



# Gestión de Subcontratistas: Aumento del First Time Pass Rate mediante Gráficas de Control

Nombre: Luka Laplagne

Carrera: Ingeniería Civil Industrial

## Resumen ejecutivo

Actualmente, Huawei es uno de los líderes mundiales en la industria de las telecomunicaciones, vendiendo sus equipos y servicios a los distintos clientes de esta industria. En los diferentes proyectos que la empresa tiene con sus clientes, Huawei debe subcontratar otras empresas para poder tener la capacidad de satisfacer la demanda de todos sus productos e implementar todos sus servicios. El propósito de este proyecto en Huawei fue abordar un problema con el First Time Pass Rate (FTPR), el cual es uno de los KPI claves en términos de las políticas de calidad de Huawei. Esta métrica nos señala el porcentaje de trabajos realizados bien la primera vez que se realizan. Teniendo en cuenta que son los subcontratistas quienes realizan los trabajos, son a ellos a los que se les asocia este KPI. Aquí es donde Huawei debe saber gestionar a sus subcontratistas, ya que ellos son la cara visible ante los ojos del cliente.

En los 4 meses previos al transcurso del proyecto, el FTPR promedio de las tareas realizadas por los subcontratistas se encontraba en un 72%, lo cual no representa un porcentaje lo suficientemente alto teniendo en cuenta el servicio que pretende entregar Huawei. Es por esto que se propuso como objetivo aumentar el FTPR al 80% en los próximos 4 meses después de iniciado el proyecto. La solución escogida para estos propósitos fue implementar Gráficas de Control para monitorear el desempeño de los subcontratistas y detectar cualquier desviación de lo esperado, con el fin de poder “encender la alarma” en caso de que los subcontratistas estuviesen realizando los trabajos de manera defectuosa y poder tomar las determinaciones necesarias para mejorar esta situación.

Después de implementado el proyecto, el FTPR aumentó a un promedio de 78.9% en el mes de noviembre, donde se implementó la solución. Además de esto, Huawei se dio cuenta de la importancia de la calidad y comenzó a tomar medidas para mejorar sus procesos.

Proyectando este proyecto a un futuro, la idea sería continuar monitoreando el comportamiento de los subcontratistas para poder identificar si es necesario realizar algún ajuste a la solución. También, es de vital importancia trabajar con los subcontratistas para poder mejorar su capacitación y metodología.

En conclusión, el proyecto obtuvo resultados proyectables y exitosos, además de tener un impacto positivo en la empresa. Huawei debería continuar con la implementación de la solución y considerar las recomendaciones mencionadas anteriormente para mejorar aún más sus procesos de control de calidad.

## **Abstract**

Huawei is one of the world leaders in the telecommunications industry, selling its equipment and services to various customers in the telecommunications industry. In the different projects that the company has with its customers, Huawei must outsource other companies to be able to meet the demand for all its products and implement all its services. The purpose of this project at Huawei was to address an issue with the First Time Pass Rate (FTPR), which is one of the key KPIs in terms of Huawei's quality policies. This metric indicates the percentage of work done well the first time they are done. Considering that it is the subcontractors who carry out the work, it is to them that this KPI is associated with. This is where Huawei must know how to manage its subcontractors, as they are the face visible in the eyes of the customer.

In the 4 months prior to the project, the average FTPR of the tasks performed by the subcontractors was 72%, which is not a high enough percentage considering the service that Huawei intends to deliver. That is why it was proposed as a goal to increase the FTPR to 80% in the next 4 months after the start of the project. The solution chosen for these purposes was to implement Control Charts to monitor the performance of the subcontractors and detect any deviations from the expected. in order to be able to "light the alarm" in case the subcontractors were performing the work in a faulty manner and to be able to make the necessary determinations to improve this situation.

After the project was implemented, the FTPR increased to an average of 78.9% in November, where the solution was implemented. In addition to this, Huawei realized the importance of quality and began taking steps to improve its processes.

Projecting this project into the future, the idea would be to continue monitoring the behavior of the subcontractors in order to identify if it is necessary to make any adjustments to the solution. Also, it is vitally important to work with subcontractors in order to improve their training and methodology.

In conclusion, the project achieved projected and successful results, as well as having a positive impact on the company. Huawei should continue to implement the solution and consider the recommendations mentioned above to further improve its quality control processes.

## Introducción

Huawei es una empresa multinacional de tecnología con sede en Shenzhen, China. Fundada en 1987 por Ren Zhengfei, se ha convertido en una de las empresas líderes a nivel mundial en el ámbito de las telecomunicaciones y la tecnología de la información (ICT). Hoy en día cuenta con más de 200,000 empleados que operan en más de 170 países y regiones, sirviendo a más de tres mil millones de personas en todo el mundo.

Huawei, en Chile, cuenta con "Chile Rep Office", donde se trabaja con distintos productos y soluciones, siendo algunos de estos: Wireless Network, Cloud Core Network, Digital Power, entre otros. En particular, para este proyecto se trabajará en Carrier Network Bussiness Group (CNBG), específicamente en el departamento Project Management Office (PMO) como DQA (Delivery Quality Assurance) Intern. Para mayor detalle se puede revisar la figura 13 del anexo con el organigrama del departamento.

La calidad es uno de los pilares fundamentales en el servicio que brinda Huawei, incluso en su política de calidad (Quality Policy) se afirma que la calidad es la base de la supervivencia de Huawei y la razón por la que el cliente elige Huawei. Por este motivo, la empresa pone como primera prioridad al cliente, intentando llevar a cabo un proceso de mejora continua, donde el objetivo es realizar el trabajo bien la primera vez que se realiza.

Actualmente, en CNBG se trabaja en proyectos con distintos clientes de la industria de las telecomunicaciones, los cuales por motivos de confidencialidad no se mencionarán en este escrito. En estos proyectos el objetivo es instalar equipos Huawei o cambiar los equipos de telecomunicaciones antiguos con los que trabajaba el cliente por equipos nuevos de Huawei. En esta labor, el área de calidad debe asegurar que todo trabajo en terreno se realice bajo los estándares de calidad internos y los acordados entre Huawei y el cliente respectivo. Para realizar dichos trabajos la empresa necesita subcontratar a otras empresas para poder contar con un mayor número de trabajadores que permitan cumplir con los plazos estipulados por el cliente para realizar las instalaciones. Para efectos de este escrito, a las distintas empresas subcontratistas se les llamará subcontratista o proveedor. En este sentido, es fundamental la comunicación que debe tener Huawei tanto con el cliente, como con los subcontratistas, con el fin de estar en todo momento alineados con los procedimientos a realizar, los tiempos, los requerimientos de ambas partes, entre otros aspectos fundamentales. Para asegurar que esto ocurra, Huawei debe ser muy enfático en lo

que se espera del trabajo de los subcontratistas, realizando trainings y auditorías para que el proceso de la solución se efectúe tal cual como Huawei y el cliente acordaron.

Para realizar el monitoreo de los trabajos en terreno Huawei utiliza “ISDP”, una plataforma que permite asignar, a cada sitio que en el que se va a trabajar, un código de proyecto, un ID único, una ubicación, un encargado, documentos, etc. Gracias a esto se puede visualizar el estado de solución de los proyectos en tiempo real, ya sea para saber cuándo comenzaron y terminaron de trabajar los contratistas, cuando los materiales ya se encuentren en sitio, cuando la instalación ya esté completa, entre otros. Esta plataforma también es utilizada por los contratistas en terreno, específicamente mediante la aplicación para teléfonos “ISDP Mobile”. En ella deben realizar el “Clock In” y “Clock Out” (marcar el ingreso y salida del sitio); los protocolos de EHS (Environment, Health and Safety), que se evidencia con una fotografía de la cuadrilla de subcontratistas utilizando todo el equipo de protección personal (EPP), junto con las medidas de seguridad necesarias bajo las condiciones del trabajo en cuestión; y tomar evidencia fotográfica de cómo quedó el sitio o instalación una vez que el trabajo esté totalmente completado. Estos dos últimos, son las dos actividades en los que se basará este escrito, denominadas “QC-EHS” y “QC-TE”, respectivamente. Para mayor detalle de este proceso se puede revisar la figura 14 del anexo con el mapa de alto nivel de dicho proceso.

Cada uno de estas actividades deben ser revisadas por Huawei en paralelo y dar su aprobación de que todo el proceso se realizó bajo los estándares de calidad, bajo las condiciones y requerimientos acordados con el cliente. En caso contrario, el proveedor debe realizar dichas tareas nuevamente hasta que reciban la validación correspondiente, lo que muchas veces implica que deban volver al sitio otro día y no puedan seguir trabajando en otras instalaciones. Cabe destacar que, para la tarea de validación en paralelo, Huawei cuenta con la ayuda de una empresa externa, ubicada en México. Por motivos de confidencialidad esta empresa será referida como “México”.

Es de vital importancia entender que el desempeño de los subcontratistas es de exclusiva responsabilidad de Huawei. En caso de cualquier problema, incumplimiento o retraso en terreno quien tiene que responder ante el cliente es Huawei, no los subcontratistas. Por esta razón, Huawei debe ser riguroso en el monitoreo del comportamiento de las distintas cuadrillas del proveedor, para que el avance general de los distintos proyectos no se vea afectado y el servicio que entregue Huawei a sus clientes sea el mejor posible. De esta manera también se evitan multas por parte del cliente por incumplimientos y se mantiene en alto la imagen de Huawei frente a estos mismos. Para

controlar el desempeño de los contratistas, como Quality Assurance (QA) se pueden hacer “warnings” a los subcontratistas, los cuales son advertencias formales, con el fin de evidenciar algún aspecto en el que puedan estar fallando y rectificar su desempeño en terreno. En este punto también es importante que Huawei analice si estos comportamientos de los subcontratistas pueden estar explicados por algún problema interno de la empresa, como trainings/auditorías deficientes o insuficientes. Si resulta ser que Huawei determina que, efectivamente, se están tomando todas las medidas necesarias para mejorar la situación, pero aun así el desempeño de los contratistas no mejora, se procede a realizar otro “warning”. Luego de estos dos “warning”, la medida que se toma es hacer una Supplier Corrective Action Request (SCAR), que es un llamado de atención con mayor seriedad y formalidad, que afecta directamente en la evaluación del contratista. Llegar a esta situación implica que, en un futuro, se prefiera trabajar con subcontratistas que tengan mejor evaluación que otros. Si se realizan dos “SCAR” dentro de un mismo mes se puede hasta llegar a romper el vínculo entre Huawei y el proveedor.

Como se mencionó anteriormente, uno de los principales objetivos de Huawei, en términos de calidad, es realizar los trabajos bien la primera vez que se realizan, de aquí se desprende la métrica primaria (KPI) con la que se trabajará en este proyecto. Lo anterior se debe a que, internamente, este concepto se conoce como “First Time Pass Rate” (FTPR), el cual nos señala el porcentaje de las tareas realizadas por los subcontratistas, mencionadas anteriormente (QC-EHS y QC-TE), que son validadas por Huawei o México al primer intento. La fórmula para calcular el FTPR es la siguiente:

$$\text{First Time Pass Rate} = \frac{\text{Nº de trabajos realizados bien a la primera}}{\text{Nº de trabajos realizados totales}} \cdot 100 (\%)$$

Este indicador se obtiene a la hora de realizar la validación en simultáneo de estas las tareas, como se mencionó anteriormente. Tanto Huawei como México aprueban o rechazan los QC-EHS y QC-TE dependiendo si la evidencia fotográfica capturada por el proveedor cumple con los estándares de calidad y seguridad acordados previamente. Cuando la tarea se rechaza, el subcontratista debe volver a realizarla hasta que sea validado por Huawei o México definitivamente.

El problema es que, durante los últimos 4 meses (mayo 2023 – agosto 2023), el “First Time Pass Rate” promedio de las tareas realizadas por los subcontratistas fue de un 72%. Que este porcentaje

se encuentre a este nivel puede generar desviaciones en la planificación del proyecto, incurriendo en costos adicionales. Además, genera descontento en el cliente, perjudicando la imagen de la empresa frente al cliente.

Ahora bien, es de vital importancia comprender dónde se ve reflejado este problema. Actualmente México realiza reportes semanales detallando el progreso de los distintos sitios en los que se está trabajando para el proyecto. En estos reportes se puede ver el comportamiento de distintos KPI's del proyecto, incluyendo el FTPR. En la figura 15 del anexo se puede encontrar el reporte recién mencionado.

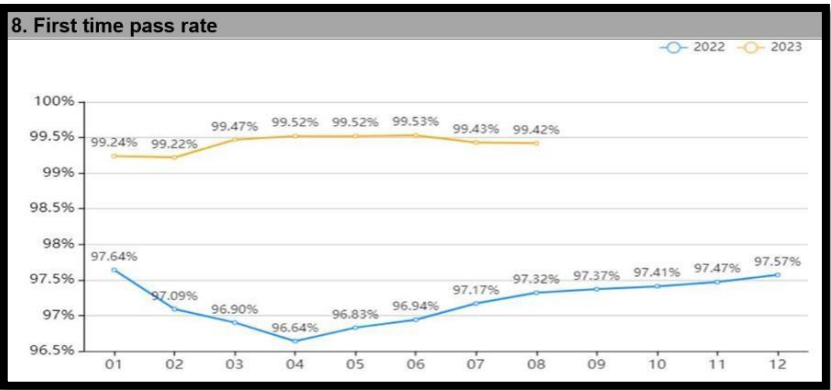


Figura 1: Reporte semanal FTPR de México<sup>1</sup>

En la gráfica se puede apreciar que, en el 2023, se tienen porcentajes prácticamente perfectos, estando todos en 99% aproximadamente. Entonces ¿dónde realmente se puede evidenciar el problema? Pues bien, en el reporte que envía México se puede ver la siguiente frase (traducida): “Importante: Muchos de los errores pendientes en el grupo de WhatsApp son mencionados para que los colaboradores los corrijan, por lo que la tabla no contiene todos los errores, sino los más relevantes; este modo de trabajo es a petición de la oficina para mantener los KPIs de FTPR.” Lo expuesto anteriormente es completamente normal, ya que una de las labores de México es mejorar los KPI's del proyecto. El problema radica en que, al ser tan altos los porcentajes, no se puede evidenciar con claridad cuándo “encender la alarma” frente a problemas con los subcontratistas. Por este motivo, para poder cuantificar correctamente el problema se debe revisar los grupos de

<sup>1</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

WhatsApp en los que participan la empresa subcontratista, Huawei y México. En estos grupos el proveedor da aviso una vez que ha llegado a sitio y cuando ha cargado la evidencia fotográfica al sistema y, por su parte, México da aviso de las tareas aprobadas y rechazada en paralelo, dando sus correcciones en el mismo grupo, para facilitar la comunicación y prestar ayuda en tiempo real a los trabajadores presentes en el sitio.

Para poder obtener los datos de meses anteriores, se solicitaron los chats recién mencionados en formato “.txt”. Para la recopilación de estos datos se contemplaron 5 grupos con conversaciones entre mayo y agosto, donde se obtuvieron aproximadamente 200 actividades de distintos sitios, realizadas por distintos subcontratistas. Estos fueron registrados en una planilla Excel, categorizando cada actividad según el código del sitio, el código del proyecto, la actividad realizada, la empresa subcontratista, el nombre del contratista que realizó la tarea, la fecha, el estado y posibles comentarios realizados por Huawei o México. Con estos datos se pudo calcular el “First Time Pass Rate” de 4 meses hacia atrás. En la figura 16 del anexo se puede evidenciar el detalle de la planilla generada con estos datos.

Es aquí donde, efectivamente, se puede evidenciar el problema, obteniendo los siguientes FTPR por mes:



Figura 2: FTPR promedio entre mayo y agosto 2023<sup>2</sup>

El propósito de este proyecto será encontrar el momento óptimo en el cual se deba “encender la alarma” con respecto al desempeño de los subcontratistas y tomar las medidas necesarias a tiempo para tratar de evitar desvíos en el transcurso planificado de los proyectos con los clientes. Estas

---

<sup>2</sup> Luka Laplagne, elaboración propia



medidas pueden ser internas; como reforzar los trainings/auditorías o revisar si los procedimientos son lo suficientemente claros y alineados con los requerimientos del cliente, o medidas externas; como realizar “warnings” y, en última instancia, “SCAR” a los contratistas respectivos. De esta manera se podría analizar el desempeño de los subcontratistas una vez implementado el proyecto.

La calidad en Huawei es transversal, interactúa con cada uno de los productos, soluciones y servicios de la empresa, por lo que este proyecto se podría aplicar en otras áreas y ver el impacto que podría generar a mediano y largo plazo.

## Objetivos

El objetivo propuesto para este proyecto es aumentar el promedio de “First Time Pass Rate” de las tareas realizadas por los subcontratistas en terreno de un 72% a un 80% en los próximos 4 meses.

La brecha, anteriormente mencionada, se puede evidenciar en el gráfico a continuación.

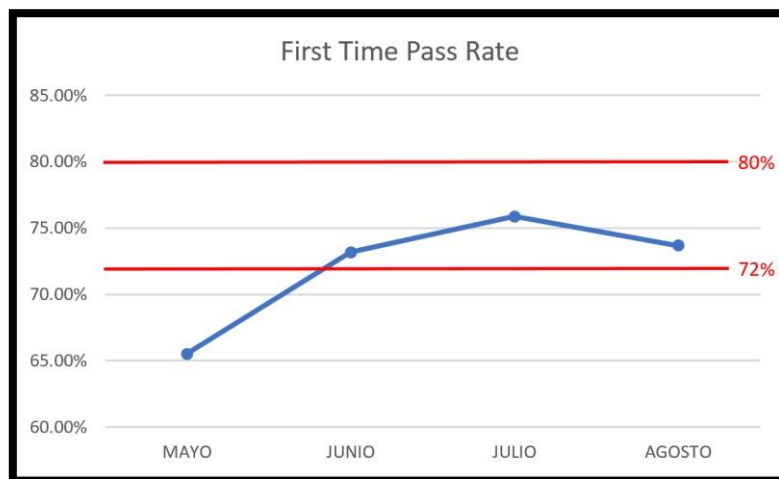


Figura 3: Gráfico de FTPS objetivo<sup>3</sup>

Objetivo general: “First Time Pass Rate”

$$\text{First Time Pass Rate} = \frac{\text{Nº de trabajos realizados bien a la primera}}{\text{Nº de trabajos realizados totales}} \cdot 100 (\%)$$

Objetivos específicos:

“Porcentaje de errores humanos por parte del subcontratista”

$$\% \text{ errores humanos} = \frac{\text{Nº errores humanos}}{\text{Nº errores totales}} \cdot 100 (\%)$$

---

<sup>3</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

“Porcentaje de errores por falta de capacitación”

$$\% \text{ errores por falta de capacitación} = \frac{N^{\circ} \text{ errores por falta de capacitación}}{N^{\circ} \text{ errores totales}} \cdot 100 (\%)$$

“Porcentaje de errores injustificados”

$$\% \text{ errores injustificados} = \frac{N^{\circ} \text{ errores injustificados}}{N^{\circ} \text{ errores totales}} \cdot 100 (\%)$$

Los objetivos específicos expuestos anteriormente hacen alusión a las posibles causas que pueden estar generando este problema. Las causas son:

- Deficiente o ineficiente training a los subcontratistas.
- No se está poniendo la calidad como prioridad (internamente y por parte de los contratistas).
- Falta de auditorías en terreno.
- Errores al hacer uso de ISDP.
- Falsos rechazos por parte de Huawei o México.
- Escasa comunicación interna y con el cliente/contratistas.
- Errores injustificados o negligencia por parte de la empresa subcontratista.

Gracias al diagrama de resolución de problemas “Espina de pescado de Ishikawa” se pudo determinar cuáles serán las causas que se abordarán en este proyecto.



Figura 4: Diagrama Espina de pescado de Ishikawa<sup>4</sup>

Por lo tanto, las causas al problema obtenidas mediante el diagrama expuesto fueron: Falso Rechazo, Capacitación, Metodología y Error Humano.

Tal y como se mencionó anteriormente, a la hora de crear la planilla Excel con el desempeño de los subcontratistas, se consideraron los posibles comentarios por parte de Huawei o México a la hora de validar las actividades de los contratistas. En estos comentarios estas son las 4 causas más recurrentes, por lo que el objetivo será categorizar cada tipo de causa y poder cuantificarlas. Si se logra hacer un monitoreo y controlar cada una de estas causas se estarían cubriendo la mayoría o la totalidad del problema del proyecto, ayudando a la consecución del objetivo de llegar al 80% de First Time Pass Rate en los próximos 4 meses.

<sup>4</sup> Luka Laplagne, elaboración propia



## **Estado del arte**

Antes de indagar y profundizar en el Estado del Arte y las propuestas de solución, es importante destacar que durante la investigación se pudieron apreciar gran variedad de casos similares a los expuestos en este proyecto, donde se abordaba el problema de realizar los trabajos bien a la primera por parte de las empresas subcontratistas. Para efectos de este escrito se omitió todos aquellos casos en los que la solución al problema era un sistema que permitía tener una comunicación en tiempo real o en paralelo con el subcontratista en terreno, ya que actualmente Huawei cuenta con este sistema (ISDP), pero en este caso el problema va más allá de lo mencionado anteriormente.

A continuación, se encuentran los dos casos/ejemplos de otras empresas de distintas industrias que se tendrán en cuenta en este “Estado del Arte”. Estos dos ejemplos fueron los seleccionados luego de una ardua y exhaustiva investigación, con el fin de conocer y entender de mejor manera en qué otros contextos se puede evidenciar el problema presentado en este proyecto.

### **Caso 1 – Industria Automotriz**

Uno de los resultados más destacables de la investigación para el Estado del Arte fue la manera en la que varias empresas de la industria automotriz aseguraban la calidad de sus productos y servicios mediante el trabajo en conjunto con sus proveedores. Tanto es así que hay casos como el de Toyota, que creó a una empresa llamada Denso Corporation, la cual hoy en día es una de las empresas más grandes en la venta de componentes automovilísticos. La idea de Toyota era “crear” a su propio proveedor, siguiendo los estándares de calidad que a ellos más les acomodaba, con los requerimientos de eficiencia y las maneras de trabajar específicas que Toyota más necesitaba en esos momentos. Así como Toyota también nos encontramos con un par de casos similares, como lo es el de Honda y Keihin Corporation, donde se puede ver una ideología similar al caso anterior, ya que Honda Motor Co. fundó Keihin Corporation para que este último pudiese proveerle gran variedad de componentes automovilísticos bajo las condiciones óptimas dentro de los objetivos de Honda. En adición a estos dos casos, también se puede utilizar como referencia a Volkswagen y el Grupo SEAT, ya que gran cantidad de la producción de las plantas de SEAT están totalmente destinadas a la marca Volkswagen. Cabe destacar que existe un cuarto y último ejemplo que es el de Ford y Visteon, el cual no es incluido con los demás casos ya que ambas empresas se desligaron en el año 2000.

Esta manera de tratar con los proveedores/subcontratistas es bastante aplicable fuera de la industria automotriz, ya que cumple con todos los requisitos para ser una solución óptima al problema en el que se ve envuelto Huawei en este proyecto.

## **Caso 2 – Bechtel en proyecto Antamina**

El año 1999, en Perú, se llevó a cabo un gran proyecto en la industria de la minería, específicamente en el yacimiento minero Antamina, que se encontraba en una gran zona montañosa. La empresa encargada de estas labores fue la Compañía Minera Antamina (CMA). El proyecto estaba planeado para ser desarrollado en tres fases: exploración, construcción, y operación. Para los efectos de esta investigación nos centraremos en esta última fase. Para la fase de operación, CMA contaba con diversos equipos encargados de la construcción del tajo abierto, otros cuantos para las actividades relacionadas a las labores de Medio Ambiente, Salud y Seguridad Industrial. Por último, contaban con otros equipos para las tareas legales y administrativas. Además de los equipos recién mencionados, CMA tenía una división responsable del resto de construcciones. Es aquí donde entra en el proyecto la empresa contratista “Bechtel”: “la que a su vez tenía otros subcontratistas a su cargo. Como todo proyecto minero de gran envergadura, la etapa de construcción estaba marcada por la necesidad de terminar las obras en el menor plazo y al menor costo posibles, pues ello implicaba el acceder (o no) a un conjunto de incentivos monetarios para los contratistas.”

Esta política de incentivos económicos fue de vital importancia a la hora de realizar los trabajos en el menor plazo posible, ya que propició una competencia entre los subcontratistas, los cuales claramente se esforzaron para poder destacar por sobre el resto de subcontratistas y obtener beneficios. De este caso se desprenderá una de las propuestas de solución al problema de este proyecto.

## **Soluciones propuestas**

Teniendo en cuenta estos casos fue que se continuó con las propuestas de solución. En esta labor el Estado del Arte toma un rol fundamental, ya que es de suma importancia no “reinventar la rueda” y poder utilizar como referencia las distintas maneras de abordar este problema que ya han sido puestas en práctica en distintas empresas e industrias.

Las tres propuestas de solución son las siguientes:

### **Propuesta 1 – Centro de entrenamiento para “crear” a los proveedores/subcontratistas**

Teniendo en cuenta la poca cantidad de empresas subcontratistas capacitadas para realizar los trabajos y la poca capacidad de elección entre proveedores, una solución que se podría implementar es realizar cursos/entrenamientos a estudiantes universitarios que estén próximos a egresar, de tal manera que aprendan específicamente de los equipos Huawei y cómo trabajar con ellos. Para esta solución es de vital importancia contar con un riguroso proceso de aprobación y reprobación, en el ámbito teórico y práctico, con el fin de poder saber cuáles fueron los estudiantes que están mejor capacitados para realizar los trabajos. De esta manera, Huawei en un futuro podría dejar de subcontratar empresas para los trabajos, ya que podría optar por las personas que ya fueron capacitadas según todos los requerimientos y especificaciones que requiera la empresa en ese momento. En conclusión, con esta solución se podría especializar a personas próximas a desenvolverse en el mundo laboral, con el fin de poder contar con ellos en un futuro y beneficiar a ambas partes. Esto traería como resultado que se pueda tener mayor certeza de que los trabajos en terreno se realicen bien a la primera en la mayor parte de las ocasiones. Una opción que se podría llevar a cabo más adelante es la creación de un centro de entrenamiento que cumpla con las funciones estipuladas anteriormente, para esto el objetivo sería encontrar la localización óptima para ubicar este centro de entrenamiento mediante un modelamiento de Layout y así poder abarcar la mayor cantidad de demanda posible.

### **Propuesta 2 – Gráficas de control de calidad**

La segunda propuesta consta de una herramienta estadística, que ayuda en la gestión de un determinado proceso. Esta herramienta son las gráficas de control de calidad, las cuales se utilizan para detectar las desviaciones sistemáticas de un valor previsto, en relación con el trasfondo de las fluctuaciones aleatorias e inevitables en los valores medidos individuales. Para efectos de este proyecto nuestro valor sería el “First Time Pass Rate”, donde se tomarían los valores recopilados



mencionados previamente en este escrito, pudiendo obtener un análisis estadístico del comportamiento de los subcontratistas en terreno.

Con estas gráficas de control se establecerían límites inferiores y superiores, que denotarían cuándo la conducta de los subcontratistas se encuentra “bajo control”. De encontrarse algún valor fuera de estos límites, se estaría tratando de valor anormal y, en caso de estar debajo del límite inferior, se debe “encender la alarma” y poder tomar las medidas al respecto. De esta manera, esta solución propone encontrar el momento óptimo en el que se debería actuar con el fin de poder intervenir a tiempo en las labores de los subcontratistas en terreno, mejorando así la proporción de trabajos realizados bien a la primera.

### **Propuesta 3 – Política de incentivos/bonos**

La tercera y última propuesta consta de implementar una política de incentivos a aquellos subcontratistas que presenten mejor desempeño en sus labores en terreno. Tal y como se pudo ver en la investigación del caso de Antamina, una política de incentivos podría generar una competencia entre las empresas subcontratistas, con el afán de obtener beneficios, no tan solo económicos, sino que podrían ser beneficios como reconocimientos, buenas evaluaciones/recomendaciones, flexibilidades, entre otras. Es importante aclarar que la palabra “competencia” se suele asociar a algo negativo, especialmente si hablamos de trabajo, pero el objetivo que busca esta solución es construir una competencia “sana” donde todos los subcontratistas se vean más involucrados en los distintos proyectos, sabiendo que si lograr realizar los trabajos de la mejor manera posible, serán recompensados.

A partir de estas propuestas la solución escogida fue la Propuesta 2 - Gráficas de Control. Esta decisión se tomó en base a la siguiente matriz:

		PROPUESTAS DE SOLUCIÓN		
		Centro de Entrenamiento	Gráficos de Control	Política de Incentivos
PARÁMETROS	Costo (30%)	ALTO (1)	BAJO (3)	MEDIO (2)
	Tiempo (30%)	LARGO PLAZO (1)	CORTO PLAZO (3)	MEDIANO PLAZO (2)
	Impacto en la imagen (20%)	ALTO (3)	BAJO (1)	MEDIO (2)
	Viabilidad (10%)	MEDIA (2)	ALTA (3)	BAJA (1)
	Sostenibilidad (10%)	ALTA (3)	MEDIA (2)	ALTA (3)
Suma		1.7	2.5	2

Figura 5: Matriz de decisión de soluciones<sup>5</sup>

Para entender esta matriz es importante mencionar la importancia que se le asignó a cada parámetro de comparación, ya que a cada uno de estos se le asignó un porcentaje, que refleja el peso que tiene en la decisión. El costo y el tiempo fueron los dos parámetros considerados más importantes con un 30%, debido a que ambos son los más tangibles y diferenciables entre una solución y otra. Luego, se consideró con un 20% al impacto en la imagen de la empresa, ya que es de vital importancia a la hora de demostrar, tanto al cliente como al subcontratista, que se están realizando gestiones para brindar el mejor servicio posible, tratando siempre de reflejar una mejora continua en cada uno de los procesos. En último lugar de importancia, encontramos la viabilidad y la sostenibilidad, ambas con un 10% de impacto, ya que son los dos parámetros más controlables y solucionables, por lo que no se consideraron como un parámetro que debiese marcar la diferencia entre una solución y otra. Con este análisis, la solución por la que nos decantaremos son las Gráficas de Control.

Esta solución propone solucionar las cuatro causas del problema expuestas anteriormente. Específicamente nos centraremos en la de “Capacitación” y en la de “Metodología”. Esta solución, una vez que se “encienda la alarma”, dejará en evidencia que un problema está ocurriendo con un subcontratista en terreno, donde en la mayoría de ocasiones se deberá a una falta de capacitación

<sup>5</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

o errores en la metodología, por lo que el plan de acción de la empresa irá directamente orientado en ambas causas.

Ahora bien, es de vital importancia tener en consideración los riesgos a los que se puede ver involucrada la solución escogida. Es por esto que se utilizó una matriz de evaluación de riesgos, calificando cada uno de sus riesgos según el nivel de probabilidad e impacto, obteniendo distintos niveles de riesgo.

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Riesgo
Poco impacto en la imagen empresa	Moderado	Significativo	Medio
Resistencia al cambio (capacitación)	Probable	Significativo	Alto
Dificultad de asegurar una mejora continua	Raro	Importante	Medio
Persistencia del problema	Probable	Importante	Muy Alto
Sostenibilidad en el tiempo	Raro	Significativo	Bajo

*Figura 6: Matriz de riesgo de la solución<sup>6</sup>*

A partir de estos riesgos, se debe tener en consideración las mitigaciones que se piensa implementar en caso de que estos riesgos se presenten. El poco impacto en la imagen empresa se pretende mitigar dando a conocer la solución que se implementará, con el fin de que el cliente y el subcontratista estén al tanto de que se están tomando medidas para mejorar el servicio y de que la empresa está preocupada de los aspectos de calidad. La resistencia al cambio puede ser mitigada siempre y cuando la solución sea lo más automatizada, sencilla y clara de usar, con el objetivo de que cualquiera pueda acceder a la solución, entenderla y utilizarla. Esto último se relaciona completamente con el último punto de sostenibilidad en el tiempo, por lo que se obviará su respectiva mitigación. La persistencia del problema es la que representa el riesgo más alto para la solución, ya que pese a todos los esfuerzos que se puedan demostrar por resolver el problema, finalmente todo depende de los subcontratistas, por lo que este punto representa incertidumbre. La mitigación que se debe contemplar para este punto es ser flexible con la solución, es decir no cerrarse a que la solución propuesta es la única alternativa posible o que es infalible, es imprescindible tener claro que la solución será la manera de hacer el problema visible y poder controlarlo a tiempo, por lo que en este aspecto es de vital importancia el complemento de las

---

<sup>6</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

auditorías, entrenamientos y la comunicación con el subcontratista. Esta última explicación representa la misma mitigación para el riesgo de la dificultad de asegurar una mejora continua.

## Evaluación Económica

Antes de profundizar en la evaluación económica, es importante mencionar que todos los valores monetarios expuestos están multiplicados por una constante “Alpha”, que permanecerá oculta por temas de confidencialidad.

Para proceder con la evaluación económica de la propuesta mencionada anteriormente se construyó un Flujo de Caja del proyecto si se implementará la solución, con cada uno de las variables involucradas en este ámbito.

Flujo de Caja con proyecto (CLP)					
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ingresos		\$ 104.528.720	\$ 104.528.720	\$ 104.528.720	\$ 104.528.720
Costos fijos		\$ -9.773.624	\$ -9.773.624	\$ -9.773.624	\$ -9.773.624
Utilidad antes de impuestos		\$ 94.755.096	\$ 94.755.096	\$ 94.755.096	\$ 94.755.096
Impuesto a la renta		\$ -25.583.876	\$ -25.583.876	\$ -25.583.876	\$ -25.583.876
Utilidad después de impuestos		\$ 69.171.220	\$ 69.171.220	\$ 69.171.220	\$ 69.171.220
Flujo de Caja Operacional		\$ 69.171.220	\$ 69.171.220	\$ 69.171.220	\$ 69.171.220
Inversión activo fijo	\$ -7.500.030	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de Caja de Capitales	\$ -7.500.030	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de Caja Privado	\$ -7.500.030	\$ 69.171.220	\$ 69.171.220	\$ 69.171.220	\$ 69.171.220
r	10,11%				
VAN	\$ 211.242.344				
TIR	9,22%				

Figura 7: Flujo de caja del proyecto<sup>7</sup>

Los ingresos a los que hace alusión el flujo de caja están directamente relacionados con la mejora del “First Time Pass Rate” del 72% al 80%. Siendo estos 104.528.720 CLP.

Por el otro lado, los costos fijos corresponden al costo promedio mensual que tiene la revisión por parte de la empresa colaboradora en México de las tareas de QC-EHS y QC-TE. Este costo se calcula por la cantidad de imágenes que deben revisar, siendo este 3,95 USD por fotografía. Cabe destacar que para cada QC-EHS son necesarias 10 evidencias fotográficas, mientras que para el QC-TE son 246 evidencias fotográficas. Teniendo en cuenta la cantidad promedio de trabajos en terreno que se hacen al mes es que se obtienen como costos 9.773.624 CLP.

<sup>7</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

Finalmente, la inversión inicial está asociada a las horas hombre que implica la implementación de este proyecto, desde la identificación del problema, hasta la medición de los resultados. Este valor corresponde a 7.500.030 CLP.

Ahora bien, para el cálculo de la tasa de descuento, se consideró una tasa libre de riesgo del 6,45%, una tasa de mercado del 9,5% y un Beta de 1,2. Con estos datos es que se obtiene una tasa de descuento del 10,11%.

Con todas estas variables en consideración, es que se obtiene un VAN de \$211.242.344, el cual, al ser mayor a 0, indica que la solución es viable económicamente. Además, la TIR calculada corresponde al 9,22%.

Para realizar un análisis de sensibilidad se puede revisar la variación del VAN al modificar los costos fijos. En particular se evaluará el caso si se considerara en los flujos el costo de las licencias de ISDP. La situación mencionada está representada en la siguiente figura:

Flujo de Caja con proyecto (CLP)					
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ingresos		\$104.528.720	\$104.528.720	\$104.528.720	\$104.528.720
Costos fijos		-\$22.006.692	-\$22.006.692	-\$22.006.692	-\$22.006.692
Utilidad antes de impuestos		\$82.522.028	\$82.522.028	\$82.522.028	\$82.522.028
Impuesto a la renta		-\$22.280.948	-\$22.280.948	-\$22.280.948	-\$22.280.948
Utilidad después de impuestos		\$60.241.081	\$60.241.081	\$60.241.081	\$60.241.081
Flujo de Caja Operacional		\$60.241.081	\$60.241.081	\$60.241.081	\$60.241.081
Inversión activo fijo	-\$7.500.030				
Flujo de Caja de Capitales	-\$7.500.030				
Flujo de Caja Privado	-\$7.500.030	\$60.241.081	\$60.241.081	\$60.241.081	\$60.241.081
r	10,11%				
VAN	\$ 183.002.277				
TIR	8%				
Variación	\$ 28.240.067				
	13,37%				

Figura 8: Análisis de sensibilidad del proyecto<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

Al considerar el costo de la licencia de ISDP de \$146.796.814 CLP anuales, correspondientes a \$12.233.068 CLP mensuales, el VAN presenta una disminución del 13,37% correspondiente a \$28.240.067 CLP, y la TIR pasa de 9,22% a 8%.

Por lo tanto, si se considerara como costo asociado al proyecto, el gasto por las compras de las licencias del ISDP, el proyecto tendría una menor rentabilidad.

## **Metodologías**

Para la implementación se planea basar la metodología en la metodología “Six Sigma”, donde se tendrá que Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Algunos de estos puntos ya presentan avance y ya fueron mencionados a lo largo de este escrito. En la etapa de Definir, fue necesario plantear el problema, junto con sus objetivos. Además, en esta etapa es de vital importancia tener en cuenta los requerimientos del cliente y elaborar un mapa de alto nivel, expuesto anteriormente. En cuanto a la etapa de Medir, la idea fue evidenciar la situación actual, cuando se midieron el comportamiento de los subcontratistas mediante las validaciones que se hacen en el grupo de WhatsApp entra la empresa en México y los subcontratistas, lo cual permitió generar una planilla con todas las actividades realizadas bien a la primera. En la etapa de analizar, el objetivo fue analizar las causas raíz del problema, además de realizar un análisis de los datos mencionados anteriormente para ver la posibilidad de aplicar las gráficas de control a modo de solución del problema. En la etapa de Mejorar es donde se debe estar abierto a las oportunidades de mejora que puedan surgir en la implementación de la solución, tratando de aplicarlas lo antes posible y que estas puedan repercutir positivamente en la solución inicial. Finalmente, en la etapa de Controlar es donde se encuentra la necesidad de tener un control diario de la solución, para poder actualizar los límites de control presentes en la solución y, en caso de verse encendida la alarma, tomar las medidas necesarias para combatir el problema.



## **Desarrollo del proyecto**

Previo a conocer la solución del proyecto, se planificó el proyecto en un plazo de aproximadamente 5 meses, donde se definieron, a grandes rasgos, todos los pasos necesarios para conseguir realizar un proyecto exitoso. Estos pasos fueron contemplados en paralelo a las diferentes entregas de avance realizadas para la universidad. Para mayor detalle de lo mencionado se puede ver la Carta Gantt de esta planificación en la figura 20 del anexo.

Teniendo en cuenta la metodología Six Sigma, mencionada anteriormente, lo primero que se realizó fue definir el problema, los objetivos y una solución. Para desarrollar la propuesta de solución también se debió definir un plan de implementación, donde se expuso en mayor profundidad cuáles debían ser los pasos a seguir para llevar a cabo la solución. Para mayor detalle de lo mencionado se puede ver la Carta Gantt de esta planificación en la figura 21 del anexo.

Específicamente, lo primero que se debió definir fueron cuáles eran los proveedores a los cuáles se les iba a hacer seguimiento, siendo estos 11 distintas empresas subcontratistas que representaban el total de empresas subcontratadas involucradas en el proyecto. Lo anteriormente mencionado es información en el momento dónde se empieza a realizar la solución, durante el transcurso del proyecto Huawei puede subcontratar más empresas o terminar su relación contractual con otras.

Una vez se otorgó el acceso a los 11 distintos grupos de WhatsApp, se definieron los parámetros necesarios para proceder con la rigurosa medición de los desempeños de los proveedores. Los parámetros a medir fueron ID del sitio, proyecto, actividad (QC-EHS/QC-TE), empresa subcontratista, nombre del subcontratista, fecha, estado de la tarea (aprobado/rechazado), razón (en caso de rechazo, asociado a los objetivos específicos de este proyecto: error injustificado, error), comentarios y tiempo perdido. Este último no había sido contemplado en el cálculo de el FTPR de los 4 meses anteriores, pero se consideró para poder mostrar internamente en la empresa la importancia de hacer las actividades bien a la primera.

Se continuó con la etapa de medición, en donde el objetivo fue recopilar diariamente todas las aprobaciones y rechazos a las tareas de QC-EHS y QC-TE evidenciadas en los grupos de WhatsApp entre los subcontratistas, México y Huawei. Desde la creación de la solución, hasta la fecha, se han podido recopilar las aprobaciones/rechazos de casi 400 distintas tareas realizadas por los subcontratistas. En la figura 22 del anexo se puede ver el detalle del ejemplo de la recopilación de los datos para un subcontratista en específico.

Una vez recopilados todos los rendimientos del proveedor en terreno, se pudo proceder a calcular los distintos FTPR de los subcontratistas, con la fórmula expuesta anteriormente en este escrito. A partir de este punto, se pudieron generar las Gráficas de Control, ya que con las muestras de los comportamientos de los distintos contratistas se pueden analizar estadísticamente, obteniendo el número de la muestra (n), la media ( $\mu$ ), la desviación estándar ( $\sigma$ ), la varianza, entre otros. Para efectos de las gráficas de control, se requirieron la media y la desviación estándar, calculadas en Excel con las fórmulas “AVERAGE()” y “STDEV.S()”. En este punto, la decisión que hubo que tomar era cuántos “sigmas” se iban a utilizar para definir el límite superior (LSC) y límite inferior (LIC), con el fin de obtener unas gráficas con las que se pudiera evidenciar el problema y hacer un correcto análisis del mismo. Las fórmulas para hacer este cálculo fue la siguientes:

$$LSC = \mu + \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$LIC = \mu - \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Se comenzó utilizando “3 sigmas” (multiplicar la expresión de la izquierda por 3), pero rápidamente se pudo evidenciar que estos límites eran notoriamente amplios. Por esto es que continuó con “2 sigmas” (multiplicar la expresión de la izquierda por 2), pero nuevamente los límites no eran lo suficientemente representativos para los datos con los que se manejaba en ese momento. Finalmente se optó por utilizar “1 sigma” (no multiplicar por ningún factor, utilizar la fórmula de LSC y LIC expuesta anteriormente), ya que representaba límites acotados, que iban a permitir evidenciar cuando los subcontratistas tuvieran problemas en terreno y se pudiese “encender la alarma” en un momento óptimo. La decisión de tener en cuenta “1 sigma” para el cálculo puede ir variando a lo largo del proyecto, dependiendo de los FTPR con los que se trabaje con el pasar del tiempo se pueden contemplar más o menos “sigmas”. Todo lo anteriormente mencionado se puede evidenciar en la figura 23 del anexo.

A modo de ejemplo, utilizaremos el monitoreo, realizado con las gráficas de control, la semana del 20 de noviembre de 2023:

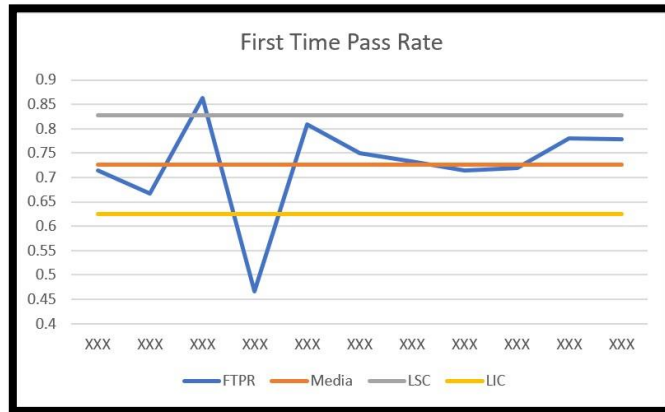


Figura 9: Gráfico de control FTPR subcontratistas<sup>9</sup>

Aquí se pudo analizar que la mayoría de las empresas subcontratistas se encontraban “bajo control”, excepto dos, una presentando desempeños sobre lo esperado (sobre 85%) y otra presentando desempeños notoriamente bajo lo esperado (bajo 50%). En este caso, hubo que “encender la alarma” y advertir al subcontratista XXX con bajos desempeños en el FTPR (no mencionado por motivos de confidencialidad).

Con el transcurso de la solución, rápidamente se pudo evidenciar que la manera de obtener estos datos no era la óptima, se necesitaba mucho tiempo para hacer un monitoreo exhaustivo de los grupos de WhatsApp, además de la probabilidad de cometer un error al ingresar estos datos. Es aquí donde se llevó a cabo la etapa de mejora. La única manera de tener acceso automatizado a estos datos era aprovechar el trabajo de México y que no mantuvieran el FTPR alto de manera “falsa”, apegándose a lo que realmente ocurría en terreno. Es por esto, que se tomó la determinación de visibilizar este proyecto dentro de la empresa, evidenciando la importancia de trabajar con los reales desempeños de los subcontratistas, con el fin de poder realizar un plan de rectificación y gestionar de mejor manera sus comportamientos en cada uno de los sitios. Después de 3 semanas, se consiguió la aprobación de Jonathan Araujo (Quality Assurance Manager Regional), quien dio la indicación a México para que, desde ese punto en adelante, se tomarán en consideración las aprobaciones/rechazos reales que influían en el FTPR. Esta aprobación marcó un antes y un después dentro de la empresa, ya que claramente los KPI’s iban a bajar y son estos mismos KPI’s los que son revisados por el propio cliente, por lo que no era una decisión tomada con

<sup>9</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

facilidad. Desde este punto en adelante, se pudieron descargar directamente los datos del sistema para seguir llevando a cabo la solución, sin la necesidad de ir registrando los datos a partir de los grupos de WhatsApp.

Esto se puede evidenciar en el siguiente gráfico que muestra el FTPR por mes:

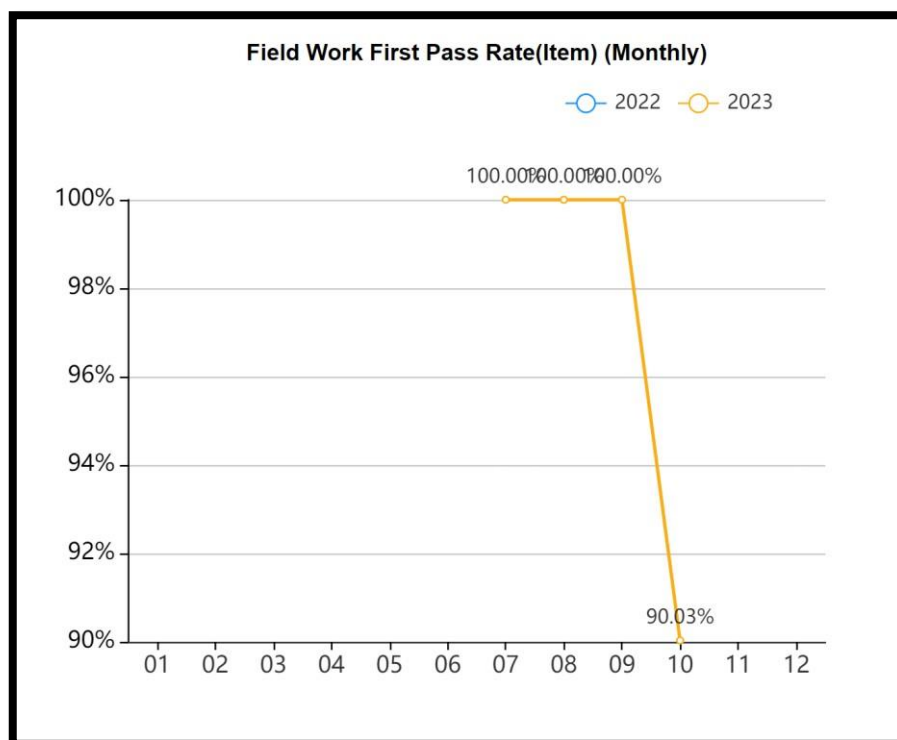


Figura 10: FTPR en ISDP para meses de julio a octubre 2023<sup>10</sup>

En el gráfico se puede evidenciar que el FTPR, en octubre, bajó de una tendencia del 100% al 90.03%. Este indicador, para los próximos meses debiese ser aún más bajo, ya que el 90.03% fue calculado teniendo en cuenta que la aprobación de utilizar los desempeños reales se dio a mediados de la tercera semana de octubre.

Finalmente, en la etapa de control, se discutía internamente acerca de la gravedad y las medidas que se debían tomar frente al desempeño de los subcontratistas que se encontraban bajo el límite inferior de las gráficas de control. Aquí se consideraba el porcentaje del FTPR y la cantidad de veces

<sup>10</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

que el proveedor se ha visto bajo el límite inferior. A continuación, se retoma el ejemplo de la gráfica de control de la semana del 20 de noviembre de 2023, donde se advirtió al único subcontratista por el que se encendió la alarma:

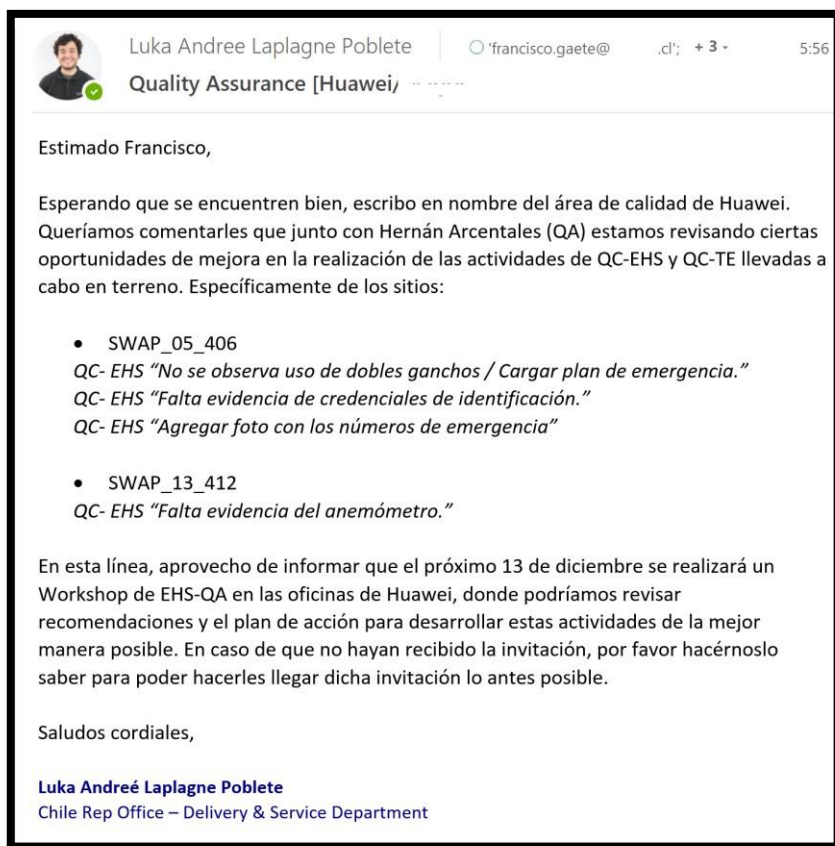


Figura 11: Ejemplo de advertencia a subcontratista<sup>11</sup>

En la imagen se puede apreciar que el llamado de atención a este proveedor no fue precisamente grave e, incluso, se les invita a una capacitación para poder mejorar sus rendimientos. Lo anterior se debe a que, pese a tener un FTPR bajo, era la primera vez que se encontraban bajo los límites de control. En caso de que volviesen a encontrarse en una situación similar, se procedería con las medidas mencionadas anteriormente en este escrito (Warnings y SCAR).

<sup>11</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

A lo largo del desarrollo del proyecto, se puede ver reflejado que este se basó completamente en la metodología "Six Sigma", ya que las etapas de este proyecto fueron Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

## Resultados cualitativos y cuantitativos

A partir de la solución desarrollada en este proyecto, se pudieron evidenciar distintos resultados. Hay que tener en consideración que, desde el inicio de esta solución a este momento, han transcurrido 5 semanas, en las que se pueden ver resultados cualitativos y cuantitativos.

Uno de los resultados más importantes de este proyecto fue el hecho de que Huawei retomara la conciencia en términos de calidad. Lo anterior se debe a que, desde la búsqueda del problema de este proyecto, se pudo apreciar que, el principal objetivo de la empresa, en cada uno de los proyectos con sus clientes, no era la calidad, sino que prevalecían las intenciones de querer terminar los trabajos a toda costa, sin importar el estado de estos trabajos. Esto se contradice totalmente con sus políticas internas, donde se busca entregar el mejor servicio posible al cliente.

Específicamente, el hecho de que se haya tomado la decisión de comenzar a considerar los datos “reales” del FTPR demuestra la intención de la empresa de preferir mejorar los procesos, los monitoreos y la gestión interna, pese a que esto implicase un descontento momentáneo del cliente al ver que los KPI's del proyecto bajan.

En términos cuantitativos se obtuvieron los siguientes resultados:

**Semana 1:** 74 tareas realizadas bien a la primera de 101 tareas totales. FTPR = 73.27%

**Semana 2:** 82 tareas realizadas bien a la primera de 107 tareas totales. FTPR = 76.64%

**Semana 3:** 72 tareas realizadas bien a la primera de 89 tareas totales. FTPR = 80.9%

**Semana 4:** 63 tareas realizadas bien a la primera de 82 tareas totales. FTPR = 76.83%

**Semana 5:** 82 tareas realizadas bien a la primera de 101 tareas totales. FTPR = 81.19%

En promedio, durante las 5 semanas donde se implementó la solución, se obtuvo un FTPR del 77.77%. Si consideramos la primera semana como semana piloto y se comienza a calcular el FTPR únicamente del mes de noviembre, se obtiene un porcentaje mensual de FTPR del 78.9%. Esto se puede evidenciar gráficamente en la siguiente imagen, donde también se aprecia la brecha mencionada anteriormente en este escrito:

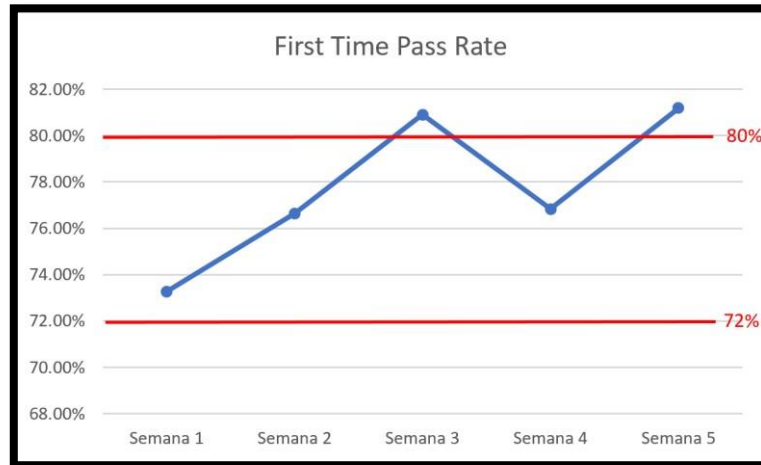


Figura 12: FTPR de las semanas con la solución implementada<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Luka Laplagne, elaboración propia



## Conclusiones

En conclusión, el proyecto desarrollado en Huawei, pese a no alcanzar el objetivo de llegar al 80%, se podría proyectar que durante los próximos 3 meses si se alcance esa cifra. Se evidenció un aumento en el FTPR, desde un 72% a un 78.9%, en promedio, en el mes de noviembre. Además, se logró concientizar a la empresa sobre la importancia de la calidad y se tomaron medidas para mejorar los procesos y la gestión interna.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se podría categorizar este proyecto como un proyecto exitoso. Este éxito se debe a la aplicación de la metodología Six Sigma, que permitió identificar las causas raíz del problema y desarrollar una solución eficaz. La solución consistió en la implementación de gráficas de control, que permiten monitorear el desempeño de los subcontratistas y detectar cualquier desviación de lo esperado.

El proyecto también tuvo un impacto positivo en la cultura organizacional de Huawei. La empresa se dio cuenta de la importancia de la calidad y comenzó a tomar medidas para mejorar sus procesos. Esto es un paso importante para Huawei, ya que le permitirá ofrecer un mejor servicio a sus clientes y mejorar su competitividad.

Proyectando la solución a futuro, se puede afirmar que es de vital importancia continuar monitoreando el comportamiento de los subcontratistas para poder identificar si es necesario realizar algún ajuste a la solución. Además, trabajar con los subcontratistas para poder mejorar su capacitación y metodología, con el fin de que puedan realizar los trabajos en terreno de la mejor manera posible. Por otra parte, se puede afirmar que sería óptimo continuar con la implementación de la solución desarrollada en este proyecto. La solución ha demostrado ser eficaz para mejorar el FTPR, por lo que debería continuar implementándose en todos los proyectos de Huawei.

A modo de complemento a la solución, Huawei debería considerar la implementación de otras herramientas de control de calidad. Además de las gráficas de control, Huawei podría implementar otras herramientas, como, por ejemplo, auditorías o encuestas a los clientes, para obtener una visión más completa de la calidad de sus procesos. Además, después de revisados los resultados de la solución, se confirmó la importancia de incorporar la calidad como un objetivo estratégico de la empresa, para que todos los empleados estén comprometidos con la mejora continua.

## Referencias

- Luka Laplagne, elaboración propia
- <https://si3.bcentral.cl/InformativoDiario/Informativo/Home>
- [https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datacurrent.html](https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datacurrent.html)
- [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53821863/CASO\\_ANTAMINALibre.pdf?1499734568=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCASO\\_ANTAMINA.pdf&Expires=1697676933&Signature=d8UuHQzhk1eZph2BOZDkOhQc8bKXpK3lHCxXTzZlOcM8Ed0V7se7DPIfDTiss064tLNHGd~d1t4vsnW~mcyfi4-fWbmxyRoynR07Z1P7BjC6MeyKlAGRTTrIIEPb6g6N2WTOA1Rvc8jN81jDwBdmz8jdXzYyEtbSPY3ETybwcEk7Ld4~Af1VU9GizMXRd93BgRtFATJqJS3Vu-Ht7t2OAZBEOehHTXvBhHZqZTgc1k82fD99JPZxUZe7Rrdk7ncbW~jkKqz7BWKLA Xm~vtiL3u8Q8l5O~2oQ8paMSU7Msn8glcHtkhNXMjSJ7j1pKTE7AlLjszpRhunApLPYc2acJw\\_&Key-PairId=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/53821863/CASO_ANTAMINALibre.pdf?1499734568=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DCASO_ANTAMINA.pdf&Expires=1697676933&Signature=d8UuHQzhk1eZph2BOZDkOhQc8bKXpK3lHCxXTzZlOcM8Ed0V7se7DPIfDTiss064tLNHGd~d1t4vsnW~mcyfi4-fWbmxyRoynR07Z1P7BjC6MeyKlAGRTTrIIEPb6g6N2WTOA1Rvc8jN81jDwBdmz8jdXzYyEtbSPY3ETybwcEk7Ld4~Af1VU9GizMXRd93BgRtFATJqJS3Vu-Ht7t2OAZBEOehHTXvBhHZqZTgc1k82fD99JPZxUZe7Rrdk7ncbW~jkKqz7BWKLA Xm~vtiL3u8Q8l5O~2oQ8paMSU7Msn8glcHtkhNXMjSJ7j1pKTE7AlLjszpRhunApLPYc2acJw_&Key-PairId=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA)

## Anexos

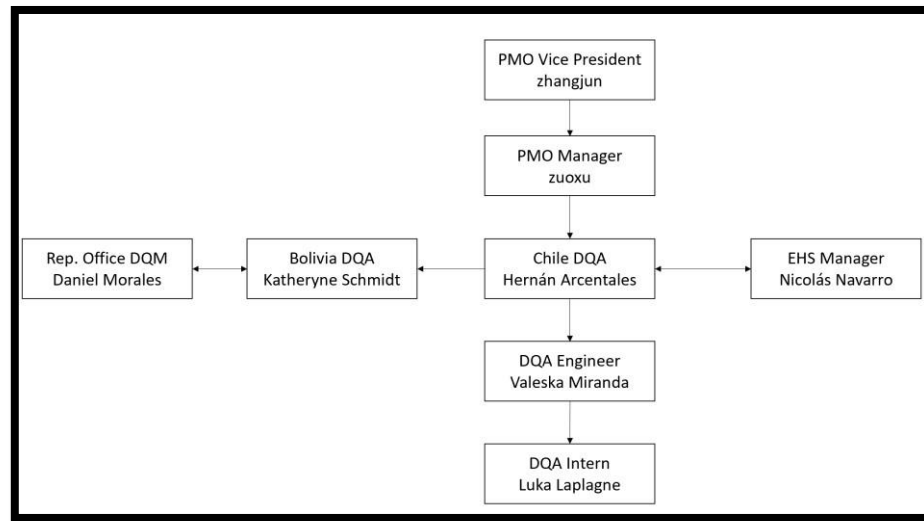


Figura 13: Organigrama PMO Dept.<sup>13</sup>

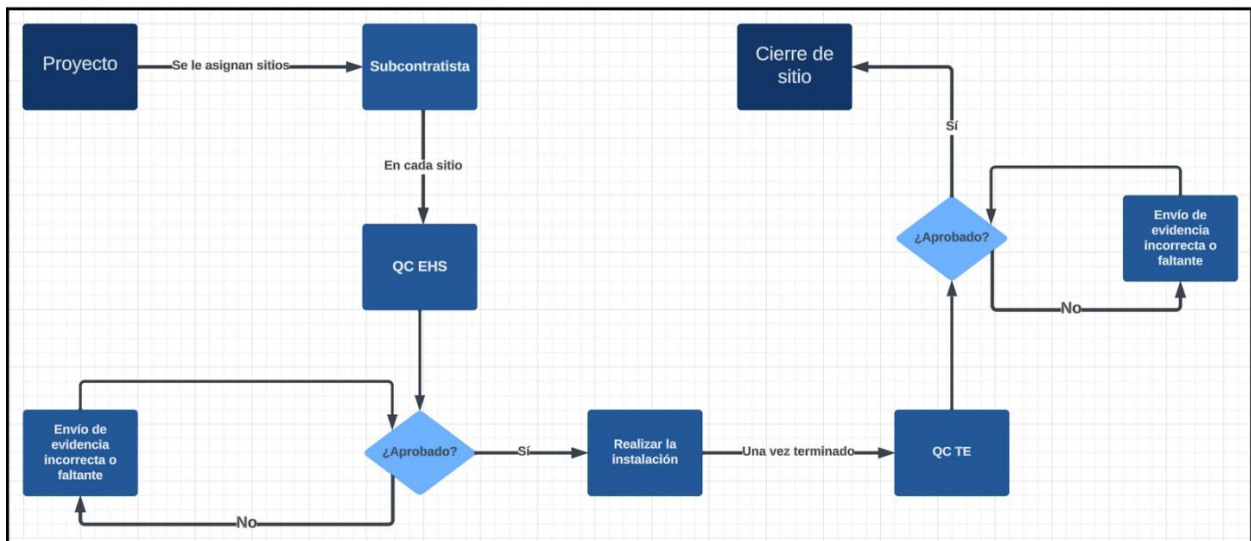


Figura 14: Mapa de alto nivel<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

<sup>14</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

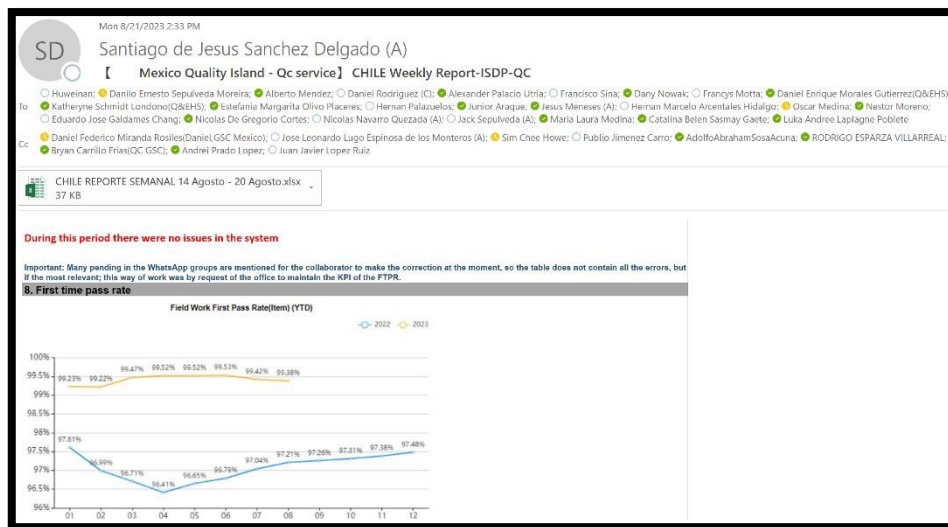


Figura 15: Reporte semanal realizado por México<sup>15</sup>

DU ID	PROYECTO	ACTIVIDAD	SUBCONTRATISTA	NOMBRE	FECHA	ESTADO	COMENTARIOS
R14_CORNO_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	CASSIS	Andrés	3/5/2023	APROBADO	
R14_HUILL_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	CASSIS	Victor Rodriguez	4/5/2023	RECHAZADO	En item de trabajos en alturas falta evidencia de anemómetro
R14_HUILL_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	CASSIS	Victor Rodriguez	5/5/2023	APROBADO	
R14_HUILL_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	CASSIS	Victor Rodriguez	8/5/2023	APROBADO	
R14_HUILL_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	CASSIS	Victor Rodriguez	9/5/2023	APROBADO	
R14_HUILL_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	CASSIS	Victor Rodriguez	10/5/2023	RECHAZADO	Se aprecia a personal con ropa deportiva (no esta permitida)
R14_HUILL_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	CASSIS	Victor Rodriguez	11/5/2023	APROBADO	
R14_HUILL_SG	56A0E4L	QC-WL-PW	CASSIS	Victor Rodriguez	11/5/2023	APROBADO	
R10_PELL_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	CASSIS		26/5/2023	APROBADO	
R10_PELL_SG	56A0E4L	QC-WL-PW	CASSIS		26/5/2023	APROBADO	
R06_QUIAH_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Luis Baeza	2/5/2023	RECHAZADO	Faltan tarjetas de identificación
R06_NILAH_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Raul Matus	2/5/2023	APROBADO	
R16_SFBPA_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Michael Bau	2/5/2023	RECHAZADO	Se aprecia a un técnico con ropa deportiva
R16_SFBPA_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Michael Bau	3/5/2023	APROBADO	
R06_QUIAH_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Luis Baeza	3/5/2023	APROBADO	
R06_NILAH_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Raul Matus	3/5/2023	RECHAZADO	Falta plan de emergencia en documentos
R14_RUGUA_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Nicolas Espinoza	3/5/2023	APROBADO	
R06_NILAH_SG	56A0E4L	QC-WL-PW	ELECNR	Raul Matus	3/5/2023	RECHAZADO	
R16_SFBPA_SG	56A0E4L	QC-WL-PW	ELECNR	Michael Bau	3/5/2023	RECHAZADO	
R14_RUGUA_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Nicolas Espinoza	4/5/2023	RECHAZADO	Evidencia de mostrar calzado del personal (2 técnicos no se aprecia el calzado)
R16_SFBPA_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Michael Bau	4/5/2023	APROBADO	
R06_QUIAH_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Luis Baeza	4/5/2023	RECHAZADO	Formato de charla fecha no es clara en # 04
R06_NILAH_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Raul Matus	4/5/2023	RECHAZADO	Cambiar dato a SI en cuadro de SI/NO. Formato de AST no se aprecia el año de manera clara (tomar foto a hoja completa)
R16_SFBPA_SG	56A0E4L	QC-WL-PW	ELECNR	Michael Bau	4/5/2023	RECHAZADO	
R06_QUIAH_SG	56A0E4L	QC-WL-PW	ELECNR	Luis Baeza	4/5/2023	RECHAZADO	
R06_NILAH_SG	56A0E4L	QC-WL-PW	ELECNR	Raul Matus	4/5/2023	RECHAZADO	
R06_QUIAH_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Luis Baeza	5/5/2023	APROBADO	
R14_RUGUA_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Nicolas Espinoza	5/5/2023	RECHAZADO	Falta evidenciar personal con arnés. Falta evidencia de integrante subiendo a torre
R06_NILAH_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Raul Matus	5/5/2023	APROBADO	
R14_RUGUA_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Nicolas Espinoza	5/5/2023	APROBADO	
R14_RUGUA_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Michael Bau	9/5/2023	RECHAZADO	Falta identificación de Claudio Meneses
R06_PATRI_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Nicolas Espinoza	10/5/2023	APROBADO	
R04_LOSER_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Raul Matus	10/5/2023	APROBADO	
R06_PATRI_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Nicolas Espinoza	11/5/2023	RECHAZADO	Faltan identificaciones personales
R04_LOSER_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Raul Matus	11/5/2023	RECHAZADO	Falta AST y charla de 5 min
R14_RUGUA_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Michael Bau	11/5/2023	APROBADO	
R06_PATRI_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Nicolas Espinoza	12/5/2023	APROBADO	
R04_LOSER_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Raul Matus	12/5/2023	RECHAZADO	No hay evidencia de segundo técnico con su EPP completo
R04_LOSER_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Raul Matus	13/5/2023	APROBADO	
R16_CPALUH_SG_BB	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Luis Baeza	13/5/2023	RECHAZADO	Faltan tarjetas de identificación
R16_CPALUH_SG_BB	56A0E4L	QC-WL-PW	ELECNR	Luis Baeza	13/5/2023	APROBADO	
R04_LOSER_SG	56A0E4L	QC EHS 2023	ELECNR	Raul Matus	14/5/2023	APROBADO	

Figura 16: Planilla excel con los datos para obtener el FTFR<sup>16</sup>

<sup>15</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

<sup>16</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Figura 17: Fórmula para calcular el VAN<sup>17</sup>

$$TIR = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n} = 0$$

Figura 18: Fórmula para calcular el TIR<sup>18</sup>

Tasa libre de riesgo	6,45%
Tasa de mercado	9,5%
Beta Telecom. Equipment	1,2
Tasa de descuento (r)	10,11%

Figura 19: Datos contemplados en la evaluación económica<sup>19</sup>

<sup>17</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

<sup>18</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

<sup>19</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

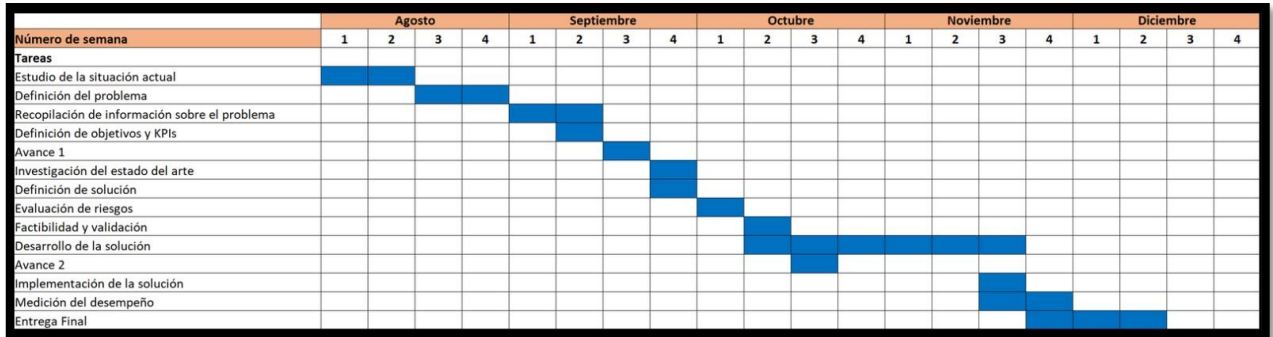


Figura 20: Carta Gantt planificación inicial<sup>20</sup>



Figura 21: Carta Gantt específica<sup>21</sup>

<sup>20</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

<sup>21</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

1	DU ID	PROYECTO	ACTIVIDAD	SUBCONTRATISTA	NOMBRE	FECHA	ESTADO	RAZÓN	ACTIVIDADES REALIZADAS CORRECTAMENTE A LA PRIMERA	COMENTARIOS	TIEMPO PERDIDO
2	SWAP_05_759	56A01.58	QC-TE		Yerko	24/10/2023	APROBADO	N/A	1		
3	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	25/10/2023	APROBADO	N/A	1		
4	SWAP_05_740	56A01.58	QC-EHS		Eduardo	25/10/2023	APROBADO	N/A	1		
5	SWAP_05_740	56A01.58	QC-EHS		Eduardo	26/10/2024	APROBADO	N/A	1		
6	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	26/10/2023	APROBADO	N/A	1		
7	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	30/10/2023	APROBADO	N/A	1		
8	SWAP_05_740	56A01.58	QC-EHS		Eduardo	30/10/2024	APROBADO	Falso Rechazo	1		
9	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	31/10/2023	APROBADO	N/A	1		
10	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	2/11/2023	APROBADO	N/A	1		
11	SWAP_13_654	56A01.58	QC-EHS		Yerko	2/11/2023	RECHAZADO	Injustificado	0	Contestar las preguntas del Item 4	4 minutos
12	SWAP_13_654	56A01.58	QC-EHS		Yerko	3/11/2023	APROBADO	N/A	1		
13	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	3/11/2023	APROBADO	N/A	1		
14	SWAP_05_740	56A01.58	QC-EHS		René Infante	3/11/2023	RECHAZADO	Injustificado	0	Faltan credenciales de identificación	1 día
15	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	6/11/2023	APROBADO	N/A	1		
16	SWAP_13_654	56A01.58	QC-EHS		Yerko	6/11/2023	APROBADO	N/A	1		
17	SWAP_13_654	56A01.58	QC-EHS		Yerko	7/11/2023	RECHAZADO	Error Humano	1	Poner la fecha en la charla de 5 minutos	8 minutos
18	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	7/11/2023	APROBADO	N/A	1		
19	SWAP_05_740	56A01.58	QC-EHS		René Infante	8/11/2023	RECHAZADO	Injustificado	0	Falta evidencia de un trabajador	4 minutos
20	SWAP_13_654	56A01.58	QC-EHS		Yerko	8/11/2023	APROBADO	N/A	1		
21	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	8/11/2023	APROBADO	Falso Rechazo	1		
22	SWAP_13_654	56A01.58	QC-TE		Yerko	8/11/2023	RECHAZADO	Injustificado	0	Muchas correcciones	1 día
23	SWAP_05_740	56A01.58	QC-EHS		René Infante	9/11/2023	RECHAZADO	Injustificado	0	Contestar las preguntas del Item 2 y 4	10 minutos
24	SWAP_13_654	56A01.58	QC-EHS		Yerko	9/11/2023	APROBADO	N/A	1		
25	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	9/11/2023	APROBADO	N/A	1		
26	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	10/11/2023	RECHAZADO	Injustificado	0	AT'S muestra fecha con modificaciones, corregir en un documento nuevo.	86 minutos
27	SWAP_05_740	56A01.58	QC-EHS		René Infante	13/11/2023	APROBADO	N/A	1		
28	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	13/11/2023	APROBADO	N/A	1		
29	SWAP_05_740	56A01.58	QC-EHS		René Infante	14/11/2023	RECHAZADO	Injustificado	0	Subieron documentación de 3 integrantes, falta evidencia de un integrante	7 minutos
30	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	14/11/2023	APROBADO	N/A	1		
31	SWAP_05_740	56A01.58	QC-TE		René Infante	14/11/2023	RECHAZADO	Injustificado	0	Muchas correcciones	1 día
32	SWAP_05_740	56A01.58	QC-EHS		René Infante	15/11/2023	APROBADO	N/A	1		
33	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	15/11/2023	APROBADO	N/A	1		
34	SWAP_05_744	56A01.58	QC-EHS		Nill	16/11/2023	RECHAZADO	Error Humano	0	Corregir evidencia CSM se aprecia borrosa.	4 minutos
35	SWAP_05_740	56A01.58	QC-EHS		René Infante	16/11/2023	APROBADO	N/A	1		
36	SWAP_05_744	56A01.58	QC-TE		Nill	16/11/2023	APROBADO	N/A	1		
37	SWAP_08_839	56A01.58	QC-EHS		Cristián Cerdá	25/10/2023	APROBADO	N/A	1		
38	SWAP_08_839	56A01.58	QC-EHS		Cristián Cerdá	26/10/2023	APROBADO	N/A	1		

Figura 22: Planilla con los datos obtenidos de los grupos de whatsapp<sup>22</sup>

Subcon	%	Media	Opción 1		Opción 2		Opción 3	
			LSC (3sigma)	LIC (3sigma)	LSC (2sigma)	LIC (2sigma)	LSC (1sigma)	LIC (1sigma)
1	0.8000	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
2	0.4166	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
3	0.4166	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
4	0.5833	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
5	0.8333	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
6	0.8333	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
7	0.6666	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
8	0.7500	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
9	0.8000	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
10	0.5454	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
11	0.8181	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
12	0.9000	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
13	0.7000	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
14	0.7000	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
15	0.8000	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577
16	0.7000	0.70	1.14	0.27	0.9965	0.41	0.8502	0.5577

Figura 23: Elección del "sigma" para cálculo de LSC y LIC<sup>23</sup>

<sup>22</sup> Luka Laplagne, elaboración propia

<sup>23</sup> Luka Laplagne, elaboración propia