómo funciona el sistema de automatización de dosificación que permite la fabricación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL?

¿En cuánto aumenta la calidad de concreto después de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL?



¿En cuánto disminuye el tiempo de entrega, después de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar en qué medida la implementación de un sistema de automatización mejora en el tiempo de entrega y la calidad en el proceso de dosificación de concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions E.I.R.L.

1.5.2. Objetivos específicos

Determinar cuál es la situación actual antes de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions E.I.R.L

Determinar cómo funcionara el sistema de automatización que permite la fabricación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL

Determinar en qué medida aumentara la calidad de concreto después de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL

Determinar en qué medida disminuirá el tiempo de entrega del concreto después de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL.



1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipotesis general

La implementación de un sistema de automatización mejora significativamente en el tiempo de entrega y la calidad del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions E.I.R.L.

1.6.2. Hipótesis específicas

Existía un bajo nivel de automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions E.I.R.L esto nos genera una baja productividad y no llegamos a los tiempos que el cliente nos solicita.

El sistema de automatización que permite la fabricación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL generara una alta productividad y mejora de la calidad y tiempo de entrega a los clientes.

La calidad de entrega aumenta significativamente después de la automatización del proceso de concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL

El tiempo de entrega disminuye significativamente después de la automatización del proceso de concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Saldaña Ramírez, J. Y. (2019). en la tesis titulada *Sistema de automatización planta de producción de concreto*. Trabajo de Grado para obtener el título en Gerencia de Proyectos, Tesis Doctoral. Universidad Piloto de Colombia presento lo siguiente:

- La empresa tiene una planta de producción de concreto que contaba con un sistema de producción manual. El sistema de automatización de la planta permite realizar operaciones simultáneas lo que representó un aumento en el doble del rendimiento del equipo y un aumento de la utilidad del 49% por metro cúbico producido, el software permitió una mejor gestión de los procesos operacionales y generación de reportes. El desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo que permitió el aumento de la disponibilidad de las maquinarias de la planta, así como el aprendizaje del personal comprometido en el proceso.

- En el proceso de diseño del software se debe conocer todos los requerimientos del cliente, para no dejar de lado procesos que posteriormente causen reprocesos y no tener que hacer cambios de última hora.

-El sistema de automatización permitió reducir el tiempo de producción en un 40%, esto debido a los procesos paralelos que pueden ser realizados por la interfaz, permitiendo aumentar el rendimiento en metros cúbicos

-Los procesos de dosificación automáticos permiten garantizar el cumplimiento de las cantidades de relación entre agregados, agua y cementos.



Esta tesis se parece a nuestra investigación en que ambos realizamos automatización para concreto premezclado. En nuestro caso no es la automatización de toda una planta, solamente se realiza la automatización en la dosificación del concreto utilizando una solución en donde el software y el PLC son importados y desarrollados por otra empresa y todo lo demás lo desarrolla la empresa Tactical Solutions E.I.R.L

Checa Ramírez, C. S. (2018). En su tesis titulada *Plan de mejora de la productividad en la planta de hormigón premezclado mediante el uso de la teoría de restricciones*.

Universidad de las Américas, Quito., presento lo siguiente:

-El estudio indico que en una línea de producción de una planta de hormigón premezclado, ubicada en el sur de la ciudad de Quito, que el objetivo de realizar un plan de mejora es para aumentar su productividad y eficiencia en el uso de equipos y comprobar la viabilidad técnica y económica.

- El otro objetivo es aumentar la productividad de la planta de hormigón de premezclado mediante la metodología TOC llamada Teoría de las restricciones con el fin de optimizar el proceso de producción del hormigón y así aumentar su proceso productivo y económico. El software Flexsim elevaria la productividad con la disminución del tiempo de Carga, evaluando tiempos de retraso, cuellos de botella y el porcentaje ocio de las maquinas.

- Nuestra investigación aumenta la productividad del concreto premezclado a diferencia de este antecedente que solamente es hormigón premezclado. Ambas investigaciones tenemos en común que utilizamos un software de control de procesos que nos permite agilizar los reportes de la producción permitiéndonos tomar decisiones de mantenimiento para tener un menor tiempo de ocio de las maquinas.



Villarroel, v. V. L. (2010). En su tesis titulada *Propuesta de control de calidad para la fabricación del hormigón premezclado en central hormigonera, aplicando el concepto de trazabilidad e integración de proveedores y distribuidores*. Tesis Doctoral. Universidad Austral de Chile, presento lo siguiente:

- La tesis realiza una propuesta de control de calidad de una central Hormigonera fija, sin los controles y parámetros de calidad definidos. Este control especificará las actividades y procedimientos de mayor relevancia a realizarse como la fabricación y distribución de un hormigón y los requisitos de calidad acordados entre distribuidores y consumidores del producto.

- El control de calidad se diseñó empleando el concepto de trazabilidad e integración de los proveedores y distribuidores del hormigón.

- La propuesta final se comprobará con la calidad del producto donde finalmente el hormigón será analizado desde la obtención de las principales materias primas como el cemento, agregados y aditivos y en la aplicación o vaciado del mismo en las obras como producto final; para disminuir los costos, tiempo destinados a ensayos y controles en la misma obra.

-Las empresas distribuidoras de hormigón premezclado que se encuentran certificadas con la ISO 9000 e ISO 14001 cuentan con una calidad garantizada de sus procesos y productos; realizando un alto nivel de control de calidad dentro de la empresa productora, disminuyendo el control del producto final en obra.

La investigación que realizamos también realizan la dosificación y control de calidad dentro de la empresa productora con la diferencia que en lugar de hormigón será concreto premezclado el cual será transportado por mezcladoras hacia las obras.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Aldo Florentino, Y. A. (2018). En su tesis titulada *Diseño e implementación de un sistema automático de dosificación para la preparación de concretos en mezcladoras móviles*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Facultad de ingeniería de producción y servicios escuela profesional de ingeniería electrónica, presento lo siguiente:

- El estudio se enfoca a un diseño de un sistema automático de dosificación para la elaboración de concreto en mezcladoras móviles, el cual se encuentra implementado con un software y hardware que permite dosificar el concreto para la construcción de viviendas en Arequipa de tal forma que su estructura puede ser diseñada y utilizada de acuerdo a las necesidades de construcción de los pobladores.

- La automatización permite un monitoreo y control de la dosificación del concreto, conformado por cemento portland, agregados y agua , el control se realizo a través de un PLC, que interactúa con un motor y unos solenoides on/off los cuales van a permitir regular la cantidad de agua, agregados y del concreto mismo , las cantidades obtenidas serán transportadas a una faja transportadora con un ángulo de elevación la cual pasará al sistema de mezcla que se realiza en los mixer o trompos de concreto.

- El PLC siemens S7 1200 es usado en la etapa de control. Dicho PLC enviará una señal de control a los motores y a la electroválvula además del motor de la faja para iniciar el funcionamiento de la faja transportadora y los de los motores On/off que permiten la apertura y cierre de compuertas y la apertura de las válvulas.

Esta investigación difiere de la nuestra en que nosotros no usamos fajas transportadoras en el proceso de dosificación del concreto premezclado y el PLC que se utiliza es de la marca



Omron. En ambas investigaciones se va a transportar el concreto premezclado en mixers y se utilizan bombas para ingresar materiales y aditivos dentro del proceso.

Méndez Aguirre, Joel Enrique; Sare Campos, Ángel Benjamín (2017) En la tesis titulada “*Estudio de Pre factibilidad para Determinar la Viabilidad de la Implementación de una Línea de Concreto Premezclado en la Empresa Alercoge SAC*”. En la Ciudad de Pucallpa, Universidad Nacional de Trujillo 2017. presento lo siguiente:

- La prospección estableció la alternativa a nivel de pre factibilidad llevar a cabo la implementación de una línea de concreto premezclado en la compañía Alercoge SAC en la ciudad de Pucallpa, la investigación argumenta a la punto de emplear las buenas perspectivas en el sector construcción según sus proyecciones: 5.40% el 2018, 5.40% el 2019, 5.40% el 2020, 5.00% el 2021. Y para ello la prospección abordó los siguientes estudios: estudio sectorial, observación de establecimiento del evidente premezclado, análisis técnico, investigación fiel y ambiental, económico y financiero.

La organización empresarial está se enfoca en incluirse en nuevos mercados que ofrezcan rentabilidad a abundante división, se tiene como decisión de inversión la creación de una empresa subsidiaria denominada ALERMIX para la logro y comercialización de claro premezclado en la localidad de Pucallpa. Pues el mercado objetivo son las empresas contratistas que ejecutan los proyectos en la ciudad.

-De acuerdo con el estudio de mercado, el proyecto pretende iniciar sus operaciones con una participación del 12% (31,114 m³) de la demanda total y alcanzar en el quinto año de operación un 24% (77,272 m³) de la demanda total. Para lograr esto, los esfuerzos estarán enfocados en el posicionamiento de la marca a través de un servicio integral como producir un producto de alta calidad y de servicios



De acuerdo con el análisis de mercado, el programa pretende comenzar sus operaciones con una participación del 12% (31,114 m³) de la demanda total y asistir en el quinto año de operación el 24% (77,272 m³) de la demanda . Para conseguir esto, los esfuerzos existirán enfocados en el posicionamiento de la marca a través de un servicio integral y producir un producto de alta calidad.

El proyecto existirá ubicado en la Av. Centenario Km 8 en Pucallpa, con una validez instalada de 69 888 m³/año los primeros dos años, hasta alcanzar una capacidad de 139 776 m³/año para los siguientes tres años de operación.

Chambi Quiroz, Nelson Esteban (2011) En la tesis titulada “*Automatización de una planta dosificadora de concreto de 10 m³/h*”. Universidad Nacional de Ingeniería UNI. presento el estudio lo siguiente:

-La Investigación es un aporte de diferentes empresas constructoras ya que podrán dosificar concreto en obra y así no estar solicitando concreto a empresas que se dedican a la venta de concreto como UNICON, FIRTH; MIXERCON, etc.

-Debido a la automatización, las cantidades usadas en la dosificación de concreto son registradas con la finalidad de controlar el pesaje correcto y no alterar la calidad del concreto para obtener la resistencia y compresión del concreto en la obra misma. Con los resultados obtenidos se realizará un registro estadístico y así validar el estricto cumplimiento de las normas en vigencia de concreto como la norma peruana NTP 339 o la Norma NMX Norma Mexicana de Concreto o la ASTM Sociedad Americana de Estandarización de Materiales y Servicios.

-El proyecto de dosificación del concreto en planta permite tener concreto fresco en obra a cualquier hora y de mejor calidad para sus diferentes fines y sobre todo lograr un beneficio de costo en cada obra.



2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Definición de automatización

La automatización se refiere al uso de sistemas mecánicos, eléctricos o computarizados de procesos de sistemas industriales, de manera que se reduzcan los requerimientos en cuanto a capacidades e intervenciones humanas. Rosalía J. (2017).

Este conocimiento se cumple en la implementación de la automatización del obvio premezclado debido a que la intervención humana es mínima

La automatización es un sistema adonde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Bedoya P, Hernández D & Villegas, D. (2016).

De manera similar encontramos que Cembranos F. (2007). Menciona lo siguiente: La automatización es la sustitución de la acción humana por mecanismos, independientes o no entre sí, movidos por una fuente de energía exterior, capaces de realizar ciclos completos de operaciones que se pueden repetir indefinidamente.

Así mismo LLamuca W. (2010). Menciona que un sistema automatizado consta de dos partes principales:

La parte Operativa, es la constituyente que actúa incidente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que la constituyen son los actuadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores, y los captadores como fotodiodos, etcétera

La parte de mando, suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata



programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los
constituyentes de sistema automatizado

En el sistema de automatización del proceso de dosificación del concreto la parte de control y de mando son muy notorias. La parte de control es a base del PLC y el software y en la parte de mando tenemos los motores , el sistema neumático y toda la parte mecánica que trabaja con los sensores y actuadores para lograr una dosificación exacta del concreto premezclado.

2.2.2 Proceso Continuo

Cembranos F. (2007) Menciona que en el proceso continuo es característico que las materias primas están constantemente entrando por un extremo del sistema, mientras que en el otro extremo se obtiene de forma continua el producto.

Como ejemplo tenemos a las empresas eléctricas y las empresas de agua y gas en donde mantienen un servicio continuo a sus clientes.

2.2.3 Proceso Discreto

Cembranos F. (2007) Menciona que: El producto de salida de un sistema discreto se obtiene a través de una serie de operaciones, donde cada una de ellas se obtienen con pasos de gran similitud entre sí. Y la entrada es habitualmente un elemento discreto que trabaja de forma individual. Como ejemplo tenemos las operaciones de producción de las empresas metalmeccánica en donde cada pieza está hecha en base de una serie de operaciones muchas de gran similitud.

2.2.4 Proceso discontinuo o por lotes

Cembranos F. (2007). Menciona que: el proceso discontinuo es donde se recibe a la entrada del proceso las cantidades de las diferentes piezas discretas que se necesitan para



para producir un producto acabado ó producto intermedio para un procesamiento posterior.

La producción de concreto premezclado es una operación por lotes.

2.2.5 Pirámide de automatización

Según García E. (2000) existen 5 niveles de automatización:

Nivel 0

- Lo constituye los dispositivos, subprocesos y maquinaria en general con que se realizan las operaciones básicas ó elementales de producción.

- Entre ellas tenemos los sensores, actuadores y dispositivos que transmiten señales entre los mismos y los dispositivos de control. Es la información de menor rango en la pirámide de manufactura integrada por computadora (CIM).

Nivel 1 (Nivel de Automatización)

- Lo constituyen los dispositivos Lógicos de Control: PLCs, placas de basadas en microcontroladores y PCs industriales. Estos son los elementos de mando y control de la maquinaria del nivel 0. Estos dispositivos envían información de estado al nivel 2.

Nivel 2 (Nivel de supervisión y control)

- Atraves de medios humanos o bien informáticos, se realizan las siguientes tareas: Adquisición y tratamiento de datos, monitorización, Gestión de alarmas y asistencias, mantenimiento correctivo y preventivo, programación a corto plazo. control de calidad. control de obra en curso, Sincronización de células, coordinación de transporte aprovisionamiento de líneas, seguimiento de lotes, seguimiento de órdenes de trabajo.

- Emite órdenes de ejecución al Nivel 1 y recibe situaciones de estado de dicho nivel. Recibe los programas de producción, calidad, mantenimiento, etc. del Nivel 3 y realimenta a este nivel las incidencias ocurridas en planta.



Nivel 3 (Nivel de planificación)

- Encargado de realizar las tareas de: Programación de la producción. Gestión de materiales. Gestión de compras. Análisis de costos de fabricación. Control de inventarios. Gestión de recursos de fabricación. Gestión de calidad. Gestión de mantenimiento.

- El nivel 3 emite los programas hacia el nivel 2 y recibe de este las incidencias de la planta. Del nivel 4 recibe información consolidada de: Pedidos en firme. Previsiones de venta. Información de ingeniería de producto y de proceso.

- Envía al Nivel 4: Cumplimiento de programas. Costos de fabricación. Costos de operación. Cambios de ingeniería.

Nivel 4 (Corporación)

- Encargado de realizar tareas de: Gestión comercial y de marketing, planificación estratégica, planificación financiera y administrativa, gestión de recursos humanos, Ingeniería de producto, la Ingeniería de proceso, la gestión de tecnología, gestión de sistemas de información (MIS) e Investigación y desarrollo.

- Envía al nivel 3 información sobre la situación comercial, información de ingeniería de producto y de proceso.

- Para ajustar la planificación global recibe del nivel 3 información sobre el cumplimiento de programas, costos, etc.

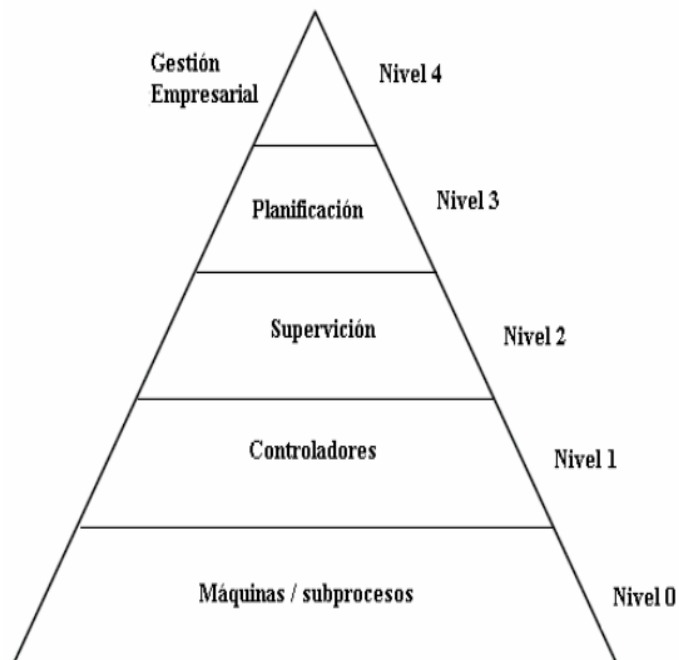


Figura 15 Pirámide de automatización. Fuente: García E. (2000)

2.2.6. Concreto

El Concreto constituye una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más utilizado mundialmente y resistente para realizar bases, paredes, losas. En algunos países de Latinoamérica los elementos combinados de arena, el agua y el cemento lo conocen como mortero, mientras que cuando el concreto ya está compactado en el lugar que le corresponde es denominado hormigón. Flavio Obando, C. (2014).

2.2.7 Componentes del concreto

Cemento: El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinada y posteriormente molidas que tiene propiedades de endurecerse al contacto con el agua. El producto resultante de la molienda de estas rocas es llamado Clinker y se convierte en cemento cuando se le agrega una pequeña cantidad de yeso para que adquiera la propiedad de fraguar al añadirle agua y endurecerse posteriormente.

Diferenciando según:

Tipos de cemento

Según Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009 (2002). Clasifica al cemento portland según:

- **Tipo I:** Destinado a uso general que no requiere propiedades adicionales
- **Tipo II:** Destinado a uso general y específicamente cuando se requiera moderada resistencia del concreto como acabado final, libre de sulfatos, moderado calor de hidratación
- **Tipo III:** Destinado cuando se requiere altas resistencias iniciales
- **Tipo IV:** Usado cuando se desea bajo calor de hidratación
- **Tipo V:** Usado cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

Composición Química del cemento

American Society for Testing and Materials, (ASTM). C150, (2007). Define que la composición química del cemento, en base a un buen Clinkers bien quemado, produce la siguiente composición de 4 elementos esenciales cuyas variaciones relativas determinan los diferentes tipos de cemento junto con sus características.

Tabla 2

Componentes químicos del cemento

Nombre de Compuesto	Composición del Óxido	Abreviatura	%
Silicato tricálcico	3CaOSiO_2	C_3S	48
Silicato dicálcico	2CaOSiO_2	C_2S	27
Aluminio tricálcico	$3\text{CaOAl}_2\text{O}$	C_3A	12
Ferro aluminato tetra-cálcico	$4\text{CaOFe}_2\text{O}_3\text{Al}_2\text{O}_3$	C_4AF	8

Agua de Mezclado: esta agua debe ser potable. No debe contener impurezas que afecten la calidad del concreto, no debe tener sabor o contener limo u otras materias orgánicas en suspensión. Las aguas muy duras pueden contener elevadas concentraciones de sulfatos , pues tales sales en altas concentraciones afectan la calidad del concreto como acabado final .

Agregados

Agregado fino: se dice que es aquel agregado porque pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla N° 200, el más conocido es la arena que es el resultante de la desintegración de las rocas como piedra triturada, pues la arena posee un tamaño de partículas menores a 5 mm.

Agregado grueso: son la grava, la piedra chancada, confitillo, escoria de horno. Si es grava o una combinación de gravas o agregado triturado cuyo tamaño de partículas son en su mayoría mayores a 5 mm , usualmente fluctúa entre 9.5 mm y 38 mm.

Los agregados finos y gruesos ocupan comúnmente de 60% a 75% del volumen del concreto y el 70% a 85% en peso e influyen en las propiedades del concreto recién mezclados y endurecidos.

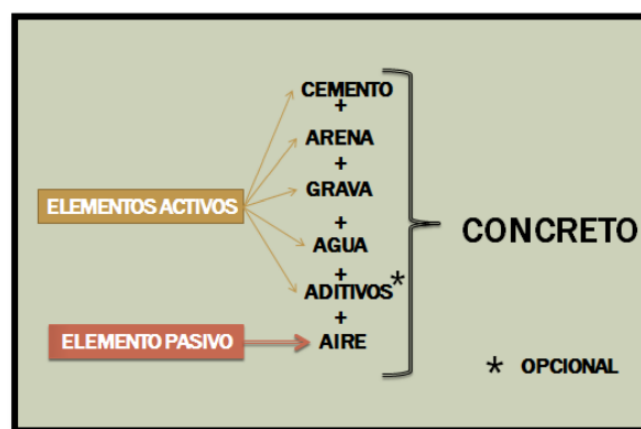


Figura 16. Componentes del concreto. Fuente: Yto A. (2018)



2.2.8. Características y propiedades del concreto premezclado

Hernández, A. (s.f.), menciona que el concreto dosificado y mezclado adecuadamente el cemento, el agua y los agregados debe producir un concreto fresco que conserve su consistencia durante un tiempo suficiente hasta alcanzar los niveles de resistencias especificados por el proyecto u obra y según sea el uso de las estructuras como pisos, paredes, columnas, vigas deben presentar a largo plazo una estabilidad de volumen.

Características

Según Checa R (2018). Las características más importantes por la que es considerado un material de construcción universal:

- Facilidad con la que se introduce dentro de los encofrados tomando la forma de cualquier estructura a moldearse.
- Alta resistencia a la compresión y tensión, lo que lo hace adecuado para elementos sometidos fundamentalmente a compresión como columnas, arcos y elementos de soporte.
- Su elevada resistencia al fuego y a la penetración del agua.

Propiedades del concreto fresco

Morillas Alcántara, M. A., & Plasencia Oribe, D. W. (2018) mencionaron como principales propiedades del concreto fresco:

Asentamiento: Se define con los ensayos de una medida llamada Slump que resulta ser un indicador de la cantidad de agua presente en la mezcla.

- Consistencia: es la propiedad del concreto fresco en el cual este podría deformarse y como consecuencia de esto ocupar todos los espacios libres del molde o en el encofrado

- **Peso unitario:** La densidad (peso unitario) del concreto en términos físicos es la relación que existe de una cantidad de peso que ocupa en un determinado volumen, se puede decir que es un control muy útil para verificar la uniformidad del concreto y comprobar el rendimiento al comparar el peso unitario del diseño con el real de la obra.
- **Contenido de aire:** El contenido de aire del concreto fresco se determina por el método de presión, siendo este método más utilizado en concretos con agregados densos y relativamente densos.

2.2.9 . Pruebas de Calidad de concreto Fresco premezclado

Consistencia: Se determina por los ensayos de asentamiento de una medida llamada Slump que resulta ser un indicador de la cantidad de agua presente en la mezcla. El Ensayo del revenimiento del concreto. Método del Cono de Abram ASTM C 143. Este ensayo se realiza con la finalidad de comprobar la consistencia del concreto premezclado recién producido.

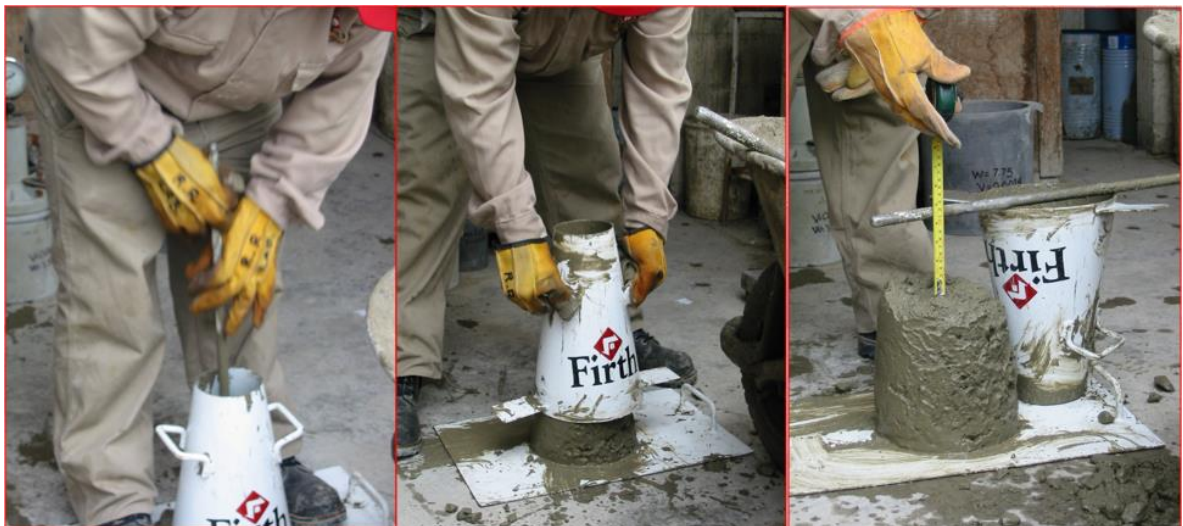


Figura 17. Ensayo del revenimiento del concreto, Método del Cono de Abram. Fuente: Elaboración propia (2020).



Pasquel E. (1998 – 1999) estableció los asentamientos recomendados para diversos tipos de obras. Así como también existe la normativa del ACI 211.1- 91 (Ref. 6.3.1) que indica valores muy similares de Slump., ver tabla N°4.

Tabla 3.

Asentamientos recomendados para diversos tipos de obra.

Tipos de Estructura	Slump Máximo	Slump Mínimo
Zapatas y muros de cimentacion reforzados	3"	1"
Cimentacones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. (2016).

Consistencia: Según la NTP 339.035 2009 Hormigón (Concreto). El Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland, (Ref. 4), define como: Una muestra de concreto fresco mezclado, se coloca en un molde con forma de cono trunco, y se compacta por varillado. El molde se retira hacia arriba permitiendo que el concreto se asiente. La distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se informa como el asentamiento del concreto.

La NTP 339.114 2012 HORMIGÓN (CONCRETO). Concreto premezclado (Ref., 8.1), establece: A menos que se incluyan otras tolerancias en las especificaciones del



proyecto, se aplicaran las siguientes: - Cuando el asentamiento se establezca como un requisito “máximo” o “no exceder”

Tabla 4.

Tolerancia para asentamiento “máximo” o “no exceder”

Asentamiento Especificado		
	De 75 mm o menos	Más de 75 mm o más
Tolerancia en exceso	0	0
Tolerancia en defecto	40 mm	65 mm

Fuente: Elaboración Propia NTP 339.114

Tabla 5.

Tolerancia para rangos de asentamiento o valores nominales

Tolerancia para asentamiento nominal	
Para asentamiento especificado	Tolerancia
50 mm y menos	± 15 mm
entre 50 a 100 mm	± 25 mm
más de 100 mm	± 40 mm

Fuente: Elaboración Propia NTP 339.114

Peso Unitario: esta se encuentra controlado por la Norma ASTM C 138 (Densidad (Peso Unitario) y se calcula por formula:

$$PUCF (kg/m^3) = \frac{\text{Peso Total (kg)} - \text{Peso recipiente (kg)}}{\text{Volumen del recipiente } m^3}$$

Ecuación 1. Fórmula para calcular el peso unitario

Contenido de aire: La norma ASTM C231 establece: El ensayo permite determinar el contenido de aire por medio de 1 método de presión. En los métodos ASTM C138 (3.6) y C173, la determinación se especifica por medio de métodos gravimétricos y volumétricos respectivamente.



Figura 18. Control de Calidad de concreto fresco, Fuente: Palacio E. Estudio de pre factibilidad para el montaje de una planta de concreto premezclado en las instalaciones de la cantera de Colombia, en el municipio de Pereira (2019)

2.2.10. Propiedades del concreto endurecido

Resistencia mecánica; Vidaud E. (2013) menciona que la resistencia a la compresión f'_c del concreto es un parámetro importante para conocer la calidad del material ya endurecido y sus cualidades mecánicas con el fin de rendir en estructuras estáticas y dinámicas. Para identificar la resistencia del concreto se utiliza el ensayo más utilizado es el de la compresión de pequeñas probetas cilíndricas, este ensayo nos permite evaluar la resistencia del concreto

suministrado en obra y sus resultados luego de los 28 días permite verificar el cumplimiento de las especificaciones.

Durabilidad

Impermeabilidad

Estabilidad volumétrica

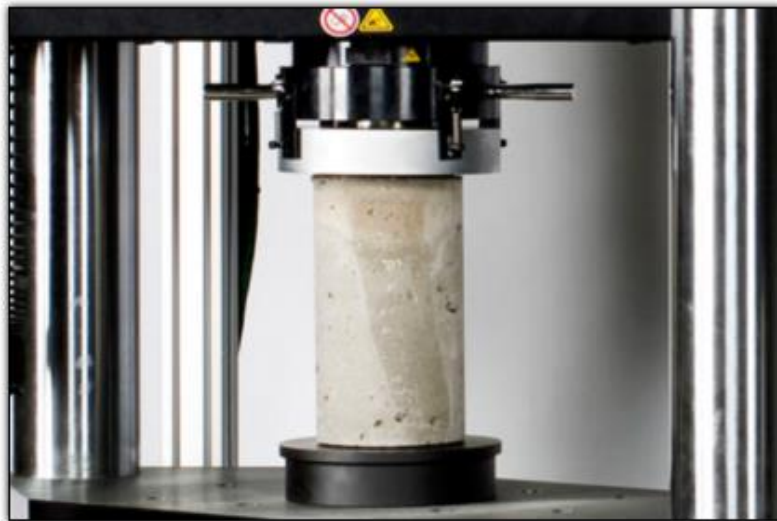


Figura 19. Concreto sometido a tensión. Fuente: Vidaud E. (2013)

2.2.11. Dosificación

Según Yto A. (2018) menciona que la dosificación permite suministrar cantidades en proporciones exactas de una sustancia que ingresara a la etapa de un proceso de producción a través de un dosificador que es un equipo que suministra material los cuales puede ser sustancias líquidas, resinas, fluidos, polvos o dispositivos, capaces de liberar cantidades exactas de sustancia en una unidad de tiempo. Automatizado con controladores que permiten fijar la cantidad que se debe liberar dentro de límites, tolerancias y capacidad del equipo.



Figura 20. Esquema de una Planta Dosificadora de Concreto, Fuente Yto A. Diseño e Implementación de un Sistema automático de Dosificación para La preparación de Concretos en mezcladoras móviles (2018)



2.3. Limitaciones de la Investigación

Las limitaciones que se dan en el presente proyecto son los siguientes:

- Dificultad en la obtención de programas en Ladder donde se pueda ver el código o la secuencia de la máquina para definir la lógica y pasos del proceso.
- Acceso al código fuente del sistema SCADA o programa que utilizan las maquinas que hacen el concreto premezclado



CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1 Experiencia académica

La experiencia académica tiene como inicio en el Instituto de formación SENATI como Técnico de Controles Industriales en el nivel Técnico Superior del año 1996 al 1999, luego he complementado mi formación en TECSUP en el curso de Automatización de Procesos Industriales certificado con 210 horas de capacitación donde se me certifico como Especialista en Automatización, también en TECSUP de Lima el curso de Supervisión Eficaz certificado con 60 horas de capacitación y finalmente en la Universidad Privada del Norte en la carrera de Ingeniería Industrial como bachiller en Ingeniería Industrial.

3.1.1 Cursos y seminarios complementarios

- Curso de Sub Estaciones Eléctricas de distribución, centro de formación Tecsup - Lima
- Curso de Tecnología para el Control y Mantenimiento, centro de formación Tecsup - Lima
- Curso de Optimización de instalaciones eléctricas, centro de formación Tecsup - Lima

3.2. Experiencia Profesional

Después de este proceso de formación, asumí nuevos retos en las empresas:

- Gerente general de mi propia empresa TACTICAL SOLUTIONS EIRL que brinda Servicio de mantenimiento y fabricación de plantas de concreto desde el 2015 a la actualidad.
- PROFAM INGENIEROS S.A. desde el 27 de octubre de 1999
- ENERSUR S.A. desde 20 de diciembre 1999 al 22 de enero del 2000



- FIRTH INDUSTRIES PERU S.A desde febrero 2000 – diciembre 2013
- POLIMIX CONCRETO PERU SAC en el año 2014.
- SOUTHERN PERU (Octubre1999 - Enero/2000) como Técnico Instrumentista
- Responsable del montaje de instrumentación de control y medición
- CEMENTOS LIMA (Marzo/1999 – Octubre/1999) como Montajista de instrumentos de medición y control en la obra ampliación de la Planta Lar Carbón
- CEMENTO ANDINO (NOV/ENE/2000) como Montajista de instrumentos de medición y control.

3.3. Experiencias en Campo

Experiencia en Jefatura de Mantenimiento

FIRTH INDUSTRIES PERU S.A. actualmente es llamada CONCREMAX S.A. que fue fundado en 1995 como Firth Industries Perú, consolidado como uno de los principales proveedores de soluciones en concreto y agregados para los sectores vivienda, oficinas, minería e infraestructura a nivel nacional con el compromiso de entregar productos y servicios de calidad a sus clientes. Me dio la oportunidad de poder laborar desde febrero año 2000 a mayo del 2014, convocado a ser el responsable de la planificación, programación y coordinación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipos de la planta para lograr la máxima eficiencia operativa en la planta Concretera.

Dentro de las funciones desempeñadas:

- Planificar, Organizar, coordinar y supervisar las actividades del personal, supervisando y verificando el cumplimiento de la programación del plan anual, semestral de mantenimiento preventivo de los equipos que se encuentran dentro de las fechas programadas a fin de mantener su operatividad sustentable.



- Planificación y programación de actividades para la instalación y montaje de plantas

dosificadoras, coordinado con el cliente que lo requiera de manera in situ.

- Encargado de gestionar e informar la capacitación al personal a cargo en las actividades de mantenimiento programado a fin de cumplir los objetivos.

- Velar por el cumplimiento del control presupuestal para el área de mantenimiento, sugiriendo técnicas, costos y repuestos óptimos de los equipos e instalaciones operativas en Planta.

- Planificación y programación para el mantenimiento de las instalaciones eléctricas.



Figura 21 Planta Concremax. Villa el salvador Fuente elaboración propia (2020).



Figura 22. Camión mezclador Concremax en Obra

Experiencia en Jefatura de Planta

POLIMIX CONCRETO PERU S.A.C, empresa en peruana con sede principal en Lima distrito de Villa el Salvador. Y como principal actividad la Fabricación de Cemento y Hormigón, la cual fue fundada en 06 de diciembre de 2012, tuve la oportunidad y experiencia de laborar desde mayo 2014 a marzo 2015, como Responsable de Planta cumpliendo las siguientes funciones:

- Planificar, programar las ordenes de producción y la coordinación con el personal de operaciones hacia las actividades de producción con el objetivo de cumplir las metas de producción encargada por la alta gerencia.
- Velar por el control de Calidad de los insumos que ingresen al proceso como cemento, agregados y aditivos.

- Encargado de velar por el control de calidad del concreto premezclado pase las pruebas de laboratorio de pruebas mecánicas y físicas.



Figura 23. Planta de operaciones de Polimix. SAC

Fuente: Elaboración propia (2020)



Figura 24. Colaboradores en capacitación de Polimix. Fuente: Elaboración propia (2020)

3.4. Análisis de la situación actual

La empresa Tactical Solutions E.I.R.L se encontraba en un aparente proceso de crecimiento debido al auge de la construcción, la ineficiencia en la utilización de los recursos, pésima calidad de materias primas y del producto final, el no manejo de indicadores de rentabilidad, la falta de automatización en equipos y proceso, calidad del producto final casi inaceptable. En el proceso de producción no se genera el valor al producto final requerida por los clientes en la figura N° 25 se visualiza el diagrama de Ishikawa : la impuntualidad en la llegada del concreto premezclado en obra, incumplimiento en la entrega , baja calidad del producto , personal con tiempo ocio, programación desordenada a todos los clientes que requieren el producto de concreto pre-mezclado durante el día, escasa credibilidad como empresa, insatisfacción de los clientes. Todo ello ha generado que en el transcurso de los años la empresa sea visto como una empresa impuntual en sus entregas y poca credibilidad en la programación de despachos; afectándose los clientes por el



incumplimiento de avance de obra y fecha entrega de obra, pago de horas extras, equipos eléctricos y personal inoperativos, originando que la empresa Tactical Solutions E.I.R.L pague las penalidades por no cumplir con fecha pactada, perdiendo la fidelización con sus clientes.

3.5. Análisis de Diagrama de Ishikawa

Se puede visualizar en la figura 25, Se realizó una reunión con todo el equipo de colaboradores que conforman la empresa y tratar el asunto de los problemas que originan la baja calidad de producto y la permanencia de la empresa en el mercado, las causas principales y secundarias entre ellas tenemos: Impuntualidad en la entrega del pedido, Baja calidad del concreto premezclado, Falta de comunicación asertiva con el cliente, equipos inoperativos y con antigüedad de escasa automatización, Falta de capacitación al personal en tema de mantenimiento de equipos las actividades de producción, baja producción debido a la escasa credibilidad como empresa proveedora del producto.

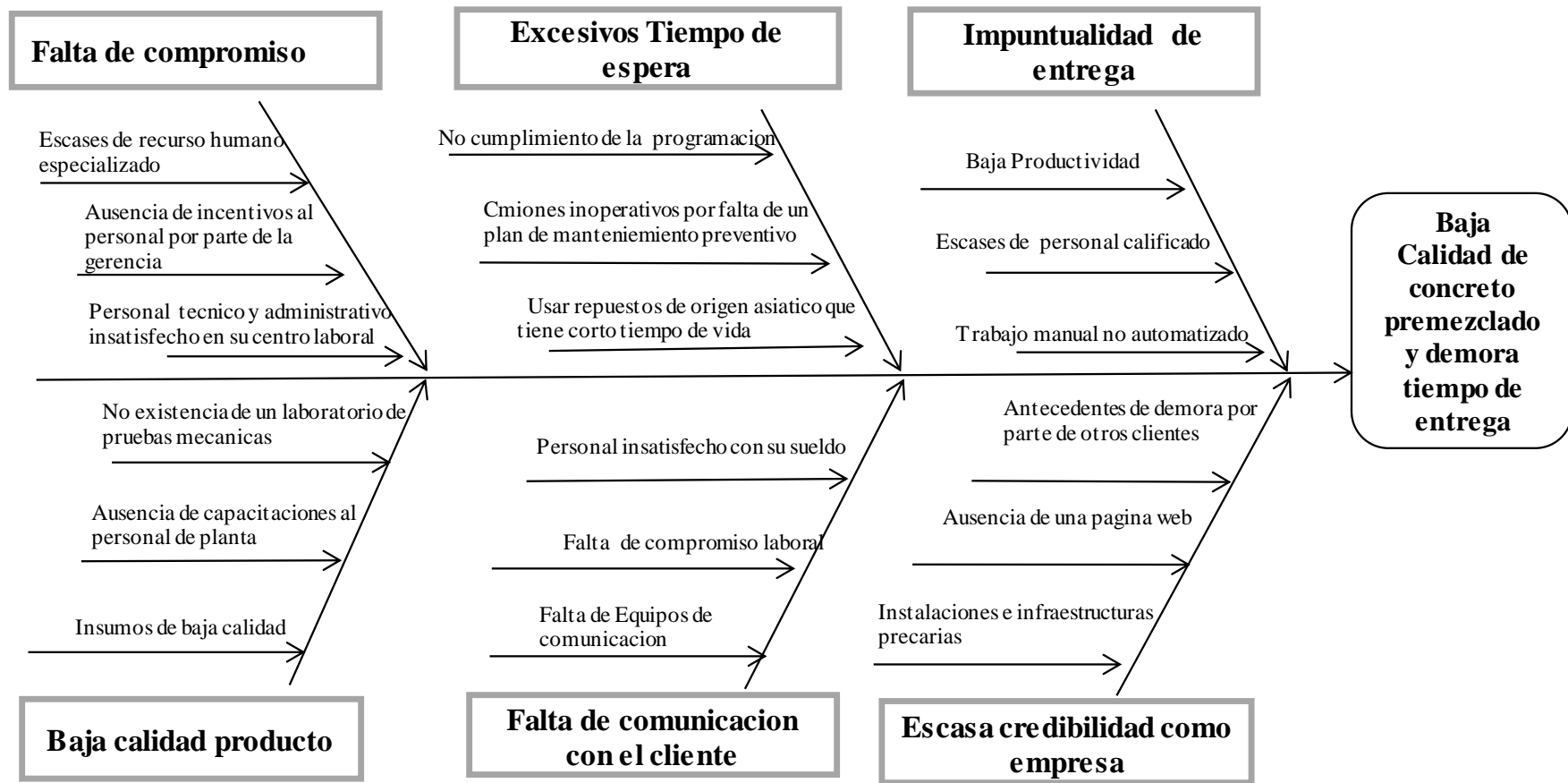


Figura 25. Diagrama de Ishikawa. Fuente: elaboración propia (2020)

3.6. Pirámide automatización

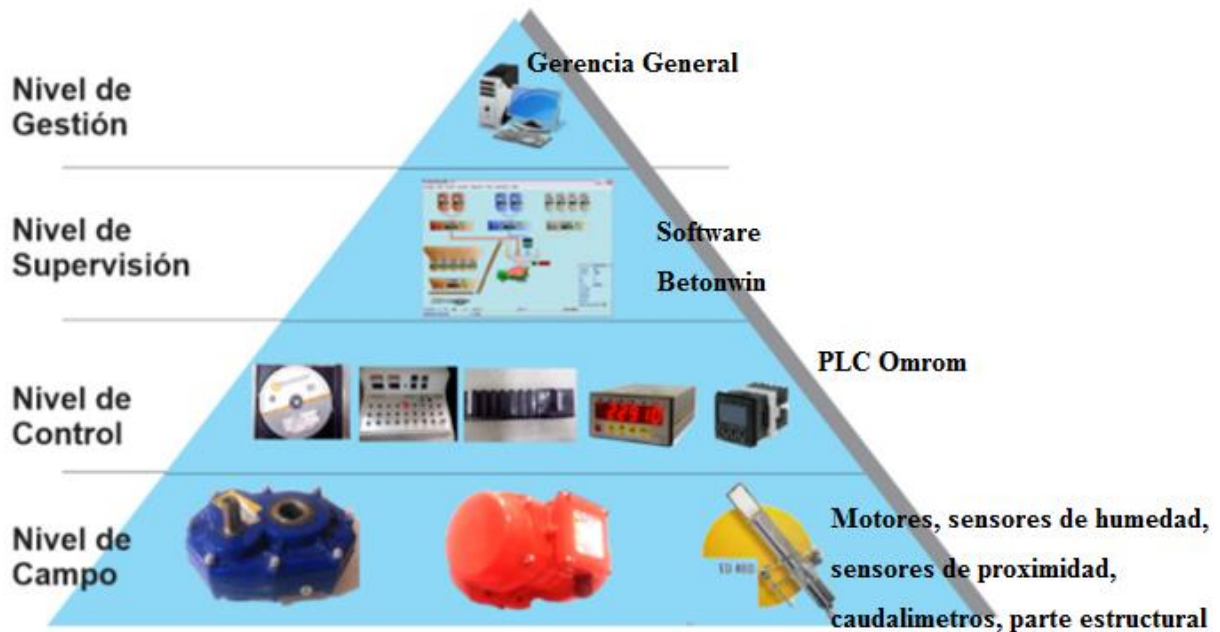


Figura 26 Pirámide de automatización del dosificador de concreto premezclado de la empresa Tactical Solution E.I.R.L. Fuente elaboración propia (2020)

La pirámide de automatización se utilizó como herramienta de solución a los problemas de la empresa. Esta herramienta nos permite definir la forma de controlar cada elemento del sistema de automatización y contribuir con una mejora de la calidad y del tiempo de entrega.

Cabe resaltar que los principales indicadores positivos de la automatización en este proyecto son la calidad y tiempo de entrega del concreto premezclado así mismo esto debe contribuir con un ahorro sustancial de la mano de obra.

Los indicadores negativos de este proyecto de automatización son: El gasto de energía eléctrica, la necesidad de tener repuestos el ruido etc. Al analizar los indicadores negativos y positivos la gerencia tomó la decisión de llevar a cabo la automatización del concreto premezclado.

3.7. Proceso inicial (Manual) de obtención de concreto premezclado antes de la automatización

El proceso manual para la obtención del concreto premezclado constaba de 3 etapas verificación, pesaje y carguío de materiales y mezclado según:

Verificación

- Carguío de Tolvas de Agregados (Arena Combinada y Piedra).
- Verificar nivel de silo de cemento.
- Verificar nivel de tacho de aditivos.
- Verificar nivel de tanque de agua.
- Ubicación del mixer en la zona de carguío.

Pesaje de materiales:

Se inicia el pesaje de los materiales utilizados para la producción de un concreto estándar en el siguiente orden:

1. Euco WR 51 (aditivo liquido plastificante),
2. Arena,
3. Cemento,
4. Agua (pesaje hasta el 70%),
5. piedra # 57 y finalmente el aditivo
6. Euco WR 91 (aditivo liquido plastificante)

Mezclado

Terminado el proceso de carguío, se inicia el proceso de descarga de los materiales al interior del mixer con el agua, seguido de los agregados y cemento. El sistema completa el 30% de agua restante y se inicia la descarga de los aditivos Euco WR 91 y Euco WR 51 , seguido del agua.

Proceso de mezclado y regulado del concreto en planta, los materiales son descendidos en la mezcladora, donde junto con una cantidad correcta de agua, son mezclados hasta obtener una mezcla homogénea.

El cemento mezclado es descargado en los camiones agitadores debajo del cabezal de espera. El camión agitador, con su tanque de almacenamiento giratorio, permite al cemento mantener su fluidez, previniendo que el cemento no se endurezca prematuramente. Control de Calidad: Ensayo de slump,, muestreo de probetas.

Precintado del chute del mixer. Y finalmente traslado a obra.

Este proceso de dosificación en forma manual dura aproximadamente 12 minutos y no garantiza una dosificación homogénea por lo tanto hay variación en las pruebas de resistencia.

NOTA: El porcentaje de pesaje de los materiales no debe exceder el $\pm 2\%$ para los agregados y $\pm 1\%$ para el agua, cemento y aditivos.

3.8. Descripción del Proceso automatizado

Para el diseño del proyecto de un sistema automático de dosificación para la preparación de concreto premezclado , se utilizara 2 tolvas de carga (Material: Acero A-36) donde se contendrán los materiales que conforman los agregados (Piedra y Arena) dimensionados en escala, y un tanque de agua con una electrobomba que servirá para la dosificación de agua, las dos tolvas se ubicaran en la parte superior de la faja transportadora (Alimentada por un motor de 15HP, un reductor (14 : 1) y un sistema de fajas) los cuales son para la recepción de los agregados (arena y piedra), los mismos que serán transportados finalmente al mixer . (ver figura 27)

Un silo de 40 toneladas (12mtrs. x Ø2.5mtrs.) y que servirá para almacenar el cemento

Una balanza de cemento, con un sinfín transportador que llevara el cemento de la balanza hacia el mixer.

Una balanza dosificadora de aditivo que llevará el aditivo hacia el mixer mediante una electrobomba.

El sistema consta de un motor (15 HP), además con caja de reducción (14:1) y un sistema de poleas para mover la faja transportadora las cual transportará el material sólido (arena y piedra). El sistema también tiene el control de las dos compuertas que son accionadas por electroválvulas los cuales se encargan de abrir y cerrar el paso del material solido al mixer. Además, el sistema contara con vibradores para garantizar que caiga todo el material de las tolvas si se presentaran atascos. Puesto que el proceso se va desarrollar está conformado por diferentes etapas en las que intervienen distintos materiales, actuadores como: válvulas, solenoide pistones neumáticos, motor, el control se realizará mediante el PLC Omron.

La Electroválvula es el componente esencial que se usará el proceso de automatización de dosificación, pues la electroválvula es un equipo diseñado para controlar la activación de los pistones neumáticos que mediante un mecanismo se abrirán las compuertas de agregados (piedra y arena), cemento, aditivo y agua. La electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica, mediante magnetismo, en energía mecánica para accionar la válvula puesto que esta se mueve mediante una bobina solenoide y generalmente no tiene más que dos posiciones (abierto y cerrado), es decir: todo o nada. Las electroválvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluidos. En este caso la electroválvula seria la responsable de controlar el accionamiento de los pistones neumáticos.



Figura 27. Electroválvula de 2 vías.

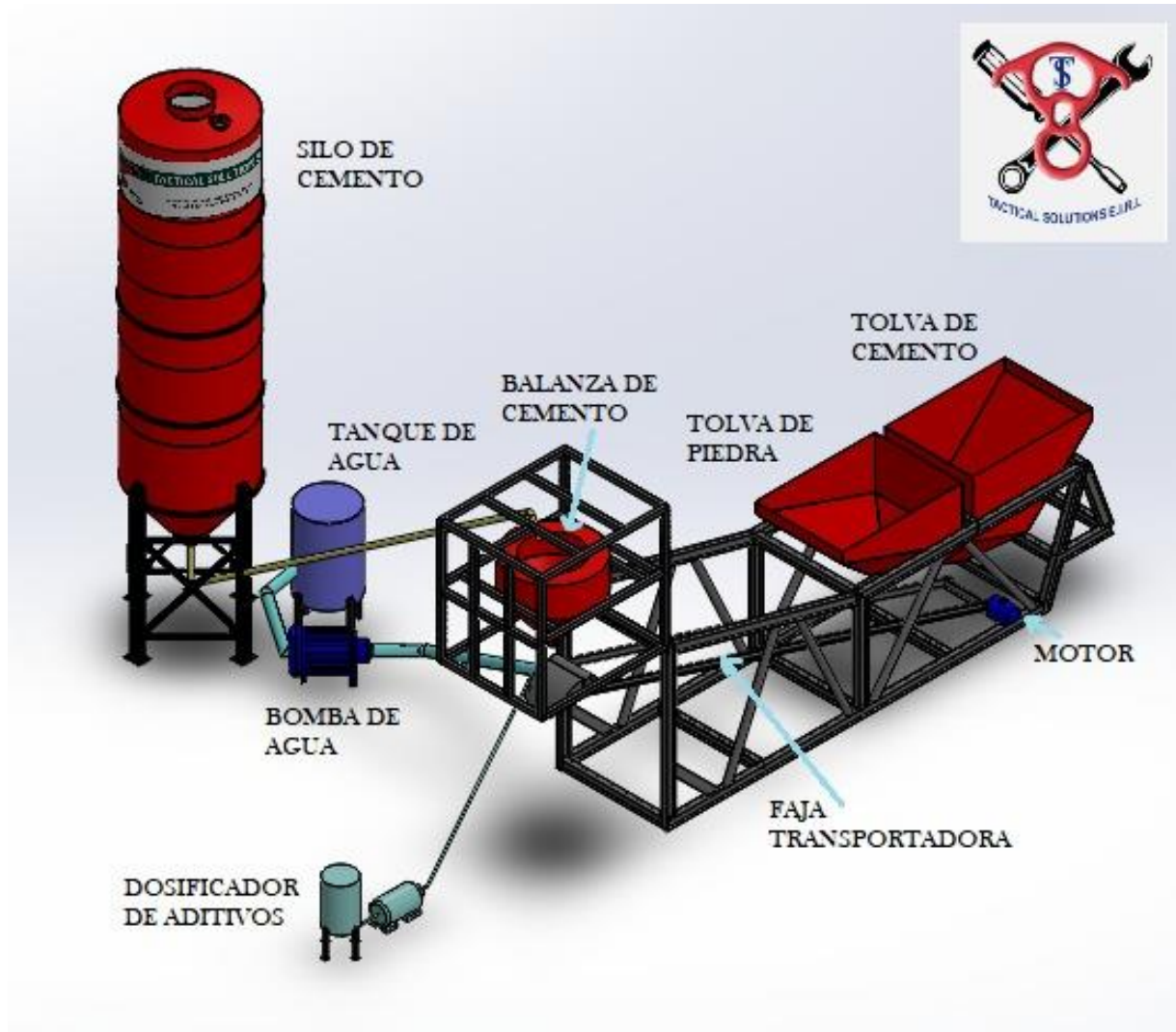


Figura 28. Esquema de proceso de dosificación automatizado

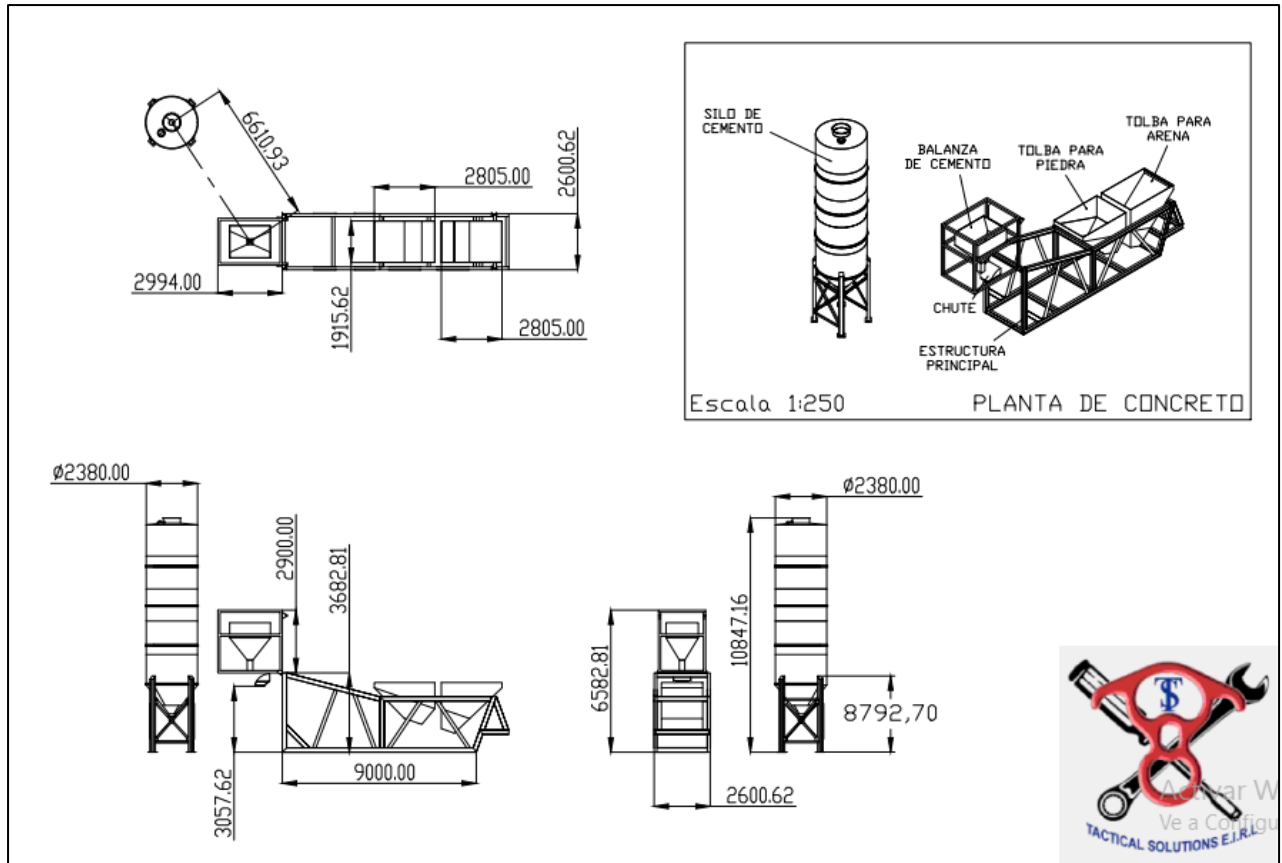


Figura 29. Plano mecánico de distribución de planta dosificadora. Fuente: Elaboración propia (2020).

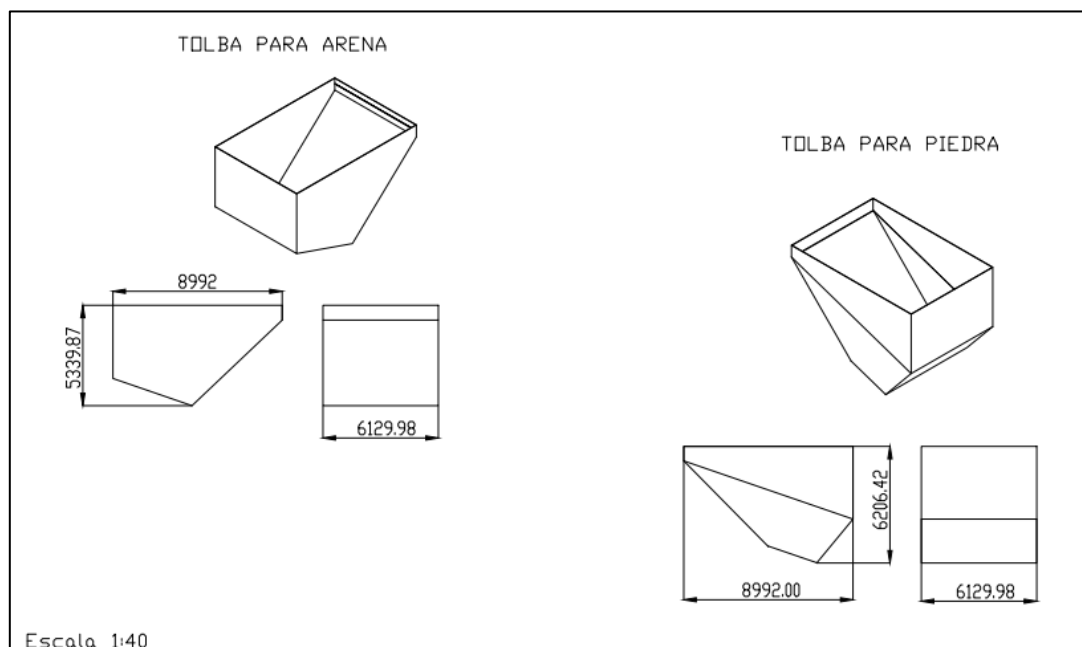


Figura 30. Plano mecánico de tolvas. Fuente: Elaboración propia (2020).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Resultados del objetivo General:

Determinar en qué medida la implementación de un sistema de automatización mejora en el tiempo de entrega y la calidad en el proceso de dosificación de concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions E.I.R.L.

Resultados del tiempo de entrega del concreto en el proceso de dosificación Automatizado

Tabla 6

Mejora del tiempo en proceso de dosificación automatizado

	Tiempo Concreto Inicial (Manual)	Tiempo Concreto Final (Automatizado - 2 ciclos)	% Mejora	Incremento / reducción	
Tiempo de Proceso (minutos)	7	0.2 min (20 seg.)	6		
Tiempo en Camión mezclador (minutos)	5	5	0		
Tiempo total	12	6	6	reducción	50.00%

Fuente elaboración propia (2020).

Análisis: de la tabla N° 6 se identifica y se determina que el tiempo en el proceso de dosificación automatizado es 50% menor al tiempo del proceso de dosificación manual para la elaboración del concreto premezclado.

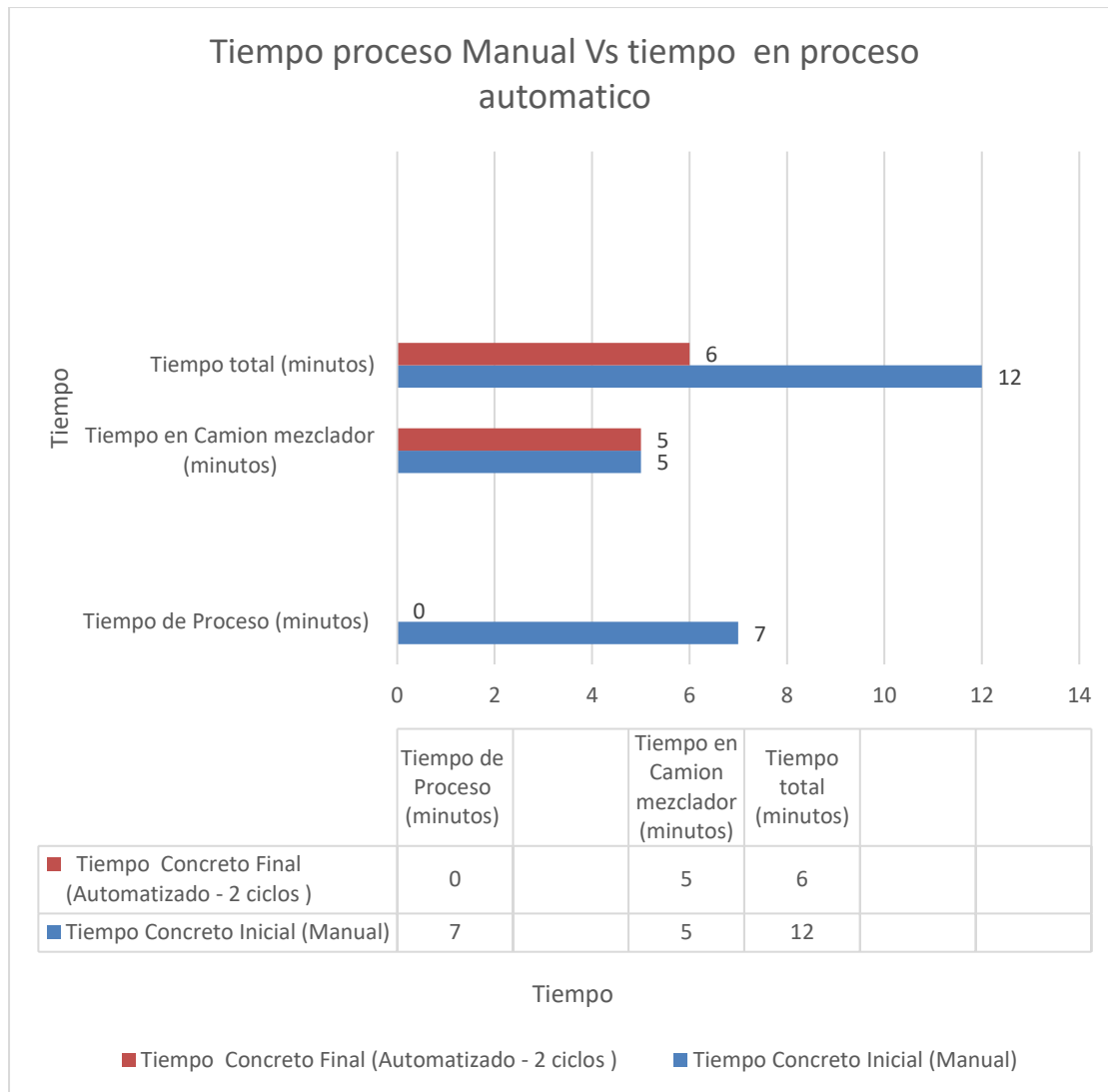


Figura 31 Mejora del tiempo en proceso de dosificación automatizado Fuente: Elaboración propia (2020).

Resultados de la calidad del concreto en el proceso de dosificación Automatizado

Se realizó los ensayos indicados en la tabla N°7 basadas en normas ASTM y NTP. Para verificar la calidad del concreto, Y el cuadro comparativo de propiedades en la tabla N° 8.

Tabla 7

Cuadro de ensayos de calidad del concreto premezclado

Pruebas Ensayos		
Ensayos de concreto fresco	Asentamiento (pulg, cm)	Asentamiento del concreto según ASTM C 143
	Peso unitario (Kg/m ³)	Peso unitario del concreto ASTM C 138
	Contenido de aire (%)	Contenido de aire del concreto ASTM C 231
Ensayos de concreto endurecido	Temperatura (°C)	Temperatura del concreto ASTM C 1064
	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	Resistencia a la compresión ASTM C 39

Fuente elaboración propia (2020).

Tabla 8

Calidad del concreto premezclado, después de la automatización

Propiedades	Propiedades Concreto Inicial (Manual)	Propiedades Concreto después (Automatizado)	% Mejora	Incremento / Reducción	
Asentamiento (pulg o cm)	7 1/4 "	5 1/4 "	2"	Reducción	27.59%
Peso unitario (Kg/m ³)	2250	2316.17	66.17	Incremento	2.94 %
Contenido de aire (%)	1	0.8	0.2	Reducción	20.00%
Temperatura (°C)	24	21	3	Reducción	12.50%
Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	175	210	25	Incremento	20.00 %

Fuente elaboración propia (2020).

Análisis: de la Tabla N° 8, se puede observar que las propiedades a mejorar son el asentamiento se redujo un 27.59 %, mientras que el peso unitario por unidad de volumen se incrementó en un 2.94 %, reducción del contenido de aire en un 20 %, la temperatura disminuyó en 12.5 y la resistencia a la compresión aumento en 20 %, con esto el concreto ya se encuentra dentro de las tolerancias exigidas por la Normas ASTM.

4.2 Resultados de los Objetivos específicos:

4.2.1 Determinar cuál es la situación actual antes de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions E.I.R. L

Es una realidad que el Concreto sin automatización genera grandes pérdidas económicas. A través del diagrama de Ishikawa (figura N °25) identificamos las causas principales y secundarias que lleva la deficiente forma casi manual en la producción del concreto premezclado entre ellas tenemos : la ineficiencia en la utilización de los recursos , escasa elección de proveedores confiables de materia prima, no control de calidad de materias primas , falta de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de sus equipos no automatizados , la falta de automatización en equipos y estandarización de procesos, calidad del producto final casi inaceptable, personal no comprometido por el salario recibido , personal no capacitado en temas de calidad y productividad, escasa credibilidad como empresa, insatisfacción de los clientes. Todo ello ha generado que en el transcurso de los años la empresa sea visto como una empresa impuntual en la entrega del concreto con una baja calidad de producto y poca credibilidad , afectándose los clientes en el incumplimiento de avance de obra y fecha entrega de obra, pago de horas extras, equipos eléctricos y personal inoperativos, originando que la empresa Tactical Solutions E.I.R.L pague las penalidades por ende no tenga rentabilidad en el negocio, por no cumplir con fecha pactada, perdiendo la fidelización con sus clientes. Pues las pérdidas del proceso Manual inicial se indican en las figuras N° 32 y N° 33:

Obra	Rehabilitación de tablestacado	Fecha	: 8/11/2020	N° Remito	8
Cliente	R&M Proyectos SAC	Hora	: 12:48		
Hormigón	MS280N3/4S8-10				
Relación	Agua / Cem	0.57			S
ÁRIDOS	m3	Teórico	Real	Humedad	%Error
Arena Vite	1016	7975 Kg	8010 Kg	1.92	0.438871473
Piedra cocharca	944	7404 Kg	7303 Kg	2	1.364127499
CEMENTOS	m3	Teórico	Real		%Error
Cemento MS	346	2768 Kg	2800 Kg		1.156069364
CE2					
AGUA	m3	Teórico	Real		%Error
Agua Bayobar	157	1557	1605		3.082851638
AG2					
ADITIVO	m3	Teórico	Real		%Error
Plastiment	2.9	23.2	24.2		4.310344828
AD2					

Figura 32. Análisis del proceso de carguío en proceso Manual (relación agua/cemento 0.57)

Fuente elaboración propia (2020).

Análisis

De la Figura 32 en el proceso Manual se observa pérdidas de material en el proceso: existe una pérdida de 32 kilos en la cantidad de cemento (Cemento MS) que esto implica un 1.16 % de pérdida en material que ingresa, pérdida del agua en un 3.08 %, pérdida en aditivo (Plastiment) de un 4.31 %, los agregados como arena y piedra ingresan con una óptima humedad, pero también existen pérdidas en la cantidad de material alrededor del 0.43 % en arena y 1.36 % en la grava (Piedra Cocharca). Para una relación agua / cemento de 0.57.

Obra	Rehabilitación de tablestacado	Fecha	: 8/11/2020	N° Remito	12
Cliente	R&M Proyectos SAC	Hora	: 13:00		
Hormigón	MS280N3/4S8-10				
S					
Relación	Agua / Cem	0.56			
ÁRIDOS	m3	Teórico	Real	Humedad	%Error
Arena Vite	1016	7975 Kg	7885 Kg	1.92	1.128526646
Piedra cocharca	944	7404 Kg	7550 Kg	2	1.971907077
CEMENTOS	m3	Teórico	Real		%Error
Cemento MS	346	2768 Kg	2680 Kg		3.179190751
CE2					
AGUA	m3	Teórico	Real		%Error
Agua Bayobar	157	1557	1575		1.156069364
AG2					
ADITIVO	m3	Teórico	Real		%Error
Plastiment	2.9	23.2	23.7		2.155172414
AD2					

Figura 33 . Análisis del proceso de carguío en proceso Manual (relación agua/cemento 0.56)

Análisis

De la Figura 33 en el proceso Manual se observa pérdidas de material en el proceso: existe una pérdida de 88 kilos en la cantidad de cemento (Cemento MS) que esto implica un 3.18 % de pérdida en material que ingresa, pérdida del agua en un 1.16 %, pérdida en aditivo (Plastiment) de 2.16 %, los agregados como arena y piedra ingresan con una óptima humedad, pero también existen pérdidas en la cantidad de material alrededor del 1.13 % en arena y 1.97 % en la grava (Piedra Cocharca). Para una relación agua / cemento de 0.56.

4.2.2. Determinar cómo funciona el sistema de automatización que permite la fabricación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL

En el inicio del proceso de dosificación de concreto se debe llenar la tolva 1 (cap. máx.) de arena y tolva 2 de piedra (cap. máx.)

Programar la cantidad de agua en el display para agua

El proceso de carga del agua se divide en 3

30% inicio de despacho

60% durante proceso de descarga de áridos y cemento

10% al final del despacho

La descarga del aditivo (100%) se incluirá en la descarga inicial de agua

Cargar la balanza para el cemento a través del sinfín la cantidad de cemento requerido según diseño (realizar esta operación según ciclo de vaciado)

El agua inicial (30%) se incluirá antes de descargar áridos y cemento

Una vez acumulado los materiales como agregado y cemento se dispondrán a descargar las balanzas.

En las balanzas de agregado se descargará el material hasta el valor solicitado en la fórmula.

El cemento será descargado con 15 segundos de retardo al inicio de la descarga de áridos.

En la balanza de cemento se descargará el total acumulado y se repetirá el proceso según la cantidad solicitada en la fórmula.

Una vez terminado de ingresar al mixer los materiales del proceso, se procederá a girar la cuba del mixer por 5min para uniformizar el concreto.

PROCESO DE CARGUIO DE CONCRETO PARA (02) DOS CICLOS					
INICIO CICLO CARGA					
AGUA INICIAL 30%	AGUA CICLO 1 30%	DESCARGA CICLO 1 RETARDO 0 Seg.	AGUA CICLO 2 30%	DESCARGA CICLO 2 RETARDO 0 Seg.	AGUA FINAL 10%
	ADITIVOS CICLO 1	DESCARGA ADIT. RETARDO 0 Seg.	ADITIVOS CICLO 1	DESCARGA ADIT. RETARDO 0 Seg.	
	CEMENTO CICLO 1	DESCARGA CEM. RETARDO 10 Seg. (*)	CEMENTO CICLO 2	DESCARGA CEM. RETARDO 10 Seg. (*)	
	AGREGADOS CICLO 1	DESCARGA AG. RETARDO 0 Seg.	AGREGADOS CICLO 2	DESCARGA AG. RETARDO 0 Seg.	
(*) considerar inicio, el tiempo que haya terminado descargar el aditivo.					

Figura 34 . Proceso de carguío de concreto para 2 ciclos Fuente elaboración propia (2020).

PROCESO DE CARGUIO DE CONCRETO PARA (01) UN SOLO CICLO		
INICIO CICLO CARGA	TIEMPOS EN CARGUIO	
AGUA INICIAL 30%	CARGA AGUA DURANTE EL PROCESO 60 % RETARDO INICIO 0 Seg.	AGUA FINAL 10%
ADITIVOS 100%	CARGA ADITIVO DURANTE EL PROCESO RETARDO INICIO 0 Seg.	
CEMENTO 100%	DESCARGA CEMENTO DURANTE EL PROCESO RETARDO INICIO 12 Seg. (*)	
AGREGADOS 100%	DESCARGA DE AGREGADOS DURANTE EL PROCESO RETARDO INICIO 0 Seg.	
(*) considerar inicio, el tiempo que haya terminado descargar el aditivo.		

Figura 35 , Proceso de carguío de concreto para 1 ciclo. Fuente: elaboración propia (2020)

4.2.3 Determinar en qué medida aumentara la calidad de concreto después de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa

Tactical Solutions EIRL

Obra	Rehabilitación de tablestacado	Fecha	: 8/11/2020	N° Remito	7
Cliente	R&M Proyectos SAC	Hora	: 12:45		
Hormigón	MS280N3/4S8-10				
Relación	Agua / Cem	0.56			N
ÁRIDOS	m3	Teórico	Real	Humedad	%Error
Arena Vite	1016	7975 Kg	7956 Kg	1.92	0.238244514
Piedra cocharca	944	7404 Kg	7466 Kg	2	0.837385197
CEMENTOS	m3	Teórico	Real		%Error
Cemento MS	346	2768 Kg	2784 Kg		0.578034682
CE2					
AGUA	m3	Teórico	Real		%Error
Agua Bayobar	157	1557	1559		0.128452152
AG2					
ADITIVO	m3	Teórico	Real		%Error
Plastiment	2.9	23.2	23.3 Kg		0.431034483
AD2					

Figura 36. Resultados de la carga en proceso de dosificación automatizada

Análisis : De la Figura 36 en el proceso de dosificación automatizada se observa pérdidas de material en el proceso: solo existe una pérdida de 16 kilos en la cantidad de cemento (Cemento MS) que esto implica un 0.57 % de pérdida en material que ingresa, pérdida del agua en un 0.12 %, pérdida en aditivo (Plastiment) de 0.43 %, los agregados como arena y piedra ingresan con una óptima humedad, pero también existen pérdidas en la cantidad de material alrededor del 0.23 % en arena y 0.84 % en la grava (Piedra Cocharca). Para una relación agua / cemento de 0.56.

Resultados respecto a la calidad del Concreto después de la automatización

Resultados Consistencia Los resultados se obtuvieron de las diferentes muestras tomadas mediante el ensayo de asentamiento (slump) utilizando el cono de Abram, por norma se tomaron muestra I, Muestra II, Muestra III, Muestra IV.

Tener en cuenta que **Según la Norma Técnica Peruana 334.090**, el cemento embolsado deberá tener un contenido neto de 42.5 Kg.

Tabla 9

Resultado de Consistencia del concreto

PRODUCTO	Consistencia Muestras (Slump)				Tolerancia
	MUESTRA I	MUESTRA II	MUESTRA III	MUESTRA IV	ASTM C 143
Concreto Premezclado en seco f'c=210 kg/cm	5 3/4 "	5 1/4 "	5 1/4 "	6 1/4 "	2" - 4"

Fuente elaboración propia (2020).

Análisis: de la tabla N° 9 se puede extraer que el promedio de Slump es 5 1/4 ".

Resultados de Peso Unitario: Para calcular el peso unitario del concreto fresco, resultados:

Tabla 10
Resultados total muestras Peso Unitario

PRODUCTO	MUESTRA I	MUESTRA II	MUESTRA III	Tolerancia ASTM C 138
Para Concreto Premezclado en seco	Peso total (kg) : 19.735	Peso total (kg) : 19.635	Peso total (kg) : 19.67	
$f'c=210$ kg/cm	Peso del recipiente (Kg) : 3.42	Peso del recipiente (Kg): 3.42	Peso del recipiente (Kg): 3.43	2200- 2400 Kg/m3
	Volumen recipiente (m3) : 0. 00702	Volumen recipiente (m3) : 0. 00702	Volumen recipiente (m3) : 0. 00702	
	Peso Unitario : 2325	Peso Unitario : 2310	Peso Unitario : 2315	

Fuente elaboración propia (2020).

Análisis: de la tabla N° 10 el peso unitario promedio es 2316.17 kg/m3

Resultado de Temperatura de concreto

Luego del proceso de automatización se tomó muestras del proceso automatizado de concreto y se obtuvieron los siguientes, utilizando un termómetro digital.

Tabla 11

Temperatura total muestras

Temperatura Muestras (° C)				
PRODUCTO	MUESTRA I	MUESTRA II	MUESTRA III	Tolerancia ASTM C 94
Para Concreto Premezclado en seco	20.5	21	21.5	Clima frio : Temp Máxima 32°C
$f'c=210$ kg/cm				Clima cálido : Temperatura más baja posible , si T = 32°C puede encontrar dificultades

Fuente elaboración propia (2020).

Análisis: De la tabla N° 11 se concluye que la temperatura ahora es de 21°C en promedio

Contenido de aire

Para determinar el contenido de aire en tres muestras se utilizó la olla de Washington obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 12

Contenido de aire en muestras de concreto después del proceso de dosificación automatizado

Contenido de aire (%)				
PRODUCTO	MUESTRA I	MUESTRA II	MUESTRA III	Tolerancia ASTM C 231
Para Concreto Premezclado en seco f'c=210 kg/cm	0.5 %	0.7 %	1%	1 – 3 %

Fuente elaboración propia (2020).

Análisis: de la tabla N° 12, el contenido de aire en muestra es de 0.8 %.

4.2.4. Determinar en qué medida disminuirá el tiempo de entrega del concreto después de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL.

Tabla 13.

Mejora del tiempo en proceso de dosificación automatizado

	Tiempo Concreto Inicial (Manual)	Tiempo Concreto Final (Automatizado - 2 ciclos)	% Mejora	Incremento / Reducción
Tiempo de Proceso	7	0.2 min (20 seg.)	6	
Tiempo en Camion mezclador	5	5	0	
Tiempo total	12	6	6	Reducción 50.00%

Fuente elaboración propia (2020).

Análisis: De la tabla N° 13 se observa que el tiempo de proceso en planta se reduce a un 50 % luego del proceso de dosificación automatizado, reduciéndose así el tiempo de entrega al cliente final en obra.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMEDADIONES

5.1. Conclusiones

1. De la presente investigación se identifica y se determina que el tiempo en el proceso de dosificación automatizado es 50% menos en comparación al tiempo del proceso de dosificación manual para la elaboración del concreto premezclado, indicados en la tabla N°6 . Y la calidad del producto donde el Análisis se muestra en la Tabla N° 8 , se puede observar que una de las propiedades más importantes a mejorar en la producción del concreto premezclado durante la dosificación de forma automatizada es el asentamiento o llamado consistencia donde la relación de agua / cemento de 0.56 (ver figura 33) se redujo considerablemente en un 27.59 % brindando una mayor consistencia a la mezcla y por ende las demás propiedades del concreto premezclado mejoraron su perfil como el peso unitario por unidad de volumen se incrementó en un 2.94 %, el contenido de aire se redujo en un 20 %, la temperatura disminuyó en 12.5 % y la resistencia a la compresión aumento en 20 %, con esto el concreto premezclado ya se encuentra dentro de las especificaciones y tolerancias exigidas por la Normas ASTM
2. Es una realidad que el Concreto sin automatización genera grandes pérdidas económicas, en el diagrama de Ishicawa figura N °25 se identificó y se desarrolló la falta de automatización en su proceso de dosificación como una de las causas principales de la pésima calidad en la producción del concreto premezclado entre otras no control de calidad de materias primas , falta de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de sus equipos no automatizados, personal no capacitado en temas de calidad y productividad generando así insatisfacción, impuntualidad en la

entrega del concreto con una baja calidad, poca credibilidad, afectando los clientes en el incumplimiento de avance de obra y fecha entrega de obra, pago de horas extras, equipos eléctricos y personal inoperativo, pago de las penalidad y poca rentabilidad en el negocio, Pues las pérdidas de material que genera operar bajo un procedimiento de dosificación manual de insumos indicado en la figuras N° 32 y N° 33 determina que las pérdida es de 32 kilos de cemento (Cemento MS) por cada lote producido, esto implica el 1.16 % de pérdida en material por cada lote producido, una pérdida en agua del 3.08 %, pérdida en cantidad de aditivo (Plastiment) de un 4.31 %, los agregados como arena y piedra ingresan con una óptima humedad, pero también existen perdidas en la cantidad de material alrededor del 0.43 % en arena y 1.36 % en la grava.

3. Para el diseño del proyecto del sistema de dosificación automatizado en la producción de concreto premezclado, se utilizara 2 tolvas de carga de material Acero A-36 donde se contendrán los materiales que conforman los agregados (Piedra y Arena) dimensionados en escala, y un tanque de agua accionado por una electrobomba que servirá para la dosificación de agua, las dos tolvas se ubicaran en la parte superior de la faja transportadora Alimentada por un motor de 15HP, un reductor (14 : 1) y un sistema de fajas los cuales son los encargados de la recepción de los agregados arena y piedra, los mismos que serán transportados finalmente al mixer .

Un silo de 40 toneladas (12m. x Ø 2.5 m.) que servirá para almacenar el cemento Una balanza de cemento, con un sinfín transportador que llevara el cemento de la balanza hacia el mixer. Una balanza dosificadora de aditivo que llevará el aditivo hacia el mixer mediante una electrobomba. Y como se mencionó anteriormente el sistema consta de un motor (15 HP), además con caja de reducción (14:1) y un

sistema de poleas para mover la faja transportadora la cual transportará el material sólido (arena y piedra). El sistema tiene el control de las dos compuertas que son accionadas por electroválvulas los cuales se encargan de abrir y cerrar el paso del material sólido al mixer. Además, el sistema contará con vibradores para garantizar que caiga todo el material de las tolvas si se presentaran atascos. Puesto que el proceso se va desarrollar está conformado por diferentes etapas en las que intervienen distintos materiales, actuadores como: válvulas, solenoide pistones neumáticos, motor, el control se realizará mediante el PLC Omron. No olvidar que la electroválvula es el componente esencial que se usará el proceso de automatización de dosificación, pues la electroválvula es un equipo diseñado para controlar la activación de los pistones neumáticos que mediante un mecanismo se abrirán las compuertas de agregados (piedra y arena), cemento, aditivo y agua., pues una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula donde el solenoide convierte energía eléctrica, mediante magnetismo en energía mecánica para accionar la válvula puesto que esta se mueve mediante una bobina solenoide y generalmente no tiene más que dos posiciones (abierto y cerrado), es decir todo o nada y estas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.

Se concluye el proceso de dosificación automatizada se observan pérdidas mínimas de material en el proceso pues solo existe una pérdida de 16 kilos en la cantidad de cemento (Cemento MS) que esto implica un 0.57 % de pérdida en material que ingresa, pérdida del agua en un 0.12 %, pérdida en aditivo (Plastiment) de 0.43 %, los agregados como arena y piedra ingresan con una óptima humedad, pero también existen pérdidas en la cantidad de material alrededor del 0.23 % en arena y 0.84 % en la grava (Piedra Cocharca). Para una relación agua / cemento de 0.56.

4.- Se concluye que la calidad de concreto premezclado después de la automatización del proceso de dosificación en la empresa y los resultados de ensayos de pruebas normadas sometidos a las muestras se visualizan en las tablas 9, 10, 11 y 12, resumidos en la tabla 8 y como se mencionó anteriormente es mejorar las propiedades mecánicas en los lotes de producción del premezclado como es el asentamiento o consistencia donde la relación de agua / cemento de 0.56 (ver figura 33) se redujo considerablemente en un 27.59 % brindando una mayor consistencia a la mezcla y por ende las demás propiedades del concreto premezclado mejoraron su perfil como el peso unitario por unidad de volumen se incrementó un 2.94 %, el contenido de aire se redujo en un 20 %, la temperatura disminuyó en 12.5 % y la resistencia a la compresión aumento en un 20 %, obteniéndose un producto de calidad y de aceptación a cualquier mercado nacional e internacional con tolerancias exigidas por la Normas ASTM.

5.- Se determinó que el tiempo de entrega del concreto después de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL es 50% menos en comparación al tiempo del proceso de dosificación manual, indicados en la tabla N°6.

5.2. Recomendaciones

En esta última sección se detallan las sugerencias o recomendaciones para lograr obtener un producto de calidad y la mejora continua sustentable en el tiempo en la empresa Tactical Solutions y no presentar problemas como devoluciones del producto, lo cual ya ha sido resuelto con la automatización en el proceso de dosificación.

En primer lugar, se recomienda el empleo las herramientas de mejora continua como análisis causa efecto, ishikawa para evaluar la situación inicial del proceso dado

que muchas veces las causas no son visibles y es necesario contar con herramientas que colaboren en dicha labor.

Se recomienda utilizar fichas técnicas de equipos electromecánicos e hidráulicos de marcas prestigiosas para que no afecten el desarrollo de los demás componentes del sistema, es decir implementar el sistema automatizado con accesorios de marcas reconocidas en el mercado.

Se recomienda implementar mecanismos de control para supervisar el correcto funcionamiento con mantenimientos preventivos y evitar paradas de planta innecesarios a fin de garantizar la continuidad en el tiempo de entrega y calidad del producto final con el fin de recuperar su mercado de clientes insatisfechos

REFERENCIAS

-Aldo Florentino, Y. A. (2018). Diseño e implementación de un sistema automático de dosificación para la preparación de concretos en mezcladoras móviles.

Disponible en : <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5693>

- Bedoya P, Hernández D & Villegas, D. (2016). *Sistema de automatización para gestión de procesos administrativos y operativos* (Doctoral disertación, Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingenierías Eléctrica, Electrónica, Física y Ciencias de la Computación. Ingeniería de Sistemas y Computación).

-Cembranos F (2007). *Automatismos Eléctricos neumáticos e hidráulicos*. Editorial THOMSON Paraninfo. Quinta edición

-Chambi Quiroz, N. E. (2011). Automatización de una planta dosificadora de concreto de 10 m³/h.

-Flavio Obando, C. (2014). *Tecnologías del concreto*. Editorial San Marcos E.I.R.L. Segunda edición 2009.

-García E. (2000). *Automatización de procesos industriales*

-Hernández, A. (s.f.). influencia de dosificación de mezclas de concreto en la resistencia a la compresión.

-Méndez Aguirre, J. E., & Sare Campos, Á. B. (2017). Estudio de Pre factibilidad para determinar la Viabilidad de la Implementación de una Línea de Concreto Premezclado en la Empresa Alercoge SAC. En la Ciudad de Pucallpa. Disponible en:

<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10130>

-Morillas Alcántara, M. A., & Plasencia Oribe, D. W. (2018). Características mecánicas de un concreto premezclado en seco-" concreto rápido" FC= 210 KG/CM² y su costo comparativo. Disponible en : <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/4177>

-Joyo Palomino, R. G., & López Limaylla, A. B. (2019). Planta dosificadora de concreto en obra para mejorar la rentabilidad en un proyecto de viviendas de interés social, Lurín año 2019. Disponible en : <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2674>

-Poma Francisco, G. G. (2017). Comportamiento del concreto a la compresión versus tiempo en las construcciones del valle del Mantaro. Disponible en : <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/844>

-Rosalía J. (2017). *Diseño y construcción de un módulo didáctico con el plc s7-1200 para la simulación de un ascensor inteligente* (Bachelor's thesis, Ecuador: La Mana: Universidad Técnica de Cotopaxi; Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; Carrera de Ingeniería Electromecánica)

-LLamuca W. (2010). *Implementación de un sistema automatizado de prensa para mejorar el acabado de estampado del cuero tipo ruso en la empresa Calzado Bryan's* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Mecánica)

-Saldaña Ramírez, J. Y. (2019). *Sistema de automatización planta de producción de concreto* (Doctoral disertación, Universidad Piloto de Colombia). ,Disponible en : <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6834>

-Checa Ramírez, C. S. (2018). Plan de mejora de la productividad en la planta de hormigón premezclado mediante el uso de la teoría de restricciones (Tesis de maestría). Universidad de las Américas, Quito. Disponible en <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9464>

-Vidaud E. (2013). *Ensayo a la compresión medida del desempeño real del concreto*.

Recuperado de: <http://www.revistacyt.com.mx/index.php/ingenieria/19-ensayo-a-la-compresion-medida-del-desempeno-real-del-concreto>

-Villaruel, v. V. L. (2010). *Propuesta de control de calidad para la fabricación del hormigón premezclado en central hormigonera, aplicando el concepto de trazabilidad e integración de proveedores y distribuidores* (doctoral disertación, universidad Austral de Chile).

Recuperado en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfci1557p/doc/bmfci1557p.pdf>

-Saldaña Ramírez, J. Y. (2019). *Sistema de automatización planta de producción de concreto* (Doctoral disertación, Universidad Piloto de Colombia). Disponible en <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/6834>

-Enrique Pasquel Carbajal (1998) *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*.

Recuperado en:

https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru

ANEXOS


Anexo N° 1: Matriz de consistencia

TITULO: IMPLEMENTACION DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE CONCRETO PREMEZCLADO PARA MEJORAR LA CALIDAD Y TIEMPO DE ENTREGA DEL CONCRETO				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADOR
1. Problema General:	1. Objetivo General:	1. Hipótesis General:	V. Independiente	Dimensiones
¿Cómo se relaciona el sistema de automatización del proceso de dosificación con el tiempo de entrega y la calidad del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL?	Determinar en qué medida la implementación de un sistema de automatización mejora en el tiempo de entrega y la calidad en el proceso de dosificación de concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions E.I.R.L.	La implementación de un sistema de automatización mejora significativamente en el tiempo de entrega y la calidad del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions E.I.R.L..	Proceso de dosificación de concreto premezclado	Verificación Carguío Mezcla Descarga
2. Problemas específicos: ¿¿Cuál es la situación actual antes de la implementación de la automatización del proceso de dosificación del concreto premezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL? ¿¿Cómo funciona el sistema de automatización de dosificación que permite la fabricación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL?? ¿En cuánto aumenta la calidad de concreto después de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL? ¿En cuánto disminuye el tiempo de entrega, después de la automatización del	2. Objetivos Específicos Determinar cuál es la situación actual antes de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions E.I.R.L. Determinar cómo funcionara el sistema de automatización que permite la fabricación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL. Determinar en qué medida aumentara la calidad de concreto después de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL Determinar en qué medida disminuirá el tiempo de entrega del concreto después de la automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en	2. Hipótesis Específicas (opcional): Existía un bajo nivel de automatización del proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions E.I.R.L esto nos genera una baja productividad y no llegamos a los tiempos que el cliente nos solicita. El sistema de automatización que permite la fabricación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL generara una alta productividad y mejora de la calidad y tiempo de entrega a los clientes. La calidad de entrega aumenta significativamente después de la automatización del proceso de concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL El tiempo de entrega disminuye	V. Dependiente: Calidad y tiempo de entrega	- Consistencia - Peso Unitario - Contenido de aire - Temperatura - Resistencia a la compresión



proceso de dosificación del concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL?	la empresa Tactical Solutions EIRL	significativamente después de la automatización del proceso de concreto pre mezclado en la empresa Tactical Solutions EIRL .		
--	------------------------------------	--	--	--

Anexo N° 2: Hojas Técnicas de equipos de automatización

<div data-bbox="347 324 687 492" style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">DESCRIPCION</p> <p style="text-align: center;">FISICA</p> <p>MARCA:</p> <p>Modelo</p> <p>Serial</p> <p>Código de inventario</p>	<p style="text-align: center;">Hoja técnica de equipo</p> <p style="text-align: center;">DOSIFICADORAS DE COMPONENTES LIQUIDOS</p> <p>Elettrondata</p> <p>No registra</p>
<p>ESPECIFICACIONES TECNICAS: Unidades de dosificación en peso, volumen, o a través de medición de flujo, para productos simples o múltiples, con sistema de lavado en alta presión integrado opcional. Todas nuestras unidades de dosificación esta diseñadas específicamente para aditivos químicos, son muy precisas y fiables, y pueden ser conectadas a cualquier sistema de control automático.</p>	
<p>INSTRUCCIONES DE USO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1-Hacer una adecuada limpieza y desinfección antes de utilizar el equipo. 2-verificar que el equipo este en plena condiciones de trabajo. <p>CARACTERÍSTICAS DE USO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1-interfaz para sistema de control automático 2-sistema nuevo de dosificación por peso, con celdas de carga y un sistema de lavado integrado 3-sistemas de dosificación multi-producto, configurable a petición. 4-sistema de dosificación por cuenta de pulso. 	

<div data-bbox="347 315 687 481" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="389 528 647 566">DESCRIPCION</p> <p data-bbox="459 611 577 649">FISICA</p> <p data-bbox="280 748 395 779">MARCA:</p> <p data-bbox="280 804 379 835">Modelo</p> <p data-bbox="280 860 357 891">Serial</p> <p data-bbox="280 920 552 952">Código de inventario</p>	<p data-bbox="911 383 1305 499" style="text-align: center;">Hoja técnica de equipo</p> <p data-bbox="847 528 1366 712" style="text-align: center;">FILTRO ZILOTOP EN FORMA CILINDRICA CON UN CUERPO DE ACERO</p> <p data-bbox="817 741 898 772">WAM</p> <p data-bbox="817 801 984 833">ZERO 24M2</p> <p data-bbox="817 862 1018 893">01SI190004177</p> <p data-bbox="817 922 959 954">No registra</p>
--	---

<p data-bbox="304 1016 799 1352"> SILOTOP es un filtro colector de polvo en forma cilíndrica, creado para desempolvar neumáticamente los silos. El cuerpo de acero inoxidable contiene, los elementos filtrantes de POLYPLEAT® montados verticalmente. El sistema de la limpieza por aire comprimido se integra en la tapa, con bisagras de la protección a agentes externos. </p>	<div data-bbox="831 1025 1362 1357" data-label="Image"> </div>
--	--

<p data-bbox="309 1473 603 1505">Otras características</p> <ul data-bbox="260 1529 1161 1704" style="list-style-type: none"> - Cuerpo en acero inoxidable de diámetro 800mm (30 in) con brida inferior o Superficie filtrante 24.5 m2 (264 sq ft) - Altura del mantenimiento = 1,100 mm (3.6 ft) - Alta eficiencia de filtración de los elementos filtrantes POLYPLEAT - Bajo nivel de emisión polvo debido a los elementos filtrantes con certificación B.I.A

 <p style="text-align: center;">DESCRIPCION</p> <p style="text-align: center;">FISICA</p> <p>MARCA:</p> <p>Modelo</p> <p>Serial</p> <p>Código de inventario</p>	<h2>Hoja técnica de equipo</h2>
	<p>CELDAS DE</p> <p>CARGAS, TRASDUCTORES DE FUERZA Y PRESION</p> <p>MAVIN</p> <p>No registra</p>

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Sistemas de pesaje electrónico y amplia gama de celdas de carga certificadas de cualquier tipo y capacidad de dosificación y algoritmos integrados, diseñados específicamente para conexión a sistemas de control automático de dosificación. Soluciones para pesada discontinua o continua.



Otras características

Las celdas de carga respetan los requisitos de la norma OIML R60 (Organización internacional de metrología legal) que establece todos los test (temperatura, humedad, presión barométrica...) que los productos tienen que pasar para empezar a hacer parte de las clases de precisión C2, C3, C4...

<div data-bbox="347 250 687 421" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: center;">DESCRIPCION</p> <p style="text-align: center;">FISICA</p> <p>MARCA:</p> <p>Modelo</p> <p>Serial</p> <p>Código de inventario</p>	<p style="text-align: center;">Hoja técnica de equipo</p> <hr/> <p style="text-align: center;">CAUDALIMETRO</p> <p>MADDALENA</p> <p>WMAC 50 EXION</p> <p>No registra</p>
--	--

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Caudalímetro Automático con predeterminación electrónica (Lanza Impulsos)

Contacto seco (REED), 1 pulso/Litro.

Protección IP 68.

Instalación en cualquier sentido, admite agua con partículas pequeñas.

Ideal para la industria química, alimenticia y plantas hormigoneras





Otras características

- Presión máxima de agua: 16 bar
- Diámetro de la rosca: 50 mm
- Caudal mínimo de agua - Caudal máximo de agua: 1200 l/h - 30000 l/min
- Temperatura máxima de trabajo: 40 °C

<div data-bbox="347 315 687 481" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="384 591 647 712" style="text-align: center;"> DESCRIPCION FISICA </p> <p data-bbox="277 799 399 835">MARCA:</p> <p data-bbox="277 857 381 891">Modelo</p> <p data-bbox="277 913 360 947">Serial</p> <p data-bbox="277 976 553 1012">Código de inventario</p>	<p data-bbox="900 383 1310 504" style="text-align: center;"> Hoja técnica de equipo </p> <hr/> <p data-bbox="826 524 1385 629" style="text-align: center;"> SENSORES INDICADORES DE NIVEL </p> <p data-bbox="815 799 957 835">PIOLANTI</p> <p data-bbox="815 857 863 891">ILT</p> <p data-bbox="815 976 959 1012">No registra</p>
--	---

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Los indicadores de nivel ILT han sido diseñados para indicar el nivel mínimo y máximo de material dentro de contenedores, tolvas o silos utilizando el movimiento rotatorio.



Otras características

Diseño multi-voltaje

- Opciones de alta o baja temperatura
- Varias conexiones de proceso
- Certificación ATEX.



DESCRIPCION

FISICA

MARCA:

Modelo

Serial

Código de inventario

Hoja técnica de
equipo

VIBRADORES ELCTRICOS
EXTERNOS

MVE 100/3E-10AD

OLI

20M14164

No registra

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Los vibradores eléctricos externos MVE pueden ser utilizados como sistemas de fluidificación, en tolvas o silo para mejorar la descarga de material, o como motorización en los equipos vibratorios para varios propósitos, tales como el transporte, el tamizado, el dimensionado, o la compactación en una variedad de industrias



Otras características

Presión máxima de agua: 16 bar

-Diámetro de la rosca: 50 mm

-Caudal mínimo de agua - Caudal máximo de agua: 1200 l/h - 30000 l/min

-Temperatura máxima de trabajo: 40 °C

Anexo N° 3: Costos de automatización

COSTOS DE AUTOMATIZACIÓN (OPCIÓN BETONWIN)



ITEM	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL	
BW BETONWIN STANDARD + NOTA DE ENTREGA - SIN PC	\$ 5,455.00	1	\$ 5,455.00	
BWIN PC SOFTWARE EN ESPAÑOL	-----	1	-----	(Incluido)
ED840/1 TERMINAL DE PESAJE POR CELULAS DE CARGA	\$ 357.00	3	\$ 1,071.00	
BWIN HW-SW ADICIONAL KIT	\$ 350.00	1	\$ 350.00	
CONTADOR DIGITAL CON PRESELECCIÓN	\$ 397.50	1	\$ 397.50	
MS ED460 SONDA DE HUMEDAD MICROONDAS	\$ 1,687.50	2	\$ 3,375.00	
KIT DE CONEXION PLC PARA ED360/460	\$ 1,111.50	1	\$ 1,111.50	
EDPS - ESSENTIAL	-----	1	-----	(Incluido)
GASTOS DE DOCUMENTOS DE EXPORTACIÓN	\$ 240.00	1	\$ 240.00	

(IVA NO INCLUIDA)

TOTAL BETONWIN

\$ 12,000.00

Anexo N° 4. Hoja técnica de aditivo EUCO WR 91

EUCO WR 91®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA SIN RETARDO

Descripción:

EUCO WR 91 es un aditivo líquido, reductor de agua y plastificante para concreto sin retardo.

Aplicaciones principales:

- Como plastificante:
Al ser adicionado en una mezcla de concreto incrementa el asentamiento sin necesidad de aumentar la cantidad de agua, obteniendo concretos fluidos aptos para una buena colocación de concretos caravista y elaboración de elementos prefabricados.
- Como reductor de agua:
Incorporado en la mezcla de concreto puede reducir el agua de diseño hasta en un 12% manteniendo constante el asentamiento y logrando altas resistencias en todas las edades.
- Como ahorrador de cemento:
Al reducir el requerimiento de agua en la mezcla de concreto y mantener la relación agua/cemento, se puede reducir la cantidad requerida de cemento por m³, facilitando la obtención de concretos de mayor durabilidad.

Características / Beneficios:

<p>Concreto Plástico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora las labores de acabado • Reduce la segregación • Reduce los requerimientos de agua 	<p>Concreto Endurecido:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mejora todas las resistencias mecánicas del concreto. • Reduce la permeabilidad mejorando la durabilidad. • Reduce el riesgo de fisuración por exceso de agua de mezcla • Reduce problemas de adición de agua y baja resistencia.
--	---

Información técnica:

Apariencia : Líquido
Color : marrón oscuro
Densidad : 1.19 kg/l

Resultados típicos de ingeniería

Los siguientes resultados fueron obtenidos en condiciones de laboratorio

Resistencias	Compresión	Flexión
3 días	124%	113%
7 días	119%	108%
28 días	118%	104%
Tiempo de Fraguado		
Fraguado inicial	+30 min	
Fraguado final	+30min	

Nota: Resultados comparativos entre el diseño de mezcla referencial y diseño de mezcla evaluado, según procedimiento de la norma ASTM C494.

QSI Perú S.A.
Telf.: +51-1 710 4000

contacto@qsi.pe

Hoja Técnica / JM
Versión 01-QSI
Octubre 2019



EUCO WR 91®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA SIN RETARDO

Normas / especificaciones:

EUCO WR 91 se clasifica según norma ASTM C-494, como tipo A.

Direcciones para su uso:

- Agregue EUCO WR 91 diluido con la última parte del agua de amasado a la preparación de la mezcla, no vierta sobre el cemento seco
- Los resultados a obtener varían con los diversos tipos de cementos, la calidad de agregados y las características de diseño de mezcla. Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para determinar la dosificación adecuada.
- EUCO WR 91 se puede dosificar en obra o en planta dependiendo de las necesidades y comportamiento del diseño.
- La máxima cantidad de agua a reducir se logra cuando se llegue al mínimo asentamiento permitido.
- EUCO WR 91 es compatible con otros aditivos, sin embargo cada aditivo debe ser agregado por separado.
- EUCO WR 91 puede reaccionar con el agente inclusor de aire aumentando su eficiencia para incluir aire. Se debe reducir la cantidad del AIRMIX 200 aproximadamente en un 50%.
- EUCO WR 91 no contiene cloruro de calcio u otros ingredientes potenciales de corrosión.

Dosificación:

EUCO WR 91 se dosifica a razón de 0.2% a 0.4% del peso del cemento.
Se recomienda realizar ensayos previos en la obra para precisar la dosis requerida, los cuales podrían variar de las dosificaciones recomendadas debido a las diversas condiciones de cada obra y tipo de materiales empleados.
Cualquier consulta contacte al departamento de Construcción Química Suiza Industrial

Presentación:

- | | | |
|------------|-------|---------------|
| • Cilindro | 230kg | 51.5 galones* |
| • Balde | 20kg | 4.5 galones* |

*galones americanos aproximados.

Precauciones / restricciones:

- Se deben tomar precauciones para mantener EUCO WR 91 sobre el punto de congelamiento, sin embargo el congelamiento y descongelamiento no dañará el material si éste se agita completamente.
- Se deberá tener cuidado en la dosificación del aditivo cuando la temperatura ambiental descienda, pues esta condición modificará algunas características físico-químicas del producto y características del concreto en estado fresco y endurecido. En estos casos debe validarse la dosis empleada en obra.
- No utilice aire para su agitación.
- No dosificar directamente sobre el cemento seco. Limpie con agua las herramientas y el equipo antes que se endurezca el mortero y/o concreto.
- Durante la manipulación usar las medidas de seguridad apropiadas. Usar el equipo de protección personal apropiado.
- Evitar el contacto con la piel, ojos y vías respiratorias. En caso de contacto con la piel, lavar con abundante agua. Para mayor información consultar la hoja de seguridad del producto.

Manejo y almacenamiento:

EUCO WR 91 debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.

Vida útil de almacenamiento: 1 año.

Anexo N° 5. Hoja técnica de aditivo EUCO WR 51



EUCO WR 51[®] ADITIVO RETARDANTE DE FRAGUA

○○○ Descripción:

EUCO WR 51 es un aditivo líquido, retardante de fragua para concreto y mortero, empleado en climas cálidos y/o templados.

○○○ Aplicaciones principales:

- Concreto estructural.
- Plataformas y losas de todo tipo.
- Concretos livianos y concretos expansivos.
- Aplicaciones en climas cálidos.
- Concreto con largos tiempos de transporte y/o espera.

○○○ Características / Beneficios:

- Alarga notablemente el tiempo durante el cual el concreto se mantiene trabajable.
- Reduce la contracción y permeabilidad.
- Facilita el manejo y el acabado.
- Excelente manejabilidad y plasticidad
- Transporte a grandes distancias o en medio de tráfico intenso.
- Problemas en los tiempos de transporte.
- No contiene cloruro de calcio u otros ingredientes potenciales de corrosión.

○○○ Información técnica:

Apariencia : Líquido.
 Color : Marrón oscuro.
 Densidad : 1.23 kg/l.

○○○ Resultados típicos de ingeniería

Los siguientes resultados fueron obtenidos en condiciones de laboratorio

Resistencias	Compresión	Flexión
3 días	130%	121%
7 días	122%	111%
28 días	120%	108%
Tiempo de Fraguado		
Fraguado inicial	+150 min	
Fraguado final	+150min	
T. Mezcla °C	22,0	

Nota: Resultados comparativos entre el diseño de mezcla referencial y diseño de mezcla evaluado, según procedimiento de la norma ASTM C494.

○○○ Normas / especificaciones:

EUCO WR 51 se clasifica según norma ASTM C-494, como tipo B.

QSI Perú S.A.
 Telf.: +51-1 710 4000

contacto@qsindustrial.biz

Hoja Técnica / JM
 Versión 01-QSI
 Octubre 2019

Anexo N° 6. Certificados y constancias de trabajo



CONSTANCIA DE TRABAJO

Señores:

**Compañía de Bomberos
San Juan de Lurigancho 121**

El que suscribe, Raul Fernando Gomez Chumpitaz, en su calidad de Jefe de Recursos Humanos de la empresa FIRTH INDUSTRIES PERU S.A, ubicado en Cooperativa Las Vertientes Mz. F Lote 3, Distrito de Villa el Salvador, Provincia y Departamento de Lima.

Deja Constancia Que:

El señor Céspedes Caballero, Enrique Vladimir, identificado con DNI # 10663927, labora actualmente en la empresa desde el día 22 de Febrero del 2000 hasta la actualidad, desempeñándose como Supervisor de Mantenimiento para el Área de Mantenimiento de la empresa bajo la modalidad de Personal de Confianza.

Se expide la presente Constancia a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Villa el Salvador, 26 de Agosto del 2011


**Raul Fernando Gomez Chumpitaz
Jefe de Recursos Humanos**

FIRTH INDUSTRIES PERU S.A.

Coop. Las Vertientes Mz F, Lt 3A Villa El Salvador, Lima-Perú
Central Telefónica: (511) 217-2700 Fax: (511) 217-2705 Servicio al Cliente: 217-2706, 217-2708, 217-2728 E-mail: sac@firth.com.pe
Programación de pedidos: 217-2709, 217-2704 Informes de despachos: 217-2700 anexos 3036 - 3057 - 3059 www.firth.com.pe



CERTIFICADO

Mediante el presente certificamos, que el Sr. **ENRIQUE VLADIMIR CESPEDES CABALLERO**, con RUC Nº 42811653, ha prestado sus servicios profesionales para nuestra empresa en el área de Electricidad Industrial, desde el 24 de Mayo hasta el 27 de Julio de 1999, demostrando eficiencia y responsabilidad en su trabajo.

Se extiende el presente certificado para los fines que el interesado juzgue conveniente.

Lima, 7 de Agosto de 1999


Ing. César A. Llona Tapia
Gerente



RESQUERIA • MINERIA • HIDROENERGIA • INDUSTRIA CEMENTERA • PLANTAS INDUSTRIALES

CERTIFICADO DE TRABAJO

Mediante la presente hacemos constancia que el Sr. **Enrique Vladimir, Céspedes Caballero**, con documento L.E. 10663927 a brindado sus Servicios Profesionales en nuestra Compañía, en el Departamento de Construcción para la Obra Ampliación de la Planta de Cemento Andino, como **Operario Electricista**, desde el 1 de Agosto al 15 de Diciembre de 1999. Desempeñando su labor con responsabilidad y eficiencia.

Se extiende el presente certificado para los fines que el interesado crea conveniente.

Lima, 16 de Diciembre de 1999



Raúl Ticllacuri
Ing. Residente

Manuel C. de la Torre N° 300 - Urb. Los Ficus - Santa Anita. Lima 43 - Perú.
Telefax: 362-4381 - 362-8132 - 362-6019. E-MAIL: profam@amauta.rcp.net.pe Casilla 4309.



PM **PROFAM INGENIEROS S.A.**
 PROYECTOS FABRICACIONES Y MONTAJES

PESQUERIA
 MINERIA
 HIDROENERGIA
 INDUSTRIA CEMENTERA
 PLANTAS INDUSTRIALES

Nombre: ENRIQUE
 CESPEDES CABALLERO

Cargo: Op. Instrumentista

L.E. Nro.: 10663927

Vigencia: De: 27 Oct A: PROFAM I

[Signature]
 Titular

[Signature]
 Eduardo Felipe Alvites
 ADMINISTRADOR DE OBRA

SOUTHERN PERU
 PROTECCION INTERNA

AREA QUE VISITA:
 ILO

AUTORIZACION

CESPEDES CABALLERO ENRIQUE

ENERSUR

L. ELECTORAL 10663927 VVHH PLACA:

MOTIVO: INGRESO A ENERSUR PLANTA DE FUERZA;
 EFECTUAR DIVERSOS TRABAJOS EN PLANTA



Parque Graña 215 - Magdalena del Mar
Telf. : 463-2700
Fax : 463-8841
E-mail: cibercoop@grupocyber.com.pe

CERTIFICADO DE ASOCIACION

Por medio de la presente certificamos que Do(n)(ña):

CESPEDES CABALLERO ENRIQUE VLADIM

ha estado asociado a nuestra Cooperativa en calidad de Socio-Trabajador, con Fecha de Admisión Asociativa, a partir de el 20 de Diciembre de 1999 hasta el de de fecha en la cual cesó como Asociado nuestro por Renuncia Voluntaria.

Durante su vida asociativa, trabajó desde el 20 de Diciembre de 1999 hasta el 22 de Enero de 2000 destacado en la Empresa Usuaría : **ENERGIA DEL SUR S.A.** en el cargo de TECNICO, habiéndose desempeñado con eficiencia, puntualidad y responsabilidad.

Expedimos el presente certificado para los fines que el interesado estime pertinente.

LIMA , de de

Jefe de Personal

Coop. Trab. Cibercoop
Carlos E. Guerrero Daxre
FUNCIONARIO DE RR.HH.

Anexo N° 7. Certificado y constancias de estudios


TECSUP

Confiere este CERTIFICADO a:

ENRIQUE VLADIMIR CESPEDES CABALLERO

por haber culminado satisfactoriamente el

Programa Integral

“AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES”

desarrollado del 09 de Junio al 06 de Diciembre de 2007 con una duración de 210 horas.

Lima, 26 de Diciembre de 2007


Mario Rivera Orams
DIRECTOR GENERAL

- Sensores y Medidores Industriales
- Fundamentos de Control Automático
- Control Avanzado de Procesos
- Control Industrial con PLC



Confiere este CERTIFICADO a:

ENRIQUE VLADIMIR CESPEDES CABALLERO

por haber culminado satisfactoriamente el

Programa Integral

“HABILIDADES DE SUPERVISIÓN”

desarrollado del 03 de Junio al 21 de Agosto de 2009 con una duración de 60 horas.

Lima, 29 de Agosto de 2009


Augusta Morales de Muñoz
SECRETARIA ACADEMICA

• Comunicación Efectiva • Trabajo en Equipo • Herramientas de Gestión en la supervisión • La Supervisión y La Gestión del Cambio



PROGRAMA DE CAPACITACION CONTINUA

CERTIFICADO

Otorgado a **ENRIQUE VLADIMIR CESPEDES CABALLERO** en mérito de haber asistido al
Seminario

OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

desarrollado del 27 al 29 de Agosto de 2001.

Lima, 29 de Agosto de 2001


Ing. Alberto Bejarano Heredia
DIRECTOR DOCENTE
TECSUP




Miguel de la Puente Quesada
GERENTE GENERAL
CENTRO PERUANO DE PROMOCION DEL COBRE



TECSUP

Confiere este CERTIFICADO a :

ENRIQUE VLADIMIR CESPEDES CABALLERO

por su participación en el

SEMINARIO

***SUBESTACIONES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN:
TECNOLOGÍAS PARA CONTROL Y MANTENIMIENTO***

desarrollado los días 10 y 11 de Marzo de 2004, con una duración de 8 horas.

Lima, 11 de Marzo de 2004


Ing. Alberto Bejarano Heredia
DIRECTOR ACADÉMICO

SD/04/1865

NOTARIA MEJIA HARO
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA 1722
SAN JUAN DE LURIGANCHO
Teléfono: 376.3773

REPÚBLICA DEL PERÚ
El Servicio Nacional de Adiestramiento en Trabajo Industrial

SENATI

**DIRECCIÓN ZONAL
LIMA - CALLAO**

CERTIFICA



Que **ENRIQUE VLADIMIR CESPEDES CABALLERO**
ha obtenido la Calificación Profesional de **TÉCNICO - NIVEL OPERATIVO**
en la ocupación de **CONTROLISTA INDUSTRIAL**
en mérito de haber concluido su formación profesional en el Programa de **APRENDIZAJE DUAL**
Unidad Operativa **ELECTROTECNIA**

Lima, 06 de octubre de 1999

[Signature]
Jefe del Centro de Formación Profesional/Unidad Operativa

[Signature]
Director Zonal

LEGALIZACIÓN AL DORSO



FAC/BOL Nº 207956
FECHA 02-09-2011

CERTIFICO: Que esta copia fotostática es la reducción de su original que he tenido a la vista, con el cual la confronte.
Lima, 02 de SETIEMBRE de 2011



Maria Mejia Haro
Maria Mejia Haro
ABOGADA NOTARIA DE LIMA



DATOS DEL INTERESADO	
Nacido en:	CALLAO el 24 / 08 / 77
Número de Matrícula	9601478
Inicio de Formación	04-03-96 Término 30-12-96
Duración	1.800 Horas

Registrado con el Nº	04-04-180-99	AP
Libro	03	Folio 200 Fecha 14 / 10 / 99
Registro Central		

Nº 04650



Nº 00968



MINISTERIO DE EDUCACION

EDUCACION OCUPACIONAL



CERTIFICADO OFICIAL DE CAPACITACION

LA DIRECCION DEL CENTRO EDUCATIVO NO ESTATAL

OCUPACIONAL SALESIANO

CERTIFICA

Que, **ENRIQUE VLADIMIR CESPEDES CABALLERO**

está capacitado (a) para desempeñarse en la Ocupación de: **ELECTRONICA II**

SECCION : ELECTRONICA BASICA

en mérito de haber aprobado el curso correspondiente, con una duración de **350** horas. **96-II**

Breña 27 de Enero 19 98

Prohibida su reproducción sin autorización del Ministerio de Educación

REPUBLICA DEL PERU

[Signature]
DIRECTOR DEL CENTRO



[Signature]
AUTORIDAD INMEDIATA SUPERIOR
SANTA CONSUELO SALAZAR QUINOS
DIRECTORA DE PROGRAMA SECTORIAL II
UNIDAD DE SERVICIOS EDUCATIVOS OS

[Signature]
DOCENTE





REGISTRADO LIBRO UNO 601

SU CODIGO 308... APRECIACION GENERAL ... 14

PERIODO DE APRENDIZAJE Agosto... Diciembre 96.....

AUTORIZACION : R.M. Nº 1190-84-ED , R.M. Nº 306-87-ED , R.M. Nº 0624-93-ED y R.M. Nº 307-ED-96

 MINISTERIO DE EDUCACION
ACTAS Y
CERTIFICADOS
SECRETARÍA DE SERVICIOS EDUCATIVOS N° 4


ALICIA CELIS ALVAREZ
Actas, Certificados y Títulos (E)
Secretaría de Servicios Educativos N° 4

