

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**Para Optar por el Grado de Bachillerato en Ingeniería
Industrial**

**Propuesta para reducir el costo de mano de obra incluyendo
personal outsourcing en los setup que se ejecutan en los
laboratorios de Intel Costa Rica**

AUTOR

Gustavo Chinchilla Sánchez

TUTOR

Ing. Alejandro Leiva González, MBA

LECTOR

Ing. Andrey Rodríguez Méndez

San José, Agosto 2019

Dedicatoria

Le dedico este trabajo a mi familia que siempre me apoya en todas las decisiones de la vida, incluida el retomar los estudios universitarios en una edad adulta.

Gracias a mi esposa Yorleny López, mis hijos Jose David y Gustavo Jesús. A mis papás por apoyarme.

Agradecimientos

Les agradezco profundamente a todas las personas que me apoyaron en esta travesía, desde mi familia, los profesores y los permisos que tuve que pedir en el trabajo para concluir este proceso universitario.

Agradecimiento muy especial al profesor Alejandro Leiva G, MBA, quien me dio una guía excepcional tanto en todos los cursos que me tocó llevar como en el proceso de tesis.

A Freddy por la paciencia, la guía y la colaboración en todo el proceso de taller de tesis.

Muchas gracias a todos.

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto de investigación se realiza en la empresa Intel Costa Rica, la cual después del cierre de operaciones en 2014, mantuvo un laboratorio donde tiene maquinaria de alta tecnología y ahora se dedica a crear y liberar los programas con los que se prueban los procesadores de punta.

La necesidad nace porque los setup y la manipulación de las unidades que se usan para este tipo de programación la realizan ingenieros ubicados en Estados Unidos, los cuales deben conectarse remotamente para hacer las revisiones a las máquinas para lograr las calibraciones ideales para hacer las pruebas y experimentos necesarios para así validar los nuevos procesadores de Intel, por lo que se hizo urgente tener alguien ubicado físicamente en el laboratorio para que colabore con este tipo de trabajo transaccional y manual.

Se inició un piloto con dos empleados en outsourcing con una cantidad limitada de tareas el cual fue muy satisfactorio para la organización, por lo que se requirió una investigación para medir la cantidad de tareas realizadas, el tiempo que realmente se estaba utilizando el recurso y las oportunidades económicas para incluir más empleados contratistas contra el salario que se paga por un empleado fijo tanto en Estados Unidos como en Costa Rica, y las propuestas económicas para aumentar el soporte realizado a los departamentos de ingeniería.

Durante el diagnóstico se hizo un análisis de la situación actual del proceso con las respectivas medidas de la capacidad real de los empleados y el tiempo que se requería para cada una de las tareas, con todos los sub-procesos involucrados en la realización de las actividades que se tienen hoy en día y como se pueden mejorar para poder incluir un volumen adicional y poder justificar contratar más personal para seguir con el piloto de actividades.

Durante la propuesta se planteó cuál es el gasto y el ahorro con algunos escenarios donde la cantidad de personal varía desde una persona hasta cinco y como se mejoraría el gasto de la empresa si en lugar de tener ingenieros ejecutando estas actividades, mover todas esas actividades transaccionales a un formato outsourcing. Además se hacen una serie de propuestas al proceso como lo es incluir indicadores de satisfacción del cliente, de calidad y un manual de procedimientos para la ejecución de las tareas de forma más ordenada por los empleados. También fue necesario proponer reuniones con la gerencia y el departamento técnico para mejorar la comunicación y reducir los tiempos de reacción cuando los módulos fallan.

Contenido

Dedicatoria	1
Agradecimientos.....	2
CARTA AUTORIZACIÓN DEL TUTOR.....	3
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA	4
DECLARACIÓN JURADA	5
CÓDIGO DE ÉTICA.....	6
RESUMEN EJECUTIVO.....	7
Tabla de Figuras.....	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	14
Generalidades de la Empresa	16
Misión:	17
Visión:.....	17
Valores:	17
Planteamiento del Problema.....	17
Objetivos	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos.....	19
Justificación.....	19
Antecedentes	20
Proyecciones.....	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	24
Diagrama de flujo	28
Diagrama de flujo de procesos.....	28

Diagrama de Pareto.....	30
Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa).....	32
Diagrama de Klee (Matriz de priorización)	34
Productividad	34
Condiciones laborales	35
Estadística	35
Muestra	35
Nivel de confianza	36
Población.....	36
Parámetro	37
Estadística descriptiva.....	37
Estadística inferencial	37
Media Aritmética	38
Mediana.....	38
Moda	39
Desviación media.....	39
Varianza	39
Análisis de movimientos.....	40
Diagrama Bi-Manual	40
Hoja de Método de trabajo.....	40
Análisis de un trabajo.....	41
Implementación de un nuevo método de trabajo	41
Medición del trabajo	41
Tiempo estándar	41

	10
Técnicas de medición de trabajo.....	42
Estudio de tiempos.....	42
Cronómetro.....	43
División de las operaciones del estudio de tiempos.....	43
Método de lectura con vuelta a cero.....	43
Método continuo de lectura de reloj.....	43
Capacidad.....	44
Cuello de botella.....	44
Outsourcing (Subcontratación).....	44
Microsoft Excel.....	45
Análisis FODA.....	45
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	46
Enfoque.....	46
Alcance.....	47
Diseño / Método.....	48
Muestra de la Investigación.....	49
Variables o Unidades de Análisis.....	51
Instrumentos.....	52
Proceso para la Recolección de Datos.....	52
Método de Análisis.....	53
Cronograma.....	54
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN.....	56
Diagrama de Flujo.....	58
FODA.....	60

	11
Relación con el objetivo 1.....	62
Ishikawa principal.....	62
Matriz de priorización (algoritmo de Klee)	64
Diagrama de Pareto.....	66
Matriz de priorización de incremento de tareas	69
Ishikawa para aumento de ingenieros a soportar con el mismo personal	71
Matriz de priorización para incremento de ingenieros soportados	73
Pareto de las actividades	74
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	83
Conclusiones	83
Recomendaciones.....	84
CAPÍTULO VI: PROPUESTA.....	85
Propuesta	85
Reuniones para revisar aumento de tareas	86
Software para pedir órdenes de trabajo.....	86
Comunicación con el equipo de mantenimiento.....	88
Diseño de indicadores.....	90
Medición de la calidad.....	91
Medición del trabajo	91
Creación de un manual de procedimientos	93
Análisis Económico.....	93
Escenario 1	93
Escenario 2.....	94
Plan de implementación	96

	12
Recomendaciones finales.....	97
APÉNDICES.....	98
Encuesta de satisfacción CSAT de Intel.	98
Cálculo de la muestra de cantidad de toma de tiempos	99
Documento de entrenamiento creado.....	100
Todas las tomas de tiempos (1 a la 366).....	111
REFERENCIAS.....	115

Tabla de Figuras

Figura 1: Estructura del marco teórico.....	24
Figura 2: Mapa conceptual de las actividades involucradas en la calidad.....	26
Figura 3: Pasos del círculo de Deming	27
Figura 4: Ejemplo de diagrama de flujo	28
Figura 5: Simbología de diagrama de flujo de procesos.....	29
Figura 6: Ejemplo de diagrama de flujo de procesos.....	30
Figura 7: Gráfico de Pareto.....	31
Figura 8: Diagrama de pescado. Ejemplo	32
Figura 9: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa.....	33
Figura 10: Matriz de priorización.	34
Figura 11: Fórmula para tiempo estándar.	42
Figura 12: Tabla de Excel	45
Figura 13: Ventajas y desventajas de los distintos tipos de muestreo probabilístico.	50
Figura 14: Establecimiento de las variables.....	51
Figura 15: Instrumentos de medición.	52

Figura 16: Descomposición Jerárquica.....	54
Figura 17: GANTT de las actividades a entregar por semana.	55
Figura 18: Estrategia de Diagnóstico.....	56
Figura 19: Diagrama de flujo.....	58
Figura 20: FODA.....	60
Figura 21: Ishikawa.....	62
Figura 22: Diagrama de Pareto.....	66
Figura 23: Ishikawa para incremento de tareas con los mismos ingenieros.....	68
Figura 24: Ishikawa para aumento de ingenieros por soportar.....	71
Figura 25: Pareto de actividades.....	75
Figura 26: Gráfico de las transacciones.....	77
Figura 27: Gráfico de trabajo directo e indirecto.....	78
Figura 28 Gráfico de la toma de tiempos.....	82
Figura 29: Datos requeridos de Ingeniería en el SharePoint para requerimiento de trabajo	87
Figura 30: Requerimiento completo en el SharePoint.....	87
Figura 31: Ejemplo de la herramienta GEDI.....	89
Figura 32: ejemplo de Excel para inclusión de trabajo diario.....	92
Figura 33: Ejemplo del escenario 1.....	94
Figura 34: Ahorro en salario.....	95
Figura 35: GANTT para propuesta.....	96

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La presente investigación nace de la oportunidad que encontró un ingeniero de producto de la empresa Intel Costa Rica, el cual notó que otros ingenieros de desarrollo de nuevas tecnologías en Estados Unidos necesitaban conectarse remotamente en las máquinas del laboratorio localizado en la planta de nuestro país para hacer sus validaciones (proceso por el cual se hace pruebas a los procesadores de Intel) de nuevos productos. Estas validaciones requieren de setup (ingreso de variables de prueba en los módulos de prueba) y calibraciones específicas que deben ser coordinados con los técnicos y operarios locales.

Toda esta interacción causa que los ingenieros pierdan tiempo en comunicación y calibración de los módulos para poder tenerlos a punto óptimo de uso, al ocasionar desperdicios en el flujo de proceso y operaciones de ingeniería. Todas estas actividades que los desarrolladores utilizan en calibraciones puede invertirse en actividades ingenieriles propias del puesto y competencias estadounidenses y que le dan más valor agregado como parte de su perfil profesional.

Con esto en mente nació la idea de hacer outsourcing (tercerización de actividades a mano de obra contratista) del proceso de calibraciones de módulo y coordinación local para liberar tiempo a los ingenieros de desarrollo al eliminar los desperdicios propios de estas actividades de setup. La idea es que personal no calificado sea entrenado en estas tareas, pueda ejecutar los setup calibraciones y coordinen con operarios el proceso de validación y carga de unidades, siendo un enlace entre el laboratorio de Costa Rica y los dueños de producto en otros países.

En una primera etapa se incluyeron dos contratistas y fueron entrenados en tres tareas básicas para soportar un piloto con 10 ingenieros de desarrollo en Estados Unidos por un periodo de seis meses, este experimento ya fue concluido con datos satisfactorios para la organización en cuanto a costos y el tiempo que los ingenieros aprovechan ejecutando actividades de mayor contenido y valor agregado para el puesto que fueron contratados.

La intención del proyecto es evaluar, medir y determinar los tiempos de proceso de cada una de las tareas y actividades por desarrollar para en una segunda etapa del proyecto, tener clara la capacidad real de ejecución de los contratistas, además de materializar cuántas personas en outsourcing se necesitarían para poder atender a todo el grupo de ingeniería de producto en Estados Unidos, donde se cuenta con 200 empleados y cuál sería el costo-beneficio de esto.

En el primer capítulo se desarrolla la problemática y los objetivos necesarios para poder llegar a una resolución adecuada al problema planteado. Además se describen las generalidades de la empresa, los antecedentes de cómo otros colegas abordaron problemas similares, se justifica por qué desarrollar este proyecto junto con los alcances y limitaciones del mismo.

En el capítulo II se describen todas las herramientas usadas durante la investigación, donde se describe el por qué se aplicaron en cada una de las etapas y las referencias a cada una de las ayudas usadas en la investigación con sus respectivas citas bibliográficas.

En el capítulo del marco metodológico se planea y desarrolla el aseguramiento y comprensión de los elementos que sustentan este marco, cuáles son las bases tanto teóricas como prácticas que le dan soporte a una investigación donde se define si las variables son cuantitativas, descriptivas o de campo.

Durante el análisis de la situación actual, se hacen estudios de tiempos, estudio de los métodos de trabajo, distribución de actividades y estudio de las causas que inducen a los retrasos de tareas o problemas de comunicación entre las partes ejecutantes, para comprender cuántas tareas por hora, por turno o por semana puede lograr cada uno de los empleados contratistas. Con estos datos se procede a definir el tiempo estándar y el tiempo real de las actividades.

En la sección de recomendaciones la expectativa es dar una serie de pautas y guías en cuanto a cantidad de personal requerido y cantidad de tareas que se pueden incluir en formato outsourcing así como cuánto dinero se podría economizar al pasar esas tareas de ingenieros en Estados Unidos a personal no técnico en Costa Rica.

La propuesta incluye una recomendación de costo-beneficio basada en una comparativa de salario entre lo que gana un ingeniero senior contra una persona con conocimiento básico dónde la empresa espera tener una reducción de al menos 20%, los entrenamientos necesarios para llevar a cabo el plan de certificación y el perfil del trabajador no calificado (empleado sin conocimiento de ingeniería) que se debe contratar para poder ejecutar las tareas requeridas en caso de que las recomendaciones sean implementadas en la operación de los laboratorios de Intel Costa Rica. La línea de investigación pensada en este trabajo es una evaluación de procesos mediante el desarrollo y medición de indicadores de éxito. Ya que es necesario saber la capacidad actual del personal, y el tiempo que toma cada tarea en realizarse para poder calcular los recursos humanos necesarios.

Generalidades de la Empresa

En 1997 Intel inició operaciones en el país con la planta de manufactura de procesadores, dónde el principal producto en esa época fue el Pentium. La planta se mantuvo por 17 años ejecutando los productos de alto volumen, principalmente enfocado a servidores. En abril de 2014, Intel anuncia el cierre de su planta de manufactura en el país, pues la producción sería trasladada a Asia. Sin embargo, en diciembre del mismo año, la compañía sorprendió con la apertura de un mega-laboratorio en Costa Rica en el que se diseñan y prueban dispositivos y software (programas básicos de computación usados en los equipos), que posteriormente serán producidos en masa para los consumidores del mundo.

El talento costarricense es la materia prima del Mega Lab. Se inicia con 90 técnicos e ingenieros en electrónica, electromecánica y ciencias de la computación los cuales ponen a prueba la última generación de servidores, computadoras portátiles y de escritorio, así como tecnologías para dispositivos como tabletas y teléfonos. Desde el laboratorio se da soporte a ingenieros ubicados en latitudes como Polonia, Israel, Malasia y Estados Unidos, los cuales acceden de forma remota a los módulos, para aprovechar funciones de voltaje, frecuencia entre otros y hacer experimentos tanto de software como hardware a las futuras tecnologías que Intel planea desarrollar en el futuro.

Para hacer frente a solicitudes de tan diversos husos horarios el laboratorio cuenta con tres diferentes turnos y así aseguran una cobertura de 24/7 (jornada laboral de 24 horas, los 7 días de la semana). El trabajo en equipo resulta indispensable para el personal del laboratorio, así como el pensamiento crítico y la tenacidad de seguir luchando por un objetivo. El Mega Lab es parte de Centro de Investigación y Desarrollo de Intel, en el que 900 ingenieros realizan tareas como diseño de circuitos incluidos en los microprocesadores, que finalmente formarán parte de una computadora o tableta.

Además hay una sección de desarrollo de software tanto con bajo como alto nivel. Cuando se habla de bajo nivel de software se hace mención al código presente en la cámara en su teléfono o su tableta.

O a más alto nivel el código de servidores alto poder utilizados en la NASA, en creación de películas animadas o en tecnología de drones. Ese nivel de código es que el que se desarrolla en Intel. Asimismo, cuenta con el servicio de simulación y análisis del desempeño de productos, para tener retroalimentación hacia los clientes sobre cuál es el mejor uso que le pueden dar a los programas o equipos desarrollados por Intel.

Misión:

“Utilizar el poder de la ley de Moore para traer dispositivos inteligentes, conectados a cada persona en la tierra”

Visión:

“Si es inteligente y está conectado, es mejor con Intel”

Valores:

- Calidad
- Riesgo de tomar
- Un lugar inclusivo y excelente para trabajar
- Disciplina
- Orientación al cliente
- Orientación de los resultados

Planteamiento del Problema

Durante conversaciones previas con el mega-laboratorio de Intel Costa Rica se presentaron datos que apuntaban a una alta rotación de ingenieros en Estados Unidos en el departamento de nuevas tecnologías. Después de varias revisiones internas hechas por la empresa se encontró que una de la razones principales fue la cantidad de trabajo de bajo perfil (transacciones que no generan valor agregado a un puesto de ingeniero calificado) que tenía que realizar este departamento como parte de su cartera de actividades diarias. Estas tareas se encuentran dentro de los setup de módulos y calibraciones con los operarios locales, además del pedido de unidades de prueba por medio de un software local para poder hacer pruebas a los nuevos procesadores.

Como oportunidad a esta problemática nació la idea de mover este trabajo de bajo perfil a una modalidad de outsourcing con personal no técnico que estuviera físicamente en Costa Rica. Se inició en el año 2018 con un piloto que contaba con dos contratistas y solamente tres tareas asignadas a ellos por un lapso de seis meses, soportando a solamente 10 ingenieros seleccionados previamente para este experimento, tomando entre un 10% a un 15% de su carga laboral, presentando resultados favorables, por lo cual la gerencia quiere expandir este servicio a más ingenieros y más tareas.

El plan de futuro es tener documentado el tiempo real y tiempo estándar de todas las tareas, para definir la capacidad de cada uno de los contratistas por turno de trabajo, además de generar una propuesta de la cantidad de colaboradores necesarios para poder tener un ahorro en salarios moviendo las tareas transaccionales a modo outsourcing.

En la actualidad, se tienen datos empíricos en cuanto al volumen que puede procesar cada una de las personas, ya que no se ha tomado un tiempo correcto. Se estima que cada persona puede realizar ocho setups por turno de trabajo, pero el tiempo real de cada tarea varía desde los 10 minutos hasta las dos horas, también existe tiempo de calibración con el ingeniero y con el técnico de módulo que no se ha cuantificado por lo que al día de hoy es incierto si afecta o no la cantidad de tareas que se pueden realizar, pero si se considera como un desperdicio.

Esto lleva a la pregunta: ¿Cómo reducir un 20% de los costos de mano de obra en el laboratorio de Intel Costa Rica mediante un plan de gestión de recursos humanos para mover las actividades de setup de los ingenieros en Estados Unidos a formato outsourcing en Costa Rica?

Con esta problemática se pretende atacar la variabilidad presentada actualmente en las tareas ya que una misma transacción puede durar desde cinco minutos hasta dos horas dependiendo de los técnicos, de las unidades o del módulo asignado, al proponer una reducción de esta variabilidad para poder tener claro el indicador y aumentar la cantidad de tareas y procesos soportados en outsourcing y reducir los costos de mano de obra pagados a los empleados fijos en Estados Unidos, el cual la empresa recomienda sea de al menos 20%

Una vez resuelta la parte de variabilidad y se logre estabilizar la ejecución de tareas se planea una reducción en los costos de mano de obra al atraer más soporte a tareas diferentes y habilitar que los ingenieros se dediquen a tareas de mayor valor agregado y analizar junto con el departamento de finanzas el costo-beneficio de pasar las tareas.

Objetivos

Objetivo General

Reducir un 20% de los costos de mano de obra en el laboratorio de Intel Costa Rica mediante un plan de gestión de recursos humanos para mover las actividades de setup de los ingenieros en Estados Unidos a formato outsourcing en Costa Rica.

Objetivos Específicos

- Definir si existe la oportunidad para la empresa de reducir los costos moviendo actividades de setup de fuerza laboral fija a mano de obra no especializada en formato outsourcing.
- Medir la situación actual en tiempo que consume un contratista en realizar los setup en los módulos de Costa Rica.
- Analizar el total de tareas realizadas por los empleados por unidad de tiempo y compararlo con la capacidad disponible de los colaboradores no técnicos.
- Proponer el gasto o ahorro de costos de planilla que se tendría con el outsourcing y el impacto de cada empleado adicional incluido.
- Crear un plan para incluir las tareas al formato de satisfacción al cliente y creación de los indicadores de éxito para los empleados outsourcing.

Justificación

El objetivo en que se basó la investigación es un criterio con implicaciones prácticas, ya que dos departamentos se benefician mutuamente, por un lado, el equipo de ingeniería de producto va a poder delegar funciones que son repetitivas y de bajo nivel técnico, por lo que ellos pueden enfocarse en otras actividades de mayor valor agregado como es análisis de reportes, voltajes, frecuencias y mejora continua de procesos. Con esto pueden dar un mejor grupo de resultados comparados con las competencias exigidas.

Por otro lado el departamento de recursos humanos se ve beneficiado al ser el dueño de los contratos con el proveedor de servicios, al aumentar la cantidad de personal en Costa Rica y expandir el área de conocimiento al entrar en labores técnicas y que están directamente relacionadas con la unidad de negocio principal de Intel que es el desarrollo de nuevas tecnologías para computadoras.

El problema por resolver es real, que existe en la planta actualmente, y se puede resolver al aplicar los conocimientos y herramientas de la carrera. Ya que la interacción entre los departamentos de desarrollo con los operarios está presentando problemas y a la vez oportunidades para expandir el negocio actual a más tareas con personal extra.

Para el 2018 se tuvo una ganancia de \$30,000 con solo tres tareas y dos contratistas asignados, por lo cual el costo beneficio se presupuesta bastante atractivo para la gerencia y así poder delegar estas funciones a un nivel no técnico, la idea es analizar los datos históricos más la información que se van a tomar durante la etapa de toma de tiempos y así analizar si la meta de 20% de reducción propuesta por la empresa es viable.

Antecedentes

En los antecedentes se analizan trabajos presentados en revistas, u otras publicaciones de profesionales en la ciencia y como ellos abordaron temas similares al propuesto durante esta investigación y están relacionados con la ingeniería industrial, esto sirve en el trabajo como una guía para saber qué métodos, herramientas o estrategias formularon los colegas en sus temas y cómo iniciar con la aplicación de éstos para tomar la mejor decisión en la etapa exploratoria de análisis del proyecto planteado.

Garcilazo (2012) en su artículo llamado: El outsourcing en el desempeño de las exportaciones de las empresas escrito en México mediante el análisis basado en teorías, dice que el outsourcing en las empresas es muy importante para incrementar la capacidad, reducir costos y aumentar la flexibilidad de la empresa, aunque por otro lado explica por qué las empresas deciden implementar outsourcing en el extranjero con el fin de incrementar sus ventajas competitivas, y cómo esta mano de obra en consecuencia, podría contribuir a los resultados de exportación, aunque podría ser costoso y arriesgado por los entrenamientos y las diferencias de cultura o legislación entre países.

Sánchez et al (2014) Aportan en su publicación llamada: Innovación y Productividad Manufacturera escrita en España acerca de cómo la innovación y la productividad van de la mano para implementar soluciones creativas.

La estructura del trabajo analizado por este autor es la siguiente: en primer lugar se analizan los factores determinantes de la productividad, y se proponen hipótesis para cada uno de ellos; en segundo lugar se presenta el modelo, los datos y la metodología que se va a aplicar; en tercer lugar se centra el análisis de los resultados y discusión de los mismos; por último, se establecen las conclusiones.

Becerra et al (2016) En su trabajo Algoritmo para el Cálculo de las cargas de trabajo escrito en Colombia creó un algoritmo para calcular las cargas de trabajo al utilizar estudio de métodos y estudio de tiempos mediante la asignación de labores en las organizaciones.

El estudio de tiempos hace parte de la medición del trabajo y por ende como lo define la OIT (2011): “una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los métodos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, para analizar los datos con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Estos autores en su investigación utilizan un estudio de tiempos estándar, combinado con métodos que utilizan medidas de tiempo, y el análisis de cargas de trabajo para crear una ecuación que nivela dichas cargas, la cual puede también tener trabajadores cargados al 50% o al 80% del tiempo productivo. Al concluir que esta ecuación o algoritmo puede aplicarse tanto a procesos de manufactura como a servicios.

Lizardi et al (2018) en su aporte: Balanceo de carga de trabajo en un área de mano de obra indirecta de una empresa manufacturera de arneses, en México. Realizó balanceo de la carga de trabajo de los procesos de mano de obra indirecta del área, por medio de un estudio de tiempos y con la herramienta Yamazumi con el objetivo de optimizar el personal y asignar nuevas actividades que apoyen al cumplimiento de los indicadores del proceso. El proyecto se originó en el área después de cambios efectuados en ella. Se analizó el área y se documentaron sus actividades, para proseguir con un estudio de tiempos y determinar si los operarios actuales serían los necesarios para esta nueva área. El proyecto puede ser útil para todas las empresas del grupo que cuenten con las mismas máquinas cortadoras que pudieran afectar las demandas de los procesos de esta área.

Mejía et al (2016) En el artículo que presentó en su investigación: Metodología para la implementación de una cultura organizacional de sistemas de gestión integrados en empresas de prestación de servicios. Describe un proyecto encaminado al desarrollo de una metodología para la implementación de una cultura en Sistemas de Gestión Integrados en empresas de prestación de servicios, a partir del estudio y análisis del contexto organizativo de las empresas TRANSMETANO E.S.P S.A e INMEL INGENIERIA S.A.S y definir posterior a esto, modelos idóneos y prácticos para aplicarlos en el tipo de empresas objeto del estudio.

Proyecciones

En el primer piloto corrido con solo dos operadores, se logró tener una reducción en seis meses la cual aumentó en el siguiente semestre, por lo que se esperaría poder lograr un ahorro más atractivo para la empresa definiendo cuál es el impacto de mover las operaciones de los empleados regular a los empleados en formato outsourcing

Para el primer objetivo se va a definir cuál es la cantidad de transacciones que se están teniendo y qué tan significativo es ese porcentaje para las personas que están ejecutando, con eso tener una idea de cuántas más actividades se podrían cambiar a modalidad outsourcing comparando lo que gana un ingeniero Senior (empleado con más de cinco años de experiencia) en Estados Unidos contra lo que puede ganar un empleado no técnico en Costa Rica y que el resultado del trabajo sea similar, pero con una reducción en el costo que se paga.

Para el segundo objetivo se debe medir la capacidad actual de una persona en outsourcing, tener por otro lado la capacidad máxima que puede ejecutar el mismo empleado, y comparar los números contra el tiempo estándar que tarda cada una de las actividades y la cantidad ideal de tareas o procesos que se debe tener para poder soportar los setup de la planilla de ingenieros fijos en el departamento para poder demostrar que hay un ahorro en tener empleados contratistas que ejecutan las tareas.

En el tercer objetivo se va a analizar la situación actual, usar los números tomados durante la etapa de medición para revisar la capacidad, las tareas y planear cómo presentar una mejora para reducir los costos de la mano de obra de los empleados fijos en un 20% al menos como propone la empresa.

Durante la etapa de propuesta se espera plantear una idea del costo y ahorro por cada uno de los empleados que se deben tener entrenados para poder soportar más ingenieros tanto en Estados Unidos como en Costa Rica y así decir si es rentable tener los empleados contratistas mediante la reducción de costos en salarios fijos.

Finalmente se proyecta crear una serie de indicadores para que la empresa pueda medir correctamente si los empleados cumplen con el plan original que fue propuesto. Entre estos indicadores de éxito se tienen los siguientes ejemplos: cantidad de setups hechos por turno de trabajo, cantidad de tareas completadas sin defectos por la cantidad total de tareas, tiempo de proceso de la tarea contra la meta del tiempo estándar propuesto y “CSAT” (customer satisfaction) la cual será manejada por preguntas al ingeniero atendido con cinco preguntas y el dato se manejará como un porcentaje de satisfacción de 95%. (Preguntas incluidas en los Anexos página 96)

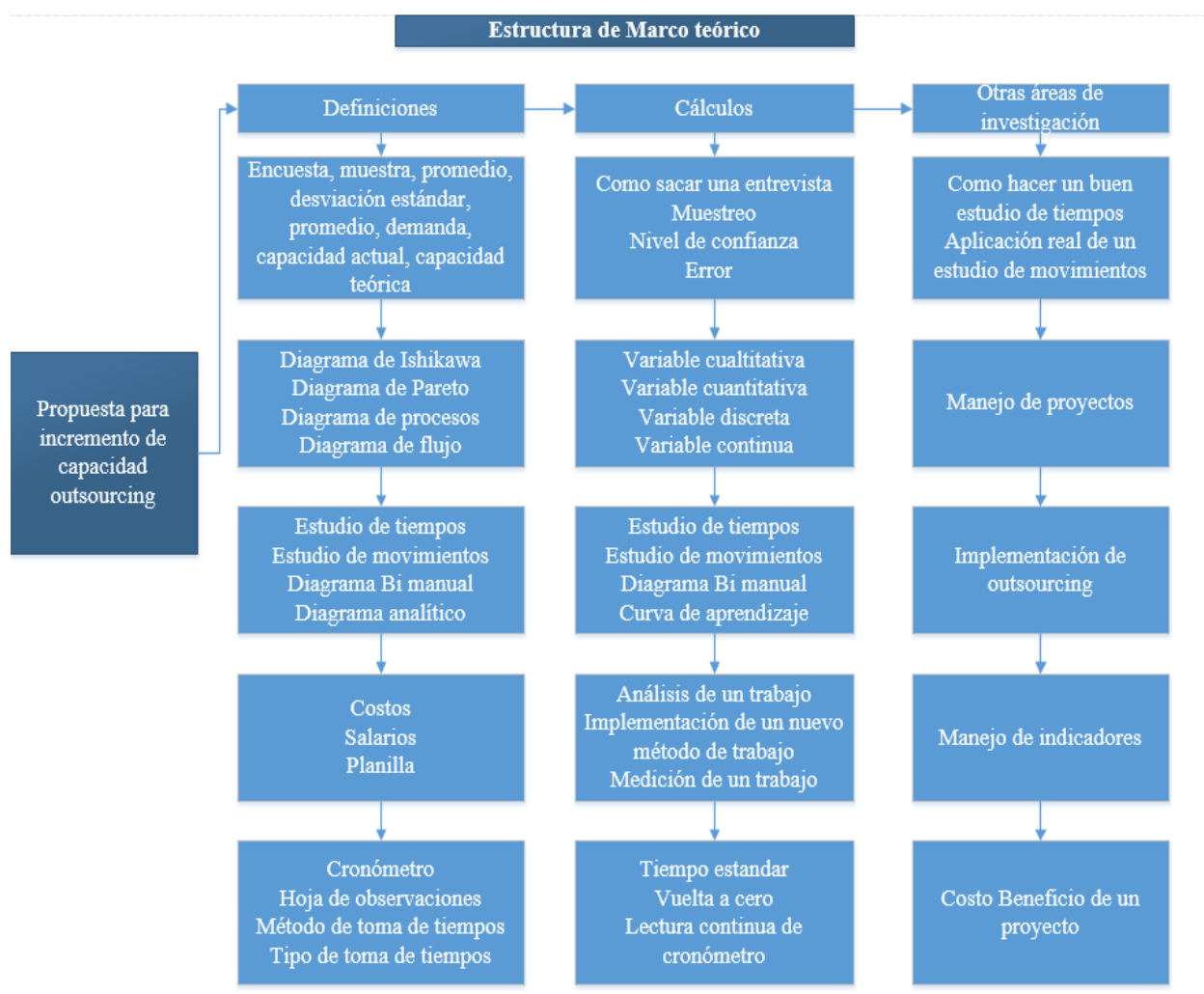
Se espera tener una serie de calibraciones con los departamentos involucrados del proceso para mostrar los números obtenidos y poder proyectar la viabilidad de la investigación para el aumento de personal en outsourcing a razón de la cantidad de empleados fijos realizando las tareas específicas encontradas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

El marco teórico que fundamenta la investigación proporciona al lector la idea clara del tema, al unir conceptos básicos, específicos y complementarios para el desarrollo de la problemática. El conocimiento merece ser tomado en cuenta porque indica cómo hacer las cosas y cómo la teoría elaborada por otros autores fundamenta los puntos analizados en el presente proyecto.

Para el marco en estudio se tiene la estructura planeada durante el proceso de investigación de los términos y conceptos por aplicar en el proyecto de mejora como se observa en la Figura 1

Figura 1: Estructura del marco teórico



Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Dentro de los conceptos primarios para entender la importancia de la carrera se tiene el concepto de ingeniería por parte del autor, Stincer (2012) dice

La ingeniería aplica los conocimientos de la ciencia de manera práctica. Está basada principalmente en la física, la química y las matemáticas, su injerencia se encuentra en la ciencia de los materiales, mecanismos sólidos y fluidos, termodinámicos, procesos de transferencia y sistemas analíticos y de producción (p. 14).

Stincer (2012) aporta además que “El ingeniero debe ser una persona ampliamente capacitada para dar soluciones prácticas y fundamentadas a los problemas que se puedan presentar dentro de su ámbito” (p. 41).

Dentro de los aportes principales de un ingeniero industrial se tiene la calidad, la cual se define como “la totalidad de los rasgos y características de un producto o servicio que se sustenta en su habilidad para satisfacer necesidades establecidas o implícitas” (American Society of Quality Control) citado por (Carro Paz & González Gómez, 2008, p. 1).

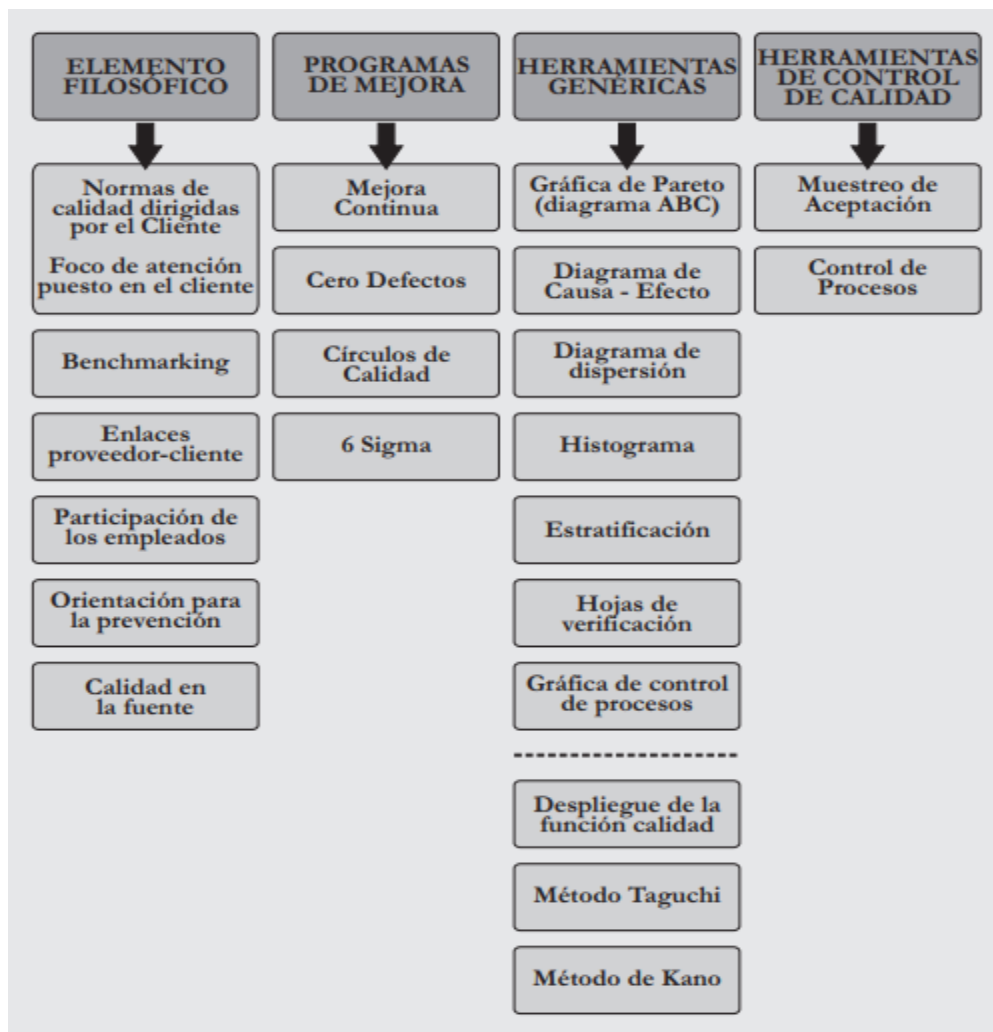
Para poder tener calidad en las labores como ingeniero es muy importante tener una base conceptual para entender cómo esta calidad es necesaria para poder dar un resultado deseado.

Carro et al (2008) dice que “el Total Quality Management se inventó después de la Segunda Guerra Mundial y en términos generales se utiliza para mejorar la competitividad y que la persona que está más cerca del proceso es la que más conoce sobre la misma” (pp. 3-4).

El mismo autor dice que TPM es una manera de gerenciar toda una organización interpretando que el fin de la misma es lograr satisfacer los requerimientos de sus consumidores o clientes mediante la mejora de la calidad de los productos y procesos (p. 6)

Esto es muy importante para entender cuáles son las responsabilidades y el rango de acción de un ingeniero industrial en el momento de organizar, diagnosticar y proponer mejoras a un proyecto de investigación, además de la calidad que se debe entregar cuando se ejerce un trabajo de mejora de procesos o de procedimientos, aunque no esté relacionado como la calidad directamente. Cabe resaltar que muchos de los conceptos que se verán en este marco teórico sirven para poder dar una visión de cómo se aplica la teoría por otros autores.

Figura 2: Mapa conceptual de las actividades involucradas en la calidad



Nota: (Carro Paz & González Gómez, 2008, p. 6)

La Figura 2 muestra las herramientas que se pueden usar en el análisis de la calidad y en todo proyecto de investigación realizado bajo los conocimientos aprendidos en la carrera.

Como parte de los procesos de mejora, se tienen conceptos que se adoptaron de metodologías japonesas que han sido muy efectivas en los procesos de ese país para incrementar la productividad. El término kaizen proviene de dos ideogramas de dicho país “kai” que significa cambio y “zen” que quiere decir mejorar. Por lo que la palabra kaizen significa cambio para mejorar o mejoramiento continuo (Carro Paz & González Gómez, 2008, p. 11).

Este método tiene un instrumento utilizado cuyo nombre es Círculo de Deming, el cual consta de una serie de pasos para encontrar el medio adecuado para encontrar la mejora continua como se puede ver en la Figura 3.

Figura 3: Pasos del círculo de Deming

<i>etapa</i>		<i>especificaciones</i>	<i>herramientas</i>
Planear	Definir el proyecto.	Definir el problema. Analizar por qué es importante. Definir indicadores (variables de control)	<i>Brainstorming</i> Registros <i>Flowchart</i> Diagrama de Pareto
	Analizar la situación actual.	Recoger información existente. Identificar variables relevantes. Confeccionar planillas de registros. Recopilar datos de interés.	<i>Brainstorming</i> Registros <i>Flowchart</i> Diagrama de Pareto
	Analizar causas potenciales.	Determinar causas potenciales. Analizar datos recopilados. Observar la experiencia personal. Tormenta de ideas.	<i>Brainstorming</i> Registros <i>Flowchart</i> Diagrama de Pareto Diagrama de dispersión Diagrama de causa-efecto
	Planificar soluciones.	Plantear un lista de soluciones. Establecer prioridades. Preparar un plan operativo.	<i>Brainstorming</i> Gráficos de barras Gráficos circulares
Hacer	Implementar soluciones.	Efectuar los cambios planificados.	<i>Brainstorming</i> Gráficos de barras Gráficos circulares
Verificar	Medir los resultados.	Recopilar datos de control. Evaluar resultados.	Diagrama de Pareto Gráficos de línea Histogramas Gráficos de control
	Estandarizar el mejoramiento.	Efectuar los cambios a escala. Capacitar y entrenar al personal. Definir nuevas responsabilidades. Definir nuevas operaciones y especificaciones.	Diagrama de Pareto Gráficos de línea Histogramas Gráficos de control
Actuar	Documentar la solución	Resumir el procedimiento aprendido.	Procedimientos generales Procedimientos específicos Registros e instructivos de trabajo

Nota: (Carro Paz & González Gómez, 2008, p. 13)

Otra herramienta muy utilizada es el seis Sigma, Carro et al (2008) dice “es una estrategia para el aumento de la competitividad a través de la mejora continua de la calidad, con énfasis en la aplicación de herramientas para eliminación de defectos” (p. 20)

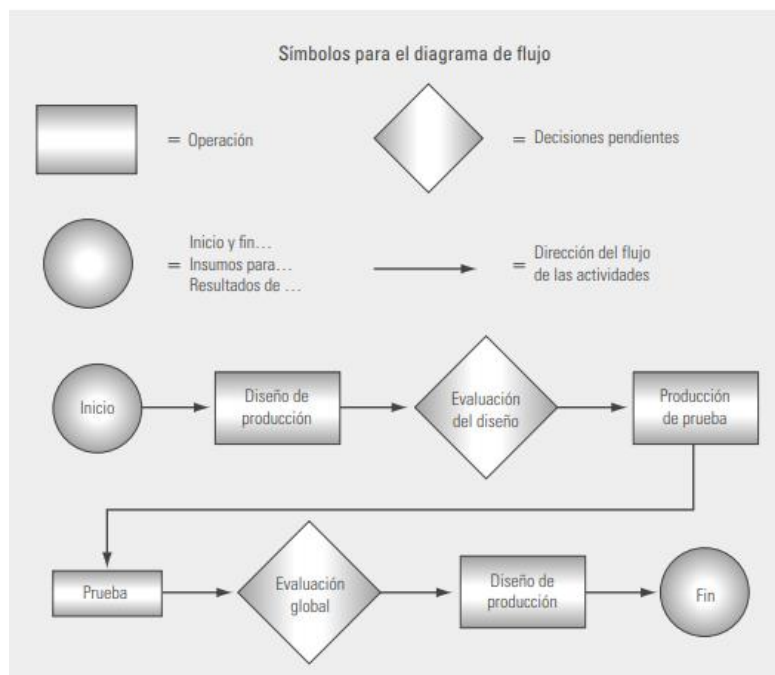
Al iniciar con las herramientas para la búsqueda del problema, y que han sido analizadas durante la carrera de ingeniería industrial se tienen las siguientes:

Diagrama de flujo

“Es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso, incluidos transportes, inspecciones, esperas, almacenamientos y actividades de reproceso” (Gutierrez, 2010, p. 199)

Según el mismo autor se tiene un ejemplo mostrado en la Figura 4: Ejemplo de diagrama de flujo.

Figura 4: Ejemplo de diagrama de flujo



Nota: (Gutierrez, 2010, p. 199)





















Diagrama de flujo de procesos

“Es una herramienta de análisis de representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o procedimiento” (García, 2005, p. 42)

Por otro lado, Niebel (2009) en su libro menciona de los diagramas de flujo de proceso lo siguiente: “los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Los diagramas de flujo de procesos, por lo tanto, necesitan varios símbolos además de los de operación e inspección que se utilizan en los diagramas de procesos operativos” (p. 26)

La Figura 5: Simbología de diagrama de flujo de procesos muestra los símbolos usados durante la elaboración de este diagrama y la Figura 6: Ejemplo de diagrama de flujo de procesos de cómo se realiza con formato de curso-grama analítico.

Figura 5: Simbología de diagrama de flujo de procesos

Operación  Un círculo grande indica una operación, como	 Clavar	 Mezclar	 Taladrar orificio
Transporte  Una flecha indica transporte, como	 Mover material mediante un carro	 Mover material mediante una banda transportadora	 Mover material transportándolo (mediante un mensajero)
Almacenamiento  Un triángulo representa almacenamiento, como	 Materia prima en algún almacenamiento masivo	 Producto terminado apilado sobre tarimas	 Archiveros para proteger documentación
Retrasos  Una letra D mayúscula indica un retraso, como	 Esperar un elevador	 Material en un camión o sobre el piso en una tarima esperando a ser procesado	 Documentos en espera a ser archivados
Inspección  Un cuadrado indica inspección, como	 Examinar material para ver si está bien en cuanto a cantidad y calidad	 Leer el medidor de vapor en el quemador	 Analizar las formas impresas para obtener información

Nota: (Niebel, 2009, p. 28)

Figura 6: Ejemplo de diagrama de flujo de procesos

Diagrama de flujo del proceso		Resumen			
Ubicación: Dorben Ad Agency		Evento	Presente	Propuesto	Ahorros
Actividad: Preparación de anuncios por correo directo		Operación	4		
Fecha 1-26-98		Transporte	4		
Operador: J.S.	Analista: A.F.	Retrasos	4		
Encierre en un círculo el método y tipo apropiados:		Inspección	0		
Método: <u>Presente</u> Propuesto		Almacenamiento	2		
Tipo: <u>Trabajador</u> Material Máquina		Tiempo (min)			
Comentarios:		Distancia (pies)	340		
		Costo			
Descripción de los eventos	Símbolo	Tiempo (en minutos)	Distancia (en pies)	Recomendaciones al método	
Cuarto con la existencia de materiales	○ ○ D □ ●				
Hacia el cuarto de recopilación	○ ● D □ ▽		100		
Ordenar los estantes por tipo	○ ○ ● □ ▽				
Ordenar cuatro hojas	● ○ D □ ▽				
Apliar	○ ○ ● □ ▽				
Hacia el cuarto de doblado	○ ● D □ ▽		20		
Empujar, doblar, rayar	● ○ D □ ▽				
Apliar	○ ○ ● □ ▽				
Colocar la engrapadora	○ ● D □ ▽		20		
Poner la grapa	● ○ D □ ▽				
Apliar	○ ○ ● □ ▽				
Hacia el cuarto del correo	○ ● D □ ▽		200		
Colocar la dirección	● ○ D □ ▽				
A la bolsa del correo	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				
	○ ○ D □ ▽				

Nota: (Niebel, 2009, p. 29)

Este es de importancia en el proyecto para entender todos los pasos que tiene la ejecución de la actividad para saber dónde enfocar las baterías de mejora y dar una muestra gráfica de todos los procesos y sub-procesos involucrados.

Diagrama de Pareto

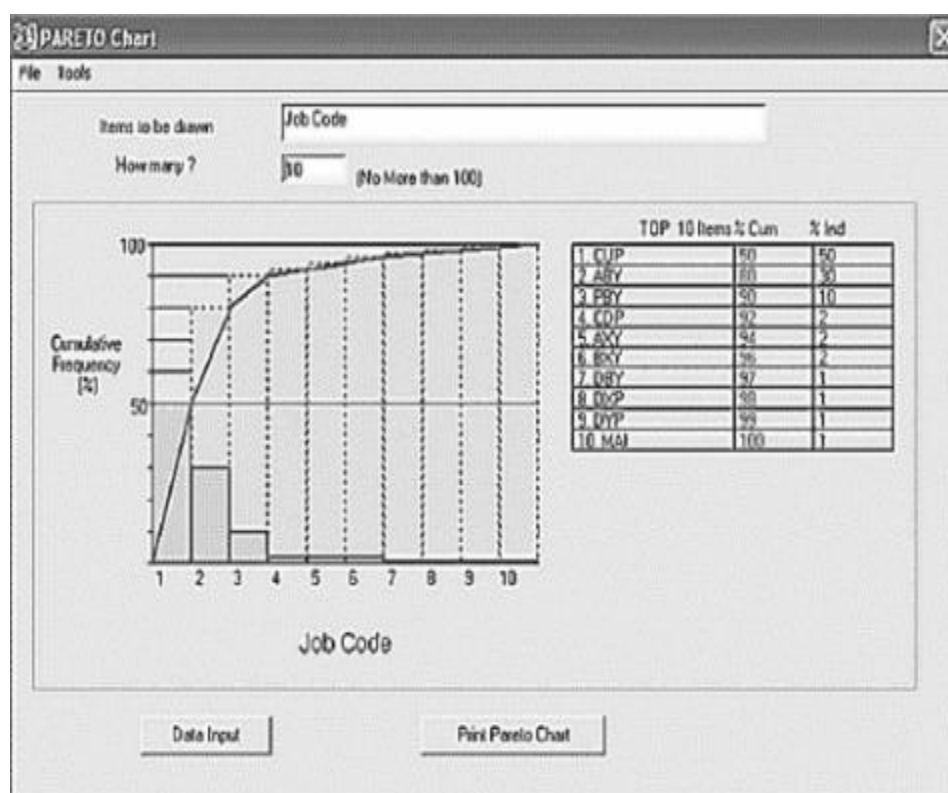
Carro et al (2008) menciona que “El Diagrama de Pareto es utilizado para determinar prioridades para ciertas actividades que impulsen el control total de la calidad” (p. 25).

El mismo autor acota que este diagrama ordena las causas según su importancia de mayor a menor, donde el 80% de los problemas son los tipo A (p. 25).

Por otro lado el autor (Niebel) dice en su libro que “el análisis de Pareto, los artículos de interés son identificados y medidos con una misma escala y luego se ordenan en orden descendente, como una distribución acumulativa. Por lo general, 20% de los artículos evaluados representan 80% o más de la actividad total; como consecuencia, esta técnica a menudo se conoce como la regla 80-20” (2009, p. 18)

El mismo autor nos muestra el siguiente ejemplo de este gráfico en la Figura 7: Gráfico de Pareto.

Figura 7: Gráfico de Pareto.



Nota: (Niebel, 2009, p. 18)

El diagrama de Pareto en el proyecto va a colaborar para entender cuáles son las causas más importantes o de tipo A, y va a ayudar a ordenar y priorizar la problemática para atacar primero. Luego de esto se va a dejar un plan para que los encargados puedan revisar las causas de tipo B y C y que ellos mismos puedan seguir dándole mejora continua a los problemas y evaluar si se presentan nuevas causas que puedan afectar el problema o nuevos inconvenientes.

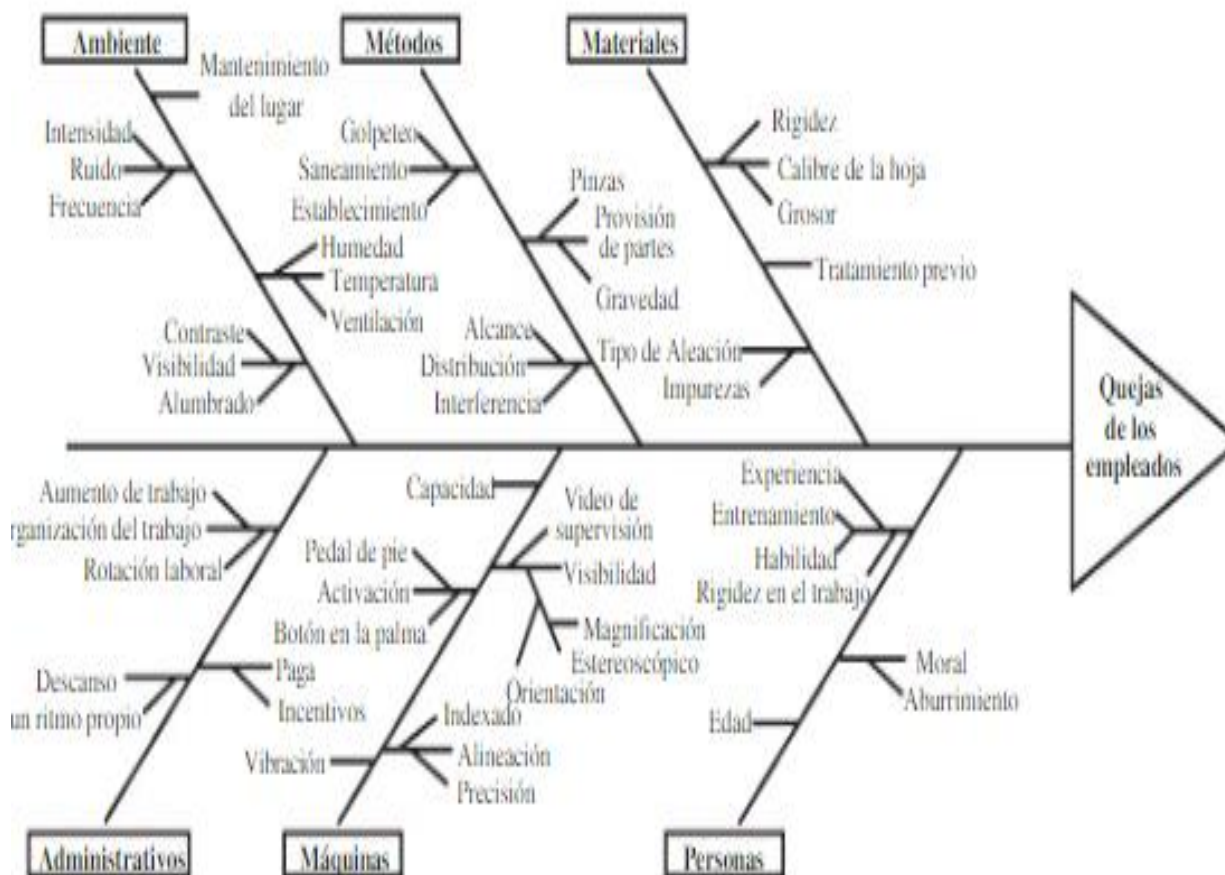
Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa)

De acuerdo con Carro et al (2008) apunta lo siguiente: “También llamado diagrama de Ishikawa o de pescado y su propósito es proveer una vista gráfica de una lista en donde se pueden identificar y organizar posibles causas a problemas” (p. 26).

Por otro lado, se lee de otro autor lo siguiente: “El método consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable, esto es, el efecto, como la “cabeza del pescado” y, después, identificar los factores que contribuyen a su conformación, esto es, las causas, como las “espinas del pescado” unidas a la columna vertebral y a la cabeza del pescado” (Niebel, 2009, p. 19).

El autor también nos muestra un ejemplo de esta herramienta como se ve en Figura 8: Diagrama de pescado.

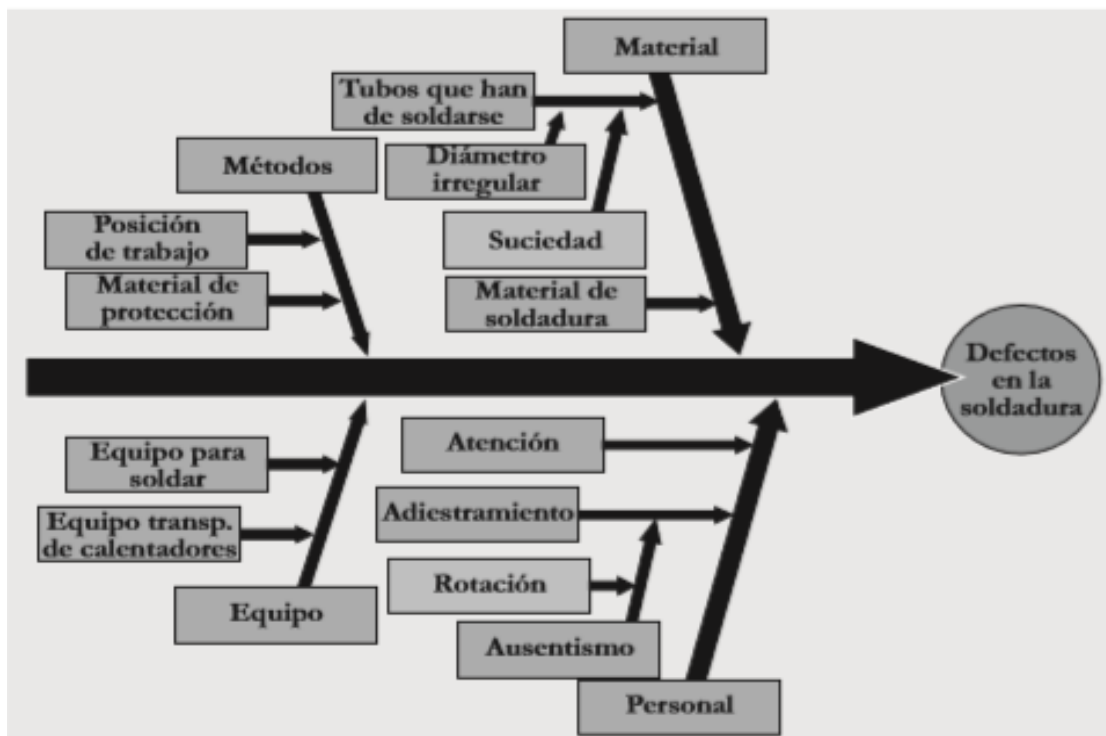
Figura 8: Diagrama de pescado. Ejemplo



Nota: (Niebel, 2009, p. 19)

El diagrama de Ishikawa se va a usar para revisar todas las posibles causas que afectan el problema desde el punto de vista de las 6M, las cuales son método, medio, medida, mano de obra, material y máquina. Luego de tener todas las posibles causas y su relación con la problemática planteada se procederá a ordenarlas y ponerlas de una manera que sea fácilmente entendible su posterior evaluación.

Figura 9: Ejemplo de Diagrama de Ishikawa



Nota: (Carro Paz & González Gómez, 2008, p. 26)

El diagrama de Ishikawa funciona de la siguiente manera:

Se realiza una lluvia de ideas, cada una de las causas que son detectadas se colocan en la espina central, luego se analiza el problema desde cada una de las ramificaciones o espinas, se hace un análisis para cada una de las causas de segundo nivel. Luego se completan todas las otras causas probables, y se completan las espinas de todas las causas.

Una vez finalizado el análisis de todas las causas y sub-causas, se procede a hacer una revisión sobre cuáles de estas serán las que se van a priorizar durante la revisión.

Diagrama de Klee (Matriz de priorización)

De acuerdo a Camisón (2008) “Las Matrices de priorización son herramientas que sirven para priorizar actividades, temas, características de productos o servicios, etc. a partir de criterios de ponderación conocidos. Se utilizan para la toma de decisiones” (p. 1270).

El autor da ciertos ejemplos de cómo se debe ver esta matriz de priorización en la ejecución de búsqueda de problemas principales como se detalla en

Figura 10: Matriz de priorización.

CRITERIO I	Localización solar	Nivelado solar	Estructura	Calidad materiales	Calidad equipamiento	Totales de fila (% total)
Localización solar		5	5	2	2	14 (0,35)
Nivelado solar	1/5		1	1/5	1/5	1,6 (0,04)
Estructura	1/5	1		1/5	1/5	1,6 (0,04)
Calidad materiales	1/2	5	5		1	11,5 (0,29)
Calidad equipamiento	1/2	5	5	1		11,5 (0,29)
Totales de columna	1,4	16	16	3,4	3,4	40,2

Nota: (Camisón, 2008, p. 1275)

La interpretación de esta matriz nos indica que las opciones que más impacto tienen sobre la satisfacción del cliente son, en orden de importancia: localización del solar; al mismo nivel calidad de los materiales y calidad de equipamientos; y por último, también al mismo nivel, nivelado del solar y la estructura hormigón / metal. (Camisón, 2008, p. 1275)

Productividad

García (2005) menciona que “Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos determinados” (p. 9)

En la investigación es importante tener este tema claro para saber el número de mejora que se puede realizar con los cambios que se sugerirán y cuánto sería el impacto positivo para la empresa en adaptar los cambios necesarios.

Condiciones laborales

Otro punto importante para explorar son las condiciones de trabajo. Garcia (2005) aporta que lo más significativo para mejorar los métodos de trabajo es crear condiciones laborales que permitan a los trabajadores ejecutar las tareas con la menor cantidad de fatiga. Entre las condiciones que se deben tomar en consideración están: la limpieza, el agua potable, orden y aseo, iluminación, ventilación, aire acondicionado tanto caliente como frío, condiciones cromáticas, ruido y música ambiental. (p. 24)

El autor también narra las necesidades de cada una de las condiciones, por ejemplo en la limpieza cuenta como esto es fundamental para la salud de los trabajadores, en cuanto al agua potable siempre se debe tener un abastecimiento adecuado de agua limpia y fresca. El orden favorece la productividad y ayuda a reducir el número de accidentes. La buena iluminación acelera la producción y aporta para la seguridad y eficiencia. Se sabe que la necesidad de oxígeno para respiración es proporcional a la intensidad de las labores. Una pintura adecuada tiene gran influencia en el estado de las personas. Mientras que el ruido debe ser eliminado. (pp. 24-30).

Para iniciar con la parte numérica de la teoría se planea entender los conceptos de la estadística cómo se presenta y cómo se relaciona con la investigación que se lleva a cabo.

Estadística

“Es la ciencia que se encarga de la recolección, ordenamiento, representación, análisis e interpretación de datos generados en una investigación sobre hechos, individuos o grupos de los mismos, para deducir de ello conclusiones precisas o estimaciones futuras”. (Salazar C. , 2018, p. 13).

Como parte de un proceso productivo y una propuesta ingenieril, se debe analizar la parte numérica y estadística para tomar la mejor decisión del proceso.

Muestra

“Es un conjunto de elementos seleccionados de una población de acuerdo a un plan de acción previamente establecido (muestreo), para obtener conclusiones que pueden ser extensivas hacia toda la población” (Salazar C. , 2018, p. 13).

El tamaño de la muestra es la cantidad de respuestas completas que tu encuesta recibe. Se le llama muestra porque solo representa parte del grupo de personas cuyas opiniones o comportamiento te interesan. Por ejemplo, una forma de obtener una muestra es usar una muestra aleatoria, en la que los encuestados se eligen completamente al azar de entre la población total del grupo objetivo.

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)}$$

N = tamaño de la población • **e = margen de error (porcentaje expresado con decimales)**

• **z = puntuación z**

Nivel de confianza

De acuerdo con García (2005) “Es el porcentaje representa la posibilidad de que cualquier observación sea válida” (p. 254)

Nivel de confianza deseado	Puntuación z
80 %	1.28
85 %	1.44
90 %	1.65
95 %	1.96
99 %	2.58

Se necesita para la cantidad de tareas y para los datos históricos provistos por la empresa y poder saber la cantidad de eventos que se debe tomar en cuenta.

Población

Según Salazar (2018) “Es el colectivo que abarca a todos los elementos cuya característica o características queremos estudiar” (p. 13).

De acuerdo con Monroy (2008): “Es la totalidad de los elementos que conforman el universo de estudio. Es el conjunto de valores de una variable por el cual existe algún interés” (p. 32).

Durante la investigación es de importancia porque el análisis se va a realizar a la población de ingenieros que están relacionados con el piloto de prueba corrido durante el 2018 y de ahí se van a sacar los datos suficientes para saber las tareas, procesos y actividades que serán fundamentales para llegar a la meta planteada en el problema y el tiempo que se debería tomar en cada una.

Parámetro

“Es cualquier medida descriptiva o representativa de una población” (Salazar C. , 2018, p. 13).

Durante la investigación hay una serie de parámetros que se deben analizar y plantear para la revisión de la situación actual y cómo esto ayuda en el diagnóstico y las recomendaciones finales.

Estadística descriptiva

Según Salazar (2018): “Es la parte de la estadística que permite analizar todo un conjunto de datos, de los cuales se extraen conclusiones válidas, únicamente para ese conjunto” (p. 14).

Durante el proceso de análisis esta información es vital ya que se hará una revisión de conglomerados de datos necesarios para llegar a una conclusión durante el diagnóstico.

Estadística inferencial

En esta rama de la estadística, lo que se pretende es obtener conclusiones generales de una determinada población, mediante el estudio de una muestra representativa sacada de ella, dicho de otra manera, lo que se trata es que, con el valor de los estadísticos obtenidos, podamos establecer los valores de los parámetros. (Salazar C. , 2018, p. 14).

Esta estadística será utilizada en la investigación ya que es necesario analizar datos de muestras y comparar muestras de datos con otros análisis.

Media Aritmética

Salazar (2018) dice: “En general podemos indicar que, la media aritmética es el valor que resulta de dividir la suma de todos los valores observados entre el número de datos considerados” (p. 50).

Según Monroy (2008) se presenta el siguiente ejemplo

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{8+3+5+12+10}{5} = \frac{38}{5} = 7.6$$

$$\bar{x} = 7.6$$

Mediana

“Es el punto medio del total de observaciones, luego de que han sido ordenados y que deja al mismo número de observaciones por debajo de su valor, así como por arriba de él” (Salazar C. , 2018, p. 52)

Monroy (2008) nos muestra el siguiente ejemplo tanto para series como para frecuencia y datos simples (p. 60).

$$144.5 + \frac{3}{12}(153.5 - 144.5) = 144.5 + \frac{3}{12}(9) = 146.8 \text{ cm}$$

Series simples:

- a. 2, 3, 3, 4
- b. 1, 18, 19, 20
- c. 5.1, 6.5, 8.1, 9.1, 10.1, 15.5
- d. 1, 2, 3, 3, 3, 4, 7
- e. 9, 40, 80, 81, 100
- f. 3.7, 9.2, 10.1, 11.8, 12.8

g) de frecuencias:

x_i	F_i
5	3
8	2
6	4
2	1

Nota: (Monroy, 2008, p. 78)

Moda

“Es el valor de la observación o elemento que tiene la mayor frecuencia” (Salazar C. , 2018, p. 54).

Según Monroy (2008) “En el siguiente grupo de puntuaciones: 10, 11, 11, 11, 12, 13, 14, 14, 14, 17, tanto 11 como 14 se pueden considerar como modas y en estos casos el grupo se llama bimodal” (p. 68).

Desviación media

Salazar (2018) Dice “Es la medida de dispersión que mide más exactamente el grado de dispersión de un conjunto de datos con relación a la media aritmética” (Salazar C. , 2018, p. 68).

Series simples	Series de frecuencia	Series de clases y frecuencias
$DM = \frac{\sum_{i=1}^n x_i - \bar{x} }{n}$	$DM = \frac{\sum_{i=1}^n f_i x_i - \bar{x} }{n}$	$DM = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \gamma_i - \bar{x} }{n}$
Donde: x_i = Valores de x \bar{x} = Valor de la media n = Número de elementos	Donde: f_i = Frecuencias	Donde: γ_i = Valor de la marca de clase o punto medio de la clase

Nota: (Monroy, 2008, p. 86)

Varianza

“La varianza es la media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media de una distribución estadística.” (Salazar C. , 2018, p. 87).

Ahora se van a revisar las herramientas necesarias para iniciar una revisión de movimientos, estudio de métodos y de tiempos, y cómo estas se relacionan con el trabajo de investigación que está en proceso.

Datos (x_i)	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
10	10 - 12 = -2	4
12	12 - 12 = 0	0
13	13 - 12 = 1	1
10	10 - 12 = -2	4
15	15 - 12 = 3	9
$\sum x_i = 60$		$\Sigma = 18$

Nota: (Monroy, 2008, p. 92)

Análisis de movimientos

Según García (2005) “Es el estudio de todos y cada uno de los movimientos de cualquier parte del cuerpo humano para poder realizar un trabajo en la forma más eficiente” (p. 79).

Se va a necesitar revisar los movimientos que realizan los operarios actualmente, categorizarlos y ordenarlos para poder buscar soluciones y medidas a cada uno de ellos y así poder brindar recomendaciones adecuadas al plan actual de procesos y procedimientos ejecutadas por los ingenieros.

Diagrama Bi-Manual

Este diagrama muestra todos los movimientos realizados por la mano izquierda y por la mano derecha y la relación que existe entre ellos. El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, en cuyo caso se registran un solo ciclo completo de trabajo. (García, 2005, p. 79).

Este diagrama va a ser de mucha importancia para mostrar las actividades que hacen los ingenieros y en su defecto los trabajadores contratistas tanto con la mano izquierda como con la derecha para poder tener un dato exacto del tiempo que duran haciendo una actividad de inicio hasta el final y que además muestra gráficamente donde pueden encontrarse problemas o desperdicios en la ejecución de las tareas, las cuales serán más fácilmente identificadas y mejoradas con las herramientas descritas.

El diagrama también permite entender el flujo de actividades y la posición de las manos para la realización de tareas y tener un panorama más claro con respecto a los movimientos de una mano y de la otra.

Hoja de Método de trabajo

Esta hoja pretende servir como base para el cumplimiento y mejoramiento de las operaciones, facilitar la capacitación de los operadores, servir como fuente de consulta durante la realización de las operaciones y ser la base de las auditorías del proceso para elevar la eficiencia de la operación y de la línea de trabajo. (García, 2005, p. 97).

La hoja de trabajo permitirá tener datos actuales de los tiempos que se consumen en las actividades por medir durante la etapa de diagnóstico.

Análisis de un trabajo

Según García (2005) “Mediante un análisis del trabajo, los operadores y jefes de bajo rango pueden ser instruidos mucho más rápidamente que mediante explicaciones orales en los cambios de la operación” (p. 113).

Importante para el trabajo para ver el tipo de trabajo y la pirámide de mando.

Implementación de un nuevo método de trabajo

Esta fase del procedimiento es fundamental para simplificar el trabajo. Esto lleva cinco etapas: vender la idea a los trabajadores relacionados con el tema, preparar un informe, examinar el informe con el supervisor o la dirección, lograr la aprobación de cambios por parte de los trabajadores y la gerencia, preparar las normas de ejecución por escrito y por último darle seguimiento necesario a los cambios (García, 2005, pp. 131-132).

Medición del trabajo

De acuerdo a lo escrito por García (2005):

La medición del trabajo es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida al fijar el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida. (p. 177).

Tiempo estándar

“Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, mediante el empleo de un método y equipo estándar por un trabajador con habilidad promedio” (García, 2005, p. 179)

Salazar (2018) en su página web ingenieriaindustrialonline.com muestra las fórmulas por utilizar normalmente para cálculo de tiempo estándar. Supongamos que el elemento que nos ha servido como ejemplo, es denominado elemento "A", y forma parte de una serie de elementos denominados elementos A, B, C, D, E, F. Tendremos así que:

Figura 11: Fórmula para tiempo estándar.

Elemento	Ttc (Tiempo Total Concedido)
A	1.113
B	2.106
C	1.590
D	3.520
E	1.008
F	1.464
Tiempo Estándar ($\Sigma(Ttc)$)	10.345

Nota (Salazar B. , 2018)

Técnicas de medición de trabajo

Los datos mostrados por el autor García (2005) muestra como las principales técnicas usadas son: por estimulación de datos históricos, estudio de tiempos con cronómetro, por descomposición de micro-movimientos de tiempos determinados, por método de observación instantánea y al final por datos estándar y fórmulas de tiempo (p. 184).

Para la medición de trabajo se va a usar los históricos actuales provistos por la empresa y que fueron tomados durante 2018.

Estudio de tiempos

“Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base a un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para realizar una tarea determinada” (García, 2005, p. 185).

El estudio de tiempos será de vital importancia para el análisis del proyecto de investigación y lo necesario para poder dar una solución numérica al problema que se adecue a los objetivos planteados.

Cronómetro

Según la RAE, Real Academia de la lengua Española (2018) dice: “Reloj de gran precisión para medir fracciones de tiempo muy pequeñas, utilizado en industria y en competiciones deportivas” (p. sp).

Este es de gran importancia en el proyecto para tomar todos los tiempos de las tareas, poder hacer los estudios de tiempos y de movimientos con datos científicamente correctos.

División de las operaciones del estudio de tiempos

García (2005) menciona que la medida de tiempos se puede hacer mediante 2 técnicas, una es la medición por elementos, la cual se puede definir como una actividad o tarea determinada, compuesta por uno o más movimientos fundamentales del operador o de una máquina, por otro lado tenemos el tipo de medida por ciclo la cual se toma desde que inicia hasta que termina la actividad completa como tal (pp. 192-196).

Método de lectura con vuelta a cero

“Este método consiste en oprimir y soltar inmediatamente la corona de un reloj de un golpe cuando termina cada elemento, con lo que la aguja regresa a cero e inicia de inmediato su marcha” (García, 2005, p. 196).

Es uno de los métodos más comunes y es el que se va a utilizar durante el análisis de los datos de la investigación

Método continuo de lectura de reloj

De acuerdo con García (2005) “Cuando se emplea este método, una vez el reloj se pone en marcha permanece en funcionamiento durante todo el estudio, las lecturas se hacen de manera progresiva y sólo se detendrá una vez se concluya el estudio” (p. 196).

Dentro del equipo necesario para poder hacer el estudio de tiempos es necesario contar con dos elementos adicionales:

Tabla para estudio de tiempos

“Tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerse con facilidad” (García, 2005, p. 197)

Hoja de observaciones

“En esta hoja se anotan datos tales como el nombre del producto, de la pieza, de la parte, identificación del dibujo, número, entre otros” (García, 2005, p. 197).

Curva de aprendizaje

De acuerdo con García (2005) La curva de aprendizaje calcula el tiempo que se necesita para nivelar las actividades y llegar a producir una cantidad óptima de tareas o procesos (p. 211).

Con respecto de la capacidad se debe tener en cuenta una serie de aspectos teóricos en cuanto al cómo se mide y cómo se determina creando una gráfica para mostrar el avance en el tiempo.

Capacidad

Carro et al (2012) menciona en su libro de calidad que “La máxima producción que se puede lograr en un proceso o instalación bajo condiciones ideales, se llama capacidad pico o capacidad teórica” (p. 2)

El mismo autor aporta que la capacidad efectiva o real es la “máxima salida de producción que un proceso es capaz de sostener en condiciones normales” (p. 2).

Cuello de botella

Carro et al (2012) dice: “Es la operación que tiene la capacidad efectiva más baja entre todas las instaladas y que, por lo tanto, limita la salida de productos al sistema” (p. 3)

En la investigación es importante entender y saber cuál es la operación más lenta y que será la base de las mejoras que se planea mejorar para lograr el objetivo planteado durante la etapa de objetivos.

Outsourcing (Subcontratación)

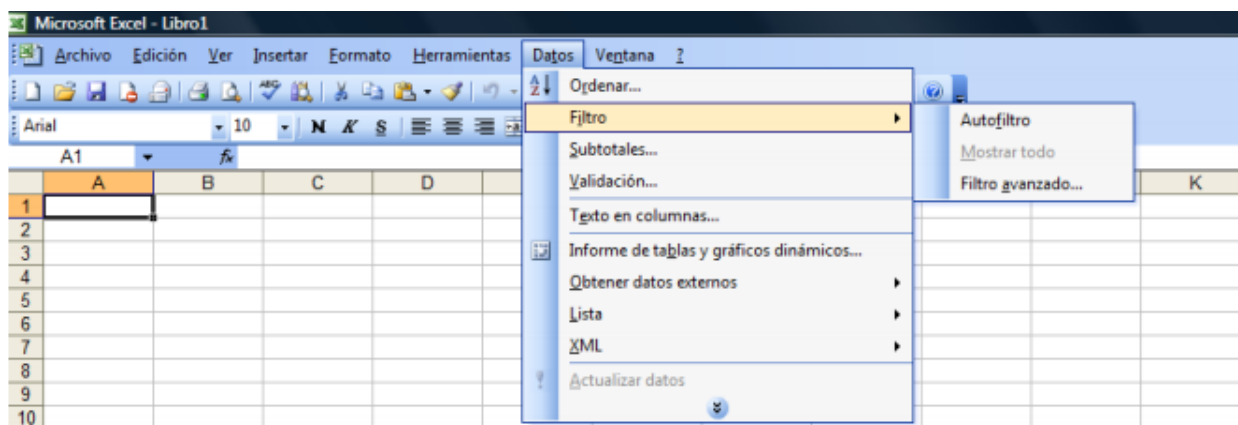
De acuerdo a RAE (2018) “Contratación que una empresa hace a otra para que realice determinados servicios, asignados originalmente a la primera” (p. sp)

El outsourcing es la base de la investigación, ya que existe la necesidad presentada por el departamento de la empresa para mover ciertas tareas a formato de subcontratación para reducir los costos.

Microsoft Excel

Una tabla en Excel es un conjunto de datos organizados en filas o registros, en la que la primera fila contiene las cabeceras de las columnas (los nombres de los campos), y las demás filas contienen los datos almacenados. Es como una tabla de base de datos, de hecho también se denominan listas de base de datos. Cada fila es un registro de entrada, por tanto podremos componer como máximo una lista con 255 campos y 65535 registros. (Guía Excel Avanzado, 2017)

Figura 12: Tabla de Excel



Nota: (Guía Excel Avanzado, 2017)

Análisis FODA

Según Marco (2008) es “Este análisis distingue los aspectos favorables y desfavorables de una organización cruzándolos con los factores internos y externos de ella. De esta manera, conforma una matriz con dos filas y dos columnas” (p. 132)

Durante la investigación es necesario tener un panorama de la situación por lo que un análisis FODA es recomendado para ver qué variables son necesarias de revisar y darle una propuesta de mejora o una recomendación.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se revisan los mecanismos utilizados para el análisis de la problemática presentada en la investigación, donde se le van a dar un enfoque al proyecto, tomando en cuenta los alcances pertinentes, la muestra que se ocupa para la revisión de la situación actual, las variables que se encuentran en el proceso total de setups de módulo junto con los instrumentos por utilizar durante este proyecto y los cronogramas de acción para poder ver el avance de las actividades y el logro de los indicadores.

Enfoque

Enfoque cuantitativo. “Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y robar teorías” (Hernández, 2014, p. 4)

Enfoque cualitativo. “Utiliza la recolección y análisis de los datos para afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación” (Hernández, 2014, p. 7). El libro también menciona que este enfoque se guía por áreas o temas significativos de investigación.

Enfoque Mixto. Utiliza ambos enfoques en forma combinada según cuenta Hernández (2014). “El enfoque cualitativo busca principalmente la “dispersión o expansión” de los datos e información, mientras que el enfoque cuantitativo pretende acotar intencionalmente la información” (p. 10)

Mientras que un estudio cuantitativo se basa en investigaciones previas, el estudio cualitativo se fundamenta primordialmente en sí mismo. El cuantitativo se utiliza para consolidar las creencias y establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población; y el cualitativo, para que el investigador se forme creencias propias sobre el fenómeno estudiado, como lo sería un grupo de personas únicas o un proceso particular. (p. 10)

Después de revisar en detalle cada una de las definiciones aportadas por la teoría se procede a seleccionar el enfoque cuantitativo para la elaboración de la investigación. Esto debido a que este trabajo debe ser ejecutado y probado numéricamente. Al ser un proyecto de ingeniería todos los datos deben estar sustentados con una base científica y estadística para lograr resultados deseados que puedan ser replicados, predecibles y precisos.

Alcance

En el alcance se pretende revisar los conceptos junto con los estudios y aplicarlos a los temas por desarrollar durante el proyecto.

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas. (Hernández, 2014, p. 91)

Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (Hernández, 2014, p. 92)

Hernández (2014) Dice “Estudio correlacional asocia variables mediante un patrón predecible para un grupo o población” (p. 93). El libro también menciona:

Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables. (p. 93)

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernández, 2014, p. 95)

Con estas definiciones en mente el proyecto pretende usar el alcance correlacional ya que se procede a asociar variables como cantidad de tareas por ejecutar por cantidad de tiempo para poder saber la cantidad de personal a tener listo para poder hacer frente a las actividades de ingeniería planeadas. También se va a usar el alcance explicativo ya que responde a variables individuales y pretende mostrar resultados a interrogantes planteadas y que son necesarias para el planteamiento de las actividades y situación de la empresa.

Diseño / Método

Hipótesis. Hernández (2014) Dice, “Explicaciones tentativas del fenómeno investigado que se enuncian como proposiciones o afirmaciones” Según la teoría la hipótesis es una guía de la investigación o estudio que indica las explicaciones tentativas del fenómeno investigado. (p. 104).

Variable. “Propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse” (Hernández, p. 105).

Hipótesis de investigación. “Proposiciones tentativas sobre las posibles relaciones entre dos o más variables” (Hernández, p. 107).

Según Hernández (2014). “Los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” (p. 130).

Por otro lado tenemos los diseños no experimentales.

Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para analizarlos (Hernández, 2014, p. 152).

Como parte de la investigación se va a proceder a trabajar con un diseño no experimental, ya que las variables se van a analizar en su ambiente natural, no se va a hacer manipulación de las variables para llegar a una hipótesis. Los datos se van a recolectar para un único propósito el cual será guiado de acuerdo con la disponibilidad de datos de la empresa y los horarios de los encargados. Pero estos datos se recolectarán en diferentes espacios de tiempo determinados para poder captar todos los turnos y los ejecutores actuales y así poder tener una representación de los datos que cubra la mayor porción posible.

Muestra de la Investigación

Muestra. “Subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta” (Hernández, p. 173)

Población o universo. “Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (Hernández, p. 174)

Muestra probabilística. Según Hernández (2014) “Subgrupo de la población en el que todos los elementos tienen la misma posibilidad de ser elegidos” (p. 175)

Muestra no probabilística o dirigida. “Subgrupo de la población en la que la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de las características de la investigación” (Hernández, p. 176)

Durante el trabajo de investigación se deben sacar tres muestras, una para la cantidad de ingenieros a la que se les aplicará una entrevista. Tentativamente esta será una población por la cantidad limitada de ingenieros y la ubicación geográfica.

Se aplicará otra muestra para las tareas por revisar durante el desarrollo del análisis la cual es dirigida. Y por último se debe aplicar una muestra a los datos tomados durante el piloto para saber cuáles tiempos tienen un comportamiento de tendencia central y cuáles tienen mucha varianza para establecer los tiempos estándar.

Importante es entender si los datos cumplen con la tendencia central y la variabilidad está dentro de los límites de control establecidos por el departamento de ingeniería.

Figura 13: Ventajas y desventajas de los distintos tipos de muestreo probabilístico.

Tipo	Características	Ventajas	Desventajas
Aleatorio simple	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de una muestra de tamaño "n", a partir de una población de "N" unidades. • Cada elemento tiene la misma probabilidad de inclusión (n/N). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sencillo y de fácil comprensión. • Cálculo rápido de medias y varianzas. • Existen paquetes informáticos para analizar los datos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere listado completo de toda la población. • Al trabajar con muestras pequeñas puede no representar de forma adecuada a la población.
Aleatorio sistemático	<ul style="list-style-type: none"> • Conseguir un listado de los "N" elementos de la población • Determinar tamaño de muestra "n". • Definir intervalo $k = N/n$. • Elegir número aleatorio, entre 1 y k. • Selección de los elementos de la lista. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de aplicar. • No siempre es necesario tener listado de la población. • Cuando la población está ordenada, asegura cobertura de unidades de todos los tipos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Si la constante de muestreo está asociada con el evento de interés, las estimaciones obtenidas a partir de la muestra pueden contener sesgo de selección.
Aleatorio estratificado	<ul style="list-style-type: none"> • En ciertas ocasiones resultará conveniente estratificar la muestra según variables de interés. • Para ello se ha de conocer la composición estratificada de la población objeto. • Una vez calculado el tamaño de la muestra, este se reparte entre los distintos estratos de la población usando regla de tres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiende a asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de variables seleccionadas. • Se obtienen estimaciones más precisas. • Su objetivo es conseguir una muestra lo más semejante a la población en lo que a la o las variables estratificadoras se refiere. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se ha de conocer la distribución en la población de las variables utilizadas para la estratificación.
Aleatorio por conglomerados	<ul style="list-style-type: none"> • Se realizan varias fases de muestreo sucesivas. • La necesidad de listados de unidades se limita a unidades de muestreo seleccionadas en la etapa anterior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficiente en poblaciones grandes y dispersas. • Es preciso tener un listado de las unidades primarias de muestreo. 	<ul style="list-style-type: none"> • El error estándar es mayor que en otros tipos de muestreo. • El cálculo del error estándar es complejo.

Nota: (Otzen & Manterola, 2017)

Variables o Unidades de Análisis

Variable. “Propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse” (Hernández, p. 105).

Figura 14: Establecimiento de las variables

Objetivos Específicos	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Definir la oportunidad de reducir el costo de planilla	Costos	"Gasto que ocasiona algo" RAE (2018) o "Cantidad que se da o se paga por algo" RAE (2018)	Costos de planilla de un ingeniero comparado contra el costo de planilla de un empleado no técnico pagado a un tercero	Tablas de excel, datos financieros de los salarios de planilla
Medir la situación actual de la empresa	Mediciones actuales	"Comparar una cantidad con su respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera." RAE (2018)	Cantidad de segundos o minutos que dura cada actividad o tarea en ejecutarse	Cronómetro, Tablas de excel
Analizar las capacidades de los trabajadores	Analizar la capacidad	"Someter algo a un análisis. Analizar un problema, un producto." RAE (2018)	Cantidad óptima de tareas que puede ejecutar un trabajador y cantidad de trabajadores para soportar los setups	Cronómetro, Tablas de excel, tablas de tiempos, herramientas de investigación
Proponer la cantidad de empleados para soportar 100% de actividades	Propuesta de actividades	"Proyecto o idea que se presenta a una persona para que lo acepte y dé su conformidad para realizarlo" RAE (2018)	Cantidad de operarios óptimos para soportar todas las actividades y reducir los costos fijos en salarios	Archivo de Excel
Crear los indicadores de éxito para los empleados en outsourcing	Creación de indicadores	"Un indicador es una característica específica, observable y medible que puede ser usada para mostrar los cambios y progresos que está haciendo un programa hacia el logro de un resultado específico" RAE (2018)	-Tareas soportadas por turno o semana de trabajo. -Tareas sin defectos contra total de tareas completadas. -Tiempo de realización de una tarea contra su tiempo estandar. -CSAT (customer satisfaction).	Manuales, archivos de excel

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Instrumentos

Instrumento de medición. “Recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente” (Hernández, 2014, p. 199).

Figura 15: Instrumentos de medición.

Indicador	Instrumento	Recursos requeridos	Beneficios Esperados
Definir la oportunidad de costos	Históricos de datos Planillas	Informáticos - reportes de planillas	Se mide para entender cual es el costo actual de la planilla de los ingenieros comparado con el costo de una persona no técnica.
Medir la situación actual	Cronómetro Hojas de observación	Informáticos - Tablas de excel	Tener una base de datos de las tareas y cada uno de los tiempos estándar de cada actividad
Analizar la capacidad actual	Cronómetro Hojas de observación	Informáticos - Tablas de excel Equipo de intel	Con los tiempos obtenidos se realizan cálculos para tener la capacidad por unidad de tiempo (turno, día, mes)
Proponer la cantidad de empleados para soportar actividades	Plan de entrenamiento y certificación	Informáticos - Tablas de excel Software local para control de certificaciones Equipo de Intel	Saber cuantos empleados en outsourcing se necesitan para ir a una máxima capacidad de tareas
Crear los indicadores de éxito para los empleados en outsourcing	Tener la medida de tiempo estandar contra lo real al 90% CSAT al 95% Calidad al 99% Tareas por turno completadas al 90%	Informáticos - Tablas de excel Equipo de intel	Tareas soportadas por turno o semana de trabajo Tareas sin defectos contra total de tareas completadas Tiempo de realizacion de una tarea contra su tiempo estandar CSAT (customer satisfaction)

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Proceso para la Recolección de Datos

Como la investigación está basada en un experimento previo que se efectuó en 2018, una cantidad importante de datos se obtendrán de las corridas que se hicieron durante ese tiempo por dos contratistas que estuvieron corriendo el piloto en este tiempo. Además es importante hacer una entrevista con los ingenieros de Estados Unidos para entender la aceptación del primer experimento, esto por medio de gráficos y paretos. Pero también las actividades que son de alto volumen y bajo perfil técnico que son fácilmente transferibles a personal outsourcing.

La fuente principal de recolección de datos es un archivo de Excel que fue recolectado durante 2018, 12 meses de datos. Adicionalmente se usará como fuente las actividades que actualmente ejecuta Recursos Humanos de Intel Costa Rica con el contratista Manpower S.A. para tener datos de 36 meses. Las fuentes de información se encuentran en la base de datos interna del departamento de “Global Transaction Services” en Costa Rica.

Adicional a los datos recolectados en 2018, se harán medidas de tiempos nuevos de todas las actividades y tareas planeadas, al usar las herramientas de Ingeniería Industrial como lo son Estudio de tiempos y Métodos de trabajo al analizar los datos históricos que se tienen para hacer una proyección de la cantidad de tareas y luego hacer mediciones de tiempos a los trabajadores e ingenieros para tener los números reales del tiempo y luego con esta información crear una base de datos de tiempos y tareas.

En cuanto a muestra se planea usar la población de datos, ya que el proceso es muy nuevo y no es sano tener una muestra de datos, al menos en la investigación y análisis del problema. Pero además se tomarán datos actuales para compararlo con los datos históricos y poder identificar los números reales de tiempo estándar y capacidad óptima de proceso.

Los datos serán exportados a una herramienta como Excel donde se confeccionarán tablas Pívor (tablas dinámicas de Excel), gráficos, desviación estándar y promedio, según aplique a cada valor y cada momento de la investigación. Con estos datos se hará un análisis estadístico para poder entender si las acciones tomadas pueden definir el problema claramente.

Método de Análisis

La información recolectada será utilizada en el análisis del problema actual, donde se revisará el tiempo real de cada una de las tareas, al poner énfasis en datos importantes con el tipo de medida de tiempo, si es por ciclo o por tarea. Por otro lado, si la medida se hizo con el cronómetro en modo continuo o si se sigue la estrategia de vuelta a 0 en cada tarea. Como resultado de los datos se establecerán los tiempos estándar que serán utilizados como base para saber cuántas tareas o actividades se hacen por unidad de tiempo y cuántas personas se ocupan para cada una de las tareas especificadas.

La herramienta principal a utilizar es Microsoft Excel, el cual se utiliza para ordenar los datos, tener un repositorio de información, sacar promedios, muestras, gráficos y tablas. Estos datos serán acomodados de manera visual y explicar la situación de la empresa y la relación con el problema o propuesta en estudio.

Cronograma

Figura 16: Descomposición Jerárquica muestra el orden de las tareas en la investigación y cómo se van a ir desarrollando para dar con una adecuada solución en el final de la propuesta.

Figura 16: Descomposición Jerárquica

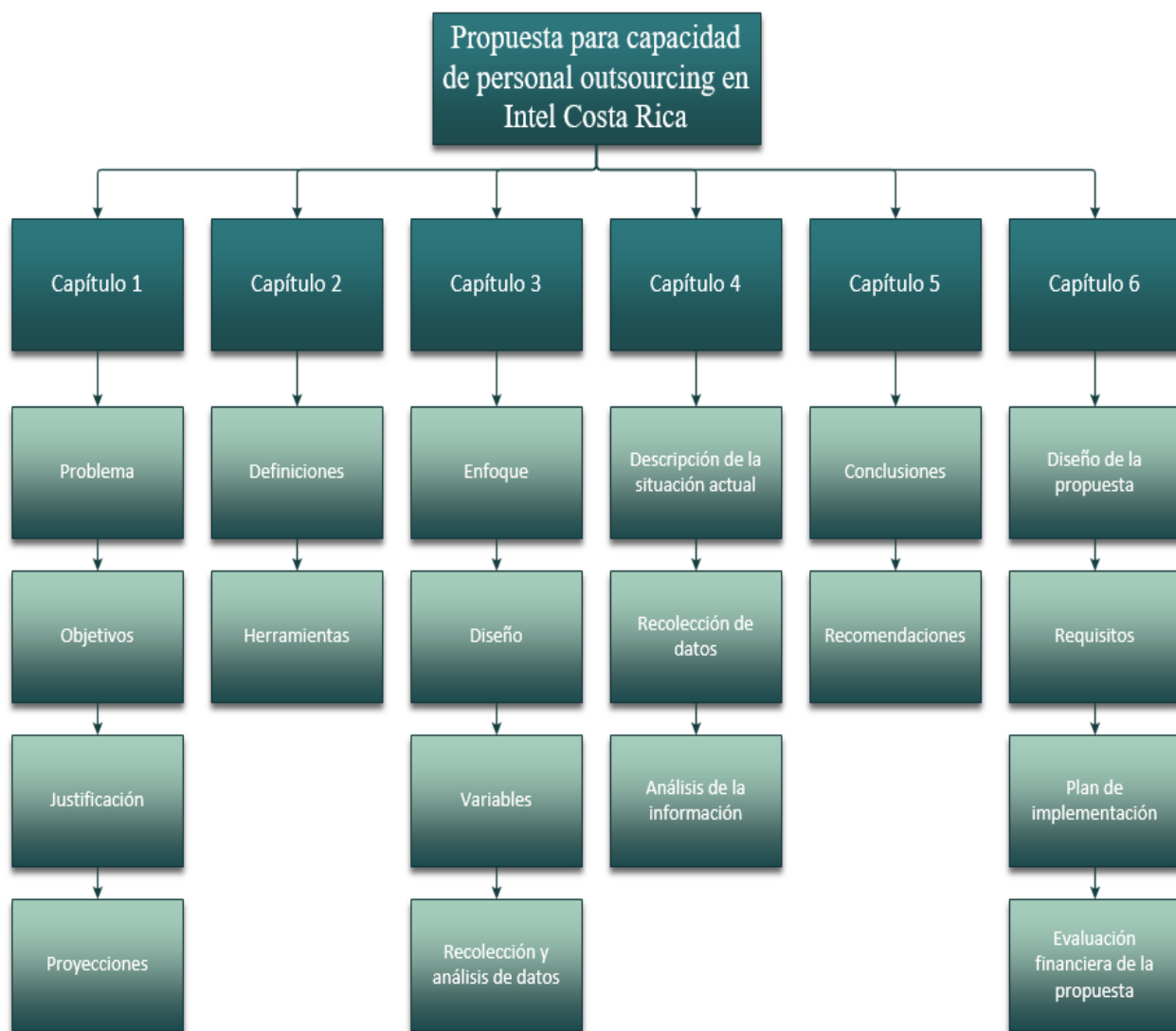
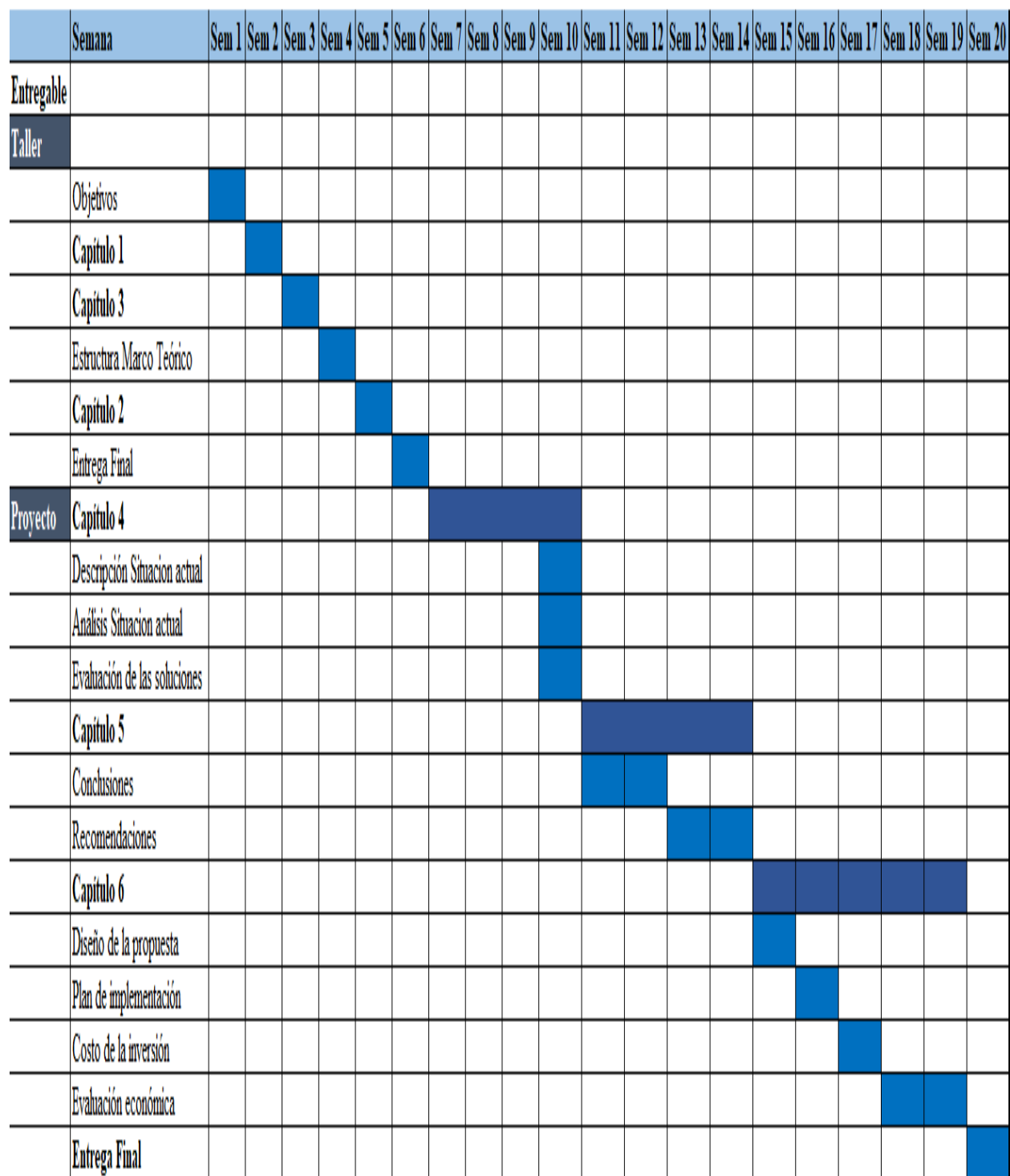


Figura 17: GANTT de las actividades por entregar por semana.



Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

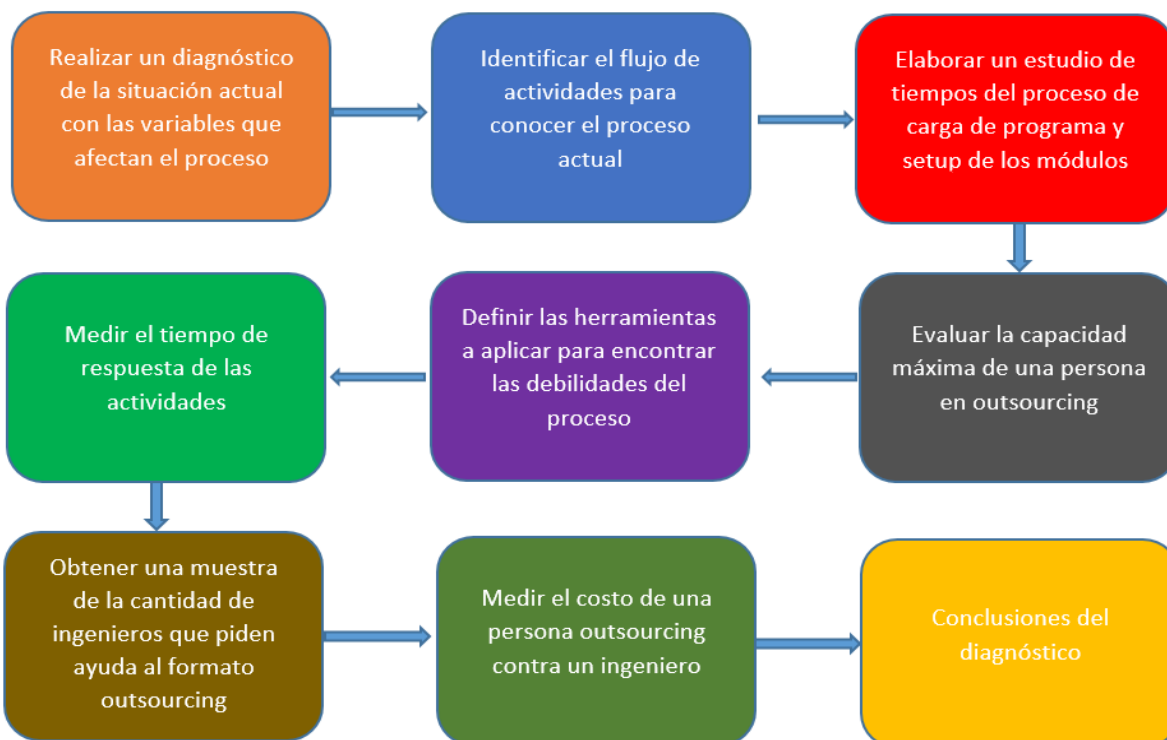
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

Durante el proceso de diagnóstico se emplean una serie de variables de ingeniería para analizar la situación actual de la empresa. Este capítulo compone el núcleo de la investigación ya que comprende una definición de la oportunidad que tiene el laboratorio de Intel para incrementar la cantidad de personas en modo outsourcing. No obstante, se parte consecuentemente de lo general a lo específico, se generará la tendencia al uso de gran cantidad de tablas y figuras con la finalidad de entender de forma visual y sencilla todas las variables presentes.

Objetivos del diagnóstico

- Demostrar que la oportunidad existe y es real
- Establecer la magnitud del problema
- Identificar las causas del problema
- Clasificar las causas más importantes

Figura 18: Estrategia de Diagnóstico



Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

La estrategia del diagnóstico se inicia con entender la situación actual de la empresa en general y establecer las variables que están afectando los procesos, en el caso de la empresa no se tiene un problema real definido, pero si una oportunidad de incrementar el personal en outsourcing y rebajar los costos de salarios en el departamento de ingeniería.

Parte de las cosas que se deben entender como parte del análisis es el diagrama de flujo del proceso que se quiere mejorar, por lo que se debe entender con claridad los pasos que lleva el estudio en cuestión, con las conexiones necesarias entre una actividad y otra, esto para saber cuál es el proceso que se está visitando en el proyecto de mejora.

Para entender la oportunidad presente en la investigación y cómo mejorar, se debe hacer un estudio de tiempos del proceso, ya que es muy importante saber cuántos minutos son necesarios en cada una de las tareas y relaciones para poder optimizar el proceso y luego evaluar la cantidad de personal que se requiere de acuerdo con un aumento de tareas y nuevas actividades.

Muy importante para obtener resultados es revisar y aplicar la herramienta adecuada a cada porción de la investigación para poder analizar correctamente lo que está pasando en ese momento en la ejecución de los procesos y cómo se puede interiorizar y buscar las deficiencias y fortalezas de cada tarea para buscar la mejor forma de optimizarla.

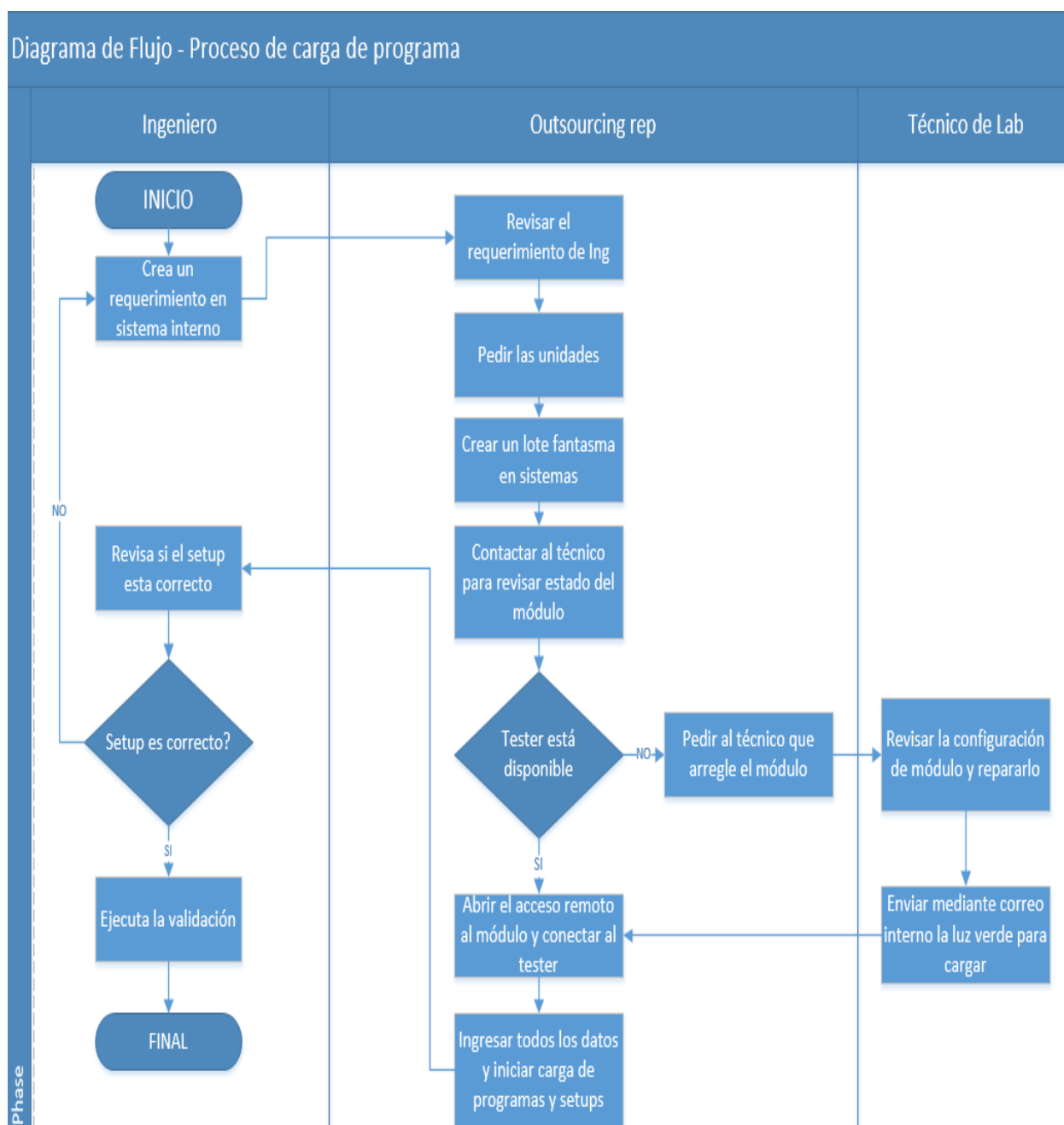
Siempre se requiere tener la voz del cliente, en el caso del proyecto se trata del ingeniero en Estados Unidos quien es dueño del proceso completo, y está dando parte del mismo para que sea cargado por personal no técnico en otro país, por lo que la comunicación a través de correo y de mensajería interna es primordial para saber cuáles son las expectativas presentes y además que se puede dar como proveedor del servicio. Esto se efectúa con preguntas al cliente interno y por medio de reportes de ejecución, los cuales se desarrollarán en el diagnóstico.

Al final se debe tener una evaluación y las conclusiones de todas las herramientas utilizadas para determinar los resultados obtenidos junto con los planes de acción en la etapa pertinente de la investigación, y poder dar los planes de acción correctos para aumentar el personal en outsourcing y reducir los costos operativos de mano de obra y lograr los objetivos planteados durante la introducción del tema.

Diagrama de Flujo

Muestra los procesos y subprocesos de la actividad por analizar con sus conexiones entre ellas, como lo menciona el autor Gutiérrez (2010) en su libro y que fue expuesto en el marco teórico.

Figura 19: Diagrama de flujo.



Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

El proceso inicia con el ingeniero, él cuál sabe qué tarea es la que ocupa ejecutar y cuando o como tiene que realizarla, ya que el tiempo de máquina es pedido cada 24 horas para utilizar el módulo y repartir el uso de las máquinas entre todos los ingenieros que ocupen trabajos, la orden de trabajo es introducida en un software local que funciona como repositorio de datos y además genera un correo automático que llega a varias personas, entre las cuales se encuentra el ejecutor, el supervisor del mismo y el dueño del proyecto con todas las instrucciones para la carga del programa.

El siguiente en actuar es el representante de outsourcing quien recibe las órdenes de trabajo en su correo interno, analiza las instrucciones del pedido, y procede a abrir los programas que ocupa para ejecutar el proceso, como lo son: pedir las unidades de validación que van a ser utilizadas durante el experimento, luego con esas unidades crea un lote fantasma para ser utilizado en el setup de la máquina. Todo esto es realizado en programas especiales que tiene Intel para todo el proceso que realiza el departamento de ingeniería y para los propósitos del proyecto de investigación no se mencionan por confidencialidad.

Luego de tener listo el lote fantasma, se procede a contactar al técnico que se encuentra físicamente en la máquina para saber si se puede utilizar ese módulo en el momento que la orden de trabajo debe ser ejecutada, el técnico de la máquina confirma si hay algún otro ingeniero de otro departamento usándola, o algún mantenimiento, reparación en proceso. El técnico confirma al personal outsourcing por medio de correo con una confirmación de que el módulo está listo para ser usado.

En caso de que el módulo este 100% disponible o que está reparado, el outsourcing abre un archivo para conectarse remotamente a la máquina para introducir todas las características que pidió el ingeniero en la orden de trabajo, al tener todo listo le da click a un botón para poner el módulo a cargar el setup escogido.

Una vez se termina el setup, y el módulo queda con el programa de validación cargado, se le envía un correo al ingeniero para que revise que todo esté de acuerdo con las características pedidas, si todo está bien él continua su proceso, sino, pide una orden de trabajo nueva para cargar con otras características y todo el proceso se repite nuevamente.

FODA

Según lo visto en el marco teórico, el autor Marco (2008) recuerda que se debe trabajar con las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas para analizar la situación actual de la empresa y encontrar los puntos donde se puede trabajar en conjunto para lograr una mejora adecuada.

Figura 20: FODA.

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Costos de mano de obra son más baratos en CR con personal no especializado con respecto a un ingeniero en Estados Unidos. • Las máquinas están físicamente en CR lo que facilita el tener contacto con los técnicos de módulo y conocer cómo funcionan. • El administrador del proyecto conoce de ambas áreas lo que hace que la relación entre recursos humanos y el departamento de ingeniería sea más amigable. • Todos los procesos son documentados desde 0 para facilitar el entrenamiento de nuevos miembros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Debido al costo de un empleado en outsourcing y al pagarse como gasto, da para tener la cantidad de personal que sea necesario para lograr la meta de actividades. • La carga de trabajo durante la etapa de experimentación da rango para poder adaptar más actividades o tareas de ingeniería. • Al ser un proceso nuevo, el área para hacer mejora continua es muy amplia. • Involucramiento de la gerencia para aumentar el alcance del proyecto.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • El conocimiento técnico en temas de electrónica de los empleados de outsourcing limita la cantidad de actividades que se pueden mover a esta modalidad. • Como los ingenieros se encuentran en Estados Unidos, el tener que usar medios electrónicos para comunicarse, así como el idioma causa un impedimento para que la comunicación sea más fluida y directa. • La modalidad de outsourcing en otras organizaciones de Intel tiene una alta rotación, por lo que se prevé que el conocimiento adquirido y las curvas de aprendizaje sean un limitante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intel es una empresa muy dinámica y en constante cambio, por lo que de un día para otro las decisiones de gerencia puedan cambiar y el proyecto no sea tan atractivo para otras personas. • Muchos ingenieros ven en riesgo su trabajo, por lo que la transferencia de conocimiento es más limitado. • Muchos gerentes buscan reducir costos en proyectos, por lo que buscar las aprobaciones para aumentar el presupuesto implica reuniones y reportes extras.

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Como parte del proceso de estudio de la situación de la empresa hecha con el FODA se encuentran las siguientes características: en la parte interna las fortalezas encontradas apuntan al costo de la mano de obra, ya que Costa Rica tiene una ventaja competitiva por la cantidad que se paga por un empleado no calificado, más aún si este empleado se paga como gasto al ser outsourcing. Por otro lado, existe otra ventaja, ya que el laboratorio está físicamente ubicado en las instalaciones de Intel en el país lo que facilita conocer la tecnología, hablar con los técnicos que reparan los módulos y con los supervisores que asignan los tiempos para cada ingeniero.

Continuando con otras ventajas, el administrador del proyecto conoce de ambas áreas, tanto el recurso humano encargado de los perfiles necesarios para la contratación del personal, como de la parte ingenieril dando apoyo en la creación de los documentos necesarios como manuales de proceso y de entrenamiento, así como la ejecución de las tareas propias llevadas a cabo por los ingenieros.

Por otro lado, se poseen las características donde se tiene qué mejorar, dentro de las que se tienen que los ingenieros están localizados en Santa Clara, USA, lo que hace que la comunicación sea por medios electrónicos como chat, teléfono, correo, al disminuir la calidad con que los mensajes son recibidos y enviados al tener barreras de idioma. La rotación alta y la experiencia de los empleados también influyen en la toma de decisiones, ya que se puede percibir como una debilidad importante a la hora de invertir recursos y presupuesto en el proyecto.

Las oportunidades van de la mano del costo de contratar más personas contra el costo de tener ingenieros, lo que puede ser una buena herramienta a la hora de vender el proyecto a la gerencia. También al ser un proceso totalmente nuevo e innovador, el espacio para mejora continua es sumamente alta lo que da mucha variedad y posibilidades.

Las amenazas se pueden acotar a que la empresa como es multinacional y se rige por reglas que vienen de la casa matriz, por lo que los cambios y movimientos son constantes, un gerente puede ver el proyecto como una gran oportunidad de crecer e invertir, pero algún otro lo puede ver como un riesgo y decidir no darle apoyo.

Por último, el apoyo de los ingenieros de Estados Unidos puede verse limitado, ya que ellos sienten que se les está quitando el trabajo, y no como un apoyo a sus actividades de setup y de carga de programas, por lo que la confianza y comunicación con ellos es de vital para el éxito.

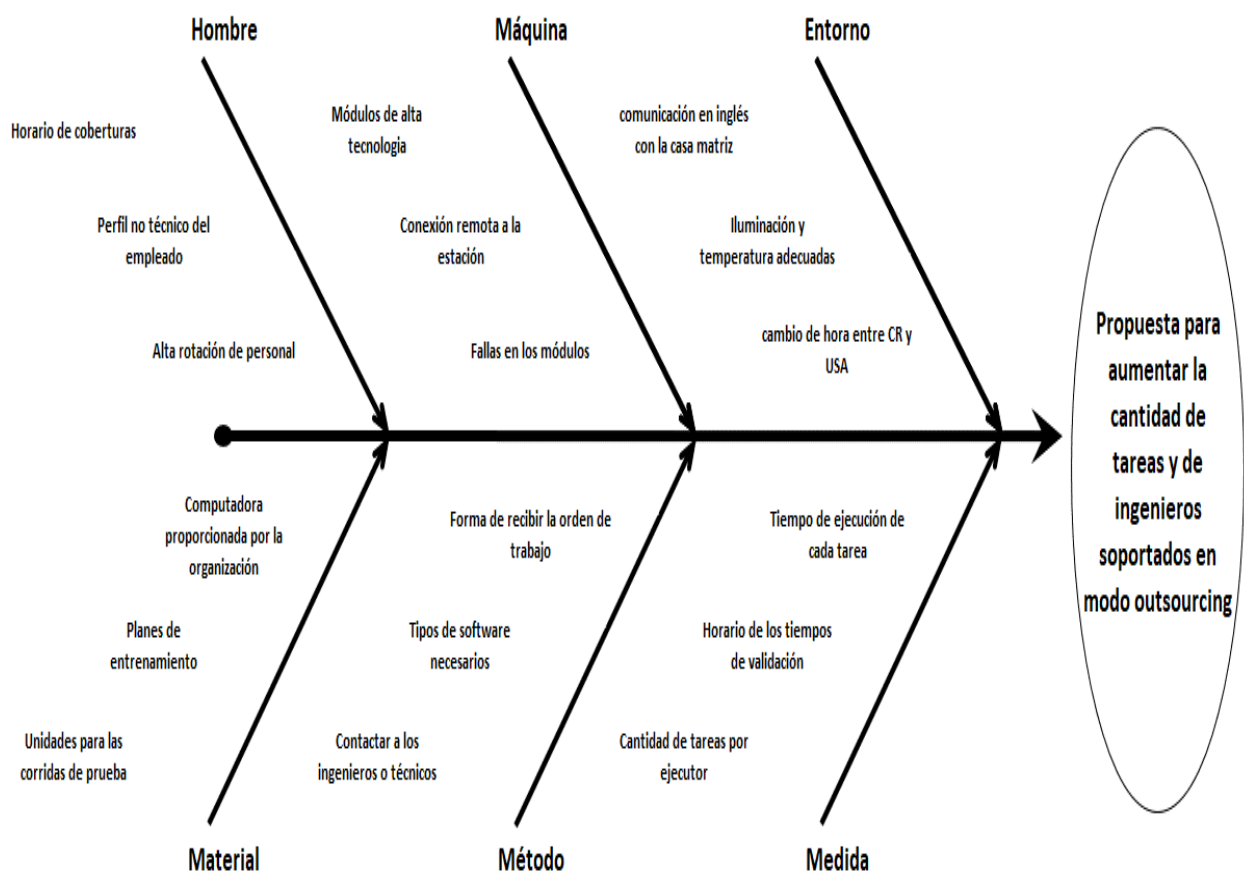
Relación con el objetivo 1

Al revisar el primer objetivo específico planteado, se procede a analizar el proceso completo para entender que si hay una oportunidad con una serie de herramientas de ingeniería descritas en el marco teórico y que serán desarrolladas a continuación con el uso de las mismas.

Ishikawa principal

De acuerdo con lo visto en el marco teórico y con lo expuesto por el autor Niebel (2009) se debe realizar una lluvia de ideas para cada una de las posibles causas que afectan el proceso y cómo estas se relacionan con el problema para cada una de las seis variables principales por lo que se procede a hacer la revisión para la propuesta de aumentar la cantidad de tareas y de ingenieros soportados.

Figura 21: Ishikawa.



Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Para el proyecto, como se basa en una propuesta de aumentar la cantidad de mano de obra en modo outsourcing tratando de hacer una reducción en los costos de la planilla del departamento de ingeniería al usar empleados contratistas, se analizaron todos los medios que se pueden mejorar para llegar a la meta propuesta.

En el Ishikawa se tiene una serie de opciones que se van a ir desarrollando paso a paso para poder lograr el objetivo final, algunas de las opciones son más fáciles de lograr y otras requieren una mayor elaboración y planeación para llegar a buen término. Entre las características se tienen las que están relacionadas con el hombre, donde destacan el horario de servicio, la alta rotación de personal en las otras líneas de soporte contratista, y el perfil no técnico de las personas que van a realizar las tareas.

Al pasar por el área de la máquina, hay pocas cosas que se pueden optimizar, pero es importante analizar lo que se puede ver en esta área, entre las cosas a enfocarse son los módulos de alta tecnología ubicados en el laboratorio, pero como toda maquinaria, presenta fallas, mantenimientos y uso de otros departamentos que se pueden mapear como proceso por mejorar durante el desarrollo del proyecto. Las conexiones remotas que se deben hacer para llegar a los programas requeridos también es un área que puede considerarse.

Lo más importante de revisar en el trabajo de investigación son los tiempos de ejecución de cada una de las tareas, la cantidad y complejidad de las actividades a realizar y el espacio para crear mejora continua que tienen las personas encargadas. Por lo que un segmento muy importante del proyecto va a estar dedicado a ese desarrollo de los tiempos de ejecución, donde se van a tomar en cuenta los tiempos directos, los cuales son donde el ejecutor está dando valor agregado a la actividad y los tiempos indirectos donde el operador realiza tiempos que no le dan valor agregado a la tarea.

Entre los tiempos directos se tiene la introducción de datos en la conexión remota para realizar la carga de programa, y la calibración de módulo. Mientras que las tareas indirectas están enfocadas a la conversación en dos vías con los ingenieros de producto y los técnicos en el módulo, también en la espera mientras los programas se calibran y los tiempos muertos entre cargas y descargas de setups.

En menor medida es importante mantener en mente situaciones de horarios, problemas de idioma con los ingenieros en Estados Unidos, la tecnología de punta que usa Intel en sus equipos y la forma en que las órdenes de trabajo deben reabrirse cuando un setup sale mal, o los datos que vienen en la orden no funcionan correctamente.

Matriz de priorización (algoritmo de Klee)

De acuerdo con el autor Camisón (2008) y siguiendo la hipótesis propuesta en el marco teórico se van a revisar las causas principales encontradas en el Ishikawa y se le asignará un peso determinado para elaborar una comparación entre las causas y poder identificar cuáles son las que tienen relación directa con el problema planteado y por ende definir el orden de estas causas para poder tener un panorama más claro de cómo dar una prioridad a la resolución.

Con esto dicho se procede a realizar el cuadro comparativo con todas las posibles causas relacionadas con el problema para identificar visualmente cómo se relacionan unas con otras y poder sacar el orden definitivo de estas situaciones y cómo afectan al problema.

Se tiene una nota proporcionada por la empresa basada en la experiencia, otra nota hecha por el analista dependiendo de la observación directa hecha en su momento y ambas se combinan para asignarle el peso requerido a cada una de las causas propuestas y tener la prioridad finalizada.

Tabla 1: Algoritmo de Klee principal

Algoritmo de Klee												
Nota de la empresa	25	50	25	50	25	25	100	50	75	100	100	
Nota del Analista	25	50	25	75	25	25	100	50	25	100	100	
Areas	Horario de coverturas	Perfil no técnico del empleado	Alta rotación de personal	Módulos de alta tecnología	Problemas de idioma	Pedido de unidades para pruebas	Orden de trabajo	Tipos y accesos de software	Comunicación con los clientes	Tiempo de las tareas	Cantidad de tareas a ejecutar	Sumatoria
Horario de coverturas		0.75	0.5	0.75	0.5	0	0	0.5	0.75	0	0	3.75
Perfil no técnico del empleado	0.25		0.5	0.5	0.75	0.5	0	0.5	0.25	0	0	3.25
Alta rotación de personal	0.5	0.5		0.5	0.5	0.25	0.75	0.25	0.5	0	0.5	4.25
Módulos de alta tecnología	0.25	0.5	0.5		0.25	0.25	1	0.5	0.75	0	0	4
Problemas de idioma	0.5	0.25	0.5	0.75		1	0.75	0.75	0.5	0	0	4.5
Pedido de unidades para pruebas	1	0.5	0.75	0.75	0		0.5	0.5	0.75	0	0	4.75
Orden de trabajo	1	1	0.25	0	0.25	0.5		0.25	0.5	0	0	3.75
Tipos y accesos de software	0.5	0.5	0.75	0.5	0.25	0.5	0.75		0.5	0	0	4.25
Comunicación con los clientes	0.25	0.75	0.5	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5		0	0	3
Tiempo de las tareas	1	1	1	1	1	1	1	1	1		0	9
Cantidad de tareas a ejecutar	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		10
	6.25	6.75	6.25	6	6	5.25	6.25	5.75	6	1	0.5	42.5

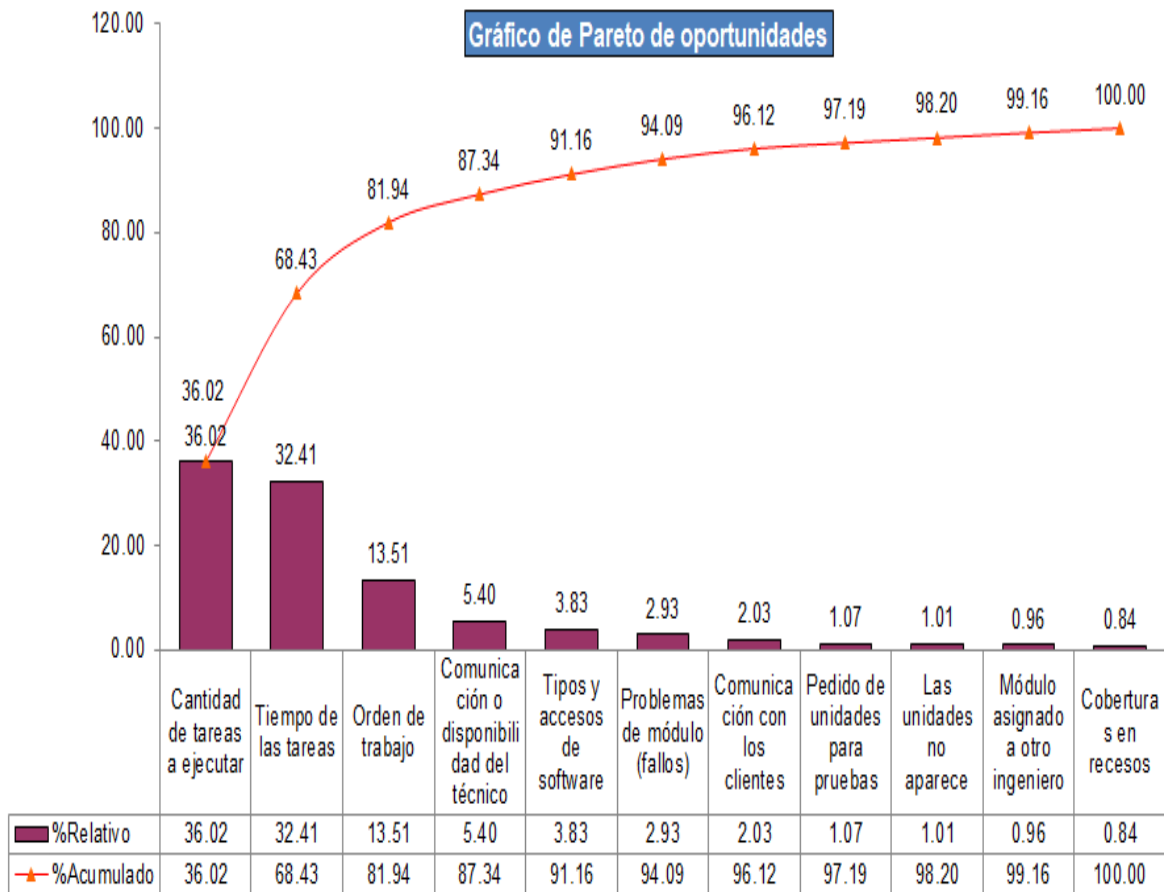
Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

En el dato presentado en la Tabla 1: Algoritmo de Klee **Error! Reference source not found.**, se analizan todas las variables relevantes que fueron observadas con el Ishikawa, donde destaca la oportunidad que se presenta en tres áreas importantes para el proyecto las cuales son aumento de la cantidad de tareas por ejecutar por los contratistas, también el tiempo que duran las tareas en ejecutarse actualmente y en tercer puesto, el cómo se hacen las órdenes de trabajo, y la forma en las que llegan a los ejecutores para poder ser completadas.

Diagrama de Pareto

De acuerdo con el autor y con lo visto en el marco teórico, el diagrama de Pareto presenta un gráfico de barras que presenta una vista de las tareas en orden de prioridad y con esto se le da un orden a las causas que se van a mejorar primero.

Figura 22: Diagrama de Pareto



Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

En la Figura 22: Diagrama de Pareto, la cantidad de tareas tiene una mejor posición debido a que actualmente se ejecutan una serie de actividades que de lograr aumentarse daría un rango más amplio para poder extender el personal requerido.

En segundo lugar se debe hacer un análisis muy exhaustivo en el tiempo que los ejecutores toman actualmente para realizar las tareas que se tienen, ya que presenta indicios de tiempos muertos y de desperdicios que pueden optimizarse y así poder dar un número exacto en la cantidad de tiempo necesario para la consecución de las tareas.

Tabla 2: Clasificación de las variables

Datos Ordenados según su resultado			
Areas	Resultado	%Relativo	%Acumulado
Cantidad de tareas a ejecutar	2353	36.02	36.02
Tiempo de las tareas	2118	32.41	68.43
Orden de trabajo	882	13.51	81.94
Comunicación o disponibilidad del técnico	353	5.40	87.34
Tipos y accesos de software	250	3.83	91.16
Problemas de módulo (fallos)	191	2.93	94.09
Comunicación con los clientes	132	2.03	96.12
Pedido de unidades para pruebas	70	1.07	97.19
Las unidades no aparece	66	1.01	98.20
Módulo asignado a otro ingeniero	63	0.96	99.16
Coberturas en recesos	55	0.84	100.00
Total	6533	100	

CLASIFICACIÓN	%
A	81.94
B	12.16
C	5.91
	100

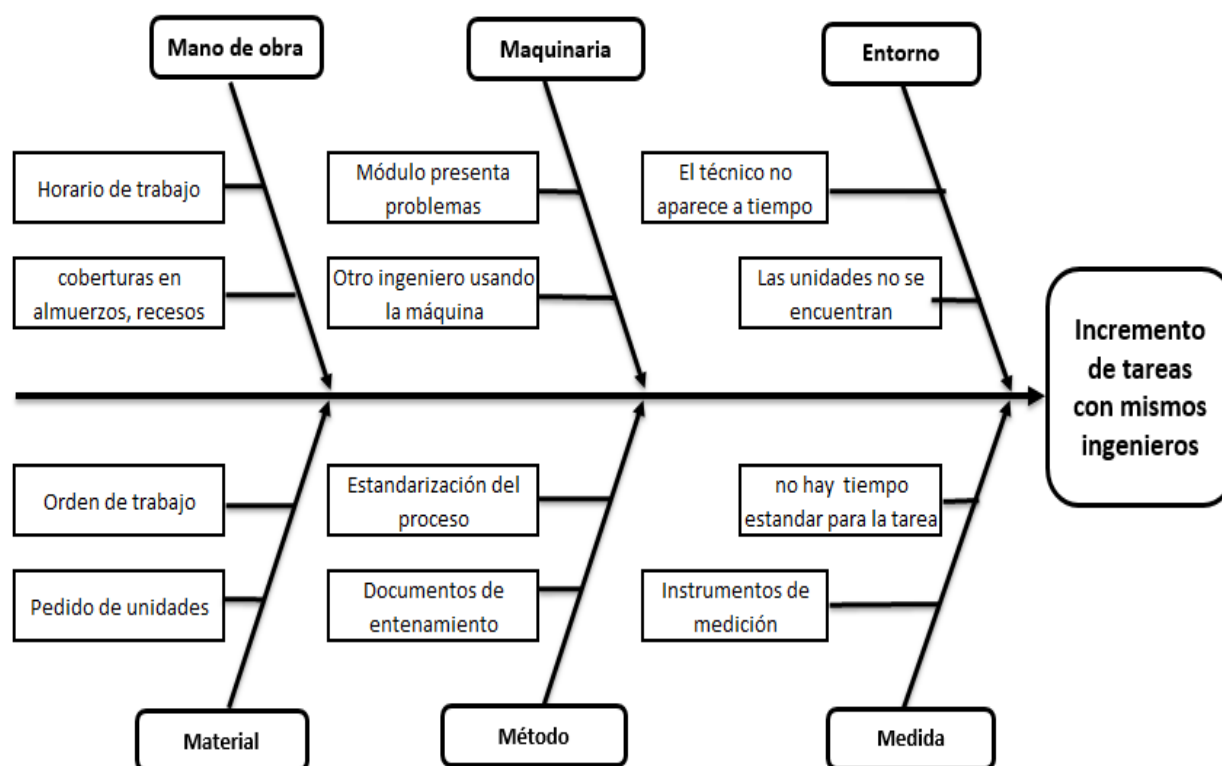
Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Siguiendo con la línea de prioridades se tiene como la cantidad de tareas por ejecutar, el tiempo que toma la cantidad de tareas y el cómo se hacen las órdenes de trabajo son las principales variables categorizadas como Tipo A y que son las características se van a estar definiendo en la investigación.

Cabe resaltar que se va a dejar un plan de acción para que la empresa y los encargados puedan seguir revisando las variables de tipo B y C, una vez se busque una solución satisfactoria para las variables tipo A.

Ahora se procederá a revisar en detalle todos los limitantes, problemas y opciones que se encuentran en la opción de aumentar la cantidad de tareas, ya que hay 3 diferentes oportunidades para lograr la meta deseada, como lo son aumentar la cantidad de tareas que hace cada ejecutor, pero soportando la misma cantidad de ingenieros en USA, por otro lado aumentar la cantidad de ingenieros soportados con la misma cantidad de tareas, y por último aumentar ambas tareas por igual.

Figura 23: Ishikawa para incremento de tareas con mismos ingenieros



Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Cuando se realizó el piloto se hizo énfasis en tres tareas principales, ya que era lo más sencillo en ese momento para entrenar al personal no técnico, sin embargo luego de la ejecución por 15 meses, se entendió que una vez estabilizada la operación se puede pensar en incrementar la cantidad de tareas con otras que realizan los ingenieros que requieren un nivel un poco más alto de conocimiento, sin embargo hay algunas cosas que todavía se deben revisar para llegar a ese nivel deseado, para poder tener listo a los trabajadores con el uso del tiempo óptimo.

Uno de los factores que se debe analizar es el tiempo de máquina, ya que hay dos situaciones que al día de hoy causan ruido en la consecución de las tareas. Por un lado las máquinas fallan y causan atrasos en la realización de la cadena de tareas, por otro lado el departamento de planeamiento asigna módulos a ingenieros incorrectos, y cuando se pide la máquina al técnico se debe calibrar con la persona que la tiene para poder iniciar el setup.

Por otro lado, también deben realizarse mejoras al proceso de entrenamiento y la comunicación con los ingenieros como parte de un círculo de mejora continua.

Matriz de priorización de incremento de tareas

Con estos datos en mente se procede a realizar la matriz de priorización de dichas causas para entender cuáles son las que afectan en mayor medida el incremento de tareas para los contratistas.

Tabla 3: Algoritmo de Klee para incremento de tareas

Algoritmo de Klee											
Nota de la empresa	25	100	100	25	75	25	50	25	50	75	75
Nota del Analista	25	100	100	50	75	25	50	25	50	75	50
Areas	Coberturas en recesos	Problemas de módulo (fallos)	Módulo asignado a otro ingeniero	Comunicación o disponibilidad del técnico	Las unidades no aparecen en el cuarto	Software para pedido de unidades	Orden de trabajo	Estandarización del proceso	documentos de entrenamiento	Tiempos estandar	instrumentos de medición
Coberturas en recesos		0	0.5	0.5	0	0.75	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25
Problemas de módulo (fallos)	1		0.5	0.75	0.5	1	1	1	1	0.75	0.75
Módulo asignado a otro ingeniero	0.5	0.5		1	1	1	0.5	0.5	0.75	0.75	0.75
Comunicación o disponibilidad del técnico	0.5	0.25	0		0.25	0.75	0.5	0.5	0.75	0.75	0.5
Las unidades no aparecen en el cuarto	1	0.5	0	0.75		0.75	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Software para pedido de unidades	0.25	0	0	0.25	0.25		0.5	0.5	0.75	0.5	0.5
Orden de trabajo	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5		0.25	0.5	0.5	0.5
Estandarización del proceso	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.75		0.5	0.5	0.5
documentos de entrenamiento	0.5	0	0.25	0.25	0.5	0.25	0.5	0.5		0.5	0.5
Tiempos estandar	0.75	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5
instrumentos de medición	0.75	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
	6.25	1.75	2.75	5.25	5	6.5	5.75	5.25	5.75	5.5	5.25

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Datos Ordenados según su resultado			
Areas	Resultado	%Relativo	%Acumulado
Problemas de módulo (fallos)	1803	32.43	32.43
Módulo asignado a otro ingeniero	1585	28.50	60.93
Las unidades no aparecen en el cuarto	553	9.95	70.88
Tiempos estandar	553	9.95	80.84
instrumentos de medición	389	7.00	87.84
Orden de trabajo	232	4.18	92.01
documentos de entrenamiento	150	2.70	94.72
Comunicación o disponibilidad del técnico	130	2.33	97.05
Estandarización del proceso	65	1.17	98.22
Coberturas en recesos	51	0.92	99.14
Software para pedido de unidades	48	0.86	100.00
Total	5560	100	

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

En el algoritmo de Klee se presenta la priorización de las características revisadas en la Figura 23: Ishikawa para incremento de tareas con mismos ingenieros. Aquí se puede ver como la primera causa por resolver son los problemas de módulo ya que tiene un 32% en la comparativa con las demás causas, otra de las situaciones que se debe resolver es cuando un módulo es asignado para realizar una tarea, sin embargo otro ingeniero de producto reclama que él también tiene la máquina asignada.

En un segundo plano se debe revisar cuando las unidades no aparecen en el sistema para ser solicitadas y los tiempos estándar actuales que no se cumplen.

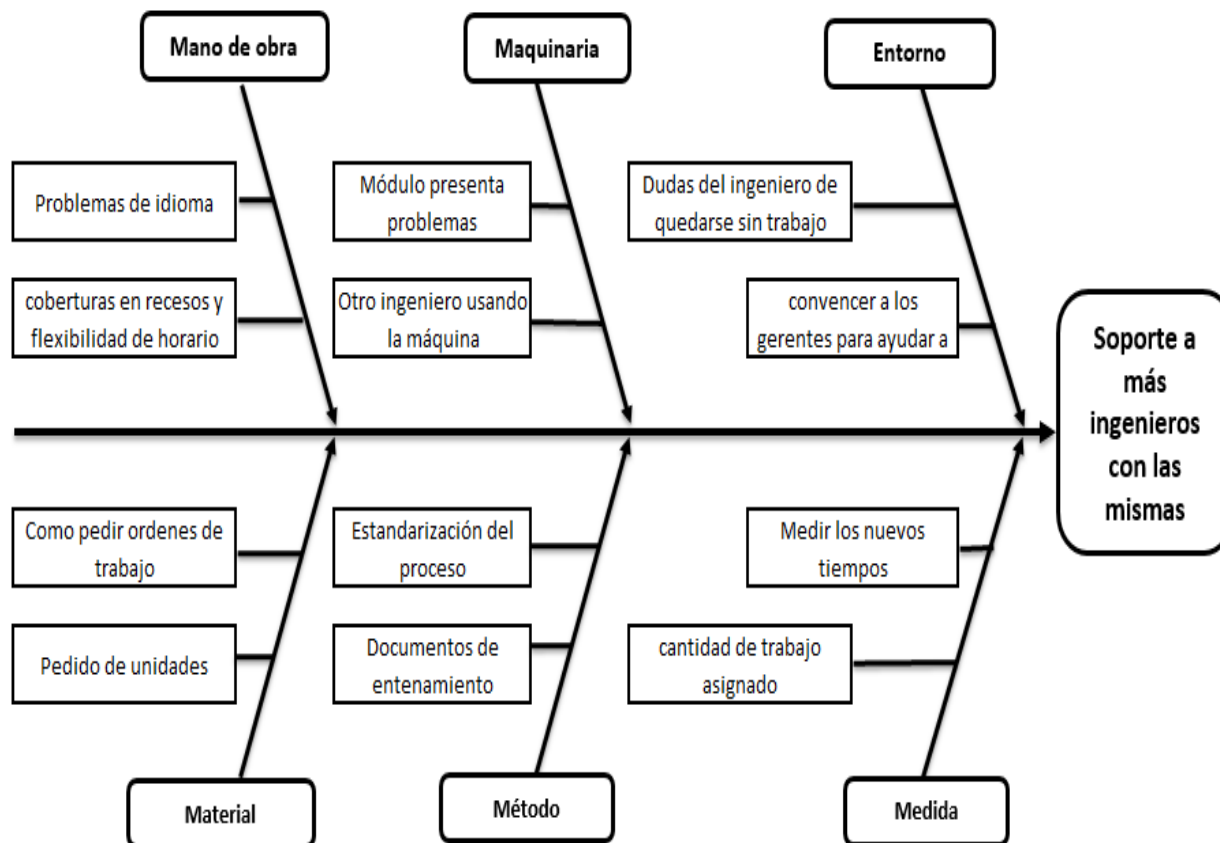
Entender los tiempos actuales con un análisis es otra de las áreas de importancia durante el diagnóstico presentado, ya que saber cuánto es el tiempo de utilización de cada una de las personas es fundamental para estar al tanto en qué actividades nuevas se pueden traer al servicio brindado y cómo llevarlas a buen término sin impactar las actividades que realiza ingeniería hoy en día.

Ahora se procede a realizar un Ishikawa para la segunda de las oportunidades la cual es el soporte a más ingenieros con el mismo personal. Con base en lo visto en el marco teórico nuevamente se realiza el diagrama de Ishikawa para estas nuevas causas, luego la matriz de priorización y por último el Pareto de las mismas.

En la siguiente figura se revisarán las causas y su relación con este tema propuesto.

Ishikawa para aumento de ingenieros a soportar con el mismo personal

Figura 24: Ishikawa para aumento de ingenieros a soportar



Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

En esta ocasión para poder incrementar el soporte a más ingenieros es importante la comunicación y poder vender el proyecto de manera adecuada, porque la gran mayoría ve amenazado su trabajo y piensan que Costa Rica les puede quitar el sustento más que la oportunidad de mover tareas transaccionales y dejarse ellos la parte analítica y de desarrollo, por lo que un plan para poder demostrar que el proyecto es algo necesario para el trabajo de la compañía.

También está la opción de soportar ingenieros en otros laboratorios de Intel, tanto los que están localmente en Costa Rica, como otras localidades en Malasia e Irlanda. Es fundamental demostrar los datos obtenidos, para que el trabajo sea atractivo a otras organizaciones y pueda expandirse de manera correcta.

Aquí siempre es importante mantener el enfoque a los módulos para poder brindar una alta calidad de soporte a los clientes, por lo que un plan de documentación de los problemas para el departamento de mantenimiento es importante.

Matriz de priorización para incremento de ingenieros soportados

Este algoritmo se crea para revisar y priorizar todas las causas relacionadas con una posibilidad de incremento de ingenieros soportados, pero con la misma cantidad de tareas actuales.

Tabla 4: Algoritmo de Klee para incremento de ingenieros

Algoritmo de Klee												
Nota de la empresa	100	50	50	50	100	100	50	75	50	50	25	
Nota del Analista	75	50	50	50	100	100	50	75	50	50	50	
Areas	Problemas de idioma	Coberturas y flexibilidad de horario	Módulo asignado a otro ingeniero	Problemas de fallas	Dudas del ingeniero en estabilidad de su puesto	Convencer a gerentes a apoyar el proyecto	Orden de trabajo	Pedido de unidades	documentos de entrenamiento	Tiempos estandar	Cantidad de trabajo asignado	Sumatoria
Problemas de idioma		0.5	0.5	0.5	0	0.25	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25	3.75
Coberturas y flexibilidad de horario	0.5		0.5	0.5	0	0	1	1	1	0.75	0.75	6
Módulo asignado a otro ingeniero	0.5	0.5		1	0	0	0.5	0.5	0.75	0.75	0.75	5.25
Problemas de fallas	0.5	0.5	0		0	0	0.5	0.5	0.75	0.75	0.5	4
Dudas del ingeniero en estabilidad de su puesto	1	1	1	1		0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	5.5
Convencer a gerentes a apoyar el proyecto	0.75	1	1	1	1		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	7.25
Orden de trabajo	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5		0.25	0.5	0.5	0.5	4.25
Pedido de unidades	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.75		0.5	0.5	0.5	4.75
documentos de entrenamiento	0.5	0	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	0.5	3
Tiempos estandar	0.75	0.25	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		0.5	4.5
Cantidad de trabajo asignado	0.75	0.25	0.25	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5		4.75
	6.25	4	4.75	6	4	2.75	5.75	5.25	5.5	5.5	5.25	45.5

Datos Ordenados según su resultado			
Areas	Resultado	%Relativo	%Acumulado
Convencer a gerentes a apoyar el proyecto	1593	28.34	28.34
Dudas del ingeniero en estabilidad de su puesto	1209	21.50	49.85
Problemas de idioma	618	11.00	60.84
Pedido de unidades	587	10.45	71.29
Coberturas y flexibilidad de horario	330	5.86	77.15
Módulo asignado a otro ingeniero	288	5.13	82.28
Tiempos estandar	247	4.40	86.68
Orden de trabajo	234	4.15	90.84
Problemas de fallas	220	3.91	94.75
documentos de entrenamiento	165	2.93	97.68
Cantidad de trabajo asignado	130	2.32	100.00
Total	5622	100	

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

De acuerdo con lo visto el enfoque para aumentar la cantidad de ingenieros soportados va de la mano a convencer a los propios ingenieros que no van a perder su trabajo y a los gerentes para seguir apoyando el proyecto.

Ahora es importante revisar los datos actuales de tiempo y actividades recolectados desde enero del 2018, donde se van a analizar las actividades que originalmente fueron establecidas en el inicio del proyecto.

Se tiene la primera actividad llamada VPO, esta actividad por sus siglas en inglés significa “Virtual Process Order” y es una orden de trabajo para que sea ejecutada por los turnos nocturnos, pero coordinada por los empleados contratistas del proyecto, la labor es recolectar las características de la corrida como lo es: receta, temperatura, operación del módulo, patrones, entre otras. Y luego cargarla en un software específico de Intel para que sea introducida por los técnicos y luego dejarla corriendo en la noche para la posterior toma de datos al día siguiente.

La segunda operación se llama “HDMX TP load” (este es la carga de setup en una máquina de prueba de unidades de alta tecnología) la cual es una operación de carga de programa especificada y ejecutada por los empleados contratistas, la cual consiste en tomar los datos del ingeniero e introducirlos en el módulo para hacer la corrida. Una vez finalizada la carga los datos son enviados al ingeniero para su posterior análisis. Este experimento se hace en un tipo de máquina de alta tecnología usada por Intel para prueba de procesadores conocida como HDMX.

La tercer actividad realizada se llama “CMT TP load” (la cual es una carga de setup en un módulo de prueba, pero para tecnologías anteriores de Intel) cuales es igual que la actividad pasada, pero se ejecuta en otro tipo de máquina llamada CMT. Tanto el HDMX como el CTM son testers de alta tecnología utilizados por Intel en la prueba de sus procesadores.

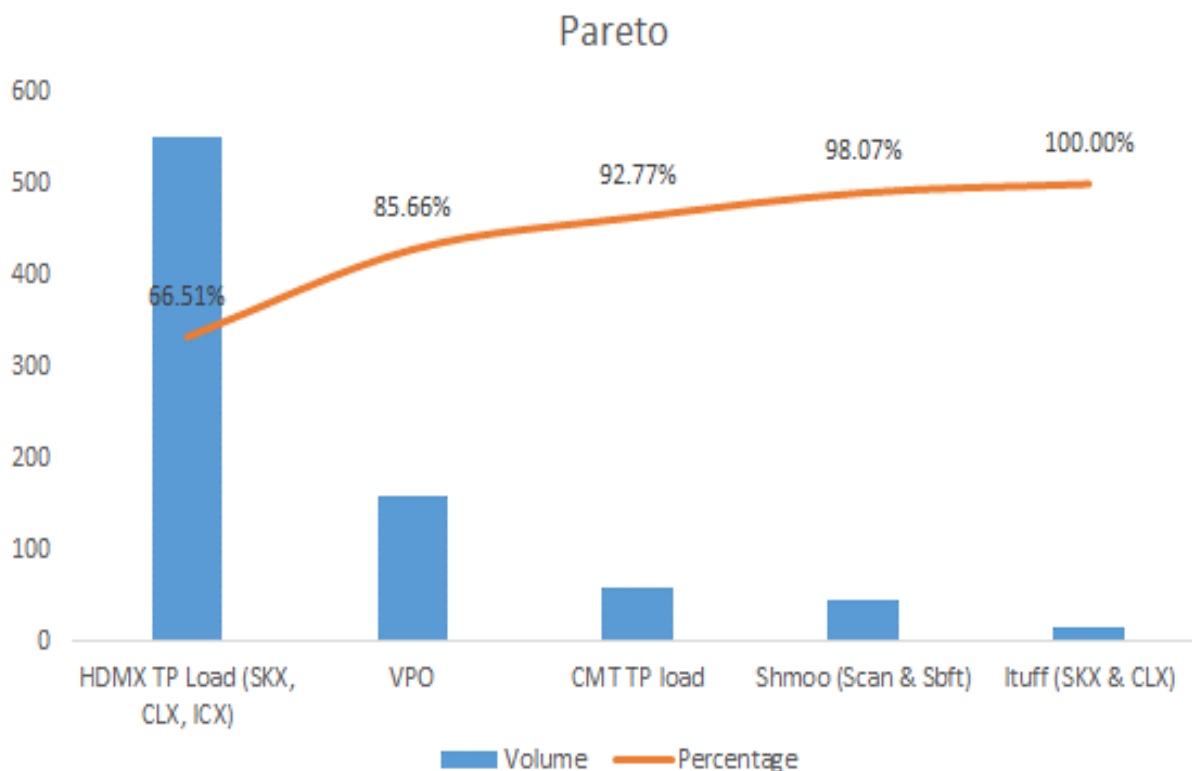
Estas actividades también tienen sub-procesos llamados “Shmoo” (la cual esa una recolección de datos de voltaje y frecuencia), y “Ituff” (la cual es la creación de un archivo de validación de backup que se guarda en las carpetas del módulo para el posterior análisis de datos de falla).

En la tabla se tiene la cantidad de transacciones que se realizaron desde el inicio de actividades en enero 2018 y los datos para analizar el volumen que se ha ejecutado en cada una de ellas.

Pareto de las actividades

En el gráfico de Figura 25: Pareto de actividades se ve una foto de cada una de las tareas y cómo estas están ordenadas de la que tiene mayor impacto y en qué porcentaje afecta cada una de ellas el total de volumen.

Figura 25: Pareto de actividades



Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Este gráfico muestra que la operación estrella para el proceso en revisión es la carga de programa en el módulo llamado HDMX (tester de alta tecnología), seguido de las VPO, como se vio anteriormente esta es una orden de trabajo que se deja para ser corrida durante los turnos de la noche, y es parte de la gama de actividades presentes en la investigación, como tercer actividad importante son los setup en la máquina llamada CMT que es de tecnología anterior a la actual.

En la Tabla 5: tabla de actividades se puede notar los datos de la distribución de Pareto de las tareas por realizar por el personal contratista y fueron utilizados como la base para la construcción visual por medio del gráfico de barras.

Tabla 5: tabla de actividades

Task	Volume	Percentage
HDMX TP Load (SKX, CLX, ICX)	552	66.51%
VPO	159	85.66%
CMT TP load	59	92.77%
Shmoo (Scan & Sbft)	44	98.07%
Ituff (SKX & CLX)	16	100.00%
TOTAL	830	

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

En la Tabla 6: Volumen de actividades: se tiene el volumen de las actividades sumadas para entender de donde salen los datos presentados.

Tabla 6: Volumen de actividades

Volumen de actividades

	Ene'18	Feb'18	Mar'18	Abr'18	May'18	Jun'18	Jul'18	Agos'18	Sep'18	Oct'18	Nov'18	Dic'18	Ene'19	Feb'19	Mar'19
VPO	2	13	22	4	2	8	11	11	14	15	18	12	11	8	8
HDMX TP Load (SKX, CLX, ICX)	12	60	39	33	24	46	52	52	55	61	39	27	22	19	11
CMT TP load	0	0	0	0	4	13	0	5	3	4	6	7	6	5	6
Shmoo (Scan & Sbft)					2	4	5	3	4	6	3	4	6	3	4
Ituff (SKX & CLX)													7	5	4
TOTAL	14	73	61	37	32	71	68	71	76	86	66	50	52	40	33

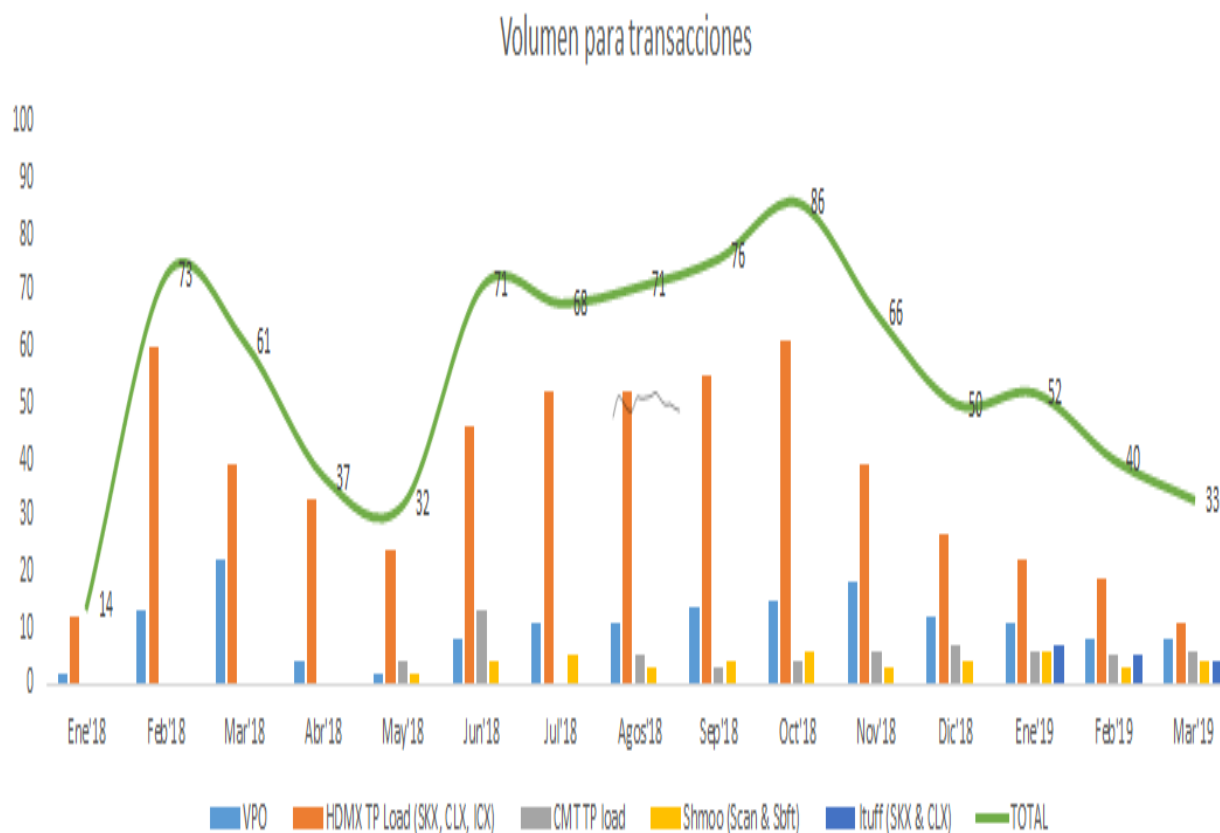
Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Los datos muestran solamente la cantidad de transacciones por mes para cada una de las actividades que realizan los empleados contratistas, donde es importante resaltar que hubo un incremento en la parte final del 2018 con respecto del inicio de ese año, sin embargo, luego de algunos cambios en las organizaciones de ingeniería, el uso del recurso se vio disminuido, por lo que también es importante hacer un refrescamiento continuo a los ingenieros para retomar el uso que se le venía dando al proyecto y sacar un mayor provecho y tener más datos para seguir dando recomendaciones de mejora.

Para abarcar en el tercer objetivo específico, se plantean a continuación una serie de gráficos que pretenden ubicar la situación actual de los empleados y el tiempo que realmente están usando a la realización de las actividades principales y cuánto es el tiempo ocioso que se está teniendo por unidad de tiempo.

La Figura 26: Gráfico de las transacciones pretende demostrar la cantidad de tareas que se han estado realizando desde el inicio del piloto para cada uno de los meses y para cada una de las actividades revisadas anteriormente para poder visualizar alguna tendencia, alguna estacionalidad o preferencia de los ingenieros en Estados Unidos para el uso de los contratistas.

Figura 26: Gráfico de las transacciones



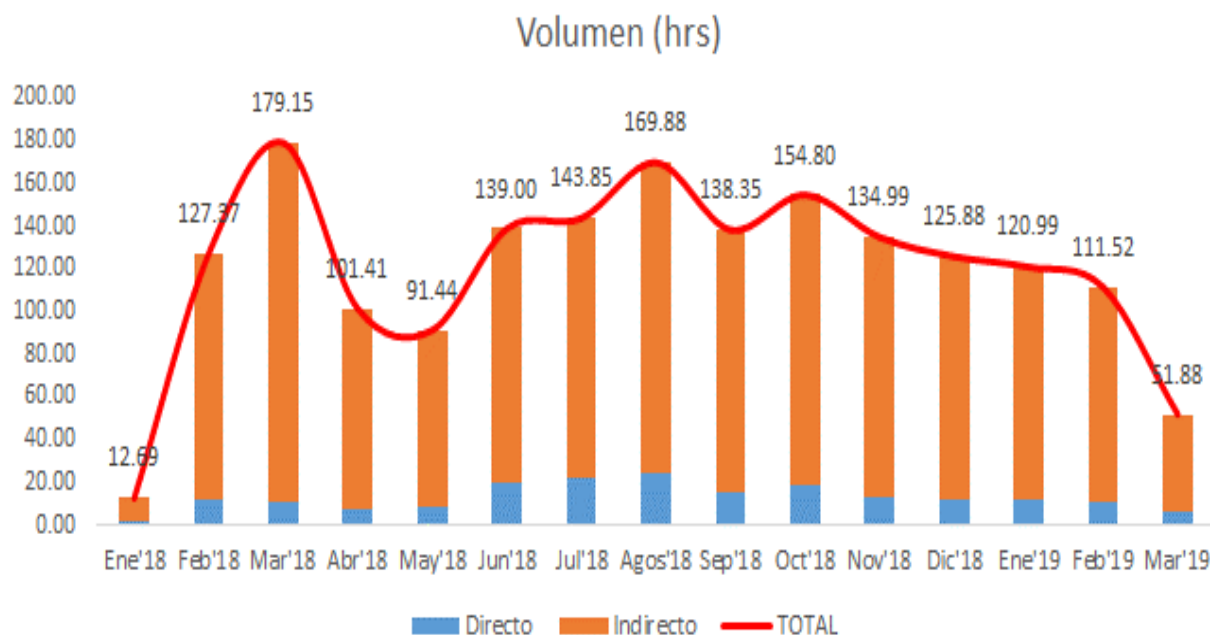
Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

A primer vista, con todos los datos tomados desde el inicio del proyecto no se visualiza alguna estacionalidad, se ve una tendencia a la baja desde octubre del 2018, pero esto se debe a un cambio en la gerencia del departamento de ingeniería que causó un poco de ruido en la organización y por un momento se pensó que el proyecto podría dejar de ser ejecutado en Costa Rica. Ese rumor desapareció y ahora se piensa fuertemente en el crecimiento tanto de actividades, como en cantidad de ingenieros y organizaciones soportados por el personal outsourcing.

Importante recalcar que este gráfico muestra solamente cantidad de transacciones, no el tiempo que dura la transacción realizándose, pero es necesario para saber el volumen de actividades que se han ejecutado para tener una clara idea de los volúmenes que se manejan, para cada una de las tareas que se tienen actualmente.

El siguiente gráfico muestra la cantidad de trabajo efectuado pero ahora dividido por tiempo y con la unidad de medida en horas. Esto permite ir adentrando la investigación para analizar qué tanto del tiempo disponible por jornada de trabajo de un trabajador se está realmente utilizando y cuál es el espacio que se tiene para crecer ya sea en soporte a más tareas o más ingenieros.

Figura 27: Gráfico de trabajo directo e indirecto



Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

La siguiente tabla tiene los datos utilizados para la construcción del gráfico en la figura 27, además tiene unos datos adicionales como lo es la relación entre el trabajo directo y el trabajo indirecto realizado por el personal y el porcentaje de utilización contra una meta de 278 horas mensuales. Este número de meta sale de multiplicar 20 días por 6.96 horas productivas por mes. Estos valores se tomaron del estándar de la empresa para medir el tiempo.

Tabla 7: Datos del gráfico de trabajo directo e indirecto

Mes	Directo	Indirecto	TOTAL	Relación	Meta	Porcentaje de utilización
Ene'18	2.11	10.57	12.69	20%	278.00	5%
Feb'18	11.65	115.72	127.37	10%	278.00	46%
Mar'18	10.74	168.42	179.15	6%	278.00	64%
Abr'18	7.95	93.47	101.41	9%	278.00	36%
May'18	8.97	82.47	91.44	11%	278.00	33%
Jun'18	19.60	119.40	139.00	16%	278.00	50%
Jul'18	22.37	121.47	143.85	18%	278.00	52%
Agos'18	24.56	145.32	169.88	17%	278.00	61%
Sep'18	15.15	123.20	138.35	12%	278.00	50%
Oct'18	18.90	135.90	154.80	14%	278.00	56%
Nov'18	13.56	121.43	134.99	11%	278.00	49%
Dic'18	12.43	113.45	125.88	11%	278.00	45%
Ene'19	11.76	109.23	120.99	11%	278.00	44%
Feb'19	10.54	100.98	111.52	10%	278.00	40%
Mar'19	6.54	45.34	51.88	14%	278.00	19%
	196.83	1606.37	1803.20	13%	278.00	43%

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

En la Tabla 7: Datos del gráfico de trabajo directo e indirecto se muestra la cantidad de horas invertidas por mes. El trabajo directo corresponde a las actividades propias del proceso que genera una productividad en el proceso, como es la carga de programa, la introducción de datos en el software de Intel, el acceso remoto a los módulos de alta tecnología.

Como se puede observar en la tabla 7, el trabajo directo corresponde únicamente al 13% de todo el trabajo que realizan los contratistas, pero existe una porción de ese porcentaje necesario por el diseño del proceso. Ya que el programa dura entre 45 minutos a 180 minutos cargando dependiendo del setup que pida el ingeniero en ese momento, en el cual el empleado no puede hacer otra actividad al mismo tiempo.

Aun tomando en cuenta todo el tiempo completo, solo se está utilizando en promedio el 43% del tiempo de las dos personas contratadas para el proceso. Con dos picos casi de 60% en marzo y agosto del 2018, pero con otros meses donde la utilización fue totalmente desaprovechada. La meta propuesta por Intel es de 278 horas mensuales productivas, ya descartando las horas de recesos, los entrenamientos y las reuniones mandatorios.

Con los datos presentados aquí, es fundamental que primero se logre tener una utilización de al menos 80% para el contratista, por lo que es necesario tener más procesos y más ingenieros soportados para llegar a la meta de las personas actuales y luego pensar en meter personal adicional para realizar la actividad.

Para analizar el proceso que tiene mayor carga de volumen como lo es el HDMX TP load se sacó una muestra (mostrada en la página 97 en los Anexos) que da un total de 68 tomas como la cantidad de muestra por medir, sin embargo por petición de la empresa se hace una evaluación de toda la población de toma de tiempos para tener un número más exacto en el análisis que se está evaluando. En la Tabla 8: Ejemplo de toma de tiempos del proceso HDMX TP load) de las 366 medidas totales a manera de ejemplo se visualizan 30 únicamente por orden en el documento para mostrar qué tan saludable está la línea de proceso en la actividad que fue identificada como Tipo A en el Pareto de actividades o si se deben hacer ajustes o intervenciones para mejorar la variabilidad.

Tabla 8: Ejemplo de toma de tiempos del proceso HDMX TP load

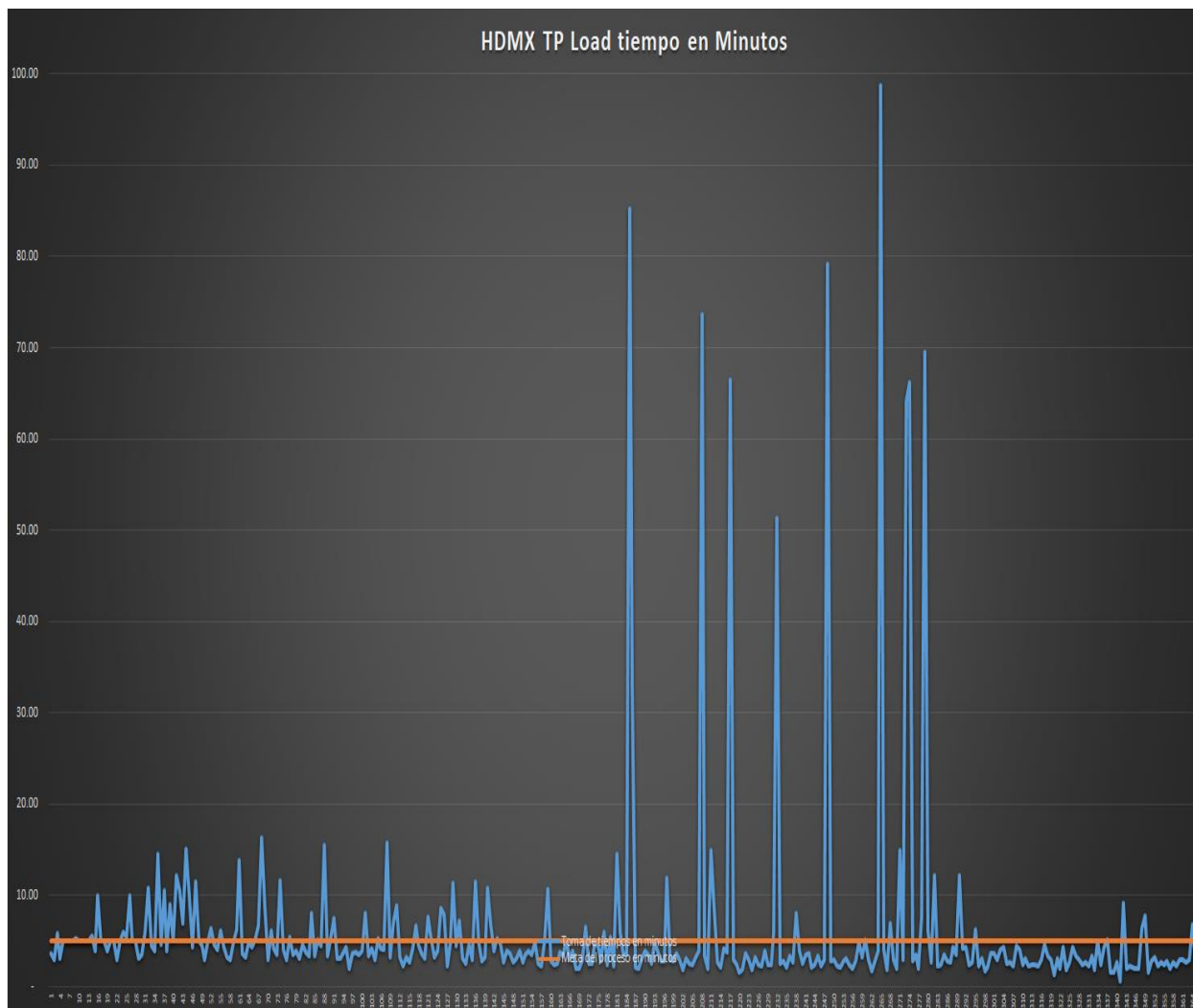
HDMX TP Load		
Toma	Toma de tiempos en minutos	Meta del proceso en minutos
1	3.60	5.00
2	3.00	5.00
3	5.82	5.00
4	3.10	5.00
5	5.00	5.00
6	5.00	5.00
7	5.00	5.00
8	5.00	5.00
9	5.37	5.00
10	5.00	5.00
11	5.00	5.00
12	5.00	5.00
13	5.00	5.00
14	5.62	5.00
15	3.90	5.00
16	10.00	5.00
17	5.00	5.00
18	5.00	5.00
19	4.00	5.00
20	5.00	5.00
21	5.00	5.00
22	3.00	5.00
23	5.00	5.00
24	6.00	5.00
25	5.50	5.00
26	10.00	5.00
27	5.00	5.00
28	5.00	5.00
29	3.05	5.00
30	3.47	5.00

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Para la toma de tiempos total de los 366 casos se hizo un estudio y el promedio de las tomas dice que la actividad como tal dura 6,14 minutos en ejecutarse. Las conversaciones con los ingenieros dice que la meta de la tarea es de 5 minutos, por lo que en promedio está 1 minuto y 14 segundos fuera alejado de esa meta, sin embargo al analizar la varianza, esta dice que hay 11,21 minutos con respecto de la meta, por lo que es necesario revisar la tarea y que está afectando.

A continuación se presenta un gráfico de todos los tiempos tomados en la actividad principal, y que da una vista a la variabilidad presente en el proceso.

Figura 28 Gráfico de la toma de tiempos



Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

En la Figura 28 Gráfico de la toma de tiempos) se muestra la toma de tiempos del proceso principal el cual tiene una meta de 5 minutos. Pero claramente se han tenido picos fuera de los límites establecidos a la hora de correr el proceso en todo su tiempo de ejecución, al causar que el promedio y la variabilidad estén elevadas.

Estos picos se deben principalmente a problemas con el módulo a la hora de cargar el setup, y también por errores en el pedido del ingeniero, ya que escoge una receta que no coincide con la temperatura o el tipo de corrida que va a hacer. Esto debe ser corregido ya sea con un software para reporte de errores o con una mejor comunicación con los involucrados.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Después de todo el análisis realizado y los datos obtenidos se tienen las siguientes conclusiones de la investigación:

La operación que tiene más volumen de actividades es la carga de programa en el módulo llamado HDMX con un 66% de todas las tareas realizadas por el grupo de operarios outsourcing, por lo que es una labor que debe ser explotada incluyendo un mayor número de ingenieros soportados tanto en Estados Unidos como en Costa Rica. Esto porque hay varios grupos de ingeniería que pueden incluirse en las corridas y dar más peso a la cartera de departamentos por apoyar.

A pesar de la cantidad de tareas y de soporte actual presentado, apenas se está usando el 43% del tiempo productivo con las dos personas que se contrataron para el experimento, por lo que se requiere negociar con otros gerentes y departamentos para lograr aumentar tanto las tareas efectuadas como la cantidad de ingenieros fijos por soportar para llegar a una meta de 80% como mínimo y así tener realmente la reducción de costos propuesta.

La variabilidad de la operación en las tareas analizadas junto con problemas encontrados como módulo no disponible o unidades no encontradas, hace que sea necesario poner un plan para poder documentar los tiempos de máquina no disponible a los técnicos y reportar cuando las unidades no son devueltas a tiempo por otros ingenieros para asegurar una reducción del tiempo de respuesta de parte de los encargados del laboratorio.

Como la investigación se hace en un proyecto innovador para la compañía, los sistemas automáticos no están disponibles y la comunicación entre el ejecutor, con el ingeniero y el técnico se hace muy manual y obsoleta para el tipo de labor que desempeña la empresa. Por lo que se debe pensar en algún software para hacer el pedido de órdenes de trabajo más eficiente y que además quede como archivo.

A pesar del apoyo que se tuvo de parte de la gerencia con el piloto del proyecto, se debe aumentar las cargas de trabajo para poder lograr el objetivo que espera la empresa con la idea de mover los setup a formato outsourcing.

Recomendaciones

Como parte de investigación hecha, se debe valorar los siguientes cambios para mejorar la viabilidad del proyecto de investigación planteado.

Se debe incluir un programa para que los ingenieros puedan hacer los pedidos de setup, donde se pueda incluir toda la información de los programas que necesitan para las validaciones y que quede como registro de cuando se hizo el pedido y cuando se completó.

Se necesita tener una reunión con el supervisor técnico para lograr mejorar la respuesta de los encargados de las máquinas con las reparaciones de módulo y las reparaciones, y además que el proceso tenga mejora continua.

La gerencia de los departamentos de ingeniería debe tener un mayor compromiso para lograr pasar más tareas y que más ingenieros colaboren con la investigación del proyecto y poder completar la meta planteada.

Intel pide que los procesos que se ejecutan bajo la modalidad de outsourcing ocupan un manual de procedimientos, por lo que se trabajará en una propuesta de documentación para entregar. Esto es para cada tarea y cada actividad.

CAPÍTULO VI: PROPUESTA

Propuesta

Después de todo lo visto y analizado en el diagnóstico para el objetivo principal de los laboratorios de Intel Costa Rica se tiene una oportunidad de reducir la mano de obra de planillas de ingenieros y reemplazarlo con personal outsourcing, sin embargo primero se debe trabajar con la empresa en tres vectores principales que están afectando esta posibilidad y por ende lograr la meta planteada.

Estas mejoras son crear un plan para que los contratistas ejecuten realmente a un 80% de capacidad con más transacciones diarias y que sean retadoras, mejorar el proceso de reporte de averías en los módulos para reducir la variabilidad presentada en la ejecución de las tareas mediante un software ya existente para poder mejorar el tiempo de respuesta de reparaciones y reducir la variabilidad, y como tercera opción una propuesta de documentación que permita a los trabajadores realizar las tareas siguiendo un manual y con esto evitar problemas de calidad. Una vez minimizadas estas problemáticas, se le propondrá a la empresa dos escenarios con opciones de mover personal y reducir entre un 20% y un 30% en salarios o mover ingenieros a otras actividades que generen más valor agregado y que den a la empresa ganancias con su trabajo.

Primero se necesita un compromiso real de los departamentos de ingeniería para aumentar la cantidad de tareas por trasladar al personal contratista, esto junto con un plan para que otros departamentos vean el proyecto de investigación atractivo y rentable para que puedan atreverse a mover más procesos a los empleados de Costa Rica. Por lo que se hará una recomendación para buscar un beneficio mutuo de la mejora junto con un programa de software con el cual se puedan facilitar las órdenes de trabajo y que sea rápido, eficiente, y que los involucrados estén comunicados entre sí en todo momento, además que guarde toda la información para tener una base de datos de todos los pedidos hechos y se pueda usar como trazabilidad en caso de problemas de calidad.

Para elaborar en detalle en la primera de las opciones, se presenta a continuación un plan para lograr el convencimiento de ingeniería y aumentar la cantidad de tareas, además de la propuesta de software para el pedido de órdenes de trabajo que se planea y que quede como archivo y base de datos para futuros análisis y trazabilidad.

Reuniones para revisar aumento de tareas

Basados en el objetivo específico cuatro, se van a implementar una serie de mejoras para poder demostrar a la gerencia los resultados del piloto con las respectivas ventajas competitivas de realizar los setup y carga de programa centralizados en los empleados outsourcing de Costa Rica, para lograr esto se planea tener reuniones y calibraciones mensuales entre el departamento de transacciones globales que pertenece a recursos humanos, el departamento de ingeniería y el supervisor de la empresa contratista quien se encarga de manejar el desempeño desarrollo de los empleados contratistas

Estas reuniones serán llevadas a cabo el último viernes de cada mes y la agenda propuesta para la misma es la presentación del estado actual de la operación. El plan es llevar los indicadores de calidad, de cantidad de transacciones realizadas por cada contratista por unidad de tiempo, y las oportunidades para los otros departamentos de tener los setups en Costa Rica. Además se llevará una minuta con la asistencia y las acciones o ayudas requeridas de cada una de las partes involucradas en el proyecto de investigación de parte de la empresa.

Estos datos serán compilados en gráficos y tablas que muestren los datos y las tendencias semanales y mensuales, para presentarle a los altos mandos de los departamentos cada dos meses el estado actual de la operación y pedir nuevos recursos y nuevas tareas basados en resultados.

Software para pedir órdenes de trabajo

Otro de los problemas encontrados es que en la actualidad la comunicación entre los ingenieros y los empleados de outsourcing se hace por medio de correo electrónico y por software de mensajería interna, el cual es efectivo en algún momento, pero se vuelve muy informal y no mantiene datos históricos, esto porque no existe un respaldo de cada uno de los pedidos que se hacen por turno o solo lo almacena por un mes de tiempo. Para mitigar este impacto se pretende implementar un SharePoint (base de datos interna) para que el ingeniero haga el pedido de las órdenes de trabajo y de unidades y además usar este software como repositorio de datos históricos y poder sacar información relevante cuando sea necesario.

Este software será compartido con los ingenieros que trabajan actualmente en el proyecto de investigación, y estos recibirán un entrenamiento en el paquete para asegurar que todos y cada uno de los requerimientos sean manejados a través de esta herramienta interna.

Figura 29: Datos requeridos de Ingeniería en el SharePoint para requerimiento de trabajo

VNC server	SC09THBT2149Z2
TP Path	I:\hdmxprogs\skx\SKXXXXXBXH10B0XS617
MIR#	9841384
Visual id	
Temperature	97
Operation/Location	6262
chop	XCCSP
SSPEC	Not always necessary
Eng ID	Not always necessary
Configuration of tester	SP

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

La figura 29 muestra los datos mínimos que serán pedidos a los ingenieros y que son fundamentales para la ejecución de las tareas actuales, esto se puede ajustar para adaptarse a alguna otra tarea o actividad solicitada en el futuro.

Figura 30: Requerimiento completo en el SharePoint.

Response #594 has been added

Support from CWs goes from 8am to 5pm (Costa Rica time). Submit your request before 430pm (CR time) for same day support. Is this request submitted for same day support?:		Yes
Request type::		Tester Load
Train::		RAVE
SCRUM::		FUNC
TESTER NAME:		1701 301
UNITS OR SOURCE-LOT:		123654785
START HOUR:		5/22/2019 9:00 AM
RECIPE::		sdf
TEST PROGRAM PATH:		I: CL\XXXXKXHX1N005908_XCCSP
CHOP:		XCCSP
PART TYPE:		
SSPEC:		
ENG ID:		
LOCATION:		6261
TEMPERATURE:		CLASS HOT 97C

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

La figura 30 muestra los datos que son mandatorios para que ingeniería llene en el SharePoint y que los contratistas puedan utilizar para poder realizar un correcto setup de los módulos con toda la información requerida por los sistemas y como serán visualizados por los usuarios finales. Además como ya se mencionó este software va a guardar toda la información con fecha, nombre de los ingenieros y los datos necesarios para usarlo como histórico cuando la empresa necesite realizar estudios o calcular las demandas, tendencias o estacionalidad.

Cabe resaltar que la información guardada en este archivo será utilizada para presentar reportes mensuales a la gerencia de Intel y los laboratorios, como así fue dado a conocer por los encargados del proyecto dentro de la empresa, por lo que la implementación de este tipo de reporte es de mucho valor agregado y muy importante en los resultados de la compañía.

Comunicación con el equipo de mantenimiento

Parte de lo visto en el diagnóstico mostró una serie de problemas tanto de comunicación como de tiempo de respuesta con el departamento técnico ya que las máquinas presentan inestabilidad y el tiempo de reacción de los técnicos no es el adecuado al causar retrasos en el inicio de los setup y por ende retrasos a los ingenieros que piden los requerimientos.

Por lo que se va a implementar una herramienta para que los contratistas reporten las averías o problemas encontrados con la maquinaria al reducir los tiempos de respuesta y además guarda información de quién hizo el reporte, y qué tipo de síntomas presenta la máquina.

Esta herramienta ya es usada en Intel por otros departamentos de soporte y de experimentación y han tenido una excelente aceptación y resultados usándola. Por lo que el plan es implementarlo en la investigación para poder generar reportes de los fallos de máquina y recibir una respuesta más adecuada a los usuarios ya que estos tiquetes llegan a todos los técnicos de los módulos y copia al supervisor en turno. El nombre de la herramienta es GEDI (por sus siglas en inglés)

Figura 31: Ejemplo de la herramienta GEDI

add task

Site **CRVC**

Submitter (idsid) rarguelx

Equipment Type Class -Select Equipment Type Class- ▼

Equipment Type -Select Equipment Type- ▼

Equipment Name -Select Equipment- ▼

Symptom -Select Symptom- ▼

Cell Down

Description

SUBMIT ISSUE

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Una vez resuelta la situación, la persona que abrió el reporte recibe en su correo electrónico un reporte de la reparación como se ve en la siguiente anotación

GEDI Task Receipt for SCPPV045 (Close)

GEDI Site: CRVC

GEDI Task ID: 131490

Opened: 5/30/2019 10:58 AM [WW22]

Status: Close

Group: PFE

Cell: CELL-PPV-B2045

Machine: SCPPV045

Problem Description: *The unit is placed and doesn't boot and it doesn't detect the video card so it doesn't present on either of the VGA outputs. We need the platform booting up and showing video with a Golden SKX XCC unit with this BIOS C:\BIOS Contact Randall Madrigal. Thanks!*

Symptom: *Múltiple*

En resumen el reporte dice el nombre de la máquina, el consecutivo de tiquete, problema encontrado con el módulo, la fecha y el estado actual del reporte. Luego abajo viene el reporte original que hizo el usuario con la explicación de las causas de la avería, y con esto es que los técnicos revisan la máquina y hacen las reparaciones.

Diseño de indicadores

Como parte de la revisión de objetivos específicos, al analizar el estado del número cinco se procede a hacer una propuesta para los indicadores de éxito que se necesitan para medir correctamente la ejecución de las tareas correspondientes a la carga de setup y corrida de programas en los laboratorios de Intel Costa Rica. Estos indicadores serán entregados a la organización y al supervisor para ser medidos en la reunión mensual recomendada.

Se tienen los siguientes indicadores: Medición de la calidad de los operarios, CSAT, y medición de trabajo. Se van a revisar mensualmente y serán presentados al supervisor de los empleados para que se le dé seguimiento además de la presentación en las reuniones con ingeniería.

Indicadores													
	META	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Calidad	95%												
CSAT	95%												
capacidad de trabajo	80%												

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Medición de la calidad

El primer indicador por medir es la calidad de la ejecución, y se planea tener una tabla donde se mida la cantidad de setup hechos correctamente entre la cantidad total de setup. Este indicador se va a calcular semanalmente y la meta propuesta para este indicador es de 95% como mínimo.

Este indicador será analizado con los representantes de los departamentos para tener un acuerdo final porcentaje definitivo para medir la calidad, y llevarlo a gerencia para la aprobación.

CSAT (customer satisfaction) / Satisfacción del cliente

Para la satisfacción del cliente el indicador por medir será uno ya utilizado por Intel en los departamentos de recursos humanos el cual es la satisfacción del cliente con la ejecución y cierre de la tarea requerida. El plan es que luego de que cada ingeniero haga el pedido a través del software sugerido en esta misma sección (Figura 30) y cuando sea completado por los ejecutores, la herramienta genere un correo que le llegará al solicitante con las preguntas ya establecidas por la empresa (incluidas en los Anexos página 96) para ser respondidas.

Con la totalidad de las respuestas, estas serán incluidas semanalmente en el rol del indicador global ya elaborado por la empresa, el cual deberá resultar con un número mayor a 95% de las respuestas positivas para poder lograr la satisfacción. En resumen el indicador se mide con la cantidad de respuestas positivas entre las respuestas totales.

Medición del trabajo

Como parte de las actividades diarias de ejecución se debe tener un indicador de volumen de trabajo para saber si la cantidad de tareas recibidas por turno de trabajo o por semana están de acuerdo con la meta de transacciones ejecutadas por cada uno de los colaboradores de outsourcing.

El tipo de trabajo realizado se mide en dos tipos, trabajo directo el cual está ligado al proceso de carga de programa y todos sus derivados, por otro lado se tiene el trabajo indirecto el cual es necesario pero no agrega valor agregado al proceso como lo son las calibraciones o conversaciones con otros miembros como lo son ingenieros o técnicos.

Ambos tiempos serán medidos y se incluirán en una base de datos para controlar la cantidad de transacciones realizadas por el personal, los tiempos los va a llevar cada uno de los ejecutores en su estación de trabajo y al final de la semana incluidos en el repositorio general.

Figura 32: ejemplo de Excel para inclusión de trabajo diario

Cell #	PDE	Tech	Task	Step	Direct/Indirect	Start (Clt + Q)	End (Clt + Q)	Day/Mon	Month	Year	WW	Duration	Hours	Quantity	TPPT
501	Elmali, Siham		Test Program load	Read email request	Indirect	1/18/2018 12:30	1/18/2018 12:32	1/18	1	2018	3	0:02:00	0.03	1.00	0.03
			Test Program load	Follow Up	Indirect	1/18/2018 12:33	1/18/2018 13:26	1/18	1	2018	3	0:53:00	0.88	1.00	0.88
			Test Program load	Create UBE	Direct	1/18/2018 12:37	1/18/2018 12:40	1/18	1	2018	3	0:03:00	0.05	1.00	0.05
Elmali, Siham			Test Program load	Read email request	Indirect	1/18/2018 10:03	1/18/2018 10:05	1/18	1	2018	3	0:02:37	0.04	1.00	0.04
			Test Program load	Create MIR in Vortex	Direct	1/18/2018 10:07	1/18/2018 10:10	1/18	1	2018	3	0:03:08	0.05	1.00	0.05
			Test Program load	Request Tech Support	Indirect	1/18/2018 10:16	1/18/2018 10:23	1/18	1	2018	3	0:07:36	0.13	1.00	0.13
			Test Program load	Create UBE	Direct	1/18/2018 10:24	1/18/2018 10:28	1/18	1	2018	3	0:03:44	0.06	1.00	0.06
			Test Program load	TP Load	Direct	1/18/2018 10:33	1/18/2018 10:37	1/18	1	2018	3	0:03:36	0.06	1.00	0.06
			Test Program load	Follow Up	Indirect	1/18/2018 10:36	1/18/2018 10:52	1/18	1	2018	3	0:15:58	0.27	1.00	0.27
301	Elmali, Siham		Test Program load	Read email request	Indirect	1/24/2018 9:30	1/24/2018 9:32	1/24	1	2018	4	0:02:00	0.03	1.00	0.03
			Test Program load	Create MIR in Vortex	Direct	1/24/2018 9:33	1/24/2018 9:36	1/24	1	2018	4	0:03:00	0.05	1.00	0.05
			Test Program load	Create UBE	Direct	1/24/2018 9:36	1/24/2018 9:39	1/24	1	2018	4	0:03:00	0.05	1.00	0.05
			Test Program load	Request Tech Support	Indirect	1/24/2018 9:39	1/24/2018 9:45	1/24	1	2018	4	0:06:00	0.10	1.00	0.10
			Test Program load	TP Load	Direct	1/24/2018 10:39	1/24/2018 10:42	1/24	1	2018	4	0:03:00	0.05	1.00	0.05
			Test Program load	Follow Up	Indirect	1/24/2018 10:42	1/24/2018 11:42	1/24	1	2018	4	1:00:00	1.00	1.00	1.00
101	Elmali, Siham	Rodriguez, Alonso	Test Program load	Read email request	Indirect	1/23/2018 9:30	1/23/2018 9:32	1/23	1	2018	4	0:02:00	0.03	1.00	0.03
			Test Program load	Create MIR in Vortex	Direct	1/23/2018 9:33	1/23/2018 9:36	1/23	1	2018	4	0:03:00	0.05	1.00	0.05
			Test Program load	Create UBE	Direct	1/23/2018 9:36	1/23/2018 9:39	1/23	1	2018	4	0:03:00	0.05	1.00	0.05
			Test Program load	Read email request	Indirect	1/23/2018 9:00	1/23/2018 9:03	1/23	1	2018	4	0:03:03	0.05	1.00	0.05
			Test Program load	Request Tech Support	Indirect	1/23/2018 9:05	1/23/2018 9:09	1/23	1	2018	4	0:04:55	0.08	1.00	0.08
			Test Program load	Create MIR in Vortex	Direct	1/23/2018 9:15	1/23/2018 9:19	1/23	1	2018	4	0:04:09	0.07	1.00	0.07
			Test Program load	Create UBE	Direct	1/23/2018 9:20	1/23/2018 9:23	1/23	1	2018	4	0:03:00	0.05	1.00	0.05
			Test Program load	TP Load	Direct	1/23/2018 9:32	1/23/2018 9:38	1/23	1	2018	4	0:05:49	0.10	1.00	0.10
			Test Program load	Follow Up	Indirect	1/23/2018 9:39	1/23/2018 10:23	1/23	1	2018	4	0:43:33	0.73	1.00	0.73
			Test Program load	Follow Up	Indirect	1/23/2018 9:39	1/23/2018 10:23	1/23	1	2018	4	0:43:33	0.73	1.00	0.73
Ilma Samhita			Test Program load	Read email request	Indirect	1/25/2018 10:30	1/25/2018 10:31	1/25	1	2018	4	0:01:00	0.02	1.00	0.02
			Test Program load	Create MIR in Vortex	Direct	1/25/2018 10:36	1/25/2018 10:39	1/25	1	2018	4	0:02:20	0.04	1.00	0.04
			Test Program load	Request Tech Support	Indirect	1/25/2018 10:40	1/25/2018 10:43	1/25	1	2018	4	0:03:20	0.06	1.00	0.06
			Test Program load	Create UBE	Direct	1/25/2018 10:39	1/25/2018 10:43	1/25	1	2018	4	0:04:17	0.07	1.00	0.07
			Test Program load	TP Load	Direct	1/25/2018 11:07	1/25/2018 11:10	1/25	1	2018	4	0:03:06	0.05	1.00	0.05
			Test Program load	Follow Up	Indirect	1/25/2018 9:30	1/25/2018 9:31	1/25	1	2018	4	0:01:00	0.02	1.00	0.02

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

La Figura 32: ejemplo de Excel para inclusión de trabajo diario” presenta las casillas del Excel que serán necesarias de llenar para llevar un control de las fechas y el tiempo que se demora en cada una de las tareas por realizar y poder tener un control más exacto de los tiempos.

Creación de un manual de procedimientos

Una de las ayudas más importantes solicitadas por la empresa es la creación de un manual de procedimientos, el cual debe incluir un paso a paso de cómo se deben ejecutar las actividades desde el inicio hasta el final por los empleados outsourcing y además que sirva como base para entrenar a los nuevos empleados si así decide la empresa.

Este manual debe cumplir con los requerimientos solicitados por la empresa de formato y fondo ya establecidas para cumplir con las auditorías internas, y además debe estar en inglés, ya que es el idioma utilizado en todos los documentos oficiales utilizados en la empresa. Este documento fue elaborado durante la investigación por el analista y una versión inicial está incluida en los Anexos (página 98) el cual puede ser actualizado por el equipo de proyectos encargado.

Análisis Económico

Un análisis muy importante en la investigación es la parte de costos, ya que aquí radica realmente la cantidad de dinero que se puede ahorrar contratando personal no técnico en formato outsourcing en lugar de tener empleados fijos y los gastos que se deben hacer para implementar las mejoras requeridas.

Se le plantea a la empresa la posibilidad de dos escenarios para que lo analicen y decidan cuál de las opciones se adapta mejor a las necesidades.

Escenario 1

Como parte de la evaluación económica se hizo un análisis financiero del ahorro que podría tener la empresa en el departamento de ingeniería. En este primer análisis se tiene la situación actual donde se presenta a los empleados outsourcing actuales como un gasto en la ejecutando las tareas de setup y carga de programas, pero manteniendo la misma cantidad de ingenieros los cuales mueven un porcentaje entre 10% y 20% de sus actividades de setup a outsourcing, y ese tiempo lo van a dedicar a tareas más elaboradas en el proceso de ingeniera.

Cabe resaltar que en este escenario se asume que cuando los ingenieros dejan de hacer setups y actividades de carga de programa se pueden dedicar al desarrollo de otras labores como lo puede ser implementación de patentes, mejora continua, creación de nuevas tecnologías, que en muchos casos pueden representar millones de dólares de ganancias para la compañía, pero por limitación de la investigación solo se tomará como supuesto.

En este escenario se incluye un monto para el pago de la implementación del manual de procedimientos y de la implementación de software para mejora de mantenimiento y de los pedidos de unidades solicitados.

Figura 33: Ejemplo del escenario 1

ESCENARIO 1			
Descripción	2 contratistas	3 contratistas	4 contratistas
Gasto de los contratistas	\$ 52,800	\$ 79,200	\$ 105,600
Salario de 20 ingenieros	\$ 1,320,000	\$ 1,320,000	\$ 1,320,000
gasto del manual de procedimientos	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 1,000
gasto del programa	\$ 1,000	\$ 1,000	\$ 1,000
Gasto total anual	\$ 1,374,800	\$ 1,401,200	\$ 1,427,600

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

En la Figura 33: Ejemplo del escenario 1 se tiene el gasto que se paga por los contratistas, donde hay una propuesta de subir de 2 hasta 4 personas, más el salario de los 20 ingenieros soportando en la investigación, y los gastos fijos del programa y del manual. Se puede notar como con cada contratista adicional se ve un aumento del gasto total, esto porque no hay reducción de personal sin embargo los ingenieros asumen otras actividades donde pueden generar ganancias para la empresa que no serán cuantificables en esta investigación.

Escenario 2

Ahora para el segundo análisis, se asume que por cada contratista que se incluye en la actividad de setup y de carga de programa en Costa Rica se reduce un ingeniero. Esto es porque el outsourcing toma un 20% de las actividades de cinco ingenieros diferentes para completar un empleado total.

Se hizo una revisión con el departamento de finanzas para entender el salario de un ingeniero en Estados Unidos y en Estados Unidos y cuál sería la reducción de cada uno si se tomara la decisión de reducir el personal de ingeniería, por lo que los resultados se presentan a continuación.

Figura 34: Ahorro en salario

Ahorro de salario bruto Ratio 1:1 (anual)					
Cantidad de contratistas	1	2	3	4	5
Pago de gasto de contratistas	\$ 26,400.0	\$ 52,800.0	\$ 79,200.0	\$ 105,600.0	\$ 132,000.0
Equivalente de salario en US	\$ 66,000.0	\$132,000.0	\$ 198,000.0	\$ 264,000.0	\$ 330,000.0
equivalente de salario en CR	\$ 35,200.0	\$ 70,400.0	\$ 105,600.0	\$ 140,800.0	\$ 176,000.0
Ahorro para Estados Unidos	\$ 39,600.0	\$ 79,200.0	\$ 118,800.0	\$ 158,400.0	\$ 198,000.0
Ahorro para Costa Rica	\$ 8,800.0	\$ 17,600.0	\$ 26,400.0	\$ 35,200.0	\$ 44,000.0
Porcentaje de ahorro USA	60%	60%	60%	60%	60%
Porcentaje de ahorro CR	25%	25%	25%	25%	25%

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Los números acá presentes en la salario, Figura no son los salarios reales debido a confidencialidad, pero si representan el porcentaje de equivalencia entre los salarios de un empleado contratista contra un empleado fijo tanto en Estados Unidos como en Costa Rica.

Se acuerda que un empleado outsourcing en Costa Rica tiene un gasto de \$26,400 por año, el ingeniero en Estados Unidos gana \$66,000 y un ingeniero en Costa Rica devenga un salario de \$35,200. Esto incluyendo las cargas sociales donde aplique.

Con los números tomados se puede decir que por cada ingeniero reducido en Estados Unidos la empresa podría tener un ahorro de 60%, y por otro lado un 25% si se reduce un ingeniero en Costa Rica y todas las actividades se mueven al formato outsourcing planteado.

Importante resaltar que la propuesta sería la de tomar un porcentaje de las actividades transaccionales de cada ingeniero las cuales representan un 20% en promedio y así lograr reunir lo suficiente para cargar el volumen necesario de un empleado contratista.

Plan de implementación

Parte del proceso propuesto requiere una serie de pasos para poder llevarse a cabo, uno de estos caminos es elaborar un plan con fechas para poder liberar cada una de las propuestas a la empresa, en este caso se tiene el siguiente modelo para la cantidad de tareas proyectadas.

Figura 35: GANTT para propuesta

Propuesta																								
Actividades	Jun				Jul				Aug				Sep				Oct				Nov			
	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4	Sem1	Sem2	Sem3	Sem4
reuniones de calibracion				■				■				■				■				■				■
Manual de procedimientos (DTP)				■																■				
Pedido a mantenimiento						■																		
Inclusion en el CSAT				■								■												

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Como se mencionó, se espera tener una calibración mensual con todos los departamentos involucrados para revisar los datos de carga de trabajo, y la cantidad de tareas que se van a esperar y con eso decidir si es necesario incluir 1, 2 o 3 personas en outsourcing adicionales para soportar el volumen.

El manual de procedimientos se logró terminar y ya fue presentado a la empresa y fue compartido con los supervisores la primera semana de julio para pasarlo a producción, una revisión del mismo se encuentra en los Anexos (Página 98). La calibración con los departamentos técnicos se completa durante la segunda semana de julio para empezar a reportar los problemas de máquina en el software diseñado para este proceso.

Y por último la inclusión del proceso al rol ya determinado de CSAT será presentado en julio al departamento de transacciones, y luego será presentado a gerencia en setiembre para ratificar la línea de aprobaciones y lograr incluir las tareas en este modelo.

Recomendaciones finales

La recomendación del analista es aplicar el escenario dos ya que completa el objetivo planteado y logra una reducción significativa de la mano de obra, sin embargo queda a decisión de la empresa tomar en cuenta las propuestas e implementar lo que mejor consideren para el caso que se tenga, sobre todo pensando en el personal que está actualmente laborando y que podría verse impactado por la decisión de mover las actividades de setup a formato outsourcing.

APÉNDICES

Acá se muestra la encuesta de satisfacción al cliente (CSAT) de Intel para implementar como parte de la propuesta a la investigación.

Encuesta de satisfacción CSAT de Intel.



[Get Help](#)
Customer Satisfaction Survey

1. ¿Cómo calificaría su experiencia?*

- Positiva (+) Negativa (-)

2. ¿Se le resolvió el problema la primera vez que nos contactó?*

- Sí No Sigue sin resolver

** Respuesta Requerida*

3. ¿Qué contribuyó de manera POSITIVA con su experiencia?

- Fácil acceso al servicio
- Solución oportuna
- Buen servicio al cliente
- Comunicación clara
- Solución eficaz
- Agente conocedor

4. ¿Qué impactó de manera NEGATIVA su experiencia?

- Menú de opciones confuso
- Solución incompleta

- Mala comunicación
- Tiempo de espera largo
- Pregunta no respondida
- Mal servicio al cliente
- Servicio tomó mucho tiempo
- Respuesta incorrecta
- Agente falto de conocimiento

5. ¿Hay alguna ACCIÓN de SEGUIMIENTO que le gustaría que tomemos en respuesta a su experiencia?

- Escalar el caso no resuelto
- Proporcionar entrenamiento al agente
- Dar reconocimiento al agente
- Otra (por favor especifique)

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Cálculo de la muestra de cantidad de toma de tiempos

De acuerdo con lo visto en el marco teórico, se procede a calcular la muestra para la toma de tiempos con una muestra infinita, tomando como valores un nivel de confianza del 90% con un error de 10%. Esto nos da un total de 68 tomas de tiempo para la variable respectiva.

Cálculo de tamaño de muestra	
Parametro	Valor
Z	1.645
P	50%
Q	50%
e	10%

tamaño de muestra **68**

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

Documento de entrenamiento creado

	TEST PROGRAM LOAD	Page 1 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	

Updated on	Updated BY	Change Description
5/08/2019	Gustavo Chinchilla	Created

1. TP load

1.1 Information coming from Santa Clara PDE

PDE from Santa Clara or Costa Rica should provide the following information in order to proceed with tester set up

VNC server	SC09THBT2149Z2
TP Path	I:\hdmxprogs\skx\SKXXXXXBXH10BOXS617
MIR#	9841384
Visual id	
Temperature	97
Operation/Location	6262
chop	XCCSP
SSPEC	Not always necessary
Eng ID	Not always necessary
Configuration of tester	SP

1.2 The information will arrive in a share point with the following format:



The screenshot shows a SharePoint document page for 'TEST PROGRAM LOAD'. The document is part of a 'PDE Lab Job Request' and contains the following details:

- TESTER NAME:** SKXXXXXXXXXBXH10BOXS617
- START HOUR:** 2/12/2018 2:00 PM
- REQUEST:** TEST PROGRAM PATH (From 1.0046)
- TEST PROGRAM PATH:** I:\hdmxprogs\skx\SKXXXXXBXH10BOXS617
- CHOP:** XCCSP
- PART TYPE:**
- SSPEC:**
- ENG ID:**
- LOCATION:** 6262
- TEMPERATURE:** 97
- ADDITIONAL INSTRUCTIONS:** (See very clear and detailed in steps to follow)
- SEND NOTIFICATION EMAIL TO:** No targeting

The document was created on 5/8/2019 at 2:00 PM by Gustavo Chinchilla and last modified on 5/8/2019 at 2:00 PM by Gustavo Chinchilla.

2. Instructions to enter to the TESTER environment:

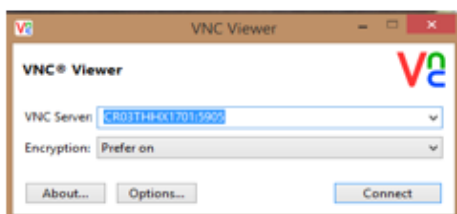
	TEST PROGRAM LOAD	Page 2 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	

2.1 Open the VNC icon in the desktop.



2.2 This new window will be displayed:

CR03THHX0000:5900



2.3 Please use this format for equipment and Tester codes.

TESTER DE COSTA RICA.

HDMX 1439

Cell	VNC	Cell	VNC
A101	CR03THHX1439-5901	A102	CR03THHX1439-5902
A201	CR03THHX1439-5903	A202	CR03THHX1439-5904
A301	CR03THHX1439-5905	A302	CR03THHX1439-5906
A401	CR03THHX1439-5907	A402	CR03THHX1439-5908
A501	CR03THHX1439-5909	A502	CR03THHX1439-5910

HDMX 1455

Cell	VNC	Cell	VNC
A101	CR03THHX1455-5901	A102	CR03THHX1455-5902
A201	CR03THHX1455-5903	A202	CR03THHX1455-5904
A301	CR03THHX1455-5905	A302	CR03THHX1455-5906
A401	CR03THHX1455-5907	A402	CR03THHX1455-5908
A501	CR03THHX1455-5909	A502	CR03THHX1455-5910

HDMX 1701

Cell	VNC	Cell	VNC
A101	CR03THHX1701-5901	A102	CR03THHX1701-5902
A201	CR03THHX1701-5903	A202	CR03THHX1701-5904
A301	CR03THHX1701-5905	A302	CR03THHX1701-5906
A401	CR03THHX1701-5907	A402	CR03THHX1701-5908
A501	CR03THHX1701-5909	A502	CR03THHX1701-5910

HDMX 1785

Cell	VNC	Cell	VNC
A101	CR03THHX1785-5901	A102	CR03THHX1785-5902
A201	CR03THHX1785-5903	A202	CR03THHX1785-5904
A301	CR03THHX1785-5905	A302	CR03THHX1785-5906
A401	CR03THHX1785-5907	A402	CR03THHX1785-5908
A501	CR03THHX1785-5909	A502	CR03THHX1785-5910

HDMX 1758

Cell	VNC	Cell	VNC
A101	CR03THHX1758-5901	A102	CR03THHX1758-5902
A201	CR03THHX1758-5903	A202	CR03THHX1758-5904
A301	CR03THHX1758-5905	A302	CR03THHX1758-5906
A401	CR03THHX1758-5907	A402	CR03THHX1758-5908
A501	CR03THHX1758-5909	A502	CR03THHX1758-5910

HDMX 1823

Cell	VNC	Cell	VNC
A101	CR03THHX1823-5901	A102	CR03THHX1823-5902
A201	CR03THHX1823-5903	A202	CR03THHX1823-5904
A301	CR03THHX1823-5905	A302	CR03THHX1823-5906
A401	CR03THHX1823-5907	A402	CR03THHX1823-5908
A501	CR03THHX1823-5909	A502	CR03THHX1823-5910

	TEST PROGRAM LOAD	Page 3 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	

HDMX 1844				HDMX 1848			
Cell	VNC	Cell	VNC	Cell	VNC	Cell	VNC
A101	CR03TH0X1844-5901	A102	CR03TH0X1844-5902	A101	CR03TH0X1848-5901	A102	CR03TH0X1848-5902
A201	CR03TH0X1844-5903	A202	CR03TH0X1844-5904	A201	CR03TH0X1848-5903	A202	CR03TH0X1848-5904
A301	CR03TH0X1844-5905	A302	CR03TH0X1844-5906	A301	CR03TH0X1848-5905	A302	CR03TH0X1848-5906
A401	CR03TH0X1844-5907	A402	CR03TH0X1844-5908	A401	CR03TH0X1848-5907	A402	CR03TH0X1848-5908
A501	CR03TH0X1844-5909	A502	CR03TH0X1844-5910	A501	CR03TH0X1848-5909	A502	CR03TH0X1848-5910

HDMX 1852				HDMX 1866			
Cell	VNC	Cell	VNC	Cell	VNC	Cell	VNC
A101	CR03TH0X1852-5901	A102	CR03TH0X1852-5902	A101	CR03TH0X1866-5901	A102	CR03TH0X1866-5902
A201	CR03TH0X1852-5903	A202	CR03TH0X1852-5904	A201	CR03TH0X1866-5903	A202	CR03TH0X1866-5904
A301	CR03TH0X1852-5905	A302	CR03TH0X1852-5906	A301	CR03TH0X1866-5905	A302	CR03TH0X1866-5906
A401	CR03TH0X1852-5907	A402	CR03TH0X1852-5908	A401	CR03TH0X1866-5907	A402	CR03TH0X1866-5908
A501	CR03TH0X1852-5909	A502	CR03TH0X1852-5910	A501	CR03TH0X1866-5909	A502	CR03TH0X1866-5910

TESTER DE SANTA CLARA.

HDMX 1852			
Cell	VNC	Cell	VNC
A101	CR03TH0X1447-5901	A102	CR03TH0X1447-5902
A201	CR03TH0X1447-5903	A202	CR03TH0X1447-5904
A301	CR03TH0X1447-5905	A302	CR03TH0X1447-5906
A401	CR03TH0X1447-5907	A402	CR03TH0X1447-5908
A501	CR03TH0X1447-5909	A502	CR03TH0X1447-5910

3. Accessing the tester remotely.

3.1 Map the Hard drives, double click on this icon:



3.2 A new screen will appear wait 60 seconds

```

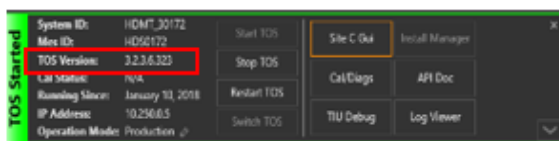
HDMX_MapDrives - Shortcut
C:\> net use * /y /d /del /nc /n /noexec /now /of /o /u /p /r /s /t /v /w /x /y /z /?
** Logfile created at C:\Test\HDMX_MapDrives\Log_20180118_10410.txt **
** Removing all previous connections **
Completed. Check for details on log file.
Making 60 seconds for network validation
59 seconds left
58 seconds left
57 seconds left
56 seconds left
55 seconds left
54 seconds left
53 seconds left
52 seconds left
51 seconds left
Scaling context of Kerberos Credential Cache
Completed. Check for details on log file
** New connections will not be remembered. **
Drive Mapping Completed. Check for details on log file
Status: Local Remote Network
0: \\Name.corp.intel.com\c:\pep\ad\src\credcache\ntlm
Microsoft Windows Network
1: \\Name.corp.intel.com\c:\pep\ad\src\credcache\ntlm
Microsoft Windows Network

```

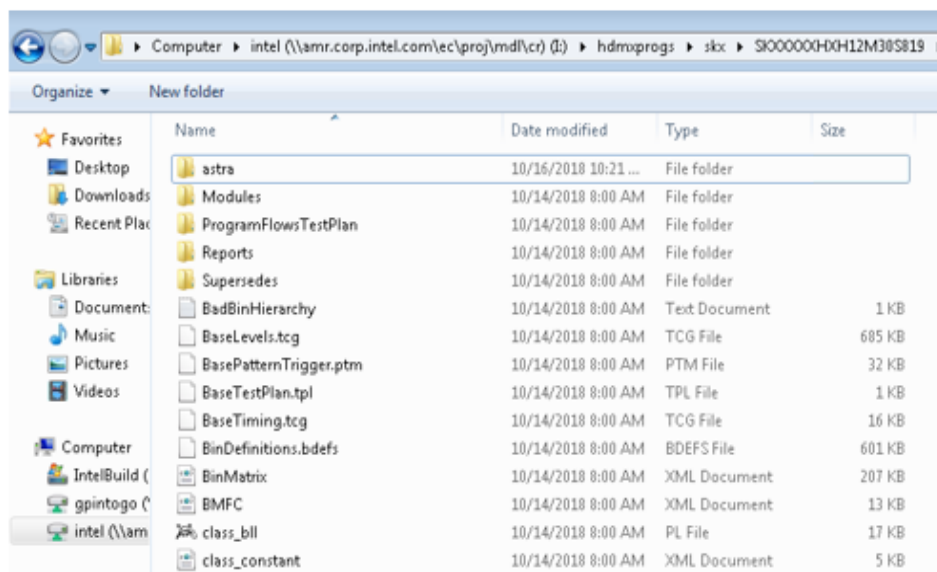
3.3 Wait for the confirmation and click any key to continue.


	TEST PROGRAM LOAD	Page 4 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	

3.4 Inside the VNC you will have this view, please check the TOS version marked and check if the TOS requested are the same.

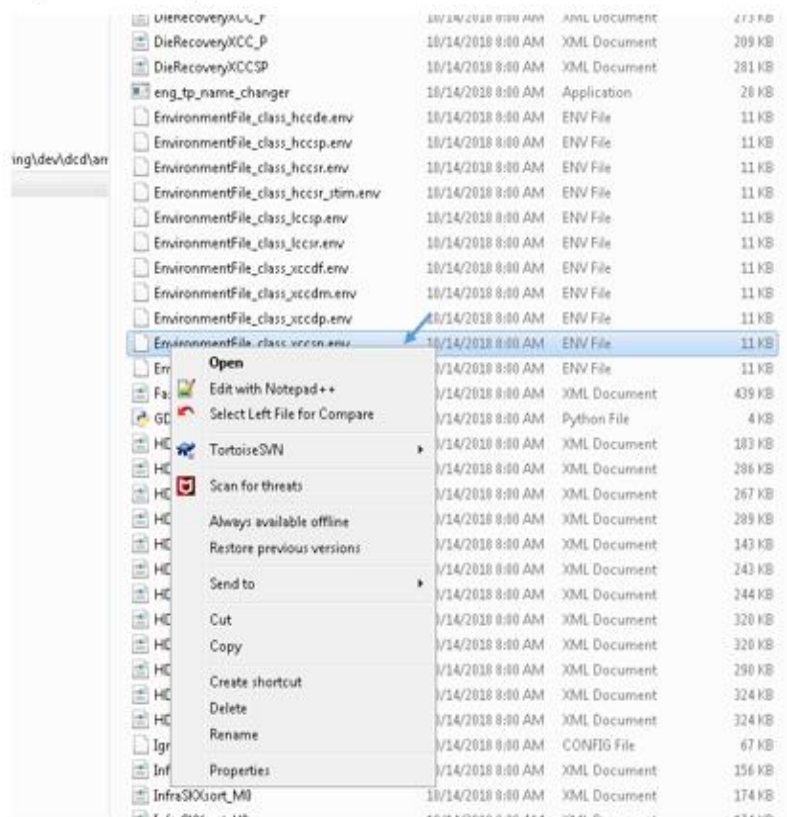



3.5 To find the correct TOS version enter to the TP link.



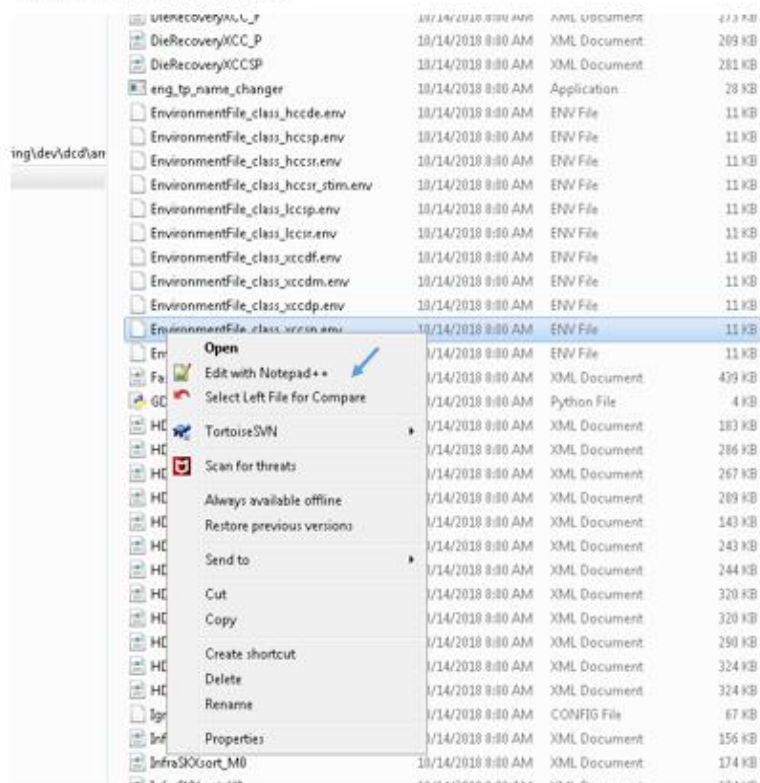
	TEST PROGRAM LOAD	Page 5 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	

3.5.1 Right click on any Environment file.



	TEST PROGRAM LOAD	Page 6 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	


3.5.2 Click on Edit with notepad ++



3.5.3 Find the TOS version:

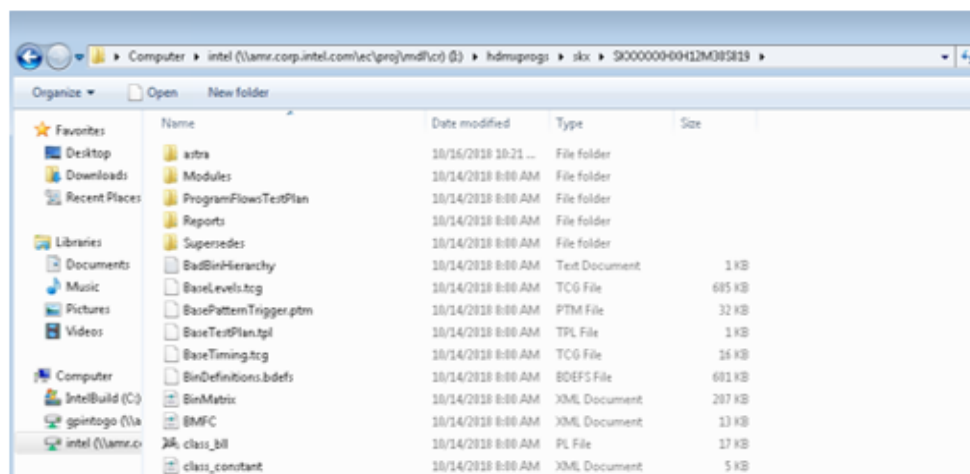
```
PLIST_PROD_FILE_NAME = "~\HDMT_TPL_DIR\PLIST_ALL_class
HDMT_PROFILE = "o:\intel\hdm\tos_3.2.3.6_release";
```

3.5.4 If the TOS version is not correct, contact the tech, provide the correct TOS number and request the change of the version.

	TEST PROGRAM LOAD	Page 7 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	

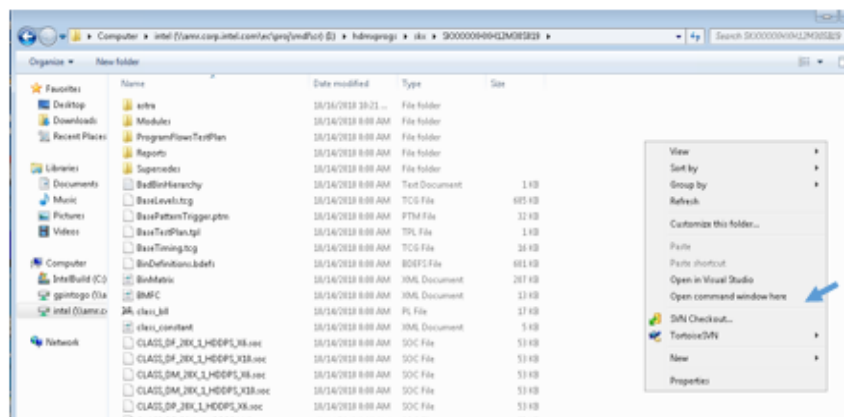
4. LOADING TEST PROGRAM.

4.1. To execute the TP loading script, enter in the explorer files and search the folder.



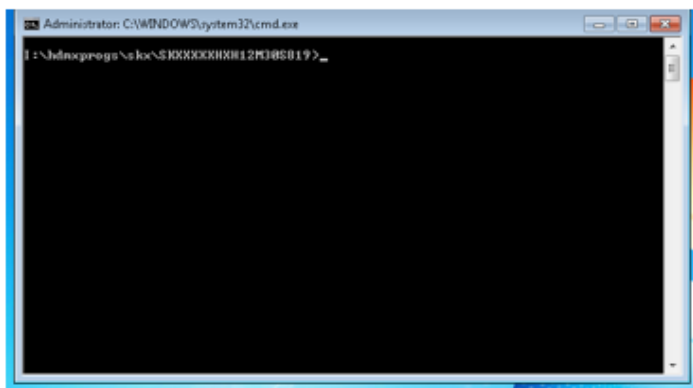
4.2 To execute the TP Load Options Script you'll need to shift + right click on the white surface.

And select the option **Open command window here.**



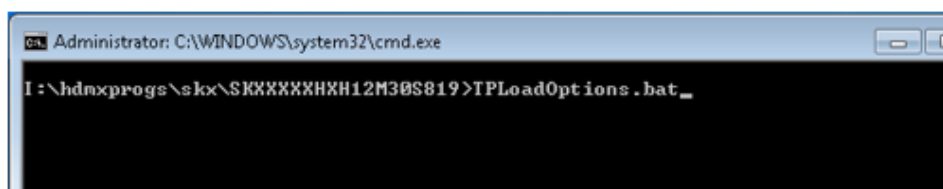
	TEST PROGRAM LOAD	Page 8 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	

4.3 And you'll see something like this.



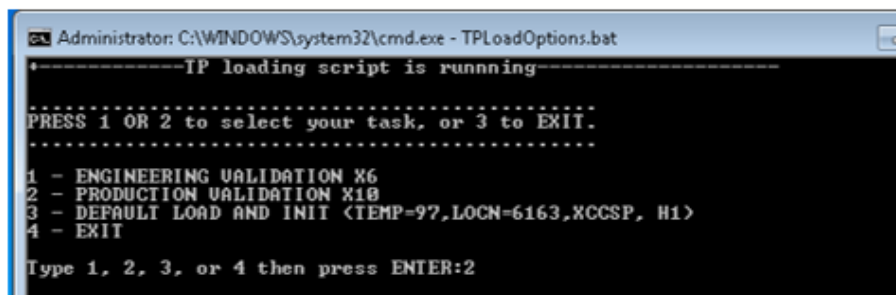
```
Administrator: C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
I:\hdmxprogs\sk\SKXXXXXXXXH12M3BS819>
```

4.4 Now just right TPL, press tap and press enter.



```
Administrator: C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
I:\hdmxprogs\sk\SKXXXXXXXXH12M3BS819>TPLoadOptions.bat_
```

4.5 Select option 2 (X10) and press enter.



```
Administrator: C:\WINDOWS\system32\cmd.exe - TPLoadOptions.bat
-----TP loading script is running-----
.....
PRESS 1 OR 2 to select your task, or 3 to EXIT.
.....
1 - ENGINEERING VALIDATION X6
2 - PRODUCTION VALIDATION X10
3 - DEFAULT LOAD AND INIT <TEMP=97,LOCN=6163,XCCSP, H1>
4 - EXIT
Type 1, 2, 3, or 4 then press ENTER:2
```

	TEST PROGRAM LOAD	Page 9 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	

4.6 Select option 2 (LOAD TP AND USER VAR) and press enter.

```

1 - LOAD TP
2 - LOAD TP AND USER VARS
3 - LOAD TP USER VARS INIT
4 - EXIT
Type 1, 2, 3, or 4 then press ENTER:2

```

4.7 Select according the information provide in the TP request the CHOP and press enter.

```

1 - XCCSP_H1
2 - XCCDP_H0
3 - XCCDM_H0
4 - XCCDF_H1
5 - HCCSP_M0
6 - HCCSR_M0
7 - LCCSP_U0
8 - LCCSR_U0
9 - EXIT
Type 1, 2, 3, 4 or 5 then press ENTER:_

```

4.8 Type according the information provide in the TP request the SSPEC and press enter.
If the TP does not bring the SSPEC, only press enter.

```

.....
Type the SSPEC(Press enter to skip):_

```

4.9 Type according the information provide in the TP request the ENGID and press enter.
If the TP does not bring the ENGID, only press enter.

```

Type the ENGID(Press enter to skip):_

```

	TEST PROGRAM LOAD	Page 10 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	

4.10 Type according the information provide in the TP request the Location and press enter.

```

.....
Type the location: _

```

4.11 Type according the information provide in the TP request the Temperature and press enter.

```

.....
PRESS the number select the test temperature, or 7 to EXIT.
.....
"1. CLASS HOT 97C"
"2. CLASS COLD -5C"
"3. CLASS ROOM 25C"
"4. QA HOT 92C"
"5. QA COLD 8C"
"6. QA ROOM 25C"
"7. EXIT"
Type the number and then press ENTER: _

```

4.12 Type 1 always and press enter.

```

.....
PRESS 1, 2 OR 3 to select your plist to be loaded, or 4 to EXIT.
.....
1 - LOAD ALL PLIST
2 - LOAD EMPTY PLIST
3 - LOAD CUSTOM PLIST
4 - EXIT
Type 1, 2, 3, or 4 then press ENTER: 1_

```

This is going to take 40 min or 60 min.

	TEST PROGRAM LOAD	Page 11 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	

5. Send the information to the tech and he'll load the units in the tester.

5.1 Part type:

5.2 Location:

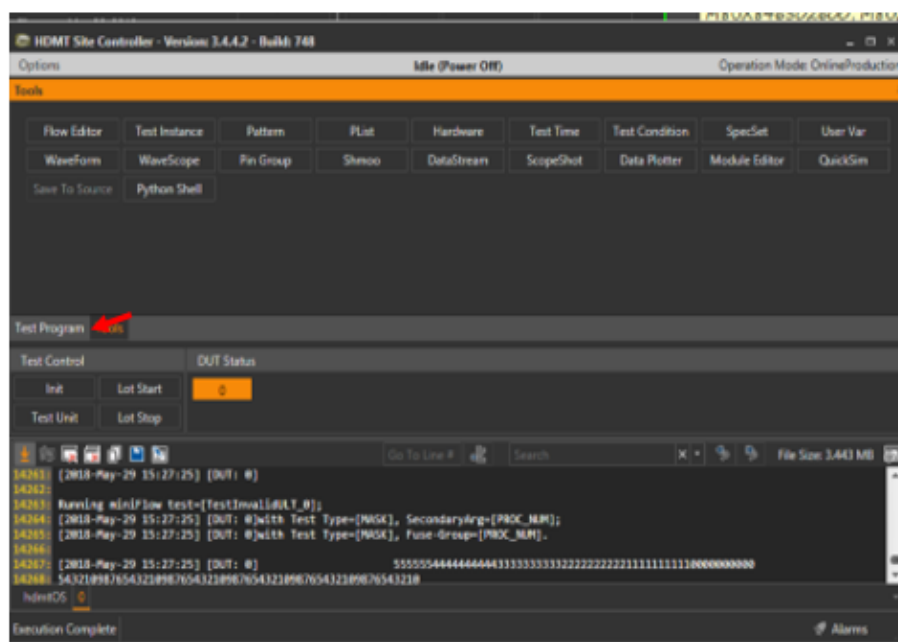
5.3 RCC Recipe:


6. Load the UBE file.

7. Load the units for test.

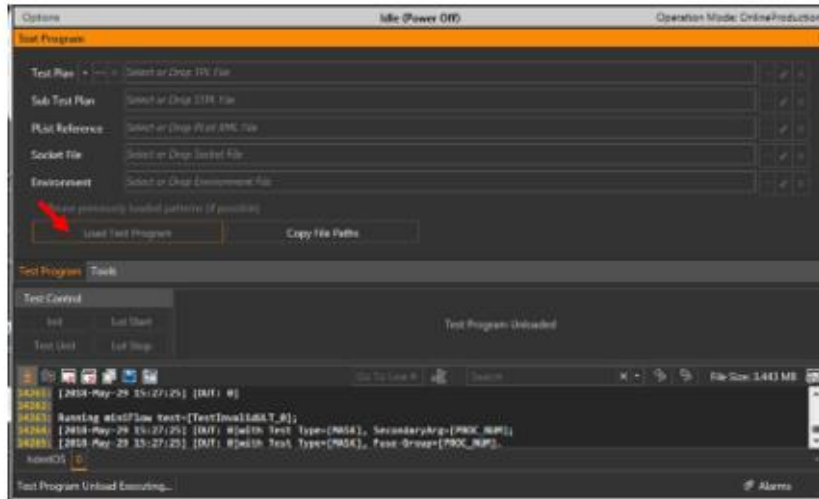
8. Unload test program.

8.1 Search the Test Program tester menu



	TEST PROGRAM LOAD	Page 12 of 9
	Job aid GTS CW's MVE support	

8.2 Click on the UnLoad Test Program and wait for the tester to approve the TP



Todas las tomas de tiempos (1 a la 366)

HDMX TP Load								
Toma	Toma de tiempos en minutos	Meta del proceso en minutos	Toma	Toma de tiempos en minutos	Meta del proceso en minutos	Toma	Toma de tiempos en minutos	Meta del proceso en minutos
1	3.60	5.00	41	12.17	5.00	81	4.62	5.00
2	3.00	5.00	42	10.55	5.00	82	3.85	5.00
3	5.82	5.00	43	6.93	5.00	83	3.32	5.00
4	3.10	5.00	44	15.10	5.00	84	8.07	5.00
5	5.00	5.00	45	10.02	5.00	85	3.40	5.00
6	5.00	5.00	46	4.33	5.00	86	5.18	5.00
7	5.00	5.00	47	11.47	5.00	87	4.47	5.00
8	5.00	5.00	48	5.07	5.00	88	15.57	5.00
9	5.37	5.00	49	4.52	5.00	89	3.32	5.00
10	5.00	5.00	50	3.02	5.00	90	5.32	5.00
11	5.00	5.00	51	4.92	5.00	91	7.47	5.00
12	5.00	5.00	52	6.45	5.00	92	3.07	5.00
13	5.00	5.00	53	4.68	5.00	93	3.05	5.00
14	5.62	5.00	54	4.02	5.00	94	3.73	5.00
15	3.90	5.00	55	6.13	5.00	95	4.40	5.00
16	10.00	5.00	56	4.42	5.00	96	2.05	5.00
17	5.00	5.00	57	3.20	5.00	97	3.60	5.00
18	5.00	5.00	58	3.00	5.00	98	3.77	5.00
19	4.00	5.00	59	4.93	5.00	99	3.53	5.00
20	5.00	5.00	60	6.25	5.00	100	3.87	5.00
21	5.00	5.00	61	13.85	5.00	101	8.12	5.00
22	3.00	5.00	62	3.63	5.00	102	3.37	5.00
23	5.00	5.00	63	3.30	5.00	103	4.17	5.00
24	6.00	5.00	64	4.85	5.00	104	2.92	5.00
25	5.50	5.00	65	4.32	5.00	105	5.33	5.00
26	10.00	5.00	66	5.15	5.00	106	4.23	5.00
27	5.00	5.00	67	6.67	5.00	107	4.05	5.00
28	5.00	5.00	68	16.40	5.00	108	15.77	5.00
29	3.05	5.00	69	8.70	5.00	109	3.22	5.00
30	3.47	5.00	70	3.00	5.00	110	7.05	5.00
31	6.00	5.00	71	6.13	5.00	111	8.88	5.00
32	10.87	5.00	72	4.20	5.00	112	3.25	5.00
33	4.55	5.00	73	3.52	5.00	113	2.25	5.00
34	3.93	5.00	74	11.60	5.00	114	3.23	5.00
35	14.50	5.00	75	4.03	5.00	115	2.65	5.00
36	4.62	5.00	76	3.02	5.00	116	4.27	5.00
37	10.55	5.00	77	5.47	5.00	117	6.65	5.00
38	4.00	5.00	78	3.55	5.00	118	4.65	5.00
39	9.00	5.00	79	3.90	5.00	119	3.70	5.00
40	5.07	5.00	80	3.13	5.00	120	3.13	5.00

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

HDMX TP Load								
Toma	Toma de tiempos en minutos	Meta del proceso en minutos	Toma	Toma de tiempos en minutos	Meta del proceso en minutos	Toma	Toma de tiempos en minutos	Meta del proceso en minutos
121	7.62	5.00	161	2.40	5.00	201	2.97	5.00
122	5.12	5.00	162	2.60	5.00	202	1.92	5.00
123	3.22	5.00	163	3.83	5.00	203	3.08	5.00
124	3.88	5.00	164	3.35	5.00	204	2.58	5.00
125	8.68	5.00	165	5.12	5.00	205	2.42	5.00
126	7.90	5.00	166	3.03	5.00	206	3.27	5.00
127	2.25	5.00	167	3.95	5.00	207	4.00	5.00
128	4.95	5.00	168	1.97	5.00	208	73.70	5.00
129	11.38	5.00	169	2.03	5.00	209	3.37	5.00
130	4.55	5.00	170	2.97	5.00	210	1.95	5.00
131	7.28	5.00	171	6.57	5.00	211	14.92	5.00
132	3.15	5.00	172	2.62	5.00	212	8.42	5.00
133	2.52	5.00	173	2.62	5.00	213	2.72	5.00
134	4.58	5.00	174	4.57	5.00	214	2.20	5.00
135	3.03	5.00	175	4.77	5.00	215	4.23	5.00
136	11.52	5.00	176	2.77	5.00	216	3.83	5.00
137	4.97	5.00	177	6.03	5.00	217	66.52	5.00
138	2.78	5.00	178	2.45	5.00	218	2.97	5.00
139	3.28	5.00	179	5.50	5.00	219	2.38	5.00
140	10.88	5.00	180	2.35	5.00	220	1.55	5.00
141	6.83	5.00	181	14.48	5.00	221	1.83	5.00
142	3.98	5.00	182	5.98	5.00	222	3.60	5.00
143	5.27	5.00	183	3.48	5.00	223	2.95	5.00
144	4.77	5.00	184	3.48	5.00	224	1.85	5.00
145	2.70	5.00	185	85.27	5.00	225	3.22	5.00
146	3.93	5.00	186	32.83	5.00	226	2.42	5.00
147	3.68	5.00	187	2.12	5.00	227	2.22	5.00
148	2.72	5.00	188	2.00	5.00	228	3.88	5.00
149	3.05	5.00	189	3.17	5.00	229	2.48	5.00
150	3.97	5.00	190	3.95	5.00	230	2.38	5.00
151	2.63	5.00	191	3.57	5.00	231	6.05	5.00
152	3.50	5.00	192	2.62	5.00	232	51.28	5.00
153	3.88	5.00	193	4.88	5.00	233	2.57	5.00
154	3.52	5.00	194	3.78	5.00	234	2.90	5.00
155	4.88	5.00	195	2.80	5.00	235	2.12	5.00
156	2.52	5.00	196	2.87	5.00	236	3.42	5.00
157	2.32	5.00	197	11.93	5.00	237	2.70	5.00
158	5.07	5.00	198	3.17	5.00	238	8.02	5.00
159	10.67	5.00	199	2.85	5.00	239	3.95	5.00
160	2.88	5.00	200	3.60	5.00	240	2.62	5.00

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

HDMX TP Load								
Toma	Toma de tiempos en minutos	Meta del proceso en minutos	Toma	Toma de tiempos en minutos	Meta del proceso en minutos	Toma	Toma de tiempos en minutos	Meta del proceso en minutos
241	3.52	5.00	281	2.68	5.00	321	3.17	5.00
242	3.68	5.00	282	12.22	5.00	322	2.05	5.00
243	2.20	5.00	283	2.35	5.00	323	4.42	5.00
244	2.38	5.00	284	2.42	5.00	324	1.88	5.00
245	3.43	5.00	285	3.52	5.00	325	2.70	5.00
246	2.32	5.00	286	2.80	5.00	326	4.30	5.00
247	3.00	5.00	287	2.67	5.00	327	3.33	5.00
248	79.17	5.00	288	4.33	5.00	328	3.03	5.00
249	2.80	5.00	289	3.53	5.00	329	2.43	5.00
250	2.95	5.00	290	12.23	5.00	330	2.65	5.00
251	2.22	5.00	291	4.27	5.00	331	2.23	5.00
252	2.12	5.00	292	4.33	5.00	332	3.38	5.00
253	2.88	5.00	293	2.47	5.00	333	1.85	5.00
254	3.05	5.00	294	2.72	5.00	334	5.07	5.00
255	2.42	5.00	295	6.22	5.00	335	2.48	5.00
256	1.95	5.00	296	2.22	5.00	336	4.40	5.00
257	2.78	5.00	297	3.08	5.00	337	5.15	5.00
258	4.85	5.00	298	1.68	5.00	338	1.60	5.00
259	3.30	5.00	299	2.10	5.00	339	1.65	5.00
260	5.15	5.00	300	3.68	5.00	340	2.63	5.00
261	2.93	5.00	301	3.67	5.00	341	0.57	5.00
262	1.68	5.00	302	2.95	5.00	342	9.17	5.00
263	2.82	5.00	303	4.08	5.00	343	1.95	5.00
264	3.87	5.00	304	4.32	5.00	344	2.33	5.00
265	98.67	5.00	305	2.60	5.00	345	2.15	5.00
266	4.05	5.00	306	2.63	5.00	346	1.98	5.00
267	1.93	5.00	307	2.33	5.00	347	2.00	5.00
268	7.02	5.00	308	4.43	5.00	348	6.38	5.00
269	3.00	5.00	309	4.10	5.00	349	7.77	5.00
270	2.03	5.00	310	2.47	5.00	350	1.58	5.00
271	14.95	5.00	311	3.10	5.00	351	2.87	5.00
272	2.92	5.00	312	2.23	5.00	352	3.28	5.00
273	64.17	5.00	313	2.48	5.00	353	2.28	5.00
274	66.20	5.00	314	2.37	5.00	354	2.70	5.00
275	2.90	5.00	315	2.33	5.00	355	2.40	5.00
276	3.50	5.00	316	2.92	5.00	356	2.80	5.00
277	1.98	5.00	317	4.60	5.00	357	1.98	5.00
278	7.72	5.00	318	3.32	5.00	358	2.73	5.00
279	69.55	5.00	319	2.98	5.00	359	2.28	5.00
280	6.15	5.00	320	1.35	5.00	360	3.03	5.00
						361	2.95	5.00
						362	2.73	5.00
						363	3.03	5.00
						364	6.85	5.00
						365	3.03	5.00
						366	2.88	5.00

Nota: Gustavo Chinchilla Sánchez, 2019

REFERENCIAS

Becerra et al. (2016). ALGORITMO PARA EL CÁLCULO DE CARGAS DE TRABAJO. revista Ingeniería Industrial, 15(1), 35-50. Obtenido de <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/2541/3208>

Camisón, C. (2008). Gestión de la Calidad. Conceptos, Enfoques, Modelos y Sistemas. España: PEARSON EDUCACIÓN, S. A.

Carro Paz, R., & González Gómez, D. (2008). Administración de la Calidad Total. Argentina: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.

Carro, R., & González, D. (2012). Capacidad y Distribución Física. Argentina: Universidad Nacional de Mar del Plata.

García, R. (2005). Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. (Vol. Segunda edición). México: McGraw-Hill.

Garcilazo Lagunes, S. (abril-junio de 2012). El outsourcing en el desempeño de las exportaciones de las empresas. Contaduría y Administración, 57(2), 135-158. Obtenido de revista_cya@fca.unam.mx

Guía Excel Avanzado. (2017). <https://clea.edu.mx/biblioteca/Manual-Excel-Avanzado.pdf>. (S. GVA CONSULTORIA Y CAPACITACION, Editor) Obtenido de <https://clea.edu.mx/biblioteca/Manual-Excel-Avanzado.pdf>.

Gutarra Meza, F. (2015). INTRODUCCIÓN A LA INGENIERIA INDUSTRIAL. Perú: Universidad Continental.

Gutierrez, H. (2010). Calidad Total y Productividad. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hernández, R. (2014). Metodología de la Investigación (Vol. Sexta Edición). (S. D. INTERAMERICANA EDITORES, Ed.) México: McGRAW-HILL. doi:978-1-4562-2396-0

Lizardi et al. (2018). Balanceo de carga de trabajo en un área de mano de obra indirecta. Revista de la Ingeniería Industrial, Vol 12(1), 15-29. Obtenido de AcademiaJournals.com

Marco, F. (2008). *Gestión y Administración en las organizaciones*. Argentina: Universidad Nacional Arturo Jauretche.

Mejia, A., Palacios, C., & Muriel, D. (2016). Metodología para la implementación de una cultura organizacional de sistemas de gestión integrados en empresas de prestación de servicios. *Revista Ingeniería Industrial UPB*, 4(4), 110-119.

Monroy, S. (2008). *Estadística descriptiva*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Niebel, B. W. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. (S. D. NTERAMERICANA EDITORES, Ed.) México: McGRAW-HILL.

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol.*

RAE. (2018). *Real Academia Española de la lengua*. España.

Salazar , B. (2 de Nov de 2018). *ingenieria industrial online*. Obtenido de *ingenieria industrial online*: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>

Salazar, C. (2018). *Fundamentos básicos de la Estadística (Vol. Primera Edición)*. Ecuador: Sin editorial.

Sánchez-Sellero, P., Sánchez-Sellero, M. C., Sánchez-Sellero, F. J., & Cruz González, M. M. (2014). Innovación y Productividad Manufacturera. *Journal of Technology Management & Innovation*, vol 9(numero 3), 135-145. Obtenido de <http://www.jotmi.org/index.php/GT>

Stincer Gómez, J. R. (2012). *Introducción a la ingeniería industrial (Primera Edición ed.)*. México: RED TERCER MILENIO S.C.

Tejada Díaz, N., Gisbert Soler, V., & Pérez Molina, A. (2017). Metodología de estudio de tiempo y movimiento. *Introducción al GSD*. España: 3C Empresa, Investigación y pensamiento crítico. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.39-49>

Univeridad Internacional de las Américas. (2019). *Manual de proyectos de Ingeniería Industrial*. San Jose: Escuela de Ingeniería Industrial.

Universidad Internacional de las Américas. (2015). *Indicaciones para la Elaboración de un Manuscrito Original sobre Investigación Científica*. Costa Rica: UIA.

