



Rediseño de las operaciones enfocado en la eficiencia en el área de cocina del restaurante Burger Stack.

Andrés Duque Bonilla^{a,c}, Juan Diego Rico Barrero^{a,c}, Camilo Yusti Guerrero^{a,c}, Santiago Zuñiga Rengifo^{a,c}

Luis Andrés Saavedra Robinson^{b,d}

^aEstudiante de Ingeniería Industrial

^bProfesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial

^cPontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia

^dPontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

Resumen en español

Este proyecto tiene como objetivo mejorar la distribución de la cocina para incrementar la ergonomía y la productividad de los trabajadores en el punto de venta de Burger Stack en Cali, Colombia. La falta de indicadores de rendimiento (KPIs) y la carencia de un sistema ergonómico óptimo afectan negativamente el desempeño y la comodidad de los trabajadores, lo que puede resultar en fatiga laboral, riesgo de lesiones y una posible disminución en la calidad y eficiencia de los servicios del restaurante. Abordar este problema es crucial por dos razones principales: el rediseño ergonómico de la cocina permitirá que los trabajadores realicen sus tareas de manera más cómoda y efectiva, y un ambiente de trabajo ergonómico reduce la fatiga laboral, el riesgo de lesiones y el estrés. Para lograr estos objetivos, se implementó una metodología que incluye la identificación de necesidades ergonómicas, la redistribución de la cocina e la implementación de indicadores de desempeño. Se espera que este proyecto resulte en una redistribución ergonómica de la cocina que mejore la productividad y el bienestar laboral en Burger Stack.

Palabras claves: Hamburguesa, ergonomía, productividad, eficiencia, KPI's, Burger Stack.

Tabla de contenido

I.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y NECESIDAD.....	3
a.	Contexto y justificación (¿por qué?)	3
b.	Grupos de interés (¿Quiénes son los actores interesados?).....	5
c.	Plan de recolección de datos.....	6
d.	Medición del sistema actual	8
e.	Análisis de causas.....	9
f.	Objetivos.....	11
g.	Revisión de literatura.....	12
II.	DISEÑO CONCEPTUAL Y PRELIMINAR.....	14
a.	Requerimientos del cliente	14
1	Restricciones de diseño (factibilidad).....	14
2	Especificaciones de diseño (características).....	14
3	Leyes, normas y estándares (buenas prácticas)	15
b.	Análisis funcional.....	16
c.	Fijación de requerimientos de diseño	16
d.	Exploración de ideas y selección de alternativa	18
e.	Especificación del diseño	20

f.	Plan de trabajo (PdT).....	21
III.	PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	22
a.	Contexto actual de la cocina.....	22
b.	Método REBA y justificación.....	22
c.	Modelo actual 3D.....	26
d.	Alternativas de rediseño de la cocina.....	27
1.	Alternativas de diseño 1.....	28
2.	Alternativa de diseño 2.....	29
IV.	PROCESO DE SELECCIÓN.....	30
a.	Alternativas de rediseño de la cocina y la ingeniería industrial.....	30
b.	Selección de alternativas.....	31
V.	DESARROLLO DE LA SOLUCION.....	32
a.	Solución ganadora.....	32
b.	Rediseño de la cocina.....	33
c.	Método REBA optimizado y justificación.....	34
d.	Entrega de indicadores de desempeño (KPI's) a implementar.....	34
e.	Rediseño Operativo en Burger Stack (Método células de ensamble).....	37
1.	Análisis del Modelo Actual.....	37
2.	Implementación del Nuevo Diseño Operativo.....	39
3.	Validación del Nuevo Diseño:.....	40
4.	Conclusiones.....	40
f.	Impactos.....	41
1	Impacto ambiental.....	41
2	Impacto social.....	41
3	Análisis financiero.....	42
VI.	GLOSARIO.....	46
VII.	ANEXOS.....	46
VIII.	REFERENCIAS.....	46

Índice de Tablas

Tabla I.	Indicadores de desempeño a medir y a implementar.....	7
Tabla II.	Resultados de indicadores de desempeño.....	9
Tabla III.	Diagrama de los 5 ¿Por qué?.....	10
Tabla IV.	Diagrama de Afinidad.....	10
Tabla V.	Matriz de búsqueda.....	12
Tabla VI.	Requerimientos de ingeniería.....	17
Tabla VII.	Criterios.....	19
Tabla VIII.	Evaluación de alternativas.....	20
Tabla IX.	Plan de trabajo.....	21
Tabla X.	Criterios.....	31
Tabla XI.	Evaluación de alternativas.....	31
Tabla XII.	Indicadores de desempeño a implementar.....	36
Tabla XIII.	Inversión del proyecto.....	43
Tabla XIV.	Tabla de anexos.....	46

Índice de Figuras

Figura I. Comparación de estatura, IMC y peso promedio entre EE.UU y Colombia.....	4
Figura II. StakeHolders.....	6
Figura III. Diagrama Pestel.....	9
Figura IV. Diagrama Ishikawa.....	11
Figura V. FODA.....	11
Figura V. Árbol de Objetivos.....	14
Figura VI. Diagrama de flujo.....	16
Figura VII. Modelo 3D vista superior.....	26
Figura VIII. Modelo 3D vista superior a 20° grados.....	27
Figura IX. vista isométrica.....	27
Figura X. Bosquejo Alternativa 1.....	29
Figura XI. Bosquejo alternativa 2.....	30
Figura XII. Posturas REBA.....	32
Figura XIII. Vista 3D cambios implementados.....	34
Figura XIV. Vista isométrica.....	34
Figura XV. Diagrama células de ensamble (actual).....	38
Figura XVI. Diagrama células de ensamble (mejorado).....	39

I. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y NECESIDAD

a. Contexto y justificación (¿por qué?)

Este impulso hacia la transformación surge en un contexto donde la eficiencia operativa y la mejora continua son consideradas imperativos estratégicos. Como parte de un grupo con múltiples unidades, Burger Stack ha decidido abrir sus puertas para examinar áreas de oportunidad, con un enfoque especial en la optimización de sus sistemas internos, especialmente en el ámbito de la cocina. Sin embargo, es importante destacar que los equipos de cocina, frecuentemente diseñados con estándares estadounidenses, pueden no adaptarse adecuadamente a la población colombiana. Existe una diferencia significativa en las características físicas entre estas dos poblaciones, incluyendo estatura y contextura corporal. Mientras que la población estadounidense tiende a tener una estatura promedio más alta y una contextura más robusta, la población colombiana suele ser más baja en estatura y tener una contextura más delgada.

Esta diferencia, puede generar dificultades ergonómicas en la población colombiana. Los equipos de cocina diseñados para usar personas más altas y con mayor contextura pueden resultar incómodos o incluso inseguros para quienes tienen una estatura más baja o una contextura más delgada. Esto puede afectar la eficiencia y la seguridad en el lugar de trabajo, lo que a su vez podría impactar negativamente en la calidad y la velocidad de producción de alimentos.

A continuación, se muestran unos gráficos con la comparación en cuanto a la estatura, índice de masa corporal y peso promedio de Estados Unidos y Colombia.

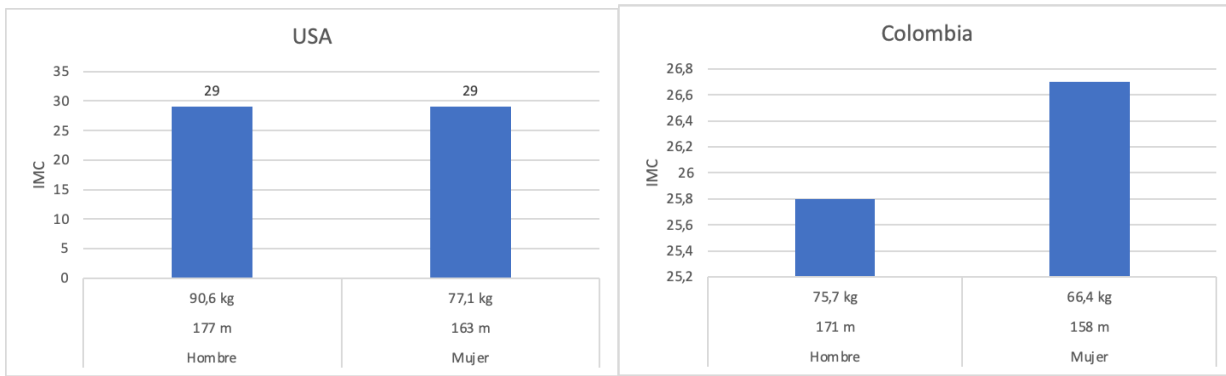


Figura I. Comparación de estatura, IMC y peso promedio entre EE.UU y Colombia.

Como se puede evidenciar en las gráficas, la estatura, peso e índice de masa corporal de Estados Unidos con respecto a Colombia son mayores, por lo tanto, los equipos diseñados para esa población no son adecuados para la población colombiana.

Justificación y Problemas Identificados

La justificación de este proyecto se basa en la búsqueda constante de mejoras operativas y se centra en responder a la pregunta esencial: ¿por qué llevar a cabo este proyecto en este momento? La relevancia radica en la capacidad de transformar el ambiente laboral y mejorar la eficiencia de las operaciones en la cocina. En un sector gastronómico caracterizado por una competencia intensa, las estrategias que optimizan los procesos internos son esenciales. Por lo tanto, este proyecto surge como respuesta a la falta de indicadores de rendimiento, la carencia de un sistema ergonómico óptimo y la ausencia de estandarización en las tareas, aspectos que, abordados de manera integral, podrían marcar la diferencia en la competitividad de Burger Stack.

La falta de indicadores de desempeño en una empresa puede desencadenar en problemas que se verán reflejados en las decisiones administrativas, generando incertidumbre en todos los aspectos del negocio. En Burger Stack no se tienen unos indicadores de desempeño claros y mucho menos identificados, lo que afecta de manera directa a la empresa en el desconocimiento que se tiene frente a la carga de trabajo de los colaboradores, los resultados comerciales, la satisfacción de los clientes, la eficiencia de sus trabajadores y en si se están realizando las tareas de la manera más productiva posible. Conforme a esto se construirá un sistema de indicadores de desempeño (KPIs) que permitan monitorear de manera fácil y estandarizada las labores que se llevan a cabo en el restaurante, y también llevar registro de los resultados comerciales importantes que me permitan tomar decisiones administrativas y estratégicas para el crecimiento de la empresa.

Se identifico que el 60% de los empleados de Burger Stack experimentan molestias físicas con relación en su labor en la empresa, lo que conlleva a una disminución de la productividad. La falta de un sistema ergonómico eficaz aumenta la fatiga laborar y el riesgo de lesiones, esto afecta a 3 de cada 5 trabajadores, no solo se genera fatiga y malestar física, también aumenta la probabilidad de riesgo de lesiones laborales. Al analizar los datos del absentismo (*Tabla II*), se logra identificar que se pierde el 4,6% de los días laborales en donde el causante puede ser la falta de un sistema ergonómico, lo que equivale a 6 días del mes. La meta es reducir este índice de absentismo de 4,6% - 1,5%, de 6 a 2 días de ausencia al mes. Implementando un sistema ergonómico adecuado, se logrará optimizar los espacios de trabajo y reducir las molestias presentadas, lo que a su vez disminuirá el riesgo de lesiones y el absentismo. Al mejorar la comodidad y el bienestar de todos los empleados, no solo mejorara los objetivos de salud y seguridad laboral en la empresa, sino que también se aumentara la productividad y las buenas condiciones de trabajo.

Además, la falta de estandarización dificulta la consistencia en la ejecución de las labores, lo que conduce a una variabilidad no deseada en la calidad y eficiencia de los servicios. Esto puede desencadenar en problemas críticos en industrias donde la consistencia es esencial para mantener la competitividad y satisfacer las expectativas de los clientes. Según un estudio de Mckinsey & Company las empresas que carecen de estandarización clara y definida experimentan un aumento del 30% en la variabilidad de la calidad de sus productos o servicios; esto se traduce en inconsistencia que pueden resultar en una satisfacción menor del cliente. Por otra parte, la falta de estandarización también afecta directamente a la eficiencia operativa, según un

informe de Deloitte indica que las empresas que no estandarizaron en procesos pueden reducirse hasta un 25% en la eficiencia, lo que implica un mayor consumo de recursos, y la variabilidad en los procesos puede aumentar hasta en un 20% los costos operativos por la necesidad de reprocesos, ajustes o correcciones. Por último, la ausencia de estándares definidos también afecta la productividad de los empleados; según la ASQ (Sociedad Americana de Calidad), aquellas empresas que no implementan procesos estandarizados pueden experimentar hasta un 15% de reducción en la productividad del personal, ya que no hay claridad en el método de trabajo ni las expectativas, esto provoca que los trabajadores necesiten más tiempo para completar una tarea en específico.

En este caso, la oportunidad de mejora radica en el rediseño de los equipos de cocina para adaptarlos mejor a las características físicas de la población colombiana. Teniendo en cuenta las diferencias en estatura y contextura corporal entre la población estadounidense y colombiana, el enfoque en la ergonomía de los equipos puede mejorar significativamente el confort, la seguridad y la eficiencia de los trabajadores. Al personalizar los equipos para la población local, Burger Stack no solo puede reducir el riesgo de lesiones y la fatiga laboral, sino también aumentar la eficiencia operativa al permitir que los empleados realicen sus tareas de manera más cómoda y efectiva. Este enfoque en la adaptación local no solo responde a las necesidades específicas de la fuerza laboral colombiana, sino que también puede ser un factor diferenciador clave en un mercado altamente competitivo.

Beneficios del Proyecto

La implementación de indicadores de desempeño permitirá una evaluación precisa de las tareas, simplificando la toma de decisiones basada en datos y ofreciendo una guía clara para la mejora continua. La introducción de un sistema ergonómico óptimo mejorará las condiciones laborales al reducir el riesgo de fatiga y lesiones, lo que conllevará a un aumento de la productividad. Por otro lado, la estandarización de las labores garantizará una ejecución consistente de las tareas, elevando la calidad del servicio ofrecido y optimizando el tiempo y los recursos. Para profundizar en la mejora de la ergonomía, es esencial entender cómo puede impactar directamente en la eficiencia operativa. La ergonomía se refiere al diseño de los lugares de trabajo y los equipos para que se adapten mejor a las personas que los utilizan. Al diseñar los equipos de cocina con la ergonomía en mente, se pueden minimizar los movimientos incómodos y repetitivos que pueden causar fatiga y lesiones en los trabajadores. Esto no solo mejora su bienestar general, sino que también tiene un impacto positivo en la productividad.

Por otra parte, un entorno de trabajo ergonómico con equipos diseñados específicamente para las características físicas de los trabajadores conlleva a una reducción significativa en lesiones relacionadas con el trabajo y a una disminución en el tiempo de inactividad debido a dolencias físicas. Además, al reducir la fatiga y mejorar la comodidad en el trabajo, los empleados pueden mantener un nivel de energía y concentración más alto durante períodos prolongados, lo que se traduce en una mayor eficiencia en la realización de tareas. Por lo tanto, la mejora en la ergonomía de los equipos de cocina puede reducir los costos asociados con lesiones laborales y rotación de personal, y aumentar la eficiencia operativa al mejorar la salud y el rendimiento de los empleados. Esto puede traducirse en una ventaja competitiva significativa para Burger Stack en un mercado donde la eficiencia y la calidad son cruciales para el éxito empresarial a largo plazo. Más allá de los beneficios directos, la implementación exitosa de este proyecto podría fomentar una cultura de innovación dentro de Burger Stack, preparando a la empresa para mantenerse competitiva en un entorno dinámico y exigente.

b. Grupos de interés (¿Quiénes son los actores interesados?)

Para el análisis de este proyecto se ha evidenciado que existen dos grandes grupos de interés, un primer grupo directo (Personal de cocina y gerencia del restaurante), y un segundo grupo indirecto (Clientes, proveedores y propietarios). A continuación, se muestra un grafo donde nos permite relacionar los grupos de interés tanto directos como indirectos.

Para la elaboración de este proceso se resaltan ciertos grupos de interés:

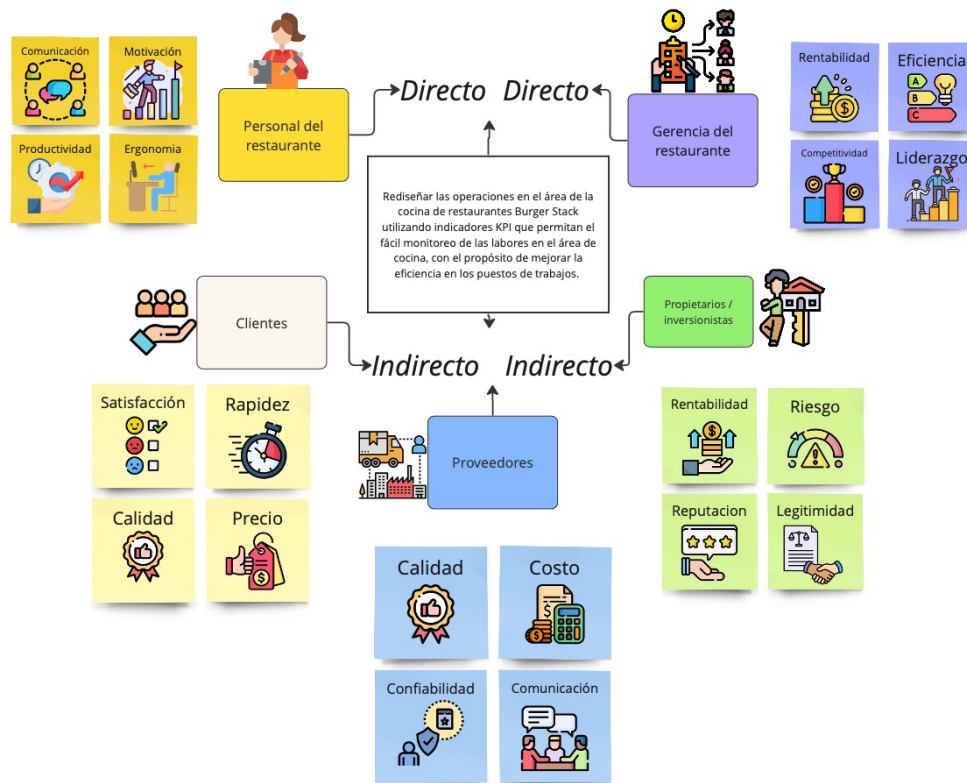


Figura II. Stakeholders. (Andrés Duque, Juan Diego Rico, Camilo Yusti, Santiago Zúñiga).

Clientes (indirecto): Pese a que no usan el espacio de cocina, se beneficiarán en una mayor rapidez en el servicio, una mejor calidad de la comida y una mayor satisfacción del personal.

Personal del restaurante (directo): Son los usuarios principales encargados de la cocina y se verán afectados por las mejoras en ergonomía y productividad.

Gerencia del restaurante (directo): Son responsables de la toma de decisiones y la inversión en el proyecto, y se beneficiarán de la mejora en la eficiencia del área de cocina.

Proveedores (indirecto): Se verán afectados por un aumento en la demanda de productos, si el restaurante experimenta un crecimiento, de igual manera aumentarán los pedidos a los proveedores.

Propietarios/inversionistas (indirectos): Se beneficiarán de un aumento en la rentabilidad del restaurante como resultado del proyecto.

c. Plan de recolección de datos

Para este proyecto de diseño, es fundamental recopilar datos para percibir cómo implementar el diseño o rediseño para mejorar los procesos de cocina del restaurante Burger Stack. El objetivo de este plan es obtener datos detallados sobre el proceso en la cocina de Burger Stack, con el fin de determinar posibles mejoras. El plan incluirá comprender el proceso de cocina por parte del equipo, lo que nos dará claridad sobre el panorama y el desarrollo del proceso. Esto se logrará mediante conversaciones con el gerente, quien explicará detalladamente el proceso. Posteriormente, con total claridad sobre lo que ocurre dentro de la cocina, procederemos a filmar (sin el conocimiento de los empleados) el proceso de producción de una hamburguesa, desde el mise en place hasta el ensamblaje final.

La recopilación de datos juega un papel fundamental tanto a nivel general como particular en cualquier proyecto de diseño o mejora de procesos, como se evidencia en el caso del restaurante Burger Stack.

A nivel general, la recopilación de datos proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas, permitiendo identificar áreas de oportunidad, optimizar recursos y mejorar la eficiencia en cualquier ámbito empresarial. Es una herramienta clave para entender el funcionamiento interno de una organización y sus procesos, lo que a su vez facilita la identificación de posibles mejoras y la implementación de estrategias efectivas.

En el caso particular de Burger Stack, la recopilación detallada de datos sobre el proceso de cocina y las ventas permite no solo identificar oportunidades de mejora específicas dentro del restaurante, como la optimización de tiempos de preparación o la identificación de productos más demandados, sino también comprender mejor las necesidades y preferencias de los clientes, lo que puede conducir a una experiencia gastronómica más satisfactoria y a un aumento en la rentabilidad del negocio.

Se comenzará con la grabación detallada del proceso, la primera etapa del proyecto implica la grabación meticulosa del proceso de cocina en el restaurante Burger Stack. Inicialmente, se realizará una grabación básica utilizando las cámaras de seguridad de la cocina. Esta grabación proporcionará una visión general del proceso y permitirá identificar puntos clave. Una vez completado este paso inicial, se procederá a realizar una segunda grabación más detallada. En esta ocasión, se utilizará una cámara de alta definición para capturar el proceso desde diferentes ángulos, garantizando así una visualización cercana y precisa. Además, durante esta fase se registrarán detalles específicos como el tipo de hamburguesa, peso y tamaño de la carne, ingredientes utilizados, tiempos de cocción y preparación, temperatura, así como cualquier observación relevante sobre el proceso.

Posteriormente se realizará un análisis de datos de ventas, se procederá a analizar los datos de ventas del restaurante. Para ello, se solicitarán registros históricos que detallen las ventas realizadas por días y horas específicas. Este análisis permitirá evaluar la productividad de la línea de producción, considerando variaciones en la demanda a lo largo del tiempo. Identificar patrones en las ventas según el día de la semana o la hora del día ayudará a establecer parámetros que faciliten la propuesta de planes y diseños de mejora con mayor precisión.

Finalmente se hará un análisis de datos de proceso de cocina, este análisis se centrará en identificar oportunidades de mejora dentro del proceso de cocina. Se prestará especial atención a la identificación de puntos críticos, cuellos de botella y errores comunes que puedan afectar la eficiencia operativa del restaurante. Además, se evaluarán indicadores clave de rendimiento (KPIs) relevantes para el sector gastronómico, como el número de clientes-ventas, clientes por mes, rentabilidad y productividad del personal. Este análisis proporcionará insights valiosos que servirán de base para la implementación de un sistema de KPIs en el restaurante con el fin de tener mejoras significativas en el funcionamiento general.

Tabla III. Indicadores de desempeño a medir y a implementar.

Variable	Objetivo	Descripción	Indicador
Número de clientes-ventas	Mide numéricamente las ventas	Este KPI mide el valor total de las ventas realizadas durante un mes específico. Es un indicador clave para evaluar el rendimiento del equipo de ventas y la salud financiera de la empresa.	$Ventas\ por\ mes = \Sigma (\text{Precio de venta} * \text{Cantidad vendida})$
Clientes por mes	Mide numéricamente los clientes adquiridos por mes	Este KPI mide el número total de clientes nuevos que adquirieron un producto o servicio durante un mes específico. Es un indicador clave para evaluar la eficacia de las estrategias de marketing y adquisición de clientes.	$Clientes\ por\ mes = \text{Número total de nuevos clientes}$
Rentabilidad por mes	Medir la relación entre costo e ingresos	Este KPI mide la utilidad bruta generada durante un mes específico. Es un indicador clave para evaluar la eficiencia financiera de la empresa.	$Rentabilidad\ por\ mes = \text{Ingresos totales} + \text{Utilidad} - \text{Costos totales}$

Porcentaje de ocupación	Relacionar las horas disponibles con las horas de uso	Mide la proporción de puestos de trabajo que están ocupados por empleados activos en un momento dado.	Porcentaje de ocupación = (horas en uso / Número de horas disponibles del recurso) x 100
Absentismo	Medir las ausencias por individuo	Representa la cantidad de empleados que no se presentan a trabajar por diversos motivos, como enfermedad, permisos o ausencias injustificadas.	Absentismo (Días perdidos por absentismo / Días laborales totales) x 100%
Molestias físicas	Representa de forma subjetiva las molestias de los empleados	Mide la frecuencia y la gravedad de las lesiones o problemas de salud que experimentan los empleados debido a su trabajo.	Molestias físicas = (Número de incidentes de molestias físicas / Número total de empleados) x 100
Productividad del personal	Mide numéricamente la relación entre producción y tiempo	Evalúa la eficiencia con la que los empleados realizan sus tareas y generan resultados para la empresa	Productividad del personal = (Producción total / Horas de trabajo totales)

Durante el proceso de recolección de datos en la cocina del restaurante Burger Stack, identificamos posibles sesgos y limitaciones que podrían influir en los resultados obtenidos. Entre ellos se encuentra el sesgo del observador, dado que las interpretaciones pueden reflejar subjetivas. También hubo limitación en el tamaño de la muestra, al haberse analizado únicamente un punto de venta. Asimismo, la recopilación de datos en un periodo específico no consideró posibles variaciones estacionales o cambios en el personal, y los registros manuales de ciertos indicadores podrían contener imprecisiones menores. Por último, las características únicas de la cocina observada podrían limitar la aplicabilidad de los resultados a otras instalaciones. A pesar de estos factores, se adoptaron medidas para mitigar los posibles sesgos, como la recopilación en días y horarios representativos y el uso de herramientas tecnológicas para reducir errores en los registros.

d. Medición del sistema actual

Posterior al plan de recolección de datos se logró tener un listado de los KPIs que nos interesan y a continuación se realizara el relacionamiento entre cada uno de los KPIs con factores Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos y Legales.

El número de “clientes” se relaciona con Factores económicos, tecnológicos, sociales y legales. Algunos de estos factores son el crecimiento económico, los cambios en las preferencias de los consumidores, redes sociales y leyes de competencia. La “rentabilidad” por mes se relaciona con factores políticos, económicos y legales. Algunos factores son los impuestos al negocio y a los alimentos, la inflación y las tasas de interés, así como las leyes tributarias. El “porcentaje de ocupación” se relaciona con factores tecnológicos y ecológicos ya que por un lado es importante la infraestructura y por otro lado las tendencias de consumo y políticas ambientales que pueden afectar el uso de los elementos del sistema. El “absentismo” se relaciona con los factores políticos, económicos, sociales y legales. Algunos de estos factores son las regulaciones laborales, el nivel de desempleo, la satisfacción laboral, seguridad y derechos laborales. Las “molestias físicas” se relacionan con los factores tecnológicos ya que la infraestructura del lugar determina que tan compatible es con los usuarios y si estos presentaran molestias. La productividad del personal se verá afectada por los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos y legales. Como por ejemplo las regulaciones laborales, salarios, satisfacción laboral, infraestructura y la seguridad laboral.

El relacionamiento de factores realizado anteriormente con el apoyo del análisis PESTEL proporciona una visión general de los factores externos que pueden afectar el sector restaurantero. Es importante que los restaurantes consideren estos factores al formular sus estrategias de negocio ya que estos inciden directamente en los KPI'S.

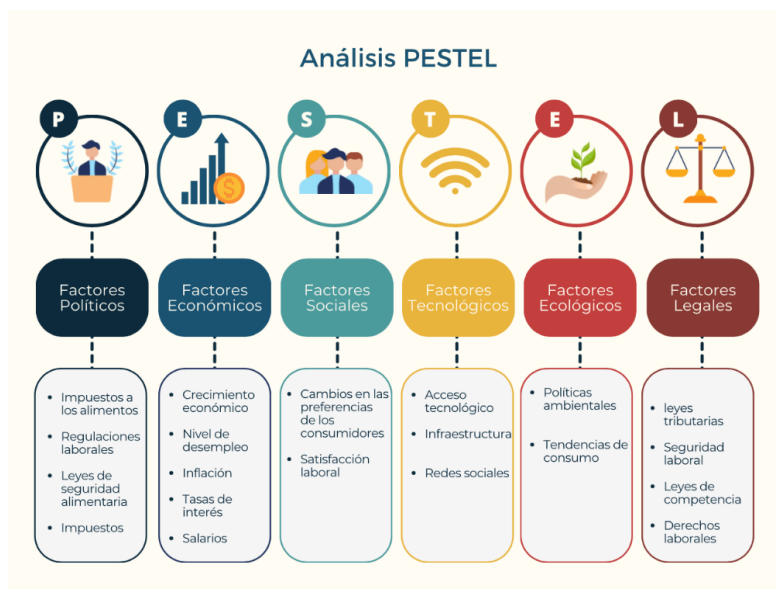


Figura IV. Diagrama PESTEL (Método de Francis J. Aguilar, adaptado por Andrés Duque, Juan Diego Rico, Camilo Yusti, Santiago Zúñiga).

Tabla V. Resultados de indicadores de desempeño.

Variable	Actualidad	Meta
Número de clientes-ventas	115.000.000 cop/mes	120.750.000 cop/mes
Clientes por mes	3.700 personas	3.885 personas
Rentabilidad por mes	14.400.000 cop = 12,52%	15%
Absentismo	4,6 %	2%
Molestias	60 %	20%
Productividad del personal	5 hamburguesas/hora	9 hamburguesas/hora

La Tabla II ilustra el resultado actual de los indicadores de desempeño y la meta que se ha propuesto por parte de los Stake Holders. El Numero de ventas que se propone como meta es de 120.750.000 millones de pesos al mes presentando un aumento del 5 %, al igual que los clientes por mes los cuales presentaría una cifra de 3.885 personas. Para la Rentabilidad por mes se determinó un aumento de 12,52% a 15%. El absentismo fue de 4,6% debido a que se faltan 6 días laborales por parte de todos los empleados a comparación de los 130 días totales que suman entre todos y la meta es llegar a 1,5% de absentismo que correspondería a 2 ausencias en el mes. Por otro lado las molestias fueron del 60% es decir 3 empleados de 5 y se plantea llegar al 20% que correspondería a 1 empleado de 5. Finalmente la productividad del personal se ubica en 5 hamburguesas/ hora lo que corresponde a 57 hamburguesas en la jornada de 11,5 horas. La meta es que con las mejoras implementadas se beneficie también la demanda del restaurante y la productividad aumente a 6 hamburguesas/hora que corresponde a 69 hamburguesas/día.

e. Análisis de causas

Cuando se realiza un proyecto de diseño, surgen una combinación de ideas y soluciones técnicas. Sin embargo, incluso con una excelente planificación y ejecución pueden surgir problemas que obstaculizan el proceso y la calidad del producto final. Ahora entra en juego el análisis de causas, herramienta fundamental para identificar y abordar las raíces subyacentes de los problemas en un proyecto de diseño.

Basándose en lo anteriormente mencionado, se comenzó con un diagrama de los 5 por qué. Este diagrama es importante ya que permite identificar las causas subyacentes de un problema, en lugar de simplemente tratar los síntomas superficiales. Al hacer esto permitió comprender mejor las complejidades de los problemas que se quieren solucionar, permite que se aborde de manera

efectiva y tomar medidas preventivas para evitar que sea recurrente en un futuro, lo cual sirve para desglosar la información y realizar el diagrama de afinidad.

Tabla VI. Diagrama de los 5 ¿Por qué?. (Método de Taiichi Ohno, adaptado por Andrés Duque, Juan Diego Rico, Camilo Yusti, Santiago Zúñiga).

5 ¿Por qué?	Respuesta
¿Por qué se necesita rediseñar las operaciones en el área de la cocina del restaurante Burguer Stack?	Porque se busca mejorar la eficiencia en los puestos de trabajo
¿Por qué se quiere mejorar la eficiencia en los puestos de trabajo en el área de cocina?	Porque no hay un sistema ergonómico establecido y estandarizado
¿Por qué no hay un sistema ergonómico establecido y estandarizado?	Porque cuando se desarrolló el proyecto no se tuvo en cuenta este aspecto laboral
¿Por qué no se tuvo en cuenta este aspecto laboral?	Porque al no hacer mediciones sobre el proceso no se tuvo en cuenta para implementarlo
¿Por qué no se realizaron mediciones?	Porque no había un sistema de Kpis, que facilitara la evaluación de cada proceso

Al finalizar el diagrama de los 5 por qué, se continua a realizar el diagrama de afinidad. Un diagrama de afinidad es una herramienta que sirve en el proceso de la resolución de problemas y toma de decisiones. Este consiste en organizar ideas en grupos lógicos basados en similitudes temáticas. Su utilidad radica en proporcionar una estructura visual que facilite la comprensión de la complejidad de un problema. Se realizó este diagrama para tener información clara y dividida en grupos para realizar el diagrama Ishikawa.

Tabla IV. Diagrama de Afinidad. (Método de Jiro Kawakita, adaptado por Andrés Duque, Juan Diego Rico, Camilo Yusti, Santiago Zúñiga).

Diagrama de Afinidad	
METODO	Falta de indicadores de desempeño
	Carencia de sistema ergonómico
	Ausencia de estandarización de las tareas
AUSENTISMO	Fatiga laboral debido a la falta de ergonomía
	Riesgo de lesiones por diseño inadecuado de la cocina
	Variabilidad en la ejecución de tareas por falta de estandarización
DISEÑO DE COCINA	Riesgos ergonómicos
	Inconsistencias en la calidad debido a las faltas de estandarización
	Dificultad en la coordinación de operaciones
PROCESOS	Variabilidad en la calidad del producto final
	Ineficiencia operativa por falta de estándares
	Incertidumbre en la toma de decisiones por la falta de indicadores
KPIS	Necesidad de evaluación precisa de tareas
	Mejora continua basada en datos
	Guía clara para la toma de decisiones
SISTEMA ERGONÓMICO	Mejora el bienestar de los empleados
	Reducción de fatiga y lesiones
	Aumento de la productividad e eficiencia de la cocina

Posterior a la realización del diagrama de afinidad, se realiza el diagrama Ishikawa. El diagrama Ishikawa, es una herramienta utilizada para identificar y visualizar las posibles causas de un problema en específico. Gráficamente se representa como un esqueleto de pescado, en donde las “espinas” principales representan las categorías de las posibles causas y las secundarias detallan causas específicas dentro de esta categoría. Su utilidad principal radica en proporcionar una estructura sistemática para analizar las múltiples causas que podrían contribuir a un problema. Para el caso específico de Burger Stack, se han organizado los problemas principales que se consideraron relevantes y se desglosaron en posibles causas del problema.



Figura IV. Diagrama Ishikawa. (Método de Kaoru Ishikawa, adaptado por Andrés Duque, Juan Diego Rico, Camilo Yusti, Santiago Zúñiga).

Posterior al diagrama de Ishikawa, se realizó la matriz DOFA teniendo identificadas las posibles causas de los problemas. La matriz DOFA es una herramienta de análisis estratégico utilizada para evaluar las fortalezas y debilidades internas, así como las oportunidades y amenazas externas de una empresa. Nos permite proporcionar una visión panorámica de la situación actual y futura de una organización, permitiendo identificar áreas de mejora, ventajas competitivas y posibles riesgos. Esta matriz se realizó a partir de la información que se identificó en los diagramas anteriormente realizados, por eso la importancia de llevar a cabo cada uno de ellos, pues proporcionan información importante para llegar a conclusiones concisas.

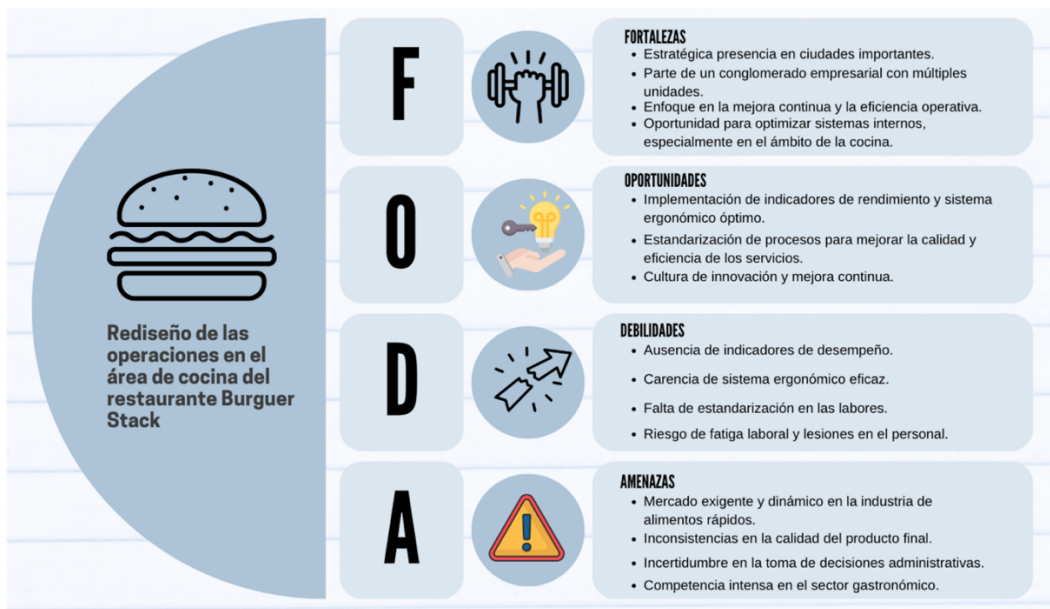


Figura VII. FODA. (Método de Albert Humphrey, adaptado por Andrés Duque, Juan Diego Rico, Camilo Yusti, Santiago Zúñiga).

f. Objetivos

Objetivo General

Rediseñar las operaciones en el área de la cocina de restaurantes Burger Stack utilizando indicadores KPI que permitan el fácil monitoreo de las labores en el área de cocina, con el propósito de mejorar la eficiencia en los puestos de trabajos.

Objetivos Específicos

- I. Analizar los procesos actuales en el área de cocina, identificando puntos críticos de ineficiencia y áreas de mejora, mediante la observación directa del flujo de trabajo y la retroalimentación del personal.
- II. Desarrollar un sistema de indicadores clave de desempeño (KPI) específicos para el área de cocina, basado en métricas como la eficiencia del personal, el número de ventas-cliente, los porcentajes de absentismo y el tiempo de preparación de pedidos, para facilitar el monitoreo continuo del desempeño operativo.
- III. Diseñar un modelo de flujo de trabajo en el área de cocina, utilizando técnicas de diagramación de procesos y herramientas ergonómicas, con el fin de mejorar la secuencia de actividades y su productividad.

g. Revisión de literatura

Esta revisión de literatura proporciona un análisis integral de varios proyectos relacionados con la optimización de operaciones en el sector de restaurantes, con un enfoque particular en la mejora de la eficiencia en las actividades de cocina. Al considerar una variedad de metodologías, desde la aplicación de Lean Manufacturing hasta la ergonomía del puesto de trabajo, ofrece a los lectores una perspectiva amplia y diversa sobre las herramientas disponibles para abordar desafíos similares. Para llevarla a cabo fue necesario plantear desde el inicio unas palabras claves, que le dieran un rumbo a nuestra revisión, con las cuales realizamos nuestra búsqueda y posteriormente asociamos a cada una de las fuentes para ir un poco más allá, sobre cuál es el resultado de todo esto.

Tabla V. Matriz de búsqueda.

Fuentes consultadas	Palabras clave de la búsqueda de la revisión de literatura									
	Ergonomía	Lean manufacturing	Restaurante	Kpi	Productividad	Factores humanos	Eficiencia	Satisfacción del cliente	Calidad	Riesgos ocupacionales
Aplicación de ergo – Lean manufacturing en el análisis de valor.	X	X	X		X	X			X	X
La satisfacción del cliente basada en la Calidad del Servicio a través de la eficiencia del personal y eficiencia del servicio: Un estudio empírico de la industria restaurantera.			X		X		X	X	X	
Implementación de key performance indicators como herramienta de evaluación de desempeño.				X	X		X			
Aplicación del estudio de métodos para mejorar la productividad en el restaurante “La Barra del Che”, Talara - Piura 2022	X	X	X		X		X	X		
Ergonomía Del Puesto De Trabajo De Cocina Caliente Para Prevenir Enfermedades En El Sector Gastronómico restaurante Harajuku De La Ciudad De Bogotá.	X		X			X				X
Factores humanos y su influencia en la productividad					X	X		X		X

Control de riesgos ocupacionales por exposición a calor y condiciones ergonómicas en establecimientos del CEN-CINAI: Cartago, Tierra Blanca y Llanos de Santa Lucia.	X	X	X			X				X
Implementación de un sistema integrado de la metodología 5S e IoT para la mejora de la productividad en un restaurante en el distrito de Lima.		X	X		X		X	X		
Propuesta de un modelo de gestión basado en lean service para mejorar la productividad en el restaurante turístico Don Teodosio		X			X		X		X	
Diseño de la mejora de procesos de producción para incrementar la productividad en el Restaurant Jijuna Gourmet S.R. L., Cajamarca, 2021.	X		X	X	X		X		X	

Los proyectos revisados presentan resultados tangibles, como la reducción de tiempos de producción, mejoras en la calidad del servicio y la disminución de costos operativos. Estos resultados concretos, respaldados por datos cuantitativos, proporcionan a los lectores una comprensión clara de los beneficios potenciales que podría obtener la implementación de estrategias similares en el proyecto en cuestión.

Además, la revisión destaca la importancia de aspectos como la formación del personal, la aplicación de herramientas específicas de mejora continua y la evaluación periódica del desempeño. Estos elementos son fundamentales para garantizar la sostenibilidad de las mejoras realizadas y para fomentar una cultura de eficiencia y excelencia operativa a largo plazo.

Entre las fuentes consultadas podemos destacar tres grandes temas los cuales serán los pilares de nuestro proyecto, los cuales son: la aplicación de lean manufacturing, la ergonomía y por último la eficiencia y la productividad. estas fuentes nos servirán para tener una guía clara y asertiva, de cómo aplicar los diferentes conceptos de manera correcta en pro del proyecto en cuestión.

Para la aplicación de los conceptos de lean manufacturing encontramos alternativas como la metodología 5s, la cual consiste en una filosofía de gestión japonesa que se basa en cinco principios simples para mejorar la organización, la limpieza y la eficiencia en el lugar de trabajo, la cual después de ser aplicada genero un aumento en la productividad del 14,52% en un restaurante de Lima, Perú,[1] también implementaremos el lean service que consiste en eliminar el desperdicio y crear un flujo de valor más eficiente para mejorar la satisfacción del cliente lo cual generara una reducción en la variabilidad de los procesos en los cuales será aplicado lo cual desencadenara una mejora en la productividad y la eliminación de problemas en las actividades[2] y por último la metodología ergo-lean la cual se refiere a la integración de los principios de ergonomía en las prácticas de Lean Manufacturing la cual es efectiva para reducir tiempos de producción, mejorar la calidad de los productos, disminuir los costos de producción y aumentar la satisfacción de los trabajadores.[3] Estas tres metodologías fueron aplicadas con éxito en diferentes proyectos de rediseño y mejora en restaurantes.

En el sector ergonómico nos basaremos en hacer distintos análisis de las condiciones de trabajo en el área de cocina con la finalidad de identificar problemas que tengan que ver con los siguientes temas:

- Altas temperaturas
- Posiciones prolongadas
- Transporte de cargas pesadas
- Movimientos incómodos
- Enfermedades musculoesqueléticas
- Fatiga
- Estrés

Esto nos servirá para plantear las mejoras necesarias en el área de cocina y evaluar los riesgos ocupacionales que puedan tener los trabajadores dentro del restaurante.

Por último, en el área de eficiencia con ayuda de las fuentes ya revisadas, se realizaron análisis exhaustivos en torno a la eficiencia del personal, la calidad del servicio, la satisfacción del cliente y la eficiencia del servicio, los cuales son conceptos que van mucho de la mano, ya que, la mejora en la eficiencia del personal y del servicio impactan positivamente en la calidad del servicio prestado, así mismo, esta mejora en la calidad desencadena en una mayor satisfacción del cliente. Por el lado de la productividad se realizarán diagnósticos generales del restaurante utilizando herramientas de medición de tiempo, lo cual nos ayudara a optimizar los procesos y el flujo de trabajo, a mejorar el servicio al cliente en temas de reducción de tiempos de espera y satisfacción del mismo y en la gestión del personal y la asignación de recursos.

En resumen, esta revisión de literatura ofrece a los lectores una valiosa visión contrastante con proyectos exitosos en el ámbito de la restauración, con un enfoque particular en la eficiencia operativa y la ergonomía del puesto de trabajo en el área de cocina, demostrando que la implementación de estrategias centradas en la eficiencia y la ergonomía puede conducir a mejoras significativas en la productividad, la calidad del servicio y la satisfacción del personal. Estos hallazgos respaldan la relevancia y el potencial del proyecto.

II. DISEÑO CONCEPTUAL Y PRELIMINAR

a. *Requerimientos del cliente*

Para evaluar la factibilidad del proyecto de rediseño de la cocina de Burger Stack, se consideró fundamental consultar con el dueño de la empresa, enfocado directamente en el funcionamiento de la cocina, en el cual nos brindaron información de gran importancia sobre el funcionamiento de la cocina. Para evaluar la factibilidad del proyecto el equipo necesita tener en cuenta las siguientes restricciones de diseño:

1 *Restricciones de diseño (factibilidad)*

- Presupuesto: Es importante tener en cuenta el presupuesto con el que cuenta la empresa Burger Stack para el desarrollo de este proyecto, se tiene un presupuesto de 10 millones de pesos colombianos, esto para implementar nueva indumentaria y para su mantenimiento durante el uso.
- Espacio: Es relevante tener en cuenta que el rediseño de la cocina de Burger Stack debe hacerse dentro del espacio existente (20 m²), sin realizar modificaciones estructurales significativas al local.
- Operaciones actuales: El rediseño de la cocina de Burger Stack no debe interrumpir significativamente las operaciones actuales del restaurante (ensamble de las hamburguesas), se debe implementar un plan de rediseño minimizando la interrupción del servicio.
- Ergonomía: El rediseño debe considerar las características físicas promedio tanto de los hombres como de las mujeres, enfocados en generar comodidad y seguridad del trabajador para que así mismo sea más productivo.

Burger Stack, busca mejorar la productividad y la comodidad del trabajador mediante un rediseño de la cocina. el proyecto, basado en un árbol de objetivos, busca tener una visión clara de a lo que se quiere llegar (objetivos), y el cómo se alcanzara (subobjetivos), dentro de las restricciones presupuestadas, de espacio y operativas.

Figura VIII. Árbol de Objetivos.

2 *Especificaciones de diseño (características)*

Para el proyecto de rediseño de la cocina de Burger Stack, la satisfacción de los trabajadores es un factor crucial para el éxito. Un espacio de trabajo cómodo, seguro y eficiente puede aumentar la productividad, reducir la fatiga y mejorar la calidad de vida laboral. En este sentido, el proyecto se enfoca en garantizar que el nuevo diseño satisfaga las necesidades y expectativas de los trabajadores de la cocina.

A continuación, se especifican las características que debe cumplir el proyecto:

- Mejora de la productividad: El rediseño debe mejorar la eficiencia y el flujo de trabajo en la cocina, lo que se traduce en una mayor producción y un menor tiempo de preparación de los pedidos.
- Reducción de la fatiga laboral: El rediseño debe minimizar la fatiga física (quemaduras, dolor en la espalda, cansancio en los pies, etc..) y mental (estrés) de los trabajadores, lo que puede reducir el riesgo de lesiones y mejorar el bienestar general.
- Mejora de la calidad: El rediseño debe promover la consistencia en la preparación de alimentos, lo que se traduce en una mejor calidad y satisfacción del cliente.
- Estética: El rediseño debe mantener una estética profesional y atractiva que esté en línea con la imagen de marca de Burger Stack.

3 *Leyes, normas y estándares (buenas prácticas)*

El cumplimiento de las leyes, normas y estándares es fundamental para garantizar la seguridad, la higiene y la calidad de los alimentos en el restaurante Burger Stack. A continuación, se presentan las principales regulaciones aplicables en Colombia:

Leyes y decretos:

- Ley 2120 de 2021: Esta ley establece el marco legal para la promoción de la alimentación saludable y segura en Colombia. Define los requisitos de rotulación, publicidad y promoción de alimentos, así como las responsabilidades de los productores, comercializadores y consumidores. [1]
- Decreto 1500 de 2007: Este documento establece un reglamento técnico que define la creación del Sistema Oficial de Inspección, Vigilancia y Control de la Carne, Productos Cárnicos Comestibles y Derivados Cárnicos. Este sistema tiene como objetivo garantizar la calidad e higiene de estos productos durante todo su proceso, desde la producción primaria hasta su consumo final. El reglamento también establece los requisitos sanitarios y de inocuidad que se deben cumplir en cada etapa del proceso, incluyendo la producción primaria, el beneficio, el desposte, el desprese, el procesamiento, el almacenamiento, el transporte, la comercialización, el expendio, la importación y la exportación. [2]
- decreto 3075/1997: Esta norma establece los requisitos de buenas prácticas de manufactura para la producción de alimentos, incluyendo las hamburguesas. Define las prácticas que deben implementarse en los establecimientos para garantizar la seguridad e higiene de los alimentos.[3]

Resoluciones:

- Resolución 5109 de 2005 (NTC 512-1:2023): Esta norma establece los requisitos de rotulación para productos alimenticios pre-envasados, incluyendo la información obligatoria que debe figurar en el etiquetado de las hamburguesas. [4]
- Resolución 2674 de 2013: Esta ley establece el Sistema Nacional de Vigilancia Sanitaria y Control de Alimentos y Bebidas, cuyo objetivo es proteger la salud pública controlando la producción, comercialización y consumo de alimentos. [5]

Estándares:

- Estándar Colombiano de Seguridad Alimentaria (SC-2): Este estándar establece los requisitos de calidad e higiene para la producción de alimentos, incluyendo las hamburguesas. Define las buenas prácticas de manufactura, los controles de calidad y los programas de monitoreo que deben implementarse en los establecimientos.[6]
- Guía Colombiana de Buenas Prácticas para la Elaboración y Expendio de Hamburguesas: Esta guía proporciona recomendaciones prácticas para la elaboración y expendio de hamburguesas de manera segura e higiénica. Incluye información sobre la selección de materias primas, el manejo de alimentos, la limpieza y desinfección de las instalaciones y el control de plagas.[7]

El Instituto Nacional de Vigilancia Sanitaria (INVIMA) y el Ministerio de Salud y Protección Social son los dos organismos responsables de velar por la seguridad alimentaria en los restaurantes de hamburguesas en Colombia. El INVIMA se encarga de la vigilancia y control sanitario, elaborando y aplicando las normas y estándares pertinentes, mientras que el Ministerio define las políticas públicas relacionadas con la salud alimentaria y promueve hábitos de consumo saludables.

b. Análisis funcional

El sistema de cocina de Burger Stack está diseñado para maximizar la eficiencia en la preparación de sus productos. Este sistema se organiza en varias estaciones y áreas especializadas para cubrir todas las etapas del proceso de preparación de alimentos.

- Espacios de ensamble: En esta área es donde se ensamblan y se preparan los ingredientes principales de las hamburguesas y otros productos del menú. Aquí, los empleados pueden encontrar todos los elementos necesarios para armar los pedidos.
- Neveras: La refrigeración es crucial para mantener la frescura de los ingredientes.
- Parrilla para carne: Esta estación está dedicada a cocinar las hamburguesas y otros productos de carne a la parrilla. En esta estación se controla la temperatura y el tiempo de cocción.
- Parrilla para el pan: Esta área se encarga de tostar o calentar los panes de hamburguesa
- Estantes para guardar utensilios: Se disponen estantes cerca de cada estación para almacenar los utensilios y herramientas necesarios.
- Estación de fritura: En esta área se preparan alimentos que requieren freír, como papas fritas, aros de cebolla, etc.
- Estación para lavar utensilios: Después de cada uso, los utensilios y equipos se lavan en esta estación para mantener altos estándares de higiene y limpieza en la cocina. Esta área está equipada con fregaderos y detergentes para un proceso eficiente de lavado y desinfección.
- Canastas para almacenar pan: Para facilitar la organización y el acceso rápido, las canastas se utilizan para almacenar y distribuir pan fresco, garantizando que estén disponibles cuando se necesiten.

El diagrama de flujo funcional es una representación visual que describe el flujo de actividades, información o decisiones dentro de un proceso o sistema. Su importancia radica en su capacidad para proporcionar una comprensión clara y detallada de cómo se ejecutan las tareas y cómo se relacionan entre sí dentro de una organización.

Teniendo esto en cuenta se ha realizado el diagrama de flujo para el proceso de ensamble de una hamburguesa standard en la cocina de Burger Stack donde se desglosa el proceso. En este gráfico se plasman las funciones que deben llevarse a cabo para que el sistema funcione y facilite la visibilidad de las tareas realizadas.



Figura IXI. Diagrama de flujo. (Método de Frank Gilbreth y Lilliam Gilbreth, adaptado por Andrés Duque, Juan Diego Rico, Camilo Yusti, Santiago Zúñiga).

c. Fijación de requerimientos de diseño

Para la fijación de requerimientos se ha diseñado una tabla de requisitos de ingeniería, este tipo de gráficos se utiliza para documentar requisitos funcionales y de rendimiento, en este caso, para el rediseño de la cocina. En esta tabla se enumeran los requisitos individuales para cada uno según su importancia. Para el siguiente gráfico se tomaron tres categorías, mejora la

comodidad y seguridad del trabajador, promover la eficiencia y la calidad de los alimentos y mantener una estética atractiva y profesional. Para el primer requisito se divide en subgrupos facilidad de instalación, ergonomía del diseño, facilidad de mantenimiento y resistencia al desgaste. Para el segundo se toman tiempo de preparación de alimentos, reducción de desperdicios, facilidad de limpieza de los equipos y frescura de los ingredientes. Para el tercero, se subdivide en coherencia con la marca, uso de materiales de alta calidad, organización eficiente de espacios e innovación y creatividad.

La calificación de cada requisito funcional se toma una calificación del 1-10, siendo el 10 el más importante según la comparación con los requerimientos de ingeniería.

Tabla VI. Requerimientos de ingeniería.

		Requerimientos de ingeniería						
		Altura de las superficies	Iluminación Adecuada	Espacios de trabajos amplios	Áreas de trabajo designadas	Control de temperatura	Señalización clara y visible	Área de descanso
REDISEÑO DE LA COCINA								
Mejora la comodidad y seguridad del trabajador	Facilidad instalación	10	10	n/a	n/a	10	10	10
	Ergonomía del diseño	8	n/a	n/a	9	n/a	n/a	8
	Facilidad de mantenimiento	7	6	9	10	5	3	7
	Resistencia al desgaste	9	8	n/a	9	6	4	7
Promover la eficiencia y la calidad de los alimentos	Tiempo de preparación alimentos	10	9	8	9	3	5	7
	Reducción desperdicios de alimentos	1	1	1	6	8	8	3
	Facilidad de limpieza de los equipos	10	9	9	9	2	4	2
	Frescura de los ingredientes	n/a	n/a	n/a	n/a	8	n/a	n/a

Mantener una estética atractiva y profesional	Coherencia con la marca	2	3	2	10	1	8	7
	Uso de materiales de alta calidad	5	9	2	5	4	4	9
	Organización eficiente de espacios	9	4	10	10	2	2	9
	Innovación y creatividad	4	2	4	6	1	2	6

Fijación de requerimientos del diseño (atributos y características) en términos de valores específicos de indicadores de desempeño (por sus siglas en inglés, TPMs).

d. Exploración de ideas y selección de alternativa

A continuación se enlistaran las alternativas de diseño planteadas por medio de la metodología “Brain Storming”, inicialmente se definió un objetivo claro para la sesión de lluvia de ideas y posteriormente en la reunión semanal los cuatro estudiantes participantes del proyecto junto con el Profesor Luis Andrés Saavedra se realizó la generación de ideas y se rescataron las siguientes 5 como las que cumplen con los requerimientos planteados. Cada alternativa de diseño esta especificada según su dimensión de las 4 P del mercadeo.

1. Rediseño del espacio de trabajo (Producto)

- Estaciones de trabajo ajustables: Implementar mesas de trabajo y estantes con altura regulable para que cada cocinero pueda adaptarla a su estatura, reduciendo así la fatiga muscular que se genera y mejorando la postura de los empleados.
- Distribución optimizada: Realizar la reorganización de la disposición en la cocina para generar un mayor flujo de trabajo y así lograr más eficiencia, minimizando los movimientos innecesarios de los cocineros entre áreas para así optimizar el acceso a los ingredientes, utensilios y equipos.
- Zonas de trabajo especializadas: Designar áreas específicas para cada tarea, como picar, cocinar y ensamblar, equipándolas con las herramientas y utensilios necesarios para cada actividad, reduciendo así el tiempo de búsqueda y mejorando la eficiencia.

Esta alternativa se enfoca en el producto tangible, ya que busca mejorar el espacio de cocina donde se desempeñan los cocineros. Las estaciones de trabajo ajustables, la distribución optimizada y las zonas de trabajo especializadas pretenden modificar las características físicas de la cocina, impactando directamente en la comodidad, eficiencia y seguridad del personal.

2. Implementación de tecnología (Precio)

- Software de gestión de pedidos: Implementar un sistema de pedidos digital que automatice la recepción, organización y seguimiento de los pedidos, reduciendo así el tiempo dedicado a tareas manuales y mejorando la comunicación entre el personal de cocina y el área de atención al cliente.
- Pantallas de visualización: Instalar pantallas en la cocina para mostrar los pedidos en tiempo real, permitiendo a los chefs tener una visión clara y actualizada de la demanda, priorizando así las tareas y optimizando el tiempo de preparación.
- Herramientas de corte eléctricas: Incorporar herramientas de corte eléctricas como rebanadoras, picadoras y peladoras automáticas para reducir el esfuerzo físico y el tiempo de preparación, mejorando la eficiencia y la calidad del corte.

Esta alternativa se relaciona con el precio de las soluciones propuestas. La inversión en software de gestión de pedidos, pantallas de visualización y herramientas de corte eléctricas implica un costo inicial, pero busca generar un retorno de inversión a través de la mayor productividad, reducción de mermas y optimización del tiempo, generando ahorros a largo plazo.

3. Capacitación y entrenamiento (Promoción)

- Programa de ergonomía: Desarrollar un programa de capacitación que enseñe a los chefs técnicas de ergonomía para prevenir lesiones y mejorar la postura durante el trabajo, reduciendo así el riesgo de enfermedades profesionales y aumentando la comodidad en el puesto de trabajo.

- Entrenamiento en técnicas de cocina eficientes: Brindar entrenamiento a los chefs en técnicas de cocina que optimicen el tiempo y el esfuerzo, como métodos de corte rápidos, técnicas de cocción simultánea y estrategias de organización del espacio de trabajo.
- Talleres de trabajo en equipo: Implementar talleres de trabajo en equipo para fomentar la colaboración y la comunicación entre los chefs, mejorando la coordinación de tareas y la resolución conjunta de problemas, optimizando así el trabajo en equipo y la dinámica de la cocina.

Esta alternativa se centra en la promoción del capital humano dentro de Burger Stack. Los programas de ergonomía, entrenamiento en técnicas de cocina y talleres de trabajo en equipo buscan desarrollar las habilidades y conocimientos del personal, aumentando su valor y mejorando su desempeño en la cocina.

4. Mejora de las condiciones de entorno de trabajo (Plaza)

- Música ambiental: Implementar un sistema de música ambiental con melodías relajantes y motivadoras para crear un ambiente de trabajo más agradable y estimulante, reduciendo así el estrés y mejorando el estado de ánimo del personal.
- Iluminación adecuada: Asegurar una iluminación adecuada en toda la cocina, utilizando luz natural y artificial de manera estratégica para reducir la fatiga visual y mejorar la concentración de los chefs.
- Temperatura y ventilación controladas: Mantener una temperatura y ventilación adecuadas en la cocina para crear un ambiente confortable y saludable, reduciendo así el estrés térmico y mejorando el bienestar del personal.

Esta alternativa se enfoca en la plaza o entorno intangible de la cocina. La música ambiental, la iluminación adecuada y la temperatura y ventilación controladas modifican las características del ambiente laboral, impactando directamente en el bienestar, la motivación y el rendimiento del personal.

5. Implementación de un sistema de pausas activas

- Establecer pausas breves y regulares: Implementar un sistema de pausas activas durante la jornada laboral para que los chefs puedan realizar ejercicios de estiramiento y movilidad, reduciendo así la fatiga muscular y mejorando la circulación sanguínea.
- Proporcionar un espacio de descanso: Designar un espacio de descanso cómodo y equipado con elementos que promuevan la relajación, como sofás, mesas y música ambiental, para que los chefs puedan descansar y recargar energías durante las pausas.
- Fomentar la actividad física: Incentivar la práctica de actividad física regular entre los chefs, ofreciendo clases de yoga, pilates o gimnasia laboral, para mejorar su condición física y prevenir lesiones a largo plazo.

Relación entre las alternativas propuestas y la ingeniería industrial.

- Análisis de flujo de trabajo: Implementar técnicas de análisis de flujo de trabajo para identificar cuellos de botella y áreas de mejora en la cocina, optimizando así el proceso de preparación de hamburguesas y reduciendo los tiempos de espera.
- Ergonomía: Aplicar principios ergonómicos en el diseño del espacio de trabajo, las herramientas y los métodos de trabajo para minimizar la fatiga muscular, el riesgo de lesiones y mejorar la comodidad del personal.
- Gestión de la calidad: Implementar un sistema de gestión de la calidad para garantizar la consistencia y la calidad de las hamburguesas, reduciendo así el desperdicio y mejorando la satisfacción del cliente.

A continuación en la Tabla VII se realizara la determinación del valor de la ponderación de cada criterio basándose en la importancia dada a cada uno por parte del Stake Holder principal el cual es el dueño del restaurante. Según su criterio se estableció que el criterio con mayor importancia es el de viabilidad económica ya buscan que la inversión sea lo más baja posible. La Adaptabilidad, la Viabilidad Económica y la Viabilidad Técnica fueron establecidos con la misma importancia mientras que la Aplicabilidad en Área del Diseño fue valorado como el criterio con menos importancia.

Tabla VII. Criterios.

Criterio	Definición	Ponderación
Eficiencia Operativa	La eficiencia operativa se refiere a la capacidad del restaurante para realizar sus actividades de manera óptima, utilizando los recursos disponibles de la mejor manera posible para lograr sus objetivos.	25%

Adaptabilidad	La adaptabilidad se refiere a la capacidad del restaurante para ajustarse a los cambios del entorno, tanto internos como externos.	20%
Viabilidad Económica	Considera los costos asociados con el desarrollo de cada alternativa.	20%
Viabilidad Técnica	Analiza la viabilidad técnica de cada alternativa, considerando la integración con sistemas existentes y la capacidad de implementación.	20%
Aplicabilidad en Área del Diseño	Evalúa la coherencia de la alternativa con los principios y conocimientos del área de diseño seleccionado.	15%

Cada alternativa será calificada de acuerdo a una escala de uno a cinco de acuerdo al nivel que cumpla en cada criterio. Posteriormente se obtendrá la calificación final de cada alternativa para dar evidencia de cuál es la que mejor cumple con los criterios de selección.

La Tabla VII ilustra la calificación de cada criterio con cada alternativa y su calificación ponderada de acuerdo a los pesos relativos de cada criterio.

Tabla VIII. Evaluación de alternativas. (Método de Thomas L. Saaty, adaptado por Andrés Duque, Juan Diego Rico, Camilo Yusti, Santiago Zúñiga).

Criterios						
	Eficiencia Operativa	Adaptabilidad	Viabilidad Económica	Viabilidad Técnica	Aplicabilidad en Área del Diseño	Calificación ponderada
Alternativas						
Rediseño del espacio de trabajo	5	5	3	3	5	4,2
Implementación de tecnología	4	4	2	3	4	3,4
Capacitación y entrenamiento	5	4	3	3	3	3,7
Mejora de las condiciones de entorno de trabajo	4	5	4	4	3	4,05
Implementación de un sistema de pausas activas	2	4	5	4	3	3,55

Al realizar la calificación de las distintas alternativas de diseño, la alternativa ganadora corresponde a la propuesta basada en el Rediseño del espacio de trabajo. La alternativa propone rediseñar las estaciones de trabajo para que sean ajustables, la distribución optimizada de la cocina y la especialización de las áreas de trabajo. La implementación de esta alternativa de diseño junto con los KPI's que se implementarán dará paso a la verificación de las mejores que se han propuesto.

e. Especificación del diseño

Después de llevar a cabo la selección de alternativas, se determinó que la mejor alternativa para el rediseño de las operaciones en el área de cocina del restaurante Burger Stack fue el rediseño del espacio de trabajo. Con esto, se busca satisfacer todos los requisitos de diseño y del cliente. Para lograr esto se decidió utilizar el método células de ensamble con el cual se generaran

simulaciones que buscaran cumplir con los objetivos a partir de los subjetivos anteriormente nombrados (ver Figura VI) los cuales son basados en los requerimientos entregados por el cliente, pero al mismo tiempo cumplir los requerimientos de diseño que se le programaran al modelo, este modelo nos entregara la mejor opción de disposición del espacio, para después aplicarle conocimientos ergonómicos y así asegurar la mejor opción para todos nuestros grupos de stakeholders, planteando el rediseño de la cocina de Burger Stack . Una vez completado el rediseño de la cocina, se establecerán los KPIs que se implementarán en el restaurante, lo cual mejorará significativamente la eficiencia, la productividad y los factores humanos en el restaurante.

Para implementar esta alternativa es necesario tener en cuenta estos tres aspectos claves:

Estaciones de trabajo ajustables: La implementación de mesas de trabajo y estantes con altura regulable permitirá que cada cocinero pueda adaptar su espacio de trabajo a su estatura, lo que reducirá la fatiga muscular y mejorará la postura de los empleados. Esto conducirá a un ambiente laboral más cómodo y saludable, lo que a su vez puede aumentar la satisfacción y la productividad del personal.

Distribución optimizada: La reorganización de la disposición en la cocina para generar un flujo de trabajo más eficiente minimizará los movimientos innecesarios de los cocineros entre áreas. Esto optimizará el acceso a los ingredientes, utensilios y equipos, lo que reducirá el tiempo perdido y aumentará la eficiencia operativa en general.

Zonas de trabajo especializadas: La asignación de áreas específicas para cada tarea, junto con el equipamiento adecuado, reducirá el tiempo de búsqueda de herramientas y utensilios necesarios para cada actividad. Al tener todo al alcance, se mejorará la eficiencia del proceso de preparación de alimentos, lo que puede traducirse en una mayor velocidad de servicio y una mejor experiencia para el cliente.

f. Plan de trabajo (PdT)

El plan de trabajo es una herramienta esencial para la gestión de proyectos. Esta nos proporciona una ruta detallada para alcanzar los objetivos establecidos, es por esto por lo que la elaboración adecuada de un plan de trabajo es fundamental para el éxito de los proyectos.

Teniendo en cuenta esto mencionado, se optó por diseñar una tabla en donde se separaron objetivos, área de IISE, herramientas de ingeniería industrial, actividad, entregable y fecha de entrega. Para los objetivos se tuvo en cuenta los objetivos específicos. En el área IISE, se realizó una investigación sobre cuál área de la ingeniería industrial se iba a abarcar desde ese objetivo y se planteó en la tabla. En el apartado de herramientas de ingeniería industrial, se investigó acerca de cuáles podían ser útiles para cumplir con el objetivo y se eligió la más acorde con la situación. Para la actividad, se pensó minuciosamente qué tipo de acciones se podía llevar a cabo para lograr cumplir con el objetivo y por último, en el entregable, se especifica que es lo que va a recibir el cliente, se decidieron los siguientes entregables (ver tabla) pues son los que cumplen con las necesidades del cliente y cumplen con el objetivo.

Tabla IX. Plan de trabajo

Objetivo	Área IISE	Herramientas de Ingeniería Industrial	Actividad	Entregable	Fecha entrega
Específico 1	Gestión de operaciones	Indicadores KPI	Recopilación de KPIs medidos en el proyecto	Se hará entrega de los KPIs que serán implementados en el restaurante	5 de Octubre 2024
	Ingeniería de calidad		Evolución y selección de KPIs		
Específico 2	Ingeniería Ergonómica	Ergonomía	Aplicación método REBA optimizado	Se hace entrega los métodos 3D de la alternativa de diseño más adecuada	10 Agosto 2024
Específico 3	Lean manufacturing	Método de células de ensamble	Se utiliza el método para hacer un nuevo diagrama de flujo del proceso mejorado, teniendo en cuenta tiempos y recorridos, con el fin de mejorar la productividad y la eficiencia en cocina.	Diagrama de flujo del proceso	13 Noviembre 2024

III. PRESENTACIÓN DE ALTERNATIVAS

a. Contexto actual de la cocina

Para el rediseño de la cocina del restaurante Burger Stack, es fundamental comprender el estado actual del espacio de trabajo y las razones detrás de la elección del método REBA como herramienta de evaluación ergonómica.

En el diseño actual de la cocina de Burguer Stack podemos evidenciar varios problemas ergonómicos que afectan tanto la salud de los trabajadores como la eficiencia operativa del restaurante. Uno de los principales problemas identificados es la necesidad frecuente de inclinarse o estirarse para acceder a los equipos o utensilios requeridos para la realización de las actividades diarias durante la jornada laboral, este exceso de esfuerzos y posturas incómodas aumenta el riesgo de lesiones musculoesqueléticas. Las estanterías están mal ubicadas, lo que obliga a los trabajadores a adoptar posturas inadecuadas de forma continua. Además, la campana extractora no está correctamente alineada con las dimensiones antropométricas de los trabajadores, lo que genera fatiga al tener que agacharse o estirarse para operar en áreas como la parrilla.

Estos factores mencionados anteriormente no solo afectan la salud de los trabajadores, si no, que también puede llegar a verse afectada la productividad del restaurante, ya que el tiempo de operación se ve incrementado por la fatiga acumulada y los desplazamientos innecesarios para realizar las tareas de cocina. El flujo del trabajo se torna ineficiente debido a la inadecuada disposición de los insumos, como se puede evidenciar en la freidora, donde los operarios deben moverse repetidamente para obtener paquetes de papas, lo que ocasiona pérdida de tiempo y mayores niveles de fatiga física. [16]

b. Método REBA y justificación

El método REBA fue elegido para este proyecto de rediseño porque permite evaluar de manera sistemática las posturas del cuerpo entero, especialmente en entornos laborales donde se realizan actividades físicas repetitivas o prolongadas que pueden causar lesiones musculoesqueléticas. En el caso de la cocina de Burger Stack, las tareas implican una gran cantidad de flexiones, extensiones y movimientos repetitivos, lo que hace que este método sea especialmente adecuado.

Este método cuenta con varias ventajas claves como lo son: La evaluación integral de todo el cuerpo, este método evalúa no solo el tronco, sino también los brazos, antebrazos, muñecas, cuello y piernas, lo que permite una visión holística de los riesgos ergonómicos que enfrentan los operarios; detección de posturas críticas, a través de puntajes basados en la inclinación y flexión de las diversas partes del cuerpo, REBA permite identificar posturas que pueden generar un alto riesgo a nivel postural. En el caso de la cocina, se identificaron varias posturas inadecuadas; la priorización de intervenciones, el método asigna puntajes que permiten priorizar qué áreas necesitan rediseño inmediato. [16]

A continuación, se presentan los resultados del método, evidenciando los resultados anteriormente mencionados:

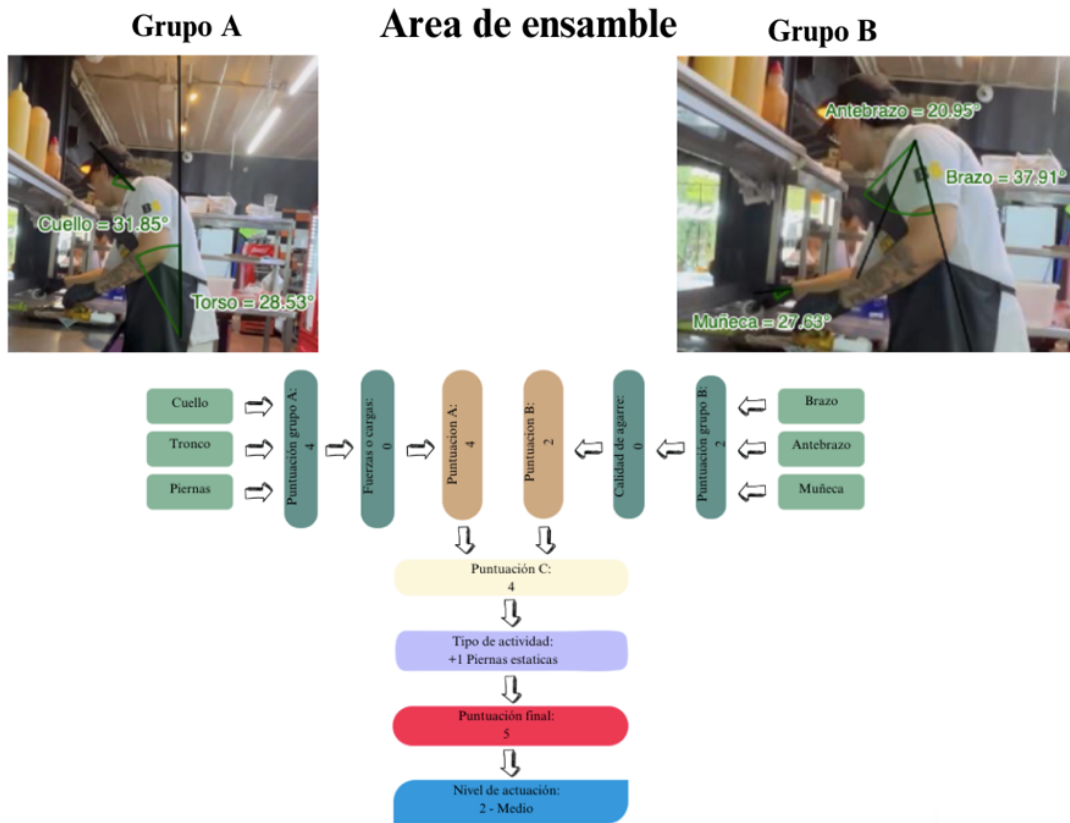


Fig. 1 Puntuación REBA área ensamble

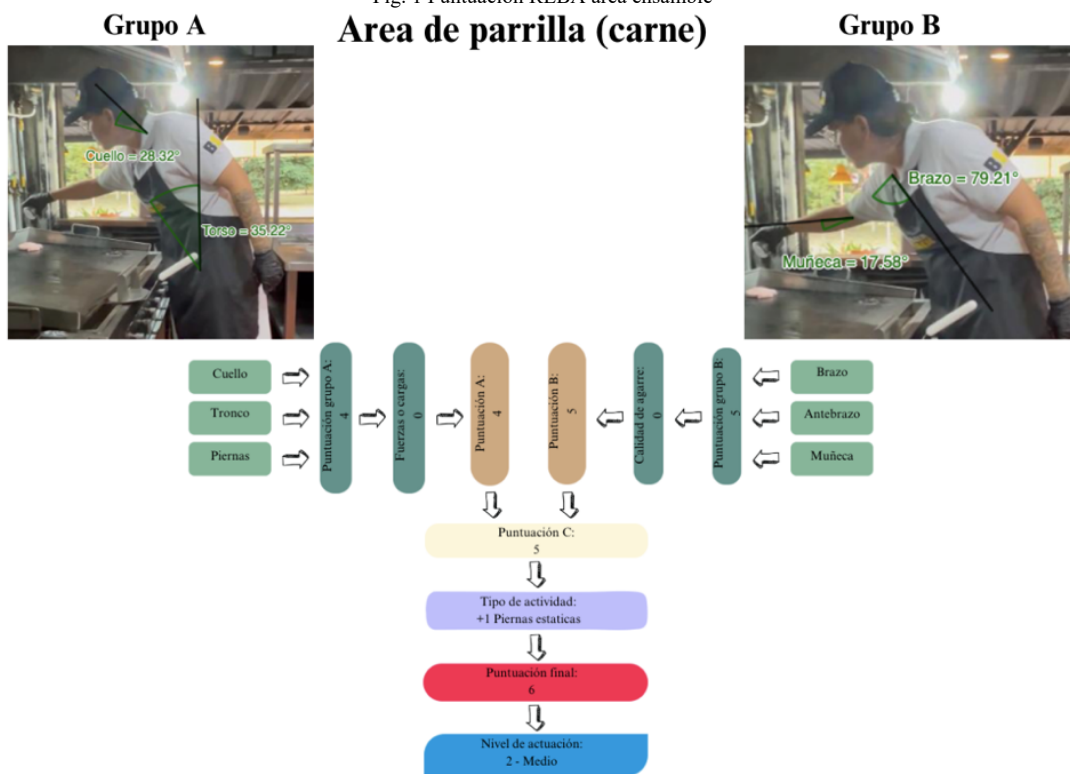


Fig. 2 Puntuación REBA área de parrilla

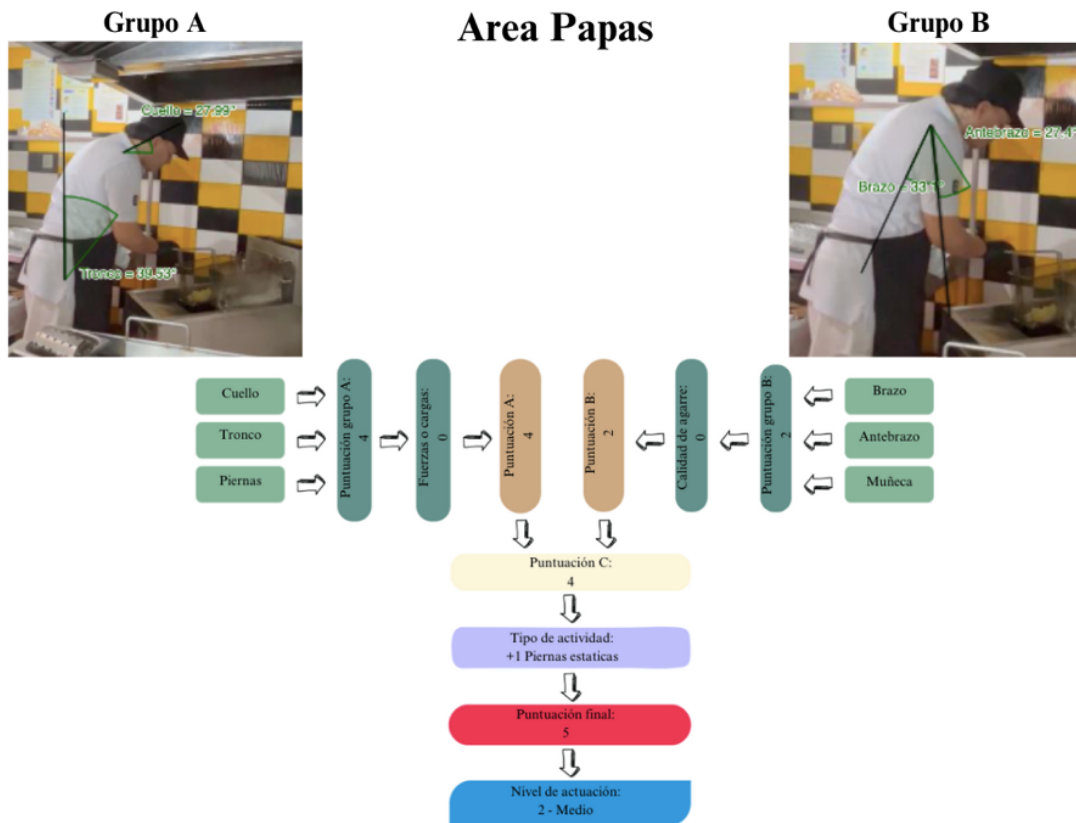


Fig. 3 Puntuación REBA área de papas

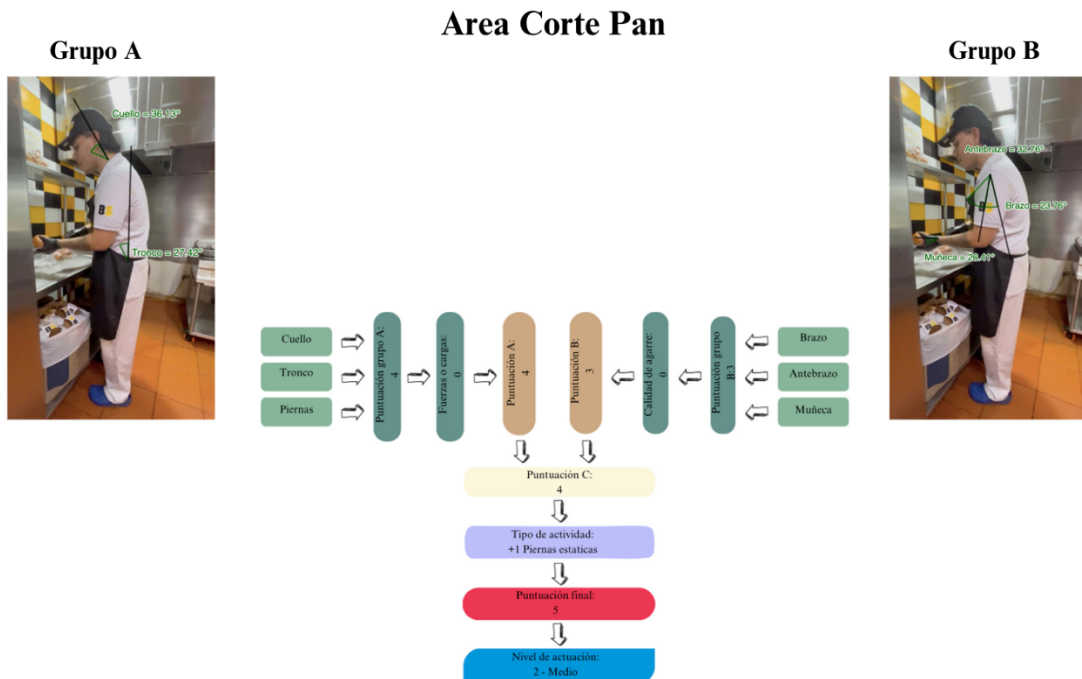


Fig. 4 Puntuación REBA área corte pan

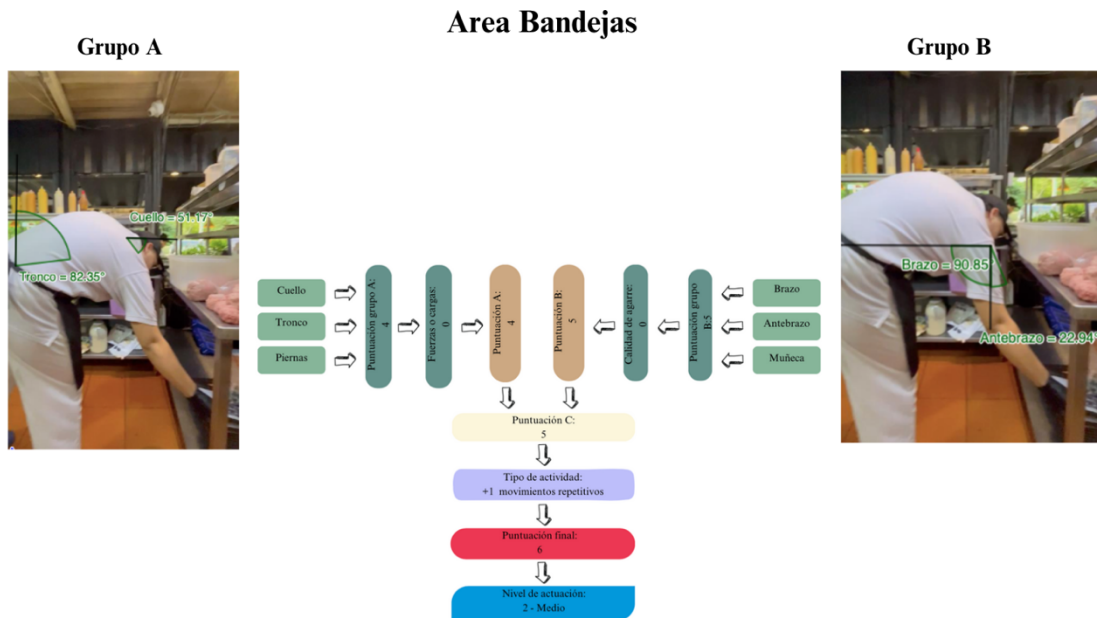


Fig. 5 Puntuación REBA área de bandejas

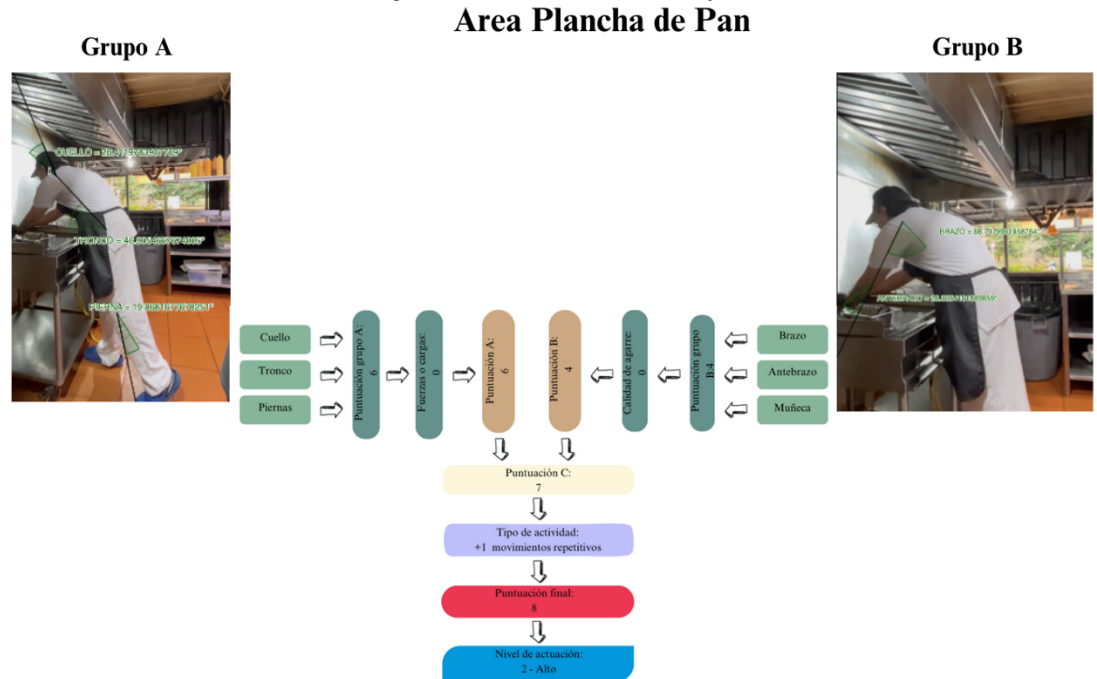


Fig. 6 Puntuación REBA área de pan

Como podemos evidenciar en los resultados del REBA, las tres estaciones de trabajo con mayor puntuación son: área de parrilla, área de bandejas y la plancha de pan. Basándose en estas altas puntuaciones, se tomó la decisión de desarrollar unas propuestas de rediseño de la cocina, pensando en mejorar las posturas y reducir las puntuaciones en estas áreas en específico, para así lograr un mejor desempeño en las tareas preestablecidas y garantizar la seguridad y salud de los trabajadores.

Por ende, la aplicación del método REBA en este proyecto de rediseño fue crucial para establecer los parámetros de rediseño en la cocina de Burguer Stack. Los cambios propuestos, como la instalación de gabinetes a diferentes alturas y la reubicación de la campana extractora, se basan en los resultados de las evaluaciones realizadas con REBA, lo que asegura que los ajustes estarán alineados con las necesidades reales de los trabajadores.

c. *Modelo actual 3D*

Para el rediseño de la cocina, es importante ir más allá de la simple visualización, por esta razón la creación de un modelo 3D de la distribución actual de la cocina de Burger Stack es una herramienta crucial para el análisis, rediseño y optimización de este espacio de trabajo, pues brinda una plataforma fundamental para mejorar la ergonomía, productividad y funcionalidad del entorno de trabajo.

Uno de los principales beneficios de desarrollar un modelo 3D es la capacidad de visualizar el espacio de la cocina con precisión, lo que permite comprender mejor la distribución de los elementos, las dimensiones y el flujo de trabajo. A diferencia de los planos bidimensionales, que pueden resultar limitados para captar las relaciones espaciales y la proporción real de los objetos, un modelo tridimensional facilita la visualización desde diferentes ángulos, brindando una representación más cercana a la realidad.

Por esto, se ha decidido realizar el modelo actual de la cocina, presentado a continuación:



Figura. VII. Modelo 3D vista superior (Simulación actual de la cocina del restaurante).

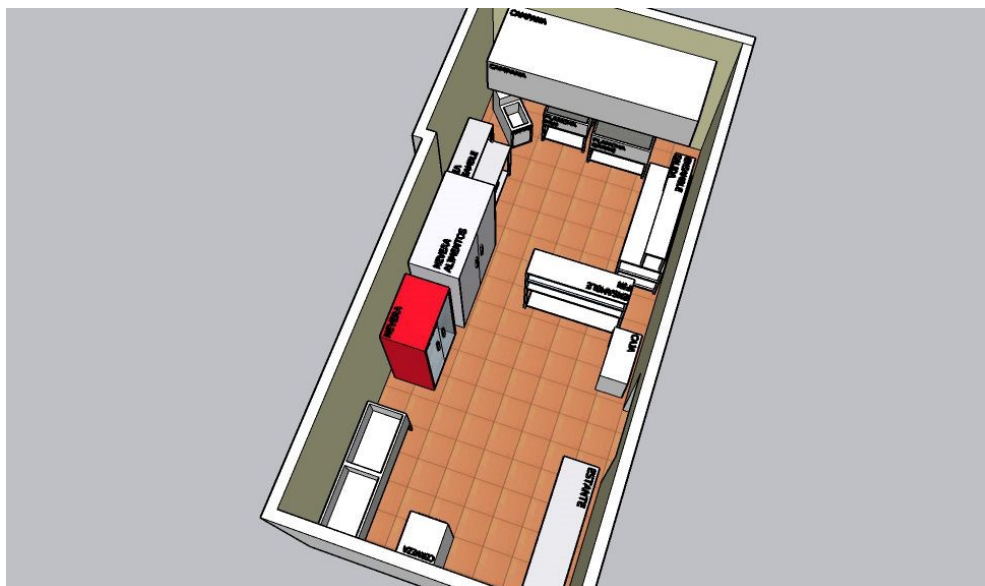


Figura VIII. Modelo 3D vista superior a 20° grados (Simulación actual de la cocina del restaurante).

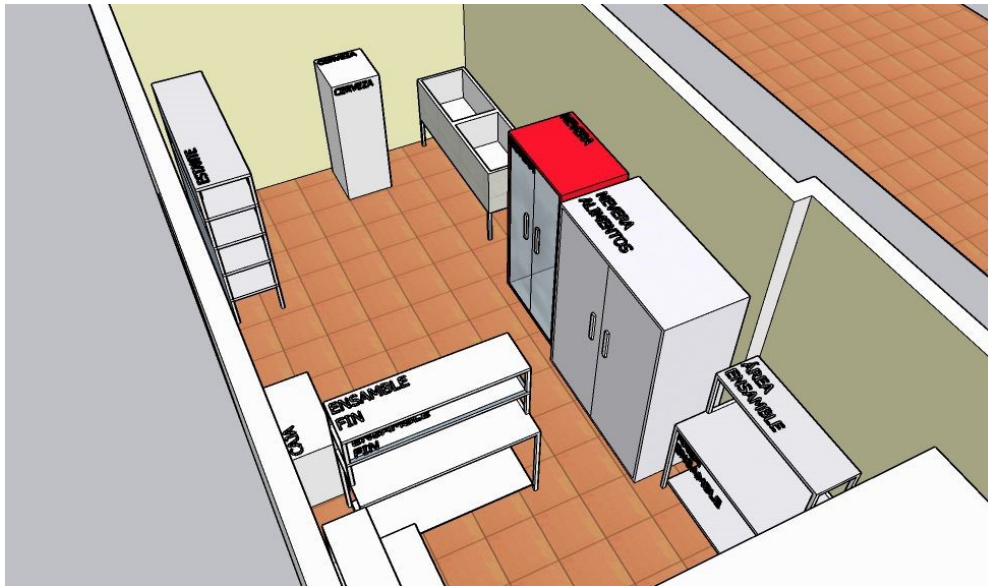


Figura IX. vista isométrica (Simulación actual de la cocina del restaurante).

d. Alternativas de rediseño de la cocina

A raíz del estudio realizado con el método REBA en el restaurante, se ha identificado que las posturas inadecuadas de los operarios están afectando tanto su ergonomía como la productividad general. En función de los resultados obtenidos, se han desarrollado varias propuestas de rediseño. La fase de generación de alternativas de diseño resulta fundamental para identificar soluciones efectivas que se alineen con los problemas identificados en la evaluación inicial de la cocina. Para este proceso, se ha optado por la metodología de "lluvia de ideas", un enfoque que facilita la creación y recolección de propuestas innovadoras de manera colaborativa, siendo especialmente valioso en un contexto de trabajo en equipo, como lo es la elaboración de una tesis grupal.

La metodología de lluvia de ideas se caracteriza por promover la participación activa de todos los miembros del equipo, lo que permite aprovechar la diversidad de perspectivas y conocimientos. Esta técnica se basa en la premisa de que un entorno libre de críticas fomenta la creatividad, alentando a los participantes a compartir cualquier idea sin importar su viabilidad inicial. Esto es particularmente relevante en proyectos de diseño, donde el objetivo es explorar un amplio abanico de posibilidades antes de seleccionar y desarrollar las más adecuadas. La lluvia de ideas, al permitir que cada integrante del grupo aporte desde su experiencia y visión, asegura que se consideren soluciones variadas que pueden atender diferentes aspectos del problema, desde la mejora de la ergonomía hasta la eficiencia operativa de la cocina.

El uso de la lluvia de ideas en este proyecto también se justifica por su capacidad para identificar soluciones innovadoras a problemas complejos. En el caso del rediseño de la cocina, la técnica ayudó a generar propuestas que abordan cuestiones como la reducción de movimientos innecesarios, la optimización de la disposición de los gabinetes y la reubicación de la campana extractora. La dinámica de trabajo grupal permitió que cada propuesta fuera discutida y mejorada, combinando la creatividad con el conocimiento técnico de cada integrante. Esto permitió que las ideas iniciales evolucionaran hasta convertirse en alternativas de diseño viables, ajustadas a las necesidades específicas de los operarios y las características del restaurante.

Además, la literatura respalda la efectividad de la metodología de lluvia de ideas en procesos de diseño y resolución de problemas complejos. Según Osborn, uno de los pioneros en la conceptualización de esta técnica, la lluvia de ideas no solo incrementa la cantidad de ideas generadas, sino que también mejora la calidad de las mismas, gracias a la interacción y retroalimentación entre los participantes [1]. Investigaciones posteriores han demostrado que, en contextos donde se busca innovación, como el diseño

de espacios de trabajo, la lluvia de ideas contribuye significativamente a la generación de soluciones creativas y a la identificación de enfoques no convencionales [2]. Esta capacidad de la técnica para estimular la creatividad grupal la convierte en una elección adecuada para proyectos de rediseño donde se busca mejorar tanto la funcionalidad como la ergonomía del entorno.

En el contexto de la tesis, el uso de la lluvia de ideas no solo ha facilitado la generación de alternativas de rediseño, sino que también ha promovido la cohesión del grupo, permitiendo que cada miembro se sienta escuchado y valorado en el proceso. La metodología ha sido un recurso clave para abordar de manera integral las deficiencias identificadas en la cocina actual, asegurando que las soluciones propuestas estén alineadas con los objetivos de mejorar el bienestar de los operarios y la eficiencia del trabajo.

1. Alternativas de diseño 1

A raíz del estudio realizado con el método REBA en el restaurante, se ha identificado que las posturas inadecuadas de los operarios están afectando tanto su ergonomía como la productividad general. En función de los resultados obtenidos, se han desarrollado varias propuestas de rediseño.

Se propone la instalación de gabinetes a diferentes alturas para reducir las inclinaciones y esfuerzos excesivos, que actualmente generan posturas inadecuadas en los operarios de la cocina. Estos gabinetes estarán ubicados estratégicamente para almacenar artículos que, en su disposición actual, obligan a los trabajadores a inclinarse repetidamente. Las alturas de los gabinetes estarán basadas en los estudios antropométricos de la población colombiana, asegurando que los operarios, independientemente de su altura, no necesiten realizar movimientos innecesarios. El objetivo principal es minimizar la necesidad de flexionar el torso, lo que reducirá el riesgo de fatiga y lesiones musculoesqueléticas.

Para mejorar las condiciones de trabajo en la zona de la parrilla, se instalará una campana extractora de diseño hexagonal, adaptada a los estándares de altura recomendados. Se ha determinado que las dimensiones antropométricas óptimas para esta instalación deben ajustarse a las siguientes medidas antropométricas (Alcance funcional vertical - 215 cm (P95)). El diseño de esta campana permitirá una mejor extracción de humos sin comprometer la postura de los trabajadores, ya que las actuales campanas obligan a los operarios a inclinarse o estirarse de forma incómoda. Este ajuste no solo mejorará la comodidad, sino también la eficiencia de los procesos en la cocina.

Otra medida importante es la instalación de un sistema anexo que optimice el flujo de trabajo, en particular en la zona de la freidora. Actualmente, los operarios necesitan moverse excesivamente para recoger los empaques de las papas, lo que genera movimientos repetitivos y aumenta el desgaste físico. Este sistema estará diseñado para colocar los empaques de papas directamente cerca de la freidora, eliminando estos movimientos innecesarios y facilitando un flujo de trabajo más eficiente. Además, reducirá el tiempo improductivo y mejorará la ergonomía de los trabajadores al disminuir el número de desplazamientos y las posturas incómodas durante el proceso de cocción.

Esta propuesta no solo aborda las principales deficiencias ergonómicas detectadas, sino que también busca un aumento significativo en la productividad y bienestar de los operarios, alineando el diseño con los estándares antropométricos y reduciendo los riesgos de lesiones musculo-esqueléticas a largo plazo. A continuación, se presenta la Figura X.

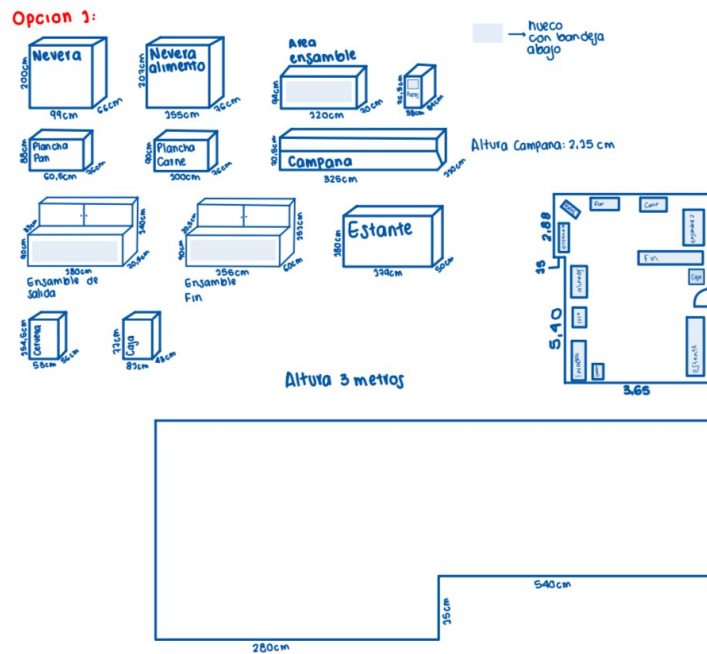


Figura X. Bosquejo Alternativa 1. (elaboración propia).

2. Alternativa de diseño 2

El diseño actual de la cocina presenta estanterías ubicadas en posiciones que obligan a los trabajadores a inclinarse de manera excesiva y frecuente para acceder a los artículos necesarios. Esto ha sido identificado como un factor clave que genera posturas inadecuadas y tensiones musculares. La propuesta sugiere la **instalación de gabinetes**, ajustados al **percentil 50 (P50)** de la **altura al codo** de la población latinoamericana, que es aproximadamente **105-110 cm**. Adicionalmente el **alcance frontal** también deberá encontrarse en el **percentil 95 (P95)** el cual corresponde a **81cm**. Este ajuste garantiza que la mayoría de los operarios (ni demasiado bajos ni demasiado altos) puedan acceder a los objetos sin inclinarse excesivamente, reduciendo así la flexión del tronco y el riesgo de fatiga física y lesiones en la parte baja de la espalda.

El estudio también reveló que la actual campana extractora no está alineada con las dimensiones antropométricas adecuadas, lo que obliga a los trabajadores a estirarse o agacharse para operar eficientemente en la zona de la parrilla. Para resolver este problema, se propone **modificar la altura de la campana** para que se ajuste a los estándares de alcance funcional vertical. (Alcance funcional vertical - 197 cm (P50)).

La adaptación de la campana permitirá que los operarios trabajen en una postura más natural, mejorando tanto la ergonomía como la eficiencia del proceso. Este ajuste es clave para evitar sobrecargas en la parte superior del cuerpo, especialmente en el cuello y los hombros, que son áreas comunes de fatiga y dolor debido a las posturas forzadas.

Una de las problemáticas detectadas fue la necesidad de realizar movimientos repetitivos e innecesarios para obtener los insumos durante la operación de la freidora. Los operarios actualmente tienen que desplazarse con frecuencia para buscar los empaques de las papas, lo que genera pérdidas de tiempo y una mayor fatiga física. La solución propuesta consiste en **implementar un sistema anexo** que permita la colocación de los empaques de papas directamente en la zona de la freidora. Este sistema deberá estar diseñado en base al **percentil 50 (P50)** de la **altura de alcance funcional en posición de pie**, que se encuentra en torno a los **150-160 cm**.

Este ajuste reducirá el número de desplazamientos, optimizando el flujo de trabajo y disminuyendo el esfuerzo físico. Además, mejorará la productividad al reducir el tiempo de operación y simplificar los procesos dentro de la cocina. A continuación, se presenta la Figura XI.

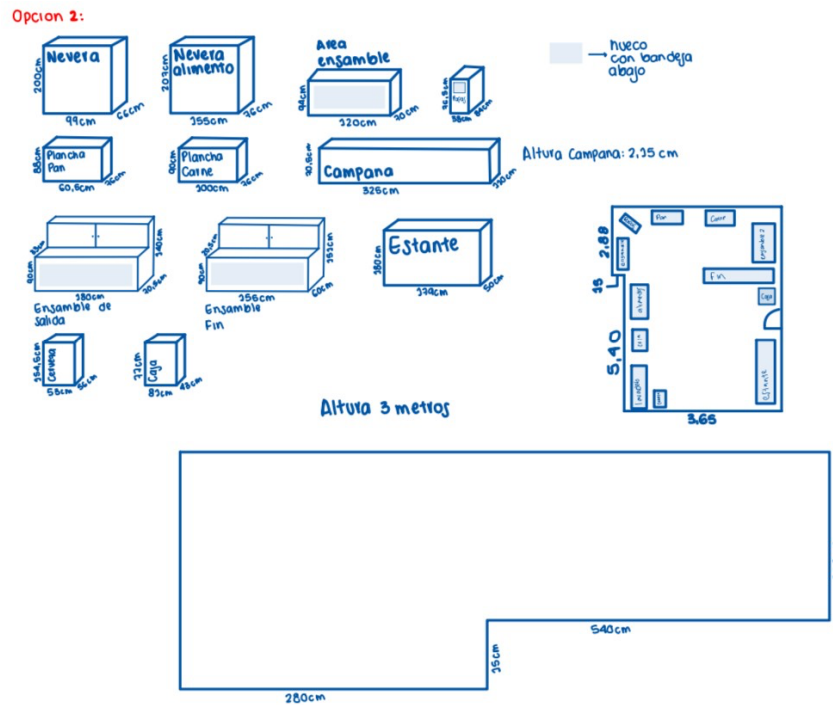


Figura XI. Bosquejo alternativa 2 (elaboración propia).

IV. PROCESO DE SELECCIÓN

a. Alternativas de rediseño de la cocina y la ingeniería industrial.

En el rediseño de las operaciones del área de cocina del restaurante Burger Stack, las dos alternativas presentadas reflejan una clara aplicación de los principios de la ingeniería industrial, ya que buscan optimizar la eficiencia y mejorar las condiciones ergonómicas del trabajo. La primera alternativa se enfoca en la ergonomía y la mejora de las condiciones físicas del entorno laboral. Esto incluye el diseño de gabinetes y sistemas de almacenamiento que minimicen las posturas incómodas y los movimientos repetitivos, lo que contribuye directamente a la reducción de la fatiga y el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.

La segunda alternativa, además de abordar los aspectos ergonómicos, integra elementos de la ingeniería de procesos al buscar una mejor disposición del equipo y el material en la cocina para optimizar el flujo de trabajo. Esto involucra la planificación y distribución eficiente de los recursos, minimizando tiempos muertos y movimientos innecesarios, lo que impacta positivamente en la productividad y en la eficiencia operativa. De esta manera, ambas propuestas combinan las disciplinas de la ergonomía, la optimización de procesos y la ingeniería de métodos, características esenciales dentro del campo de la ingeniería industrial.

b. Selección de alternativas

A continuación, en la Tabla XI, se presentará la determinación del valor de ponderación de cada criterio, basándose en la alternativa de diseño seleccionada (ver Tabla VIII), que corresponde al rediseño del espacio de trabajo. De acuerdo con esta alternativa, se estableció que el criterio de mejora ergonómica posee la mayor relevancia, dado que se busca optimizar al máximo las condiciones de trabajo. Asimismo, los criterios de eficiencia operativa, viabilidad y factibilidad se clasificaron con un nivel de importancia equivalente, mientras que los tiempos de implementación fueron considerados como el criterio de menor relevancia.

Tabla X. Criterios

Criterio	Definición	Ponderación
Mejora ergonómica	La mejora ergonómica se refiere a la optimización de las condiciones de trabajo para reducir posturas incómodas y movimientos repetitivos, mejorando así el bienestar de los empleados.	20%
Eficiencia Operativa	La eficiencia operativa se refiere a la capacidad de la alternativa para facilitar la realización de las actividades de manera óptima, utilizando los recursos disponibles de la mejor manera posible para lograr sus objetivos.	20%
Viabilidad	Considera los costos asociados con el desarrollo de cada alternativa.	20%
Tiempos de Implementación	Los tiempos de implementación se refieren al período necesario para llevar a cabo los cambios propuestos en el diseño o proceso dentro del restaurante. Este criterio evalúa la rapidez con la que se pueden realizar las modificaciones sin interrumpir las operaciones diarias.	20%
Factibilidad	La factibilidad se refiere a la viabilidad de implementar una alternativa de diseño, considerando aspectos técnicos y operativos. Este criterio evalúa si los recursos disponibles y las capacidades del personal son adecuados para llevar a cabo la propuesta sin comprometer las operaciones del restaurante.	20%

Cada alternativa será evaluada según una escala de uno a cinco, en función del grado en que cumpla con cada criterio establecido. A continuación, se calculará la calificación final de cada alternativa, con el objetivo de determinar cuál de ellas se ajusta de manera más efectiva a los criterios de selección.

La Tabla II presenta la calificación correspondiente a cada criterio para cada alternativa, así como su calificación ponderada, la cual se determina en función de los pesos relativos asignados a cada criterio.

Tabla XI. Evaluación de alternativas

Criterios Alternativas	Mejora ergonómica	Eficiencia Operativa	Viabilidad	Tiempos de Implementación	Factibilidad	Calificación ponderada
Alternativa 1	5	4,5	4	3	4	4,1
Alternativa 2	5	5	5	4	5	4,8

Al realizar la calificación de las dos alternativas, el diseño ganador corresponde al de la Alternativa 2. Esta alternativa sugiere la instalación de gabinetes ergonómicos a alturas adecuadas, la adaptación de la campana extractora a dimensiones óptimas y la implementación de un sistema que optimice el flujo de trabajo en la zona de la freidora.

V. DESARROLLO DE LA SOLUCION

a. Solución ganadora

La alternativa 2 propuesta para el rediseño ergonómico de la cocina fue seleccionada como la opción ganadora para el rediseño de la cocina tras aplicar la metodología de Análisis Jerárquico de Proceso (AHP), superando otras propuestas gracias a su enfoque integral en la optimización del espacio, los tiempos de implementación, la mejora de la eficiencia operativa y su viabilidad. Esta solución ganadora se destacó por su capacidad para resolver las principales problemáticas identificadas en la operación diaria, como la disposición de las estanterías, la altura de la campana extractora y el acceso a los insumos en la freidora. Al proponer ajustes basados en estándares antropométricos de la población, esta alternativa no solo facilita un entorno de trabajo más seguro y cómodo para los operarios, sino que también mejora significativamente el flujo de trabajo, reduciendo tiempos y esfuerzos innecesarios.

El diseño actual de la cocina presenta estanterías en posiciones que obligan a los trabajadores a inclinarse excesiva y frecuentemente para acceder a los artículos necesarios, un factor que se ha identificado como una causa importante de posturas inadecuadas y tensiones musculares. La propuesta ganadora plantea la instalación de gabinetes ajustados **al percentil 50 (P50) de la altura al codo de la población latinoamericana, situada entre 105 y 110 cm**. También, para mejorar la accesibilidad frontal, se ha ajustado **al percentil 95 (P95), equivalente a 81 cm**. Esta reubicación de los gabinetes garantiza que la gran mayoría de los operarios puedan acceder a los objetos sin una inclinación excesiva, reduciendo significativamente la flexión del tronco, la fatiga física y el riesgo de lesiones en la parte baja de la espalda.

En el análisis de las instalaciones se detectó también que la actual campana extractora está desalineada con respecto a las dimensiones antropométricas adecuadas. Esto obliga a los trabajadores a realizar movimientos incómodos, como estirarse o agacharse, para operar en la zona de la parrilla de manera eficiente. Como solución, la modificación de la altura de la campana se propuso, basándose en el estándar del **alcance funcional vertical de 197 cm (P50)**. Esta reubicación permitirá a los operarios trabajar en una postura más ergonómica y natural, incrementando la comodidad y disminuyendo las sobrecargas en la parte superior del cuerpo, particularmente en el cuello y los hombros, zonas propensas a la fatiga y el dolor debido a posturas prolongadas y forzadas.

Además, se identificó que los operarios deben realizar movimientos repetitivos e innecesarios para obtener insumos durante el uso de la freidora. Actualmente, se ven obligados a desplazarse para buscar los empaques de papas, lo cual no solo incrementa el tiempo de operación, sino que aumenta el esfuerzo físico y la fatiga. La solución seleccionada implica la implementación de un sistema adicional que permitirá colocar los empaques de papas directamente en la zona de la freidora, ubicado al **percentil 50 (P50) de la altura de alcance funcional en posición de pie (150-160 cm)**.

Estos cambios reducirán los desplazamientos innecesarios, optimizarán el flujo de trabajo y disminuirán la carga física, aumentando así la productividad y eficiencia dentro de la cocina. La evaluación determinó que esta alternativa era la más ventajosa al lograr mejoras concretas en ergonomía, productividad y bienestar del personal, razón por la cual fue seleccionada como la mejor opción para implementar en el rediseño.

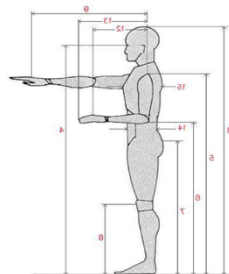


Figura XII. Posturas REBA. (Método de McAtamney y Corlett , adaptado por Andrés Duque, Juan Diego Rico, Camilo Yusti, Santiago Zúñiga).

Los percentiles utilizados en este proyecto fueron seleccionados cuidadosamente para garantizar que las medidas ergonómicas propuestas se adapten de manera óptima a las instalaciones actuales de la cocina de Burger Stack. Dado que la alternativa ganadora se basa en la modificación de las instalaciones existentes sin reemplazarlas por completo, se priorizó el análisis de las características antropométricas de la población colombiana, asegurando que los ajustes realizados fueran compatibles con las dimensiones físicas del personal y el espacio disponible. Este enfoque permite aprovechar al máximo la infraestructura existente, optimizando la distribución y el uso del espacio sin incurrir en cambios estructurales significativos. Además, la utilización de estos percentiles garantiza que las estaciones de trabajo ajustables, la reorganización de áreas y los demás rediseños estén alineados con las necesidades reales de los empleados, promoviendo la eficiencia y el bienestar sin comprometer la funcionalidad de la cocina.

b. Rediseño de la cocina

Se desarrolló un modelo 3D que refleja las modificaciones propuestas en la “Alternativa II” para optimizar la ergonomía, la productividad y la funcionalidad del espacio de trabajo. Este modelo no solo permite visualizar con precisión los cambios implementados, como la reubicación de elementos clave, la incorporación de gabinetes ajustados a estándares antropométricos y la optimización del flujo de trabajo, sino que también es una herramienta de suma utilidad para evaluar cómo estas mejoras impactan en la operación diaria. Al igual que con el modelo 3D del diseño original, el modelo tridimensional de la alternativa mejorada facilita una comprensión integral del entorno desde diferentes perspectivas, destacando las mejoras logradas en la distribución del espacio y la reducción de posturas críticas de forma gráfica.

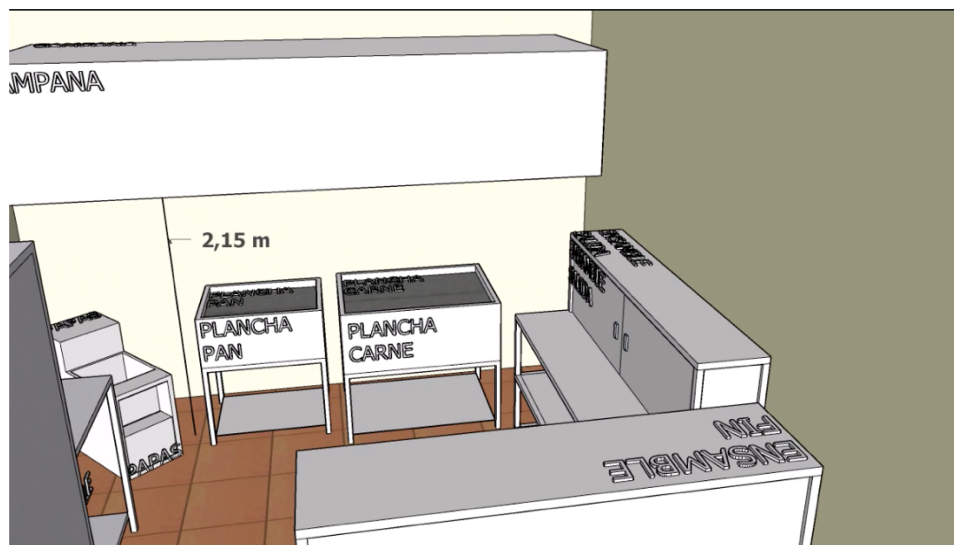


Figura XIII. Vista 3D cambios implementados. (Simulación real de la cocina del restaurante).

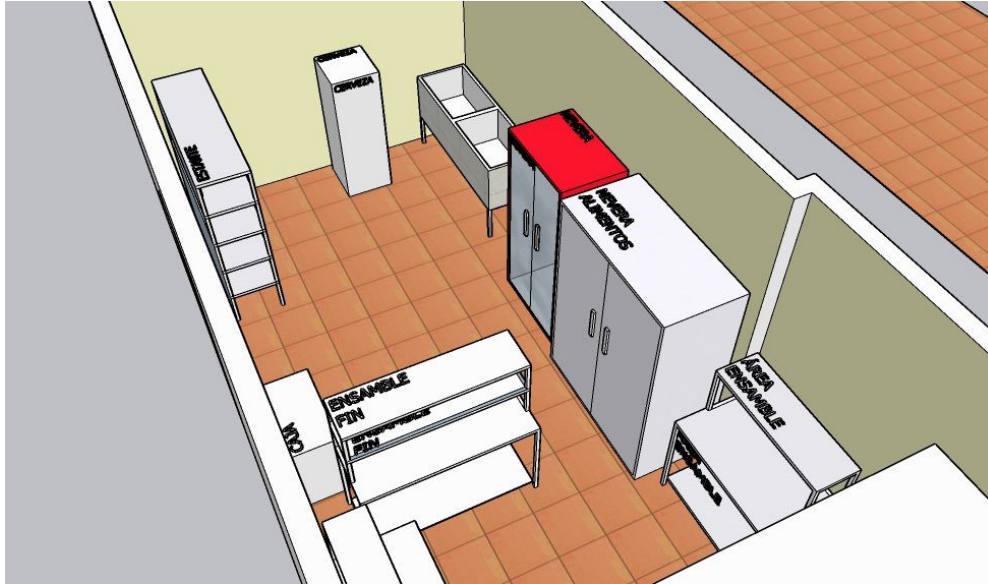


Figura XIV. Vista isométrica. (Simulación real de la cocina del restaurante).

c. Método REBA optimizado y justificación

Se logra observar que el tipo de tareas que realizan los operarios en el proceso son repetitivas, se realizan movimientos forzados y en posiciones incómodas durante varias horas lo cual puede causar molestias físicas que, con el tiempo, derivan en lesiones musculoesqueléticas. A raíz de esto se propusieron la “Alternativa de diseño I” y la “Alternativa de diseño II” presentadas anteriormente con el fin de seleccionar la que mejor se ajustara a las necesidades del restaurante, este proceso se realizó con base en los criterios descritos en la “Tabla XI” y la evaluación de las alternativas en la “Tabla XII”.

La alternativa de diseño seleccionada para Burger Stack (Alternativa II) está orientada a reducir significativamente las posturas críticas identificadas mediante la metodología REBA, proyectando una disminución en las escala de valoración de riesgo de gracias a las mejoras propuestas. Aunque es imposible eliminar por completo las posturas críticas debido a la naturaleza del proceso operativo, el diseño busca acercarse a los valores objetivo establecidos por el método. Soluciones como la incorporación de gabinetes para minimizar inclinaciones y esfuerzos, la instalación de una campana extractora adecuada a las dimensiones antropométricas y la optimización del flujo de trabajo, con elementos estratégicamente posicionados, permiten mitigar los riesgos asociados a las posturas evaluadas. Estas medidas están diseñadas para impactar directamente en las puntuaciones de los grupos A y B del método REBA, reduciendo los niveles de riesgo biomecánico y promoviendo un entorno de trabajo más ergonómico. Con su implementación, se espera no solo una mejora en la ergonomía, sino también un aumento en la productividad, alineándose con los objetivos clave del rediseño. [15]

d. Entrega de indicadores de desempeño (KPI's) a implementar

Los KPI seleccionados para este proyecto son indicadores esenciales para medir el impacto de las modificaciones propuestas en la cocina del restaurante. Entre ellos, se incluyen variables relacionadas con la productividad, salud laboral, rentabilidad y

eficiencia. Estos indicadores no solo permiten evaluar los resultados operativos, sino también su efecto en el bienestar de los empleados, lo cual tiene un impacto directo en la sostenibilidad del negocio. En el contexto de este rediseño, los indicadores analizados son: número de clientes-ventas, clientes por mes, rentabilidad por mes, absentismo, porcentaje de ocupación, molestias físicas y productividad del personal, todos estos expuestos en la “Tabla I”.

Para comenzar, las variables que reflejan el rendimiento comercial de la empresa “número de clientes-ventas” y “clientes por mes, no se pueden medir actualmente debido a que el sistema diseñado aún no se ha implementado, sin embargo, se espera que, una vez operativo, el rediseño permita un incremento significativo en la capacidad de producción, lo que a su vez se traduciría en un aumento en las ventas. Al optimizar los procesos y reducir los tiempos de preparación de hamburguesas, el sistema ergonómico propuesto sentará las bases para captar y atender a una mayor cantidad de clientes, incrementando así el volumen mensual de ventas.

Por otra parte, la “rentabilidad por mes” actualmente tampoco tiene datos concretos de rentabilidad bajo el nuevo sistema desarrollado, sin embargo, se proyecta un aumento debido a las mejoras en la eficiencia operativa y la reducción de tiempos muertos durante la preparación de alimentos en Burger Stack. Al incrementar la productividad (hamburguesas producidas por hora), la empresa podrá reducir costos operativos y maximizar ingresos, mejorando la relación entre costos e ingresos. Este impacto, aunque sea estimado, se respalda por las mejoras en el flujo de trabajo y las condiciones ergonómicas que promueven un desempeño efectivo y continuo durante la jornada laboral.

En cuanto al absentismo, se obtuvo inicialmente un indicador del 4.6% en Burger Stack, este valor se relaciona a las altas exigencias físicas de las tareas en la cocina, especialmente en áreas como la parrilla, la plancha de pan y las bandejas. Estas tareas exigían que los operarios mantuvieran posturas incómodas durante largos períodos de tiempos, además de realizar movimientos repetitivos y cargar peso en posiciones inadecuadas, lo cual puede causar lesiones musculoesqueléticas. Para abordar este problema, se implementaron modificaciones basadas en principios de diseño ergonómico. Por ejemplo, la instalación de estanterías ajustadas al percentil 50 (P50) de la altura al codo de la población latinoamericana (105-110 cm) permitió a los operarios acceder a los utensilios sin inclinarse de forma excesiva, reduciendo la flexión del tronco. Además, el ajuste de la campana extractora a un alcance funcional vertical de 197 cm (P50) eliminó la necesidad de que los trabajadores se estiraran o agacharan frecuentemente para operar en la zona de la parrilla, mejorando la postura general. Con estas modificaciones, se estima que el absentismo se reduzca progresivamente hacia la meta del 2%, ya que los operarios trabajan en un entorno que minimiza el riesgo de lesiones y el desgaste físico acumulativo. Esta mejora no solo implica un beneficio directo en la salud laboral, sino también una optimización del rendimiento operativo al reducir los días perdidos por enfermedad o lesiones ocupacionales, se espera una mejora en la rentabilidad a causa de esto ya que al reducirse los días perdidos por enfermedad y lesiones se incurre en menos contrataciones imprevistas.

Con respecto a las molestias físicas, el 60% de los empleados de Burger Stack reportaron molestias físicas significativas antes de las intervenciones ergonómicas. Las áreas de mayor incidencia eran las extremidades superiores, esto debido al alcance excesivo y manipulación repetitiva de utensilios, también en la zona lumbar, debido a la flexión del tronco para acceder a las estanterías y otras áreas de trabajo. Estas molestias generaban incomodidad inmediata y también representaban un riesgo de desarrollo de trastornos musculoesqueléticos crónicos. La reducción de las molestias se logró gracias a un rediseño exhaustivo del espacio de trabajo. Para esto, se incorporó un sistema de almacenamiento para empaques de papas basado en el percentil 50 de la altura funcional en posición de pie (150-160 cm), lo que permitió a los trabajadores acceder a los insumos sin necesidad de desplazamientos repetitivos ni estiramientos forzados. Además, las estanterías fueron reubicadas para garantizar que los objetos más utilizados se encuentren dentro del alcance funcional frontal de 81 cm (P95), reduciendo la carga estática y dinámica de los brazos y hombros. También, se reorganizó el espacio para minimizar movimientos innecesarios y asegurar que cada tarea se realice con una postura natural y cómoda. Tras la implementación de estas medidas, se proyecta que las molestias físicas disminuyan al 20%, un nivel considerado aceptable en entornos industriales de alta exigencia. Este cambio impacta directamente en la percepción de bienestar de los trabajadores, lo que a su vez contribuye a una mayor motivación y desempeño.

Por último, la productividad del personal en Burger Stack se medía en 5 hamburguesas/hora, este rendimiento se encontraba limitado por factores como el diseño ineficiente del espacio de trabajo, los desplazamientos innecesarios y las posturas forzadas que aumentaban la fatiga. Debido a estas condiciones el proceso de preparación de las órdenes se veía ralentizado, limitando la capacidad operativa de la cocina para atender una alta demanda de pedidos. Para darle solución a esto, las áreas de parrilla, plancha de pan y bandejas fueron rediseñadas para minimizar el tiempo de transición entre tareas. Por ejemplo, la proximidad entre la plancha de pan y la estación de ensamblaje garantiza un flujo continuo en la preparación de hamburguesas. También, la disposición estratégica de los gabinetes y el nuevo sistema de almacenamiento de insumos eliminó movimientos innecesarios, mejorando la fluidez de las operaciones. En adición, los ajustes en altura y alcance funcional permitieron a los trabajadores operar

de manera más eficiente y con menor desgaste físico, lo que se traduce en una mayor capacidad de producción sostenida durante turnos prolongados. Si bien la meta que se estableció inicialmente fue de 9 hamburguesas/hora, encontramos ese nivel de productividad puede ser alcanzado sin ningún problema ya que la capacidad lo permite y lo más importante es que se está protegiendo la salud de los trabajadores más allá de un aumento en productividad.

Para concluir, se evidencia a partir de los resultados obtenidos el impacto significativo de las modificaciones ergonómicas en la cocina de Burger Stack. Indicadores como el absentismo, las molestias físicas y la productividad del personal han demostrado mejoras evidentes, reflejando una mejor adaptación en las condiciones de trabajo a las capacidades y necesidades de los operarios. Estas mejoras benefician la salud y el bienestar del personal y esto se traduce en una optimización del desempeño operativo, generando un aumento con el tiempo de la capacidad productiva y rentabilidad de la empresa. Aunque indicadores como el número de clientes-ventas y la rentabilidad por mes no se pueden medir actualmente, las proyecciones respaldan la expectativa de un impacto positivo significativo una vez que el sistema sea implementado. Este proyecto subraya la importancia de la ergonomía en el diseño industrial, demostrando cómo un enfoque técnico y humano puede generar resultados sostenibles y alineados con los objetivos empresariales.

Tabla XII. Indicadores de desempeño a implementar

Kpi	Descripción	Mejora lograda	Justificación
Número de clientes-ventas	Cantidad de clientes atendidos y ventas realizadas	Proyección de incremento significativo en ventas	Optimización de procesos y reducción de tiempos de preparación permitirán aumentar la capacidad de atención, y por ende, el volumen mensual de ventas una vez implementado el sistema
Cientes por mes	Total de clientes atendidos mensualmente	Proyección de aumento en el flujo de clientes	Mejoras en la eficiencia operativa y en el diseño ergonómico incrementarán la capacidad de producción y reducirán tiempos muertos, favoreciendo la atención a una mayor cantidad de clientes
Rentabilidad por mes	Relación entre ingresos y costos operativos en un mes	Incremento proyectado en rentabilidad	La mejora en la eficiencia y productividad reducirá costos operativos, mientras que el aumento de ingresos se logrará a través de un mayor volumen de ventas sostenido por un diseño ergonómico eficiente
Absentismo	Porcentaje de ausencias laborales debido a enfermedades o lesión	Reducción proyectada al 2% de absentismo	Implementación de mobiliario ajustado al percentil 50 y campanas extractoras ajustadas en altura redujeron posturas incómodas, minimizando riesgos de lesiones y mejorando el entorno laboral
Porcentaje de ocupación	Uso eficiente del espacio de trabajo y tiempo de los operarios	Incremento en la eficiencia de uso del espacio	Rediseño de las áreas de trabajo y almacenamiento mejoró la organización, eliminando movimientos innecesarios y garantizando que las tareas se realicen en

			menor tiempo y con menos esfuerzo físico
Molestias físicas	Porcentaje de empleados que reportan molestias significativas relacionadas con el trabajo	Reducción proyectada del 60% al 20% de molestias	Ajustes ergonómicos como almacenamiento a alturas funcionales y reorganización del espacio de trabajo redujeron el alcance y movimientos forzados, minimizando el desgaste físico y las molestias en extremidades superiores y zona lumbar
Productividad del personal	Cantidad de hamburguesas producidas por hora	Aumento en la productividad de 5 a 9 hamburguesas por hora	Rediseño de las estaciones de trabajo y proximidad de las áreas clave mejoraron el flujo operativo y redujeron tiempos de transición entre tareas, permitiendo alcanzar una mayor capacidad de producción sin comprometer la salud de los trabajadores

e. Rediseño Operativo en Burger Stack (Método células de ensamble)

En el restaurante Burger Stack, se realizó un análisis detallado del proceso de preparación de hamburguesas utilizando el método de células de ensamble, con el propósito de evaluar la capacidad de producción actual frente a la demanda diaria y proponer mejoras operativas para incrementar la productividad. Este estudio se estructuró en dos fases principales: el análisis del modelo actual y la implementación de un nuevo diseño operativo. A continuación, se presenta una descripción clara y fundamentada del proceso y sus resultados.

1. Análisis del Modelo Actual

El flujo de trabajo existente fue estudiado en detalle, respetando las operaciones y recorridos realizados habitualmente por los operarios.

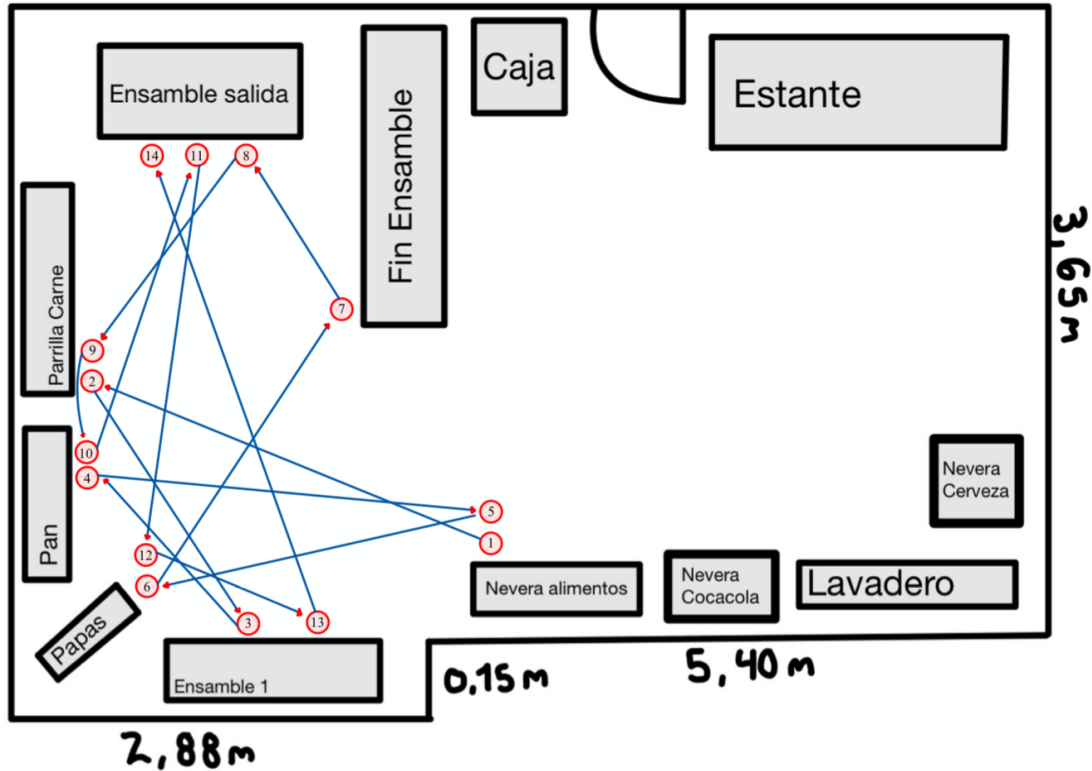


Figura XV. Diagrama células de ensamble (actual). (Método de Richard muther, adaptado por Andrés Duque, Juan Diego Rico, Camilo Yusti, Santiago Zúñiga).

Datos operativos iniciales:

Demanda diaria: 170 hamburguesas.

Tiempo disponible: De las 8 horas del turno (28,800 segundos), se descontaron 30 minutos (1,800 segundos) destinados al descanso, resultando en un tiempo operativo efectivo de 27,000 segundos.

Cálculo del takt time:

El takt time se calculó dividiendo el tiempo operativo entre la demanda diaria:

$$\text{Takt Time} = 27,000 \text{ segundos} / 170 \text{ hamburguesas} \approx 159 \text{ segundos por hamburguesa.}$$

Validación de capacidad:

Comparando el tiempo de ciclo (170 segundos) con el takt time (159 segundos), se concluyó que el flujo actual no cumple con la demanda diaria.

$$\text{Capacidad máxima de producción} = 27,000 \text{ segundos} / 170 \text{ segundos por hamburguesa} \approx 159 \text{ hamburguesas por día}$$

Conclusión inicial: Con el modelo actual, el restaurante no puede satisfacer la demanda diaria, lo que genera retrasos y afecta la capacidad de atender consistentemente las necesidades de los clientes, esto se debe a la mala distribución de la cocina con su modelo actual.

2. Implementación del Nuevo Diseño Operativo

Con base en los hallazgos del diagnóstico inicial, se diseñó e implementó un nuevo flujo operativo para mejorar la productividad, centrado en la reorganización de las estaciones y la eliminación de desperdicios, con el nuevo diseño de la cocina. (ver Figura 4)

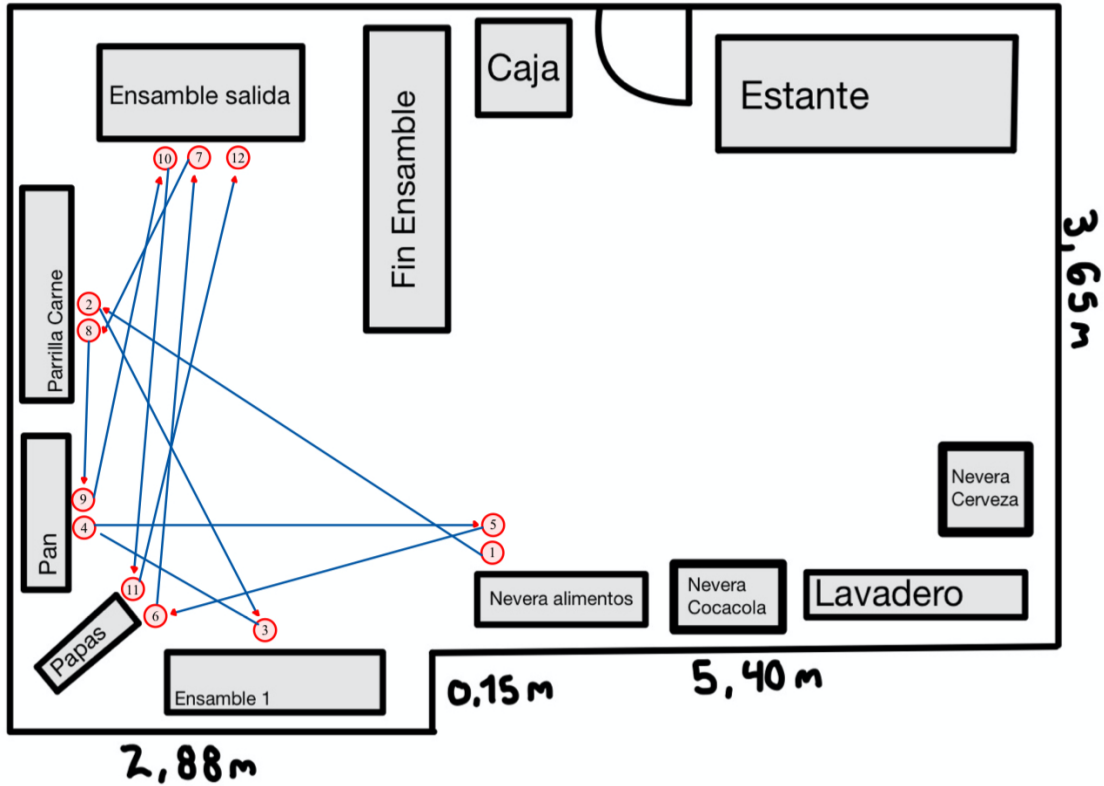


Figura XVI. Diagrama células de ensamble (mejorado). (Método de Richard muther, adaptado por Andrés Duque, Juan Diego Rico, Camilo Yusti, Santiago Zúñiga).

Optimización de las estaciones:

Bandejas y preparación de verduras y salsas:

Se trasladaron las bandejas a los gabinetes de la estación de ensamble de salida, donde también se preparan las verduras y salsas. Esto permitió fusionar las operaciones de "tomar bandeja" y "preparar verduras y salsas" en un solo lugar, eliminando desplazamientos innecesarios.

Operaciones relacionadas con las papas:

Las tareas de "sacar papas" y "sazonar papas" se consolidaron en una sola estación gracias a la incorporación de una máquina que automatiza estos procesos, eliminando la necesidad de cambiar de ubicación.

3. *Validación del Nuevo Diseño:*

Tiempos de ciclo y takt time:

Con las mejoras implementadas, el tiempo de ciclo promedio se redujo a 154 segundos, quedando por debajo del takt time de 159 segundos. Esto asegura que el sistema puede satisfacer la demanda dentro del tiempo disponible.

Capacidad de producción:

Capacidad máxima de producción = $27,000 \text{ segundos} / 154 \text{ segundos por hamburguesa} \approx 175$ hamburguesas por día.

Este aumento de capacidad permite no solo cumplir la demanda diaria de 170 hamburguesas, sino también atender incrementos en la demanda sin comprometer la calidad del servicio.

4. *Conclusiones*

1. *Cumplimiento de la demanda diaria:*

El rediseño garantiza que el restaurante pueda producir las 170 hamburguesas requeridas diariamente dentro del tiempo disponible, eliminando retrasos y mejorando la satisfacción del cliente.

2. *Incremento en la capacidad operativa:*

Con una capacidad máxima de 175 hamburguesas por día, se logró un aumento del 10.5% respecto al modelo actual, asegurando un margen suficiente para manejar picos ocasionales en la demanda sin requerir recursos adicionales.

3. *Reducción de desperdicios:*

Al eliminar desplazamientos innecesarios y fusionar operaciones en estaciones estratégicas, se optimizó el uso del tiempo y se redujeron los tiempos muertos, lo que aumenta la eficiencia global del sistema.

4. *Mejor sincronización del flujo de trabajo:*

La reorganización de las estaciones permite un flujo más continuo y coordinado, reduciendo la variabilidad en los tiempos de operación y mejorando la consistencia en la preparación de hamburguesas.

5. *Impacto en el desempeño operativo y la sostenibilidad:*

El diseño más eficiente reduce la carga operativa y la fatiga de los trabajadores al disminuir los recorridos y centralizar tareas. Esto contribuye a un ambiente laboral más productivo y sostenible en el tiempo.

Conclusión Final

El rediseño del flujo operativo basado en el método de células de ensamble fue fundamental para identificar ineficiencias en el modelo actual y optimizar las operaciones. Las mejoras implementadas permitieron no solo cumplir con la demanda diaria, sino también incrementar la capacidad, reducir desperdicios y garantizar un flujo de trabajo más eficiente. Estas acciones impactan directamente en la productividad del restaurante, fortaleciendo su competitividad y capacidad para ofrecer un servicio de alta calidad.

f. Plan monitoreo y evaluación Post-implementación

El plan de monitoreo asegurará que las mejoras implementadas en la cocina se mantengan y optimicen continuamente. Primero, se utilizarán indicadores clave de desempeño (KPIs) previamente establecidos, como la productividad del personal, el porcentaje de absentismo, y la reducción de molestias físicas, para evaluar el impacto de las modificaciones ergonómicas y de flujo de trabajo. Un sistema de registro diario permitirá a los supervisores documentar métricas relacionadas con tiempos de preparación, movimientos ergonómicos y utilización del equipo ajustable. Adicionalmente, se implementarán auditorías semanales para validar el cumplimiento de los procedimientos estandarizados y verificar que los empleados estén utilizando correctamente las estaciones de trabajo ajustables. La retroalimentación continua del personal se recopilará mediante encuestas trimestrales para identificar problemas ergonómicos residuales o ajustes necesarios en el flujo de trabajo. Por último, los resultados se analizarán mensualmente para proponer nuevas estrategias de mejora y asegurar la sostenibilidad de las modificaciones realizadas en la cocina.

g. Impactos

1 Impacto ambiental

La implementación de estas alternativas de diseño en la cocina del restaurante tendrá diversos impactos ambientales positivos. En primer lugar, la optimización de la altura de los gabinetes y la campana extractora, ajustados a las dimensiones antropométricas de la población, no solo mejora la ergonomía y reduce el riesgo de lesiones, sino que también contribuye a un ambiente laboral más eficiente y sostenible. Al facilitar el acceso a los artículos de forma más directa, se minimiza la necesidad de esfuerzos físicos prolongados, lo que reduce el consumo de energía por parte de los sistemas de ventilación y climatización, ya que los trabajadores podrán mantener posturas más cómodas y reducir el tiempo en posiciones forzadas que generan calor corporal adicional. Además, al integrar un sistema que optimiza la ubicación de los empaques de papas cerca de la freidora, se reducen los desplazamientos innecesarios de los operarios, lo que a su vez disminuye el desgaste del suelo y la necesidad de reparaciones en el mobiliario, extendiendo la vida útil de los materiales. Estos ajustes contribuyen a una operación más eficiente, disminuyendo la demanda energética y el desgaste de los equipos de cocina, lo que a largo plazo resulta en un menor consumo de recursos y una menor generación de residuos, alineándose así con los principios de sostenibilidad ambiental.

2 Impacto social

Las alternativas de rediseño planteadas para la cocina del restaurante Burger Stack buscan mejorar las condiciones ergonómicas y optimizar el flujo de trabajo en las áreas clave, como la parrilla y la freidora. Las propuestas incluyen la instalación de gabinetes a distintas alturas para reducir movimientos incómodos, un ajuste en la campana extractora que mejore la postura de los operarios, y la reorganización de insumos cercanos a las zonas de cocción para minimizar desplazamientos innecesarios. Estos cambios, tienen un importante impacto social tanto en la vida laboral de los empleados como en la percepción de los clientes y la sostenibilidad del negocio para los dueños.

Desde el punto de vista de los empleados, las nuevas condiciones de trabajo ofrecen una mejora considerable en su bienestar físico y mental. Al disminuir las posturas incómodas y los movimientos repetitivos, los trabajadores experimentarán menor fatiga y un riesgo reducido de lesiones musculoesqueléticas, lo que impacta directamente en su salud y satisfacción laboral. Una cocina diseñada teniendo en cuenta la ergonomía también refleja el compromiso del restaurante hacia la seguridad y el bienestar de su equipo, lo cual genera un mejor ambiente de trabajo. En términos de productividad, los operarios podrán realizar sus actividades de forma más eficiente, lo cual reduce el estrés relacionado con la presión de cumplir con pedidos en tiempos limitados, aumentando así la calidad del servicio.

Para los propietarios del restaurante, estos cambios representan una inversión en la sostenibilidad del negocio a largo plazo. La disminución en el riesgo de lesiones podría traducirse en una reducción de ausencias por enfermedad o incapacidades, lo cual disminuye costos de reemplazo y capacitación de nuevo personal. Además, un equipo saludable y motivado se traduce en menos

rotación laboral y en una mayor retención de talento, lo cual es clave para la calidad operativa y la consistencia del servicio en una industria tan competitiva como la restaurantera. Este compromiso con el bienestar de los empleados también fortalece la imagen del restaurante como un lugar que valora a su personal, lo cual podría ser un factor de atracción para nuevos trabajadores.

Desde la perspectiva del cliente, las mejoras ergonómicas y de flujo de trabajo se traducen en un servicio más rápido y de mayor calidad. Los empleados, al trabajar en un entorno adaptado a sus necesidades físicas, pueden concentrarse mejor en la preparación de los alimentos, lo que contribuye a reducir errores y ofrecer productos con mayor consistencia y presentación. Un equipo satisfecho tiende a proyectar una mejor actitud de servicio, lo cual mejora la experiencia del cliente y aumenta su fidelidad hacia el restaurante.

Finalmente, los beneficios logrados en este rediseño pueden extenderse a otras sedes de Burger Stack, implementando un modelo de cocina ergonómico y productivo en toda la cadena. Al replicar estas mejoras en cada ubicación, la empresa no solo optimiza sus operaciones, sino que también construye una identidad organizacional centrada en el bienestar del empleado y en la calidad del servicio, factores que fortalecen su reputación a nivel regional. En conjunto, este enfoque integral de diseño no solo beneficia a los empleados y a la operación diaria del restaurante, sino que crea una filosofía de trabajo basándose en la productividad y satisfacción que puede llegar a ser clave en el crecimiento sostenido y responsable del negocio en sus diversas ubicaciones.

3 *Análisis financiero*

Las mejoras en ergonomía dentro del área de cocina en el restaurante Burger Stack tienen un impacto notable en la reducción de costos laborales, principalmente al disminuir la tasa de absentismo. Actualmente, el 60% de los empleados experimentan molestias físicas debido a condiciones no ergonómicas, lo que contribuye a una tasa de absentismo del 4.6%. Esta tasa afecta financieramente al restaurante, ya que las ausencias por motivos de salud generan costos adicionales debido a la normativa laboral en Colombia, que exige a las empresas cubrir los salarios de trabajadores incapacitados temporalmente [14]. Al implementar estaciones de trabajo ajustables, una mejor disposición del equipo y un flujo optimizado en el área de trabajo, Burger Stack puede reducir el riesgo de lesiones y fatiga en sus empleados, lo cual, en el largo plazo, reduce la frecuencia de ausencias y los costos asociados a suplencias o contrataciones temporales. De hecho, la meta de disminuir el absentismo al 1.5% significaría una reducción significativa en los costos de nómina. Así, la mejora en ergonomía puede traducirse en ahorros tangibles que también fortalecen la estabilidad y continuidad operativa del restaurante.

Otra área en la que el rediseño de la cocina impacta favorablemente es en la productividad. En el estado actual, la productividad de los empleados de cocina se estima en cinco hamburguesas por hora, una cifra que se pretende aumentar a nueve hamburguesas por hora mediante mejoras en el diseño del espacio de trabajo. La redistribución de las estaciones y la separación de zonas específicas para cada tarea, como preparación, cocción y ensamblaje, facilita el flujo de trabajo, minimiza los movimientos innecesarios y reduce el tiempo de espera entre las etapas de producción. Aumentar la productividad sin incrementar el número de empleados ni las horas de trabajo contribuye a un mejor rendimiento general de la operación y, en consecuencia, a un mayor volumen de ventas. Desde una perspectiva financiera, si el restaurante logra alcanzar la meta de nueve hamburguesas por hora, casi duplicando su capacidad actual, se incrementarán las ventas sin necesidad de realizar inversiones adicionales en personal o en espacio físico.

Además, la reducción en el tiempo de producción también disminuye los costos operativos. Con una mayor productividad en el mismo espacio y tiempo, el restaurante puede optimizar su servicio durante horas pico, satisfaciendo mejor la demanda de los clientes y mejorando su experiencia. Un servicio más ágil y eficiente no solo incrementa la rotación de mesas, sino que también potencia la satisfacción del cliente y su fidelización, lo que genera ingresos recurrentes. La estandarización de las tareas a través de indicadores de desempeño, como los KPIs diseñados específicamente para el área de cocina, permite monitorear y evaluar cada proceso. De esta forma, Burger Stack puede asegurar que cada paso se ejecute en tiempo y forma, manteniendo la calidad de sus productos sin comprometer la eficiencia.

En términos de costos de salud ocupacional, el cumplimiento de los requisitos ergonómicos y de seguridad en el trabajo reduce la posibilidad de accidentes o lesiones de los empleados. La normativa colombiana en seguridad laboral, establecida en el Decreto 1072 de 2015, obliga a las empresas a implementar medidas preventivas para proteger a sus empleados. En el caso de Burger Stack, al reducir el riesgo de lesiones en el área de cocina, se evita el pago de incapacidades y disminuyen las primas de

aseguramiento en riesgos laborales, contribuyendo a una baja en los costos asociados a incidentes ocupacionales [14]. La creación de un entorno de trabajo más seguro también favorece la retención de personal, ya que los empleados perciben el interés de la empresa en su bienestar. Esto disminuye la rotación y la necesidad de constantes capacitaciones para nuevos empleados, lo cual se traduce en ahorro de recursos a largo plazo.

Finalmente, la implementación de mejoras ergonómicas y de procesos estandarizados reduce la variabilidad en la calidad y eficiencia del servicio. La falta de estandarización en las tareas de cocina provoca inconsistencias en la calidad de los productos y afecta los tiempos de respuesta en el servicio. Para los clientes, la consistencia es clave en su experiencia de consumo, y cualquier variación en el producto o en el tiempo de espera puede impactar negativamente en su percepción de la marca. A través de la estandarización de procesos, Burger Stack puede asegurar que cada empleado siga las mismas instrucciones y procedimientos, reduciendo errores y manteniendo la uniformidad en el producto final. Esta consistencia contribuye a una mayor satisfacción del cliente, lo cual incrementa la probabilidad de retención y fidelización, factores cruciales en un mercado tan competitivo como el de la gastronomía. Un estudio de la consultora Deloitte muestra que las empresas con procesos estandarizados pueden reducir hasta un 25% de sus costos operativos y mejorar la satisfacción del cliente, impulsando así el crecimiento sostenible del negocio [16].

En resumen, el rediseño de las operaciones de cocina en Burger Stack, centrado en mejoras ergonómicas y de productividad, no solo optimiza el ambiente laboral y el bienestar de los empleados, sino que representa un ahorro significativo en costos laborales, de salud ocupacional y operativos. Esto permite al restaurante mejorar su competitividad y sostenibilidad financiera a largo plazo, haciendo frente de manera más eficiente a las demandas del mercado gastronómico.

Análisis. Costo – Beneficio

El proyecto consiste en mejorar la infraestructura y el equipamiento de la cocina para aumentar la eficiencia operativa y mejorar las condiciones laborales de los operarios. Esto incluye la adquisición de nuevos equipos, modificaciones de infraestructura y la capacitación del personal. Se espera que los cambios contribuyan a incrementar los ingresos del restaurante y optimizar las operaciones.

La inversión inicial incluye los siguientes elementos:

Tabla XIII. Inversión del proyecto.

Concepto	COP (\$ COP)
Equipos	
Freidora de papas	3.989.000
Remodelaciones	
Modificación de altura de campana	300.000
Gabinetes en estantes de ensamble	1.500.000
Capacitación	
Capacitación con el nuevo flujograma	700.000
Total inversión	6.489.000

Ingresos y Beneficios Proyectados

Ingresos actuales:

- Ventas mensuales promedio actuales: \$115,000,000 COP.

Ingresos proyectados después del rediseño:

- Ventas mensuales esperadas: \$120,750,000 COP.
- Incremento en ventas:

Incremento mensual en ingresos

$$120.750.000 - 115.000.000 = 5.750.000$$

Aunque los ahorros directos en costos no han sido cuantificados monetariamente, los beneficios intangibles (ergonomía y condiciones laborales) tendrán un impacto positivo indirecto en la productividad y la rotación del personal.

Costos Operativos Actuales

Costos operativos mensuales actuales: \$13,500,000 COP.

Cálculo del Tiempo de Recuperación (Payback Period)

El tiempo de recuperación indica cuántos meses se necesitan para que el incremento en ingresos cubra la inversión inicial.

$$\text{Payback Period} = \frac{\text{inversión inicial}}{\text{incremento mensual en ingresos}}$$

$$\text{Payback Period} = \frac{6.489.000}{5.750.000} = 1.13 \text{ meses}$$

Interpretación: La inversión inicial será recuperada en aproximadamente 1.13 meses, lo que indica una rápida recuperación del capital invertido.

Beneficio acumulado en un horizonte de 1.5 años:

Después de la recuperación de la inversión, el proyecto generará un beneficio neto mensual de \$5,750,000 COP. Calculamos el beneficio acumulado en 1.5 años:

$$\text{Beneficio Acumulado} = \text{Incremento Mensual en Ingresos} \times (\text{Horizonte en meses} - \text{Meses de recuperación})$$

$$\text{Beneficio acumulado} = 5.750.000 \times (18 - 1.13) = 96.711.250 \text{ COP}$$

Interpretación: En el horizonte de 1.5 años, el proyecto generará aproximadamente \$96,711,250 COP en beneficios netos después de recuperar la inversión inicial.

Conclusión

El análisis costo-beneficio demuestra que el rediseño de la cocina es altamente viable y rentable para Burger Stack, con un tiempo de recuperación de tan solo 1.13 meses y beneficios acumulados superiores a \$96,711,250 COP en 1.5 años. Además, los beneficios intangibles como mejoras ergonómicas y condiciones laborales fortalecerán la sostenibilidad operativa y el bienestar del personal.

5. Seguridad y salud en el trabajo

Cumplimiento de Normativas de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Rediseño de la Cocina de Burger Stack.

El proyecto de rediseño del área de cocina en el restaurante Burger Stack busca optimizar la eficiencia y ergonomía de las operaciones, garantizando el cumplimiento de las leyes y normativas vigentes en Colombia relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo. A continuación, se describen las normativas aplicables y las estrategias implementadas para su cumplimiento.

Marco Legal Aplicable

Ley 2120 de 2021

Esta ley promueve la alimentación saludable y segura, estableciendo directrices que impactan la calidad e inocuidad de los alimentos durante su preparación.

Decreto 1500 de 2007

Regula el sistema de inspección, vigilancia y control sanitario de productos cárnicos, exigiendo condiciones de higiene y seguridad en todas las etapas de la producción.

Decreto 3075 de 1997

Establece las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), orientadas a garantizar condiciones óptimas de higiene y prevenir riesgos laborales en la producción de alimentos.

Resolución 2674 de 2013

Define parámetros para la vigilancia sanitaria y el control de alimentos, subrayando la necesidad de ambientes laborales seguros y saludables.

Normas de Ergonomía

Aunque no están explícitamente detalladas en leyes específicas, los principios ergonómicos son fundamentales en las regulaciones de seguridad laboral, buscando reducir el riesgo de enfermedades ocupacionales y lesiones.

El proyecto de rediseño de la cocina de Burger Stack incorpora diversas estrategias para garantizar un entorno laboral seguro, eficiente y conforme a las normativas legales. En primer lugar, se aplicaron principios ergonómicos para adaptar el espacio de trabajo a las características físicas de los empleados. Esto incluyó la instalación de estaciones ajustables, como mesas y estantes regulables en altura, que permiten trabajar en posturas cómodas, reduciendo la fatiga muscular y el riesgo de lesiones. Además, se optimizó la distribución del espacio, minimizando movimientos innecesarios para mejorar la eficiencia y la seguridad. Estas medidas cumplen con las exigencias ergonómicas implícitas en el Decreto 3075 y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), promoviendo el bienestar laboral.

En cuanto al cumplimiento de las normativas de higiene, se implementaron estaciones de limpieza diseñadas para facilitar el lavado y la desinfección eficiente de utensilios y superficies, alineándose con los requisitos del Decreto 1500 y la Resolución 2674. También se mejoraron las condiciones ambientales mediante un control adecuado de la ventilación y la temperatura, reduciendo el estrés térmico y garantizando un entorno saludable.

El análisis ergonómico mediante el método REBA (Rapid Entire Body Assessment) permitió identificar y priorizar riesgos en las estaciones de trabajo. Este enfoque guió la reubicación de equipos y herramientas, asegurando la prevención de riesgos laborales de acuerdo con las directrices del Decreto 3075. Adicionalmente, se desarrolló un sistema de indicadores de desempeño (KPIs) para monitorear de manera continua las condiciones laborales, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad y seguridad establecidos por la Resolución 2674.

El proyecto también incluyó programas de capacitación para el personal, enfocándose en la ergonomía y el manejo seguro de equipos. Esto asegura que los empleados estén preparados para minimizar riesgos ocupacionales y operar conforme a las normativas legales, fortaleciendo su desempeño y seguridad.

El impacto de estas estrategias no solo garantiza el cumplimiento normativo, sino que también contribuye a los objetivos estratégicos de Burger Stack. Por un lado, la reducción de riesgos laborales disminuye el absentismo y las lesiones, mejorando la seguridad del equipo. Por otro, la optimización del flujo de trabajo y la eficiencia operacional incrementan la productividad,

reduciendo tiempos de operación y aumentando la capacidad de producción. Finalmente, las condiciones laborales optimizadas y los espacios ajustables fomentan el bienestar y la satisfacción de los empleados, fortaleciendo la cultura organizacional y posicionando a Burger Stack como un referente en la implementación de buenas prácticas en el sector gastronómico.

En conclusión, el proyecto de rediseño de la cocina de Burger Stack es un modelo de cómo la integración de soluciones técnicas y el cumplimiento de normativas pueden generar beneficios tangibles para los empleados y la organización. Mediante el rediseño ergonómico, la implementación de KPIs y la capacitación del personal, no solo se garantiza la conformidad legal, sino que se impulsa una cultura de bienestar y eficiencia que refuerza la competitividad del restaurante en el sector gastronómico.

VI. GLOSARIO

Ergonomía: Es la ciencia interdisciplinaria que estudia las relaciones entre el hombre y su puesto de trabajo. Busca la optimización de los tres elementos del sistema: humano-máquina-ambiente.[10]

Lean Manufacturing: El Lean Manufacturing, o también llamado Lean Production, es un método de organización del trabajo que se centra en la continua mejora y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso. [11]

Lean Service: Lean Service es una metodología que representa, una cultura y filosofía a través de un Manifiesto, con sus pilares, principios y un método claro con la visión de adaptar la Cultura y Herramientas Lean Manufacturing más propio del Sector Industrial al mundo de los Servicios. [12]

KPIs: El término KPI, siglas en inglés, de Key Performance Indicator, cuyo significado en castellano vendría a ser Indicador Clave de Desempeño o Medidor de Desempeño, hace referencia a una serie de métricas que se utilizan para sintetizar la información sobre la eficacia y productividad de las acciones que se lleven a cabo en un negocio con el fin de poder tomar decisiones y determinar aquellas que han sido más efectivas a la hora de cumplir con los objetivos marcados en un proceso o proyecto concreto. [13]

VII. ANEXOS

Tabla XIV. Tabla de anexos

No. Anexo	Nombre	Desarrollo	Tipo de Archivo
1	Diagramas del análisis de causas.	Propio	xlsx
2	Evaluación de requerimientos de ingeniería	Propio	xlsx
3	Matriz revisión de literatura	Propio	xlsx
4	Modelo actual de cocina en 3D	Propio	skp
5	Modelo mejorado de cocina en 3D	Propio	skp
6	Método células de ensamble	Propio	xlsx

VIII. REFERENCIAS

- [1] “Política de seguridad alimentaria y nutricional”, Ley 2120 de 2021, <https://www.icbf.gov.co/bienestar/nutricion/politica-seguridad-alimentaria#:~:text=LEY%202120%20DE%202021%3A%20Por,y%20se%20adoptan%20otras%20disposiciones>
- [2] Holguín Sardi, C., Arias Leiva, A. F., Sánchez Mesa, J. L., Díaz Granados, S., Lozano Ramírez, J. F., Gallego Henao, A.U., (2007, Mayo 4), “Decreto 1500 de 2007”, <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38923>
- [3] ”Buenas prácticas de manufactura (BPM)”, logihfrutic: <https://logihfrutic.unibague.edu.co/buenas-practicass/manufactura#:~:text=Según%20el%20decreto%203075%2F1997,de%20alimentos%20o%20productos%20agroindustriales>
- [4] Palacio Betancourt, D., “Resolución número 005109 de 2005”:
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Resolucion%205109%20de%202005.pdf>
- [5] Gaviria Uribe, A., “Resolución 2674 De 2013”:
<https://www.funcionpublica.gov.co/documents/418537/604808/1962.pdf/abe38fb4-e74d-4dcc-b812-52776a9787f6>
- [6] Ruiz Gómez, F., “Resolución 2013 de 2020”<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2013-de-2020.pdf>
- [7] “Guía de inocuidad de alimentos y bebidas para establecimientos expendio”:<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Guia-inocuidad-alimentos-establecimientos-expendio.pdf>
- [8] I Córdova Velásquez, S. A. M.; Gil Lizarraga, H. E., “Implementación de un sistema integrado de la metodología 5S e IoT para la mejora de la productividad en un restaurante en el distrito de Lima”, Tesis para título profesional, Ingeniería Industrial, UTP, Lima, Perú, 2023.
- [9] Diestra Mezarina, N. K.; Perca Mamani, Y. V., " Propuesta de un modelo de gestión basado en lean service para mejorar la productividad en el restaurante turístico Don Teodosio", Tesis para título profesional, Ingeniería Industrial, UPC, Lima, Perú, 2023.
- [10] Solis, R; Madriz, C, "Aplicación de Ergo-Lean Manufacturing en el análisis de valor", *Tecnología en marcha*, Vol. 22, N.º1, pp. 24-28, Enero-Marzo 2009.
- [11] "*¿QUÉ ES LA ERGONOMÍA?*", Anahuac Mexico, <https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Que-es-la-ergonomia>
- [12] "*Lean Manufacturing: definición, origen y evolución*", Lean Manufacturing.. Sistemas OEE – Technology To Improve., <https://www.sistemasoe.com/lean-manufacturing/>
- [13] "*¿QUÉ ES LEAN SERVICE?*", LEAN SERVICE SEGÚN LOS AUTORES, <https://leanservice.es/lean-service/>
- [14] Ministerio del Trabajo de Colombia. (2015). Decreto 1072 de 2015.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38923>
- [15] Ergonautas, "Método REBA - Ayuda", Universidad Politécnica de Valencia. [En línea]. Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>.
- [16] Deloitte. (2020). Operational Consistency and Productivity Improvements in the Food Service Industry.

Nota aclaratoria: Todas las tablas, gráficos y diagramas presentados en este documento son de nuestra autoría. Han sido elaborados exclusivamente para este proyecto con base en los análisis y resultados obtenidos durante el desarrollo del mismo. Cualquier similitud con elementos externos es puramente coincidente y no intencionada.