

Diseño de una herramienta para la realización del proceso de MRP en las MiPymes

N. Campuzano, R. Escobar, D.A. Granados

Universidad Católica de Oriente, Cr. 46 No. 40B 50, Rionegro, CP 054040, Colombia.

RESUMEN

En el Oriente Antioqueño el 93,35% de las empresas pertenecen a las MiPymes (Micro, pequeñas y medianas empresas), las cuales como su nombre lo indica cuentan con escasos recursos para crecer significativamente y adicional para convertirse en empresas más competitivas y con mayor capacidad de producción y cumplimiento al cliente, y entre los grandes problemas que enfrentan las MiPymes se encuentran los altos costos de producción y el poco control de inventario, ocasionando dificultades en la satisfacción del cliente y altos costos que en muchas ocasiones podrían evitarse o disminuirse. Por ello, el presente artículo tiene como objetivo la implementación del MRP enfocado principalmente en las MiPymes del Oriente Antioqueño, creando una estrategia que permita hacer más fácil el día a día de su producción e inventarios mediante el diseño de una herramienta por medio de Microsoft Excel (Visual Basic) que permita a estas empresas la planeación de requerimiento de materiales, con el fin de evitar retrasos en la producción y dar cumplimiento satisfactoriamente a los clientes con el producto terminado en el momento oportuno. Finalmente, se simula un producto a fabricar evidenciando claramente el funcionamiento del aplicativo y los resultados que presenta, teniendo en cuenta que las empresas contienen gran variedad de productos en sus inventarios, procesando toda la información contenida e indicando en qué momento se debe empezar a hacer la orden de producción para la fabricación y obtención del producto terminado en el momento que se desea.

1. INTRODUCCIÓN

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) son aquellas empresas que cuentan con máximo 250 trabajadores en su totalidad y su facturación es moderada, además de ello, estas empresas no disponen de grandes recursos para su operación [1], para este caso, se referencian las MiPymes del Oriente Antioqueño, las cuales han ido en incremento durante los últimos 10 años, con un promedio anual del 6% superando la tasa de crecimiento de la base empresarial del 5,13% [2].

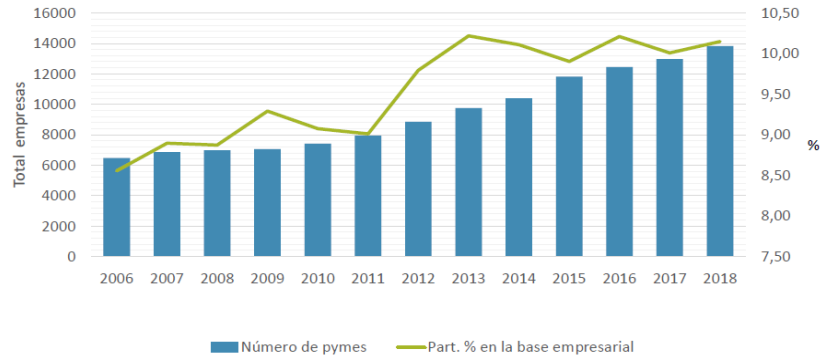


Figura 1. Evolución MiPymes 2006 – 2018 [2].

Como se evidencia en el gráfico, la tasa de crecimiento de las MiPymes a lo largo de 10 años ha sido significativa, cada año se suman más personas del Oriente Antioqueño a la innovación de productos y creación de empresas, la cual es una oportunidad de crecimiento y ello se referencia en la posibilidad de abrir nuevos mercados e ir obteniendo un reconocimiento y calidad en productos o servicios que marquen la diferencia y el cliente los prefiera, hasta lograr pasar de ser una MiPyme a una gran empresa en el Oriente Antioqueño.

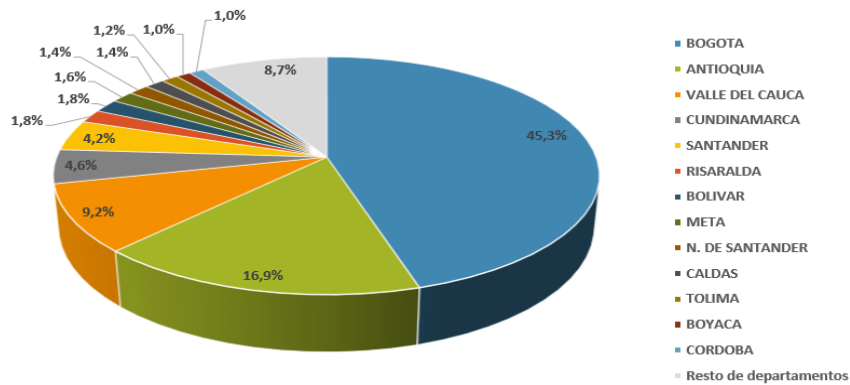


Figura 2. MiPymes en Colombia [3].

Para el año 2018, en Colombia las MiPymes aumentaron significativamente, siendo Bogotá el primer departamento con mayor crecimiento de creación de empresas con un 45,3% seguido de Antioquia con un 16,9% de aumento en la cantidad de nuevas empresas, esto indica que las MiPymes influyen directamente en los indicadores de la economía Antioqueña.



Figura 3. Panorama empresarial del Oriente Antioqueño 2018 [4].

Según el Panorama empresarial del Oriente Antioqueño del año 2018, los porcentajes más altos de participación se relacionan con las micro, pequeñas y medianas empresas, de las cuales su mayor participación está encabezada por el Altiplano del Oriente Antioqueño con un crecimiento del 8,97% durante ese año, principalmente con el centro de concentración en los municipios de Rionegro y La Ceja, siendo estos, los municipios que por su tamaño aportan la mayor cantidad del tejido empresarial del Oriente Antioqueño, también, es importante resaltar que las mayores unidades empresariales en el Oriente Antioqueño son los establecimientos de O.A. con un 44,7% seguido de las personas naturales con un 39,4%.

El comportamiento que se evidencia en el panorama para el año 2018 permite definir al Oriente Antioqueño como favorable para los negocios y su crecimiento empresarial durante los últimos años aporta importantes beneficios económicos para la subregión en cuanto a los indicadores del PIB corriente y el PIB Per cápita de la región y los municipios.

En cuanto a los resultados del análisis, las microempresas son las que cumplen con la mayor participación en el tejido empresarial del Oriente Antioqueño con un porcentaje de participación del 93,35% por lo que esto demuestra que la economía del Oriente Antioqueño está impulsada principalmente por estas unidades productivas, seguida de la pequeña empresa con un índice porcentual de 4,62% y la mediana empresa con un 1,60% de participación [4].

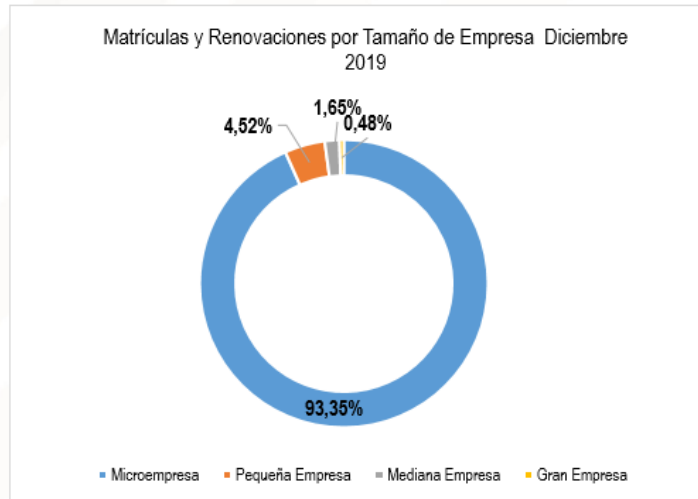


Figura 4. Participación por tamaño de empresa 2019 [5].

Según la CCOA (Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño) para el año 2019, se constituyen las MiPymes como mayores participantes de los indicadores económicos del Oriente Antioqueño, posicionándose como factor principal las microempresas, todo ello, indica que el Oriente Antioqueño está compuesto por MiPymes alcanzando casi la totalidad de su composición, es decir, que la economía del Oriente Antioqueño está directamente relacionada con las MiPymes y que el crecimiento constante de estas permite evidenciar que la mayoría de las empresas que inician logran continuar con sus operaciones en el transcurso de los años, además, de describir una estructura estable y con un alto nivel de madurez con respecto a la estructura empresarial.

Esto permite analizar más particularmente a las MiPymes del Oriente Antioqueño en cuanto a sus procesos y utilidad de las tecnologías para el desarrollo del día a día de sus producciones, debido a que estas empresas son parte fundamental para el crecimiento y desarrollo constante del Oriente Antioqueño y generalmente al Departamento de Antioquia.

En el Oriente Antioqueño las MiPymes industriales, comerciales y de servicios señalaron que entre los principales problemas que evidencian están los altos costos en los impuestos, la falta de demanda y la competencia de grandes superficies [6], lo que se globaliza en la falta de recursos, por tanto, estas empresas no tienen la capacidad de invertir en tecnología e innovación y esto conlleva a que constantemente se presenten problemas en los procesos, en el producto terminado y los inventarios se vean afectados de tal manera que su eficiencia no cumpla con las expectativas tanto del cliente como del propio inversionista.

En el mercado, las empresas requieren ser cada vez más competitivas y para ello deben enfrentarse a grandes problemas de inventarios, de pedidos retrasados, altos costos de producción y calidad no conforme, problemas que generan grandes pérdidas tanto económicas como falta de competitividad en el mercado [7].

El MRP es complemento importante para la planeación y el control de la producción, permitiendo obtener el buen funcionamiento de la cadena de abastecimiento, disminuyendo los costos y proporcionando el material en el tiempo oportuno, todo esto, con el objetivo de asegurar que los diferentes componentes estén disponibles, cuando y donde se requieran en las cantidades necesarias para que el inventario permanezca constantemente en los niveles más bajos posibles.

También, es importante resaltar la tecnología en las MiPymes del Oriente Antioqueño, por ello, en el artículo de la dimensión de la gestión tecnológica de las MiPymes en Colombia [8], los autores hacen referencia a las MiPymes en cuanto a que, cuando estas acceden a los recursos tecnológicos es poco lo que se evidencia en el avance de la productividad y debido a esto influyen varios factores de los cuales lo primero que se debe tener en cuenta son los costos que se generan, pues, las MiPymes cuentan con poco capital de inversión y se hace necesario invertir también en la capacitación del personal para que se ajusten a los cambios tecnológicos, además, de que el costo de innovación es muy alto, porque en la mayoría de los casos, se requiere la aplicación de cambios en la infraestructura, maquinaria e insumos.

Otro factor que influye en esto, es la no conformación de las alianzas productivas de los sectores, es decir, que las MiPymes se centran en la toma de decisiones internamente sin brindar la posibilidad de ampliar conocimientos y nuevas ideas que generen mejoras, es esto, lo que conlleva a que las MiPymes sean individualistas y se obstaculice un crecimiento y una dinámica productiva de cada uno de los sectores a los que estas pertenecen, por ello, el objetivo de este trabajo está basado en la satisfacción de las necesidades de las MiPymes, puesto que, en su mayoría no obtienen herramientas ni implementan tecnologías porque esto aumentara los costos, además, el control de su producción aún es muy manual y poco digitalizada, por ende, sus inventarios presentan graves complicaciones y en ocasiones puede faltar materia prima como en otras pueden existir excedentes y como consecuencia causa sobrecostos y mayor esfuerzo económico; es ahí donde entra el MRP (Material Requirements Planning), el cual tiene su objetivo basado en la administración de la producción cumpliendo con las necesidades de los materiales requeridos para la producción en el momento oportuno.

El MRP, además, es un software encargado de realizar la planificación de los materiales y el control de los inventarios de forma digital, esto ayuda, a que se cumpla con las demandas que los clientes requieren, permitiendo, que los productos y materiales estén disponibles en el momento de la producción y la entrega al cliente, como también el control adecuado de los inventarios [7].

En el artículo publicado por la revista de investigación “Industrial Data” [9], los autores Rivera Poma, J., Ortega Pernia, E., & Pereyra Quiroz, J, mencionan que el MRP está definido como una metodología que permite conocer la demanda del requerimiento de los materiales, además, es también implementado a través de un software que procesa la información del

proceso productivo y la demanda del producto, obteniendo como resultado la disminución de los stocks, la satisfacción de los clientes, y una mejor calidad de los productos.

Es indispensable para las MiPymes estos aspectos anteriormente mencionados, pues, estas empresas requieren brindar calidad y que los clientes estén satisfechos, convirtiéndose en empresas más competitivas y con mayores posibilidades de abrir nuevos mercados, además, si se tienen controlados los niveles de inventario ayudara a la disminución de los costos y la entrega oportuna de los productos, para ello, se hace indispensable unos datos de entrada como lo son el MPS (Plan Maestro de producción) , el cual está constituido por los pedidos de los clientes y la demanda actual, permitiendo conocer en qué periodo es necesario producir, también hace parte de ello, el BOOM (Lista de materiales), el cual permite conocer la estructura jerárquica de los productos terminados, es decir, cada una de las etapas y complementos de materias primas que se requieren para tener el producto terminado, y los registros de inventario, el cual es necesario que la empresa tenga una base de datos de las materias primas existentes necesarias en la fabricación de cada uno de los productos, todo esto siendo necesario para la implementación de MRP y así logrando obtener en las empresas la disminución de Stocks, la mejora y el cumplimiento al cliente, disminución de costos y como principal objetivo, obtener una mejor planificación productiva.

También es necesario para la planificación del MRP el registro de inventarios, el cual permite tener conocimiento de la información del inventario disponible para la producción de cada producto.



Figura 5. Componentes del MRP.

Por otro lado, Darwin Enrique Álvarez Peralta, en su artículo evidencia que la empresa Quala Ecuador S.A presenta errores al momento de la planificación de materiales debido a la falta de una metodología que ayude a la ejecución de la planificación y compra de materias primas necesarias para la producción, por ello, se implementa el sistema MRP que permite una adecuada ejecución de sus productos y está constantemente actualizada en cuanto a los stock en los inventarios y los pronósticos de ventas, además, de arrojar información importante de los procesos y la planeación de materiales; por ello, para su metodología de implementación

del MRP se realizaron cambios en el ERP (Enterprise Resource Planning) ya disponible en la empresa y se le instalan y compilan programas para la instalación e implementación del MRP, además, de ser necesario una persona que recopile información, realice seguimiento e implemente las acciones necesarias para cumplir con el objetivo del MRP [10].

El MRP es una herramienta con gran utilidad en la industria, esta permite que todos los procesos funcionen correctamente y hallan menos costos al momento de producir y tener el producto terminado, todo ello, porque en las empresas es indispensable llevar un control sobre el inventario y los recursos que se disponen para cumplir al cliente con la producción necesaria, además, si se cumple al cliente satisfactoriamente, la empresa también se beneficia por el hecho de ser más competitiva y la eficiencia será muy alta respecto a otras empresas que no tienen un inventario y un control de producción específico, debido a que se cuenta con la seguridad y satisfacción de disponer con todos los elementos necesarios para cumplir con el tiempo pactado con el cliente.

En la Industria de Calzado caso MARCIA “Buffalo Industrial” también se aplicó el MRP con el fin de manejar los inventarios y tener una mejor productividad, para ello, primero se realizó el levantamiento de información y el análisis de cada uno de los procesos que se realizan allí, además, de realizar la búsqueda de información de ventas de periodos (años) atrás con el fin de realizar un pronóstico con estos datos para luego, aplicar el modelo de programación lineal que permita establecer los costos, realizar los pedidos necesarios y mantener el inventario constantemente actualizado con el fin de disminuir costos de producción y dar cumplimiento a los clientes, basándose en el plan maestro de producción y la lista de materiales, todo esto, con el fin de dar un balance o comparación de MRP realizado de forma manual utilizando la herramienta de Microsoft Excel y el modelo matemático del software LINGO.

Luego de aplicar el método de MRP tanto en Microsoft Excel como en el software LINGO se llega a la conclusión de que existe una diferencia muy mínima entre estos, mostrando que el proceso se encuentra lineal, aunque presenta algunos errores en cuanto a los retrasos al momento de la manufactura [11].

Por tanto, Microsoft Excel puede ser una herramienta con un propósito positivo al momento de la implementación del MRP y mucho más cuando son empresas pequeñas o medianas que no tienen los recursos suficientes para adquirir un software, Excel brinda la posibilidad de llevar el respectivo control de inventario y mejorar los tiempos de entrega, debido a que, el MRP en las MiPymes resulta siendo herramienta fundamental para que estas se conviertan en empresas más competitivas, con mayor alcance productivo y manteniendo satisfecho al cliente con la eficiencia y la eficacia en la entrega de sus productos.

A la empresa Bioplast de Antioquia S.A.S también se le implemento el sistema MRP y se basó en la recuperación de materiales como el plástico y la transformación de gránulos o

pellets; su razón de ser está basada en darle una transformación final a todos los desechos de manera que ayude a mejorar el medio ambiente y promover la industria de recuperación, para ello, esta empresa implementa el sistema MRP el cual le permite una mayor facilidad en el inventario y la disminución en los costos de almacenamiento, además, de la posibilidad de disminuir los tiempos de espera en la producción y la entrega de pedidos; desarrollando el MRP en Microsoft Excel permitiendo a la empresa una mejor planificación y el programa constantemente se encuentra actualizado con la información que se ingresa y la rotación del inventario.

La implementación del sistema MRP en la empresa Bioplast de Antioquia S.A.S permitió la regulación de los atrasos de entrega, pero se identificó la necesidad de capacitar a los operarios en el MRP, con el fin de que se haga el uso adecuado del sistema y obtengan mejores resultados; además, el sistema implementado es fácil de manejar y comprender por lo cual todos los operarios de la empresa sin importar las funciones que desarrolle dentro de esta, cada uno de ellos podría lugar de una inducción, estar en la capacidad de implementarlo para lograr que la empresa tenga un flujo de información adecuado y satisfacer al cliente con sus pedidos en la cantidad y tiempo requerido por ellos, además, abrir la posibilidad de que a futuro se potencialicen nuevos clientes debido al cumplimiento de pedidos. El MRP implementado en la empresa Bioplast permitió obtener resultados óptimos y el cumplimiento de las expectativas que se tenían al momento de la instalación del sistema [12].

Por otro lado, una empresa de alimentos ubicada al Suroeste de España, la cual tiene como objetivo principal la producción de alimentos para bebés, tales como jugos, mermeladas y barras de cereal; se vio en la necesidad de implementar un aplicativo de MRP debido a que los estándares de producción requerían un control de materias primas y productos finales, además del control de la calidad, debido a que sus productos no contaban con los estándares requeridos en las materias primas, debido a que se requerían materias primas con alto grado de frescura y esto estaba ocasionando problemas en las fechas de caducidad y consumo del producto, afectando significativamente los plazos de entrega y los altos costos en las materias primas, por ende, aproximadamente el 1,1% de la producción no cumplía con los estándares de calidad y se perdía, por ello, se decide implementar el MRP permitiendo obtener un mejor control en las necesidades de producción y cumpliendo al cliente con el producto final en buenas condiciones y el lapso de tiempo pactado, además, de evaluar la rentabilidad de la cadena de suministro y suministrando información suficiente para el control de inventarios [13].

Otro estudio que se realizó con el fin de representar el enfoque del MRP hacia la actuación, se debe a la alta efectividad de su implementación en Japón, por ello, MRP tiene como desafío demostrar la capacidad de mejorar la planificación de materiales y el control de la producción, esto dado a que los Japoneses están en proceso de superación a Occidente en cuanto a la producción de componentes eléctricos y automóviles, por ello, se requería un

sistema mejorado del JIT (Just in Time) el cual tiene como propósito la revisión y organización de toda la fábrica.

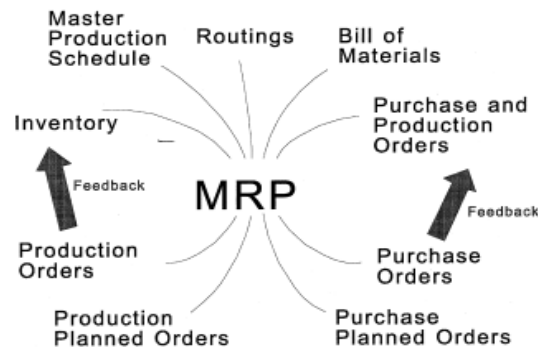


Figura 6. Funcionamiento del MRP [14].

Por ello, Just in Time y MRP tienen diferencias con rasgos muy importantes tanto en el diseño como en el uso o utilidad que se le da a cada una de estas herramientas, entre ellas, el MRP realiza el seguimiento de la producción e inventarios, tomando como suposición de que cada pedido es único, de ahí pasa por un proceso de programación, haciendo un seguimiento intensivo de la información suministrada al programa; por otro lado, el JIT se basa en los supuestos de la repetición de procesos y la variación del producto debe ser muy reducida, para que sus resultados no afecten de manera negativa la toma de decisiones [14].

Entre tanto, Plenert en su artículo resalta el MRP como un sistema con características muy representativas, lo que lo hacen ser un sistema sin competencia debido a que enfrenta la exigencia en la secuencia de la producción, la cantidad y el proceso de la producción, por tanto, los Japoneses prefieren este sistema para sus empresas y talleres de trabajo con el fin de mantener el control de los inventarios y sistematizar sus procesos para un mejor funcionamiento y cumplimiento a sus clientes con el producto terminado [14].

En el Oriente Antioqueño, según el subdirector de la ANIF (Asociación Nacional de Instituciones Financieras) las MiPymes han reflejado la falta de planeación en el uso de los recursos y la falta de innovación para la diversificación de los mercados, ocasionando que estas empresas no crezcan satisfactoriamente y no cuenten con una estrategia sostenible y competitiva, por lo que se requiere el fortalecimiento y desarrollo de nuevos productos e innovación que ayude al mejoramiento de los procesos y la apertura de nuevos mercados tanto a nivel nacional como internacional [15].

Por ello, este trabajo tiene como enfoque principal realizar el diseño de un aplicativo para el desarrollo del proceso MRP en las MiPymes específicamente del Oriente Antioqueño; con esta herramienta se busca ayudar a las MiPymes en su día a día en la planificación de la producción y el control de inventarios, permitiendo que estas cumplan con las necesidades de los materiales requeridos para su producción en el momento adecuado, además, mantiene

los inventarios controlados con el fin de que las empresas logren la satisfacción del cliente y la eficiencia y eficacia en cada uno de sus procesos, para ello, se hace uso de Microsoft Excel con su complemento Visual Basic, el cual a partir de su lenguaje de programación permite la creación de comandos y macros que realicen las funciones necesarias para el desarrollo del MRP.

Lo que se pretende con esta herramienta es que las MiPymes puedan acceder a ella y la implementen sin necesidad de invertir en aplicaciones de alto costo que probablemente no se ajusten al bajo presupuesto con el que estas cuentan, por ende, Microsoft Excel es la alternativa más viable para el desarrollo de MRP, además, de que es un programa muy conocido por muchas personas y su manejo e interpretación podría facilitarse mucho más; y las MiPymes podrían estar constantemente actualizadas en su inventario, revisando sus órdenes de producción y dando cumplimiento al cliente con el producto que este requiera.

2. METODOLOGÍA

Con el propósito de llevar a cabo el desarrollo de los objetivos propuestos y la ejecución del aplicativo MRP, se efectúa la siguiente metodología:

2.1. Análisis de aplicativos desarrollados para el proceso de MRP.

Se realizó una búsqueda en la literatura científica acerca del estado del arte que contenga información sobre el MRP con el fin de identificar investigaciones realizadas que puedan servir de base para el desarrollo de la aplicación que se pretende realizar en este trabajo de investigación. Este tipo de análisis de la literatura pretende también ampliar el conocimiento sobre los potenciales resultados que pueden ser obtenidos si las empresas cuentan con un proceso como el MRP, además, de permitir obtener una visión más general de la aplicación y sus funcionalidades.

2.2. Evaluación de plataformas para la implementación del aplicativo MRP.

Luego de haber determinado aquellas variables relevantes en el proceso del MRP, como solución a las MiPymes del Oriente Antioqueño para el manejo de los inventarios y el cumplimiento oportuno de las ordenes de producción, se realizó la evaluación de alternativas de plataformas ya existentes para el desarrollo del proceso MRP. Para ello, se exploran múltiples herramientas de las cuales hacen uso grandes y medianas empresas tanto del Oriente Antioqueño a nivel nacional. Se realizó la búsqueda y se analizaron las funciones que contiene cada una de ellas, esto con el fin de determinar las variables para la implementación y los componentes que hacen parte de ello, además, de valorar algunas de ellas en las cuales se podría realizar la creación del aplicativo, teniendo en cuenta, los costos que se deben asumir y la capacidad de herramientas tecnológicas para su implementación y manejo. Todo lo anterior, con el fin de seleccionar la mejor alternativa de plataforma que permita la ejecución y obtención del MRP en las MiPymes del Oriente Antioqueño.

2.3. *Desarrollo de aplicativo MRP.*

Luego de haber seleccionado la mejor alternativa de plataforma para la implementación del MRP, se procede a la realización de la programación basada en los principales factores que hacen parte del proceso MRP anteriormente identificados al aplicar el primer paso metodológico, esto, con el fin de desarrollar el aplicativo MRP a través de scripts que permitan la realización del plan de necesidades brutas y necesidades netas del producto que hace parte de la MiPymes a la cual se le implemente el aplicativo, procesando esta información y arrojando el MRP con sus tiempos de entrega acertados.

2.4. *Validación del aplicativo MRP.*

Se implementa el programa de MRP desarrollado en Microsoft Excel para validar y verificar las condiciones del aplicativo, es decir, que si cumpla con los requerimientos básicos necesarios para la realización de un MRP en la planeación y planificación de la producción. Para ello, se aplica a un proceso productivo de una MiPymes del Oriente Antioqueño, con el fin de conocer en qué momento es necesario realizar la orden de compra para dar cumplimiento con el tiempo de entrega determinado por el cliente, esto, permitiendo la satisfacción del cliente y el buen funcionamiento de los procesos, evitando máquinas en paro por falta de materia prima y retrasos en la producción.

3. RESULTADOS Y ANALISIS

3.1. *Análisis de aplicativos desarrollados para el proceso de MRP.*

El proceso de MRP es utilizado en muchas empresas tanto nacionales como internacionales con el propósito de mantener sus niveles de inventario lo más bajos posibles y programar las órdenes de producción para dar cumplimiento en el tiempo requerido, por ello, se realiza la búsqueda de trabajos de investigación que se hayan enfocado en el desarrollo del MRP en empresas que aún no contaban con un sistema que permitiera el control de su producción, para conocer las ventajas y desventajas que trae consigo el que una empresa, en este caso, especialmente las MiPymes cuenten con este proceso. Esta búsqueda se realizó utilizando plataformas educativas y de investigación donde se han realizado publicaciones de artículos que cumplieran con este propósito, tales como:



Figura 7. Plataformas para búsqueda trabajos de investigación.

La empresa MAC JHONSON CONTROLS COLOMBIA S.A.S se dedica a la producción de acumuladores eléctricos, tales como baterías, y esta vio la necesidad de implementar un sistema MRP, debido a que producía de una misma batería diversos estilos y estaba presentando dificultades en las órdenes de producción, además de retrasos en los tiempos de entrega, esto debido a que se llevaba un registro de inventario utilizando Microsoft Excel pero requerían un sistema que permitiera la programación de la producción, para ello, implementaron el MRP haciendo uso de la herramienta CG UNO, la cual permite hacer el orden de producción, realizar seguimiento y evidenciar el costo.

SIESA 8.5		INVENTARIOS		ABRIL 07, 2014 U	
CIN3011. 15		TRANSACCIONES POR ITEM - CONSULTA		JHOME	
Item :	228080	BE 361 5*5 LN SOV COM AX SD BE			
Extension :					
Localizacion :	015-27	ENSAMBLE AUTOS			
Ext: Local: 015-27 Clasif.:		Acumulados Desde :	2013/10/12		
Existencia Actual :		7,010.000	Total Entradas :	7,010.000	
Comp. en Venta :		0.000	Total Salidas :	0.000	
Comp. en O.P. :		0.000	Costo Prom. Unitario :	30,794.940	
Comp. Requisicion :		0.000	Costo Estandar :	0.000	
Total Disponible :		7,010.000	Ultimo Costo :	33,338.661	
Existencia-2 :		0	Fecha Ult. Costo :	2014/03/11	
Punto Pedido :		0.000	Nivel Maximo :	0.000	
Cantidad a Pedir :		0.000	Nivel Minimo :	0.000	

Figura 8. Orden de producción en CG UNO 8.5 [16].

El laboratorio Farmacéutico de Oriente en Cuba también se vio en la necesidad de implementar el sistema MRP debido al aumento acelerado de la demanda en los

medicamentos y se requería la gestión de requerimiento de materiales tanto en inventario, como en producción y producto terminado, para asignar las fechas de entrega, para ello, se hizo uso de la aplicación WinQSB, por medio de la cual se implementó el sistema MRP en este laboratorio [10].

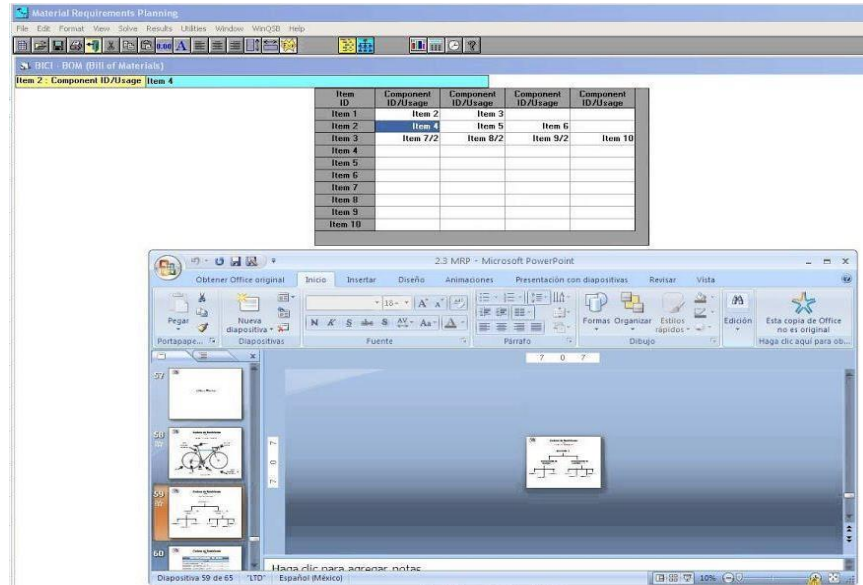


Figura 9. MRP en aplicación WinQSB.

Otro aplicativo para el proceso de MRP, es el de la empresa CEDAL S.A dedicada a la elaboración de cartón corrugado para el empaque de banano, con la finalidad de tener correctamente la planificación de los materiales y optimizar los recursos para una mejor eficiencia, para ello, se implementa el sistema MRP a través de Microsoft Excel y el paquete informático GAMS.

		Cantidad a pedir de cada uno de Sku's y los respectivos días Gamo Febrero																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Cajas (Láminas)	CM140	255.322	300.000		250.000	250.000	250.000	278.172		250.000	250.000	293.704		250.000	250.000	271.128		250.000	250.000	269.122	
	KL106			55.000,00																	
	KL206				275.000,00																
	BP250				50.000,00			15.200,00													
	CM147D							125.000,00													
	CMV5165																				
Papel Nacional "Yellow"	CMV5155				250.000,00																
	CM155D							100.000,00													
	LB175I																				
	KL205I																				
	KL175I																				
	KL170I																				
Papel Internacional	KL250I																				
	KL220I																				
	Almidon						514,34						490,14					400,00			
	Soda	400,00																			
	Borax		187,12			175,00			181,91				208,20				183,68				
	Harlobond							1.500,00													
	Hidratye99			400,00										400,00							
	Hidratye401	450,00			543,27				450,00		450,00			477,05			450,00	450,00			
	Penetrante																				
	Parafina	6.500,00				6.500,00				6.500,00			6.500,00				7.674,48				6.500,00
Gomas "Yellow"	Surebond																				
	Coragum-R55				294,36																
	Adhesivos (Kilos)							3.500,00													
	Tinta (Kilos)								6.500,00												
Plola (Kilos)																	150,00				

Figura 10. Planeación de la producción con aplicativo GAMS.

Los artículos y aplicativos implementados en cada uno de ellos para el desarrollo del MRP permitieron obtener una visión más amplia de la importancia de tener una herramienta que ayude en el control de los inventarios y el control de la producción, además, de conocer los resultados y beneficios que se obtienen para las empresas, esta revisión de la literatura de investigación del estado del arte del MRP evidencia que las MiPymes pueden disminuir sus costos productivos y cumplir con la producción en el momento oportuno sin necesidad de invertir en aplicativos que generen costos no planeados para ellas, se evidencia además, que aunque en cada uno de los artículos anteriormente mencionados hace uso de plataformas diferentes para la implementación del MRP se obtienen resultados muy similares y con alto grado de positivismo y mejora en la productividad diaria de cada una de las empresas de las cuales hicieron parte para la ejecución.

Todo ello, permite tener un acercamiento de los resultados que se podrían obtener si se hace uso del MRP en las MiPymes del Oriente Antioqueño, debido a que en su mayoría se tienen consecuencias negativas en las órdenes de producción y en sus productos terminados, ocasionando el poco crecimiento y reconocimiento nacional e internacional, además de la falta de confiabilidad y satisfacción de sus clientes.

Esto también, facilitó el desarrollo del proyecto para innovar en una herramienta aplicativa para las MiPymes del Oriente Antioqueño, debido a que se logró conocer teóricamente el funcionamiento y la planeación y ejecución del MRP en empresas existentes que presentaban problemas en sus órdenes de compra y su control de inventarios, siendo esto, una de las consecuencias y dificultades para el crecimiento y desarrollo de las MiPymes.

3.2. Evaluación de plataformas para la implementación del aplicativo MRP.

Para el desarrollo de la herramienta de MRP para las MiPymes del Oriente Antioqueño, además, de hacer una investigación detallada del estado del arte del MRP, se hace también la revisión de softwares existentes ya sea, gratuitos o con precio de compra, para verificar las funciones principales, el costo para la obtención y el objetivo que se puede lograr al implementarlos, además, de generar ideas de la estructuración y herramientas que contiene cada uno de ellos para adicionarlo al aplicativo que se desea desarrollar, para ello, se hizo la revisión de los siguientes softwares:

3.2.1. SAP (Systems, Applications, Products in Data Processing)

SAP es un software que permite la implementación del MRP siendo su objetivo principal la planificación de necesidades de los materiales y la garantía de disponibilidad de materias primas, esta herramienta facilita la revisión de los stocks y la obtención del equilibrio entre la reducción de los costos y la optimización en el servicio al cliente [17].

SAP, además, es uno de los softwares más conocidos e implementados por las empresas para el MRP, pero su desventaja es que no cuenta con licencia gratuita y su costo supera el presupuesto mínimo con el que cuentan las MiPymes especialmente del Oriente Antioqueño.

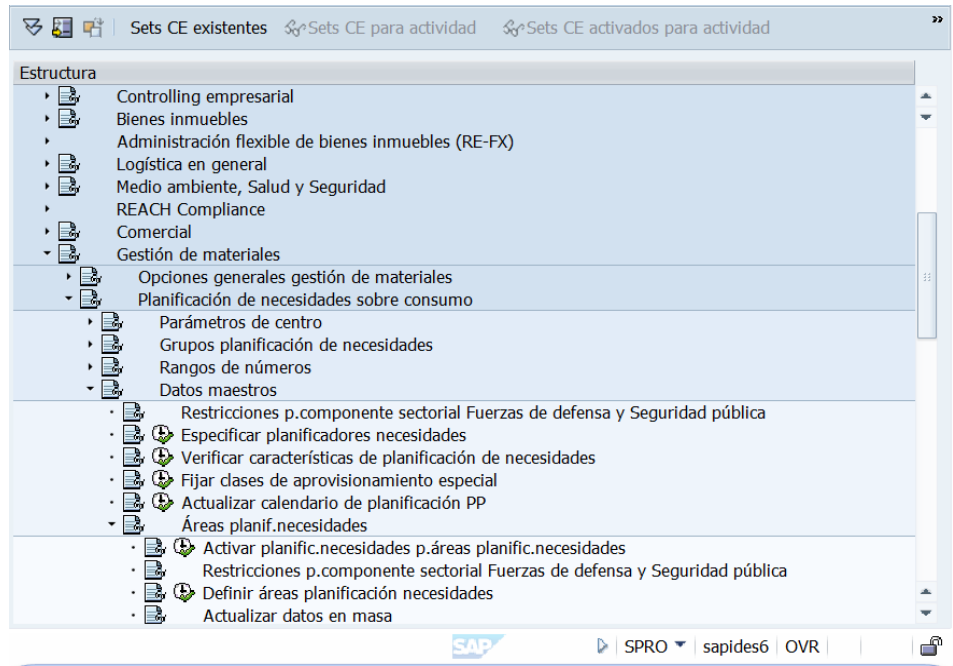


Figura 11. MRP en SAP [18].

3.2.2. ORACLE

Oracle es un software que permite la gestión de la demanda, la programación de la producción y la programación de la producción, esta aplicación cuenta además con una versión especialmente diseñada para satisfacer las necesidades y requerimientos de las MiPymes permitiendo que estas cuenten con un programa que ayude en el diario de su producción, cumpliendo con las características de fácil instalación y administración y manejo fácil y confiable, esta versión es llamada “*Oracle Standard Edition One*”, permite a las MiPymes ser más competitivas en el mercado [19], su única desventaja al igual que el software anteriormente mencionado es que no es gratuita, costando su licencia aproximadamente US\$ 5.995, inconveniente por el cual muchas MiPymes no hacen uso de este software debido a sus escasos recursos económicos con los que cuentan.

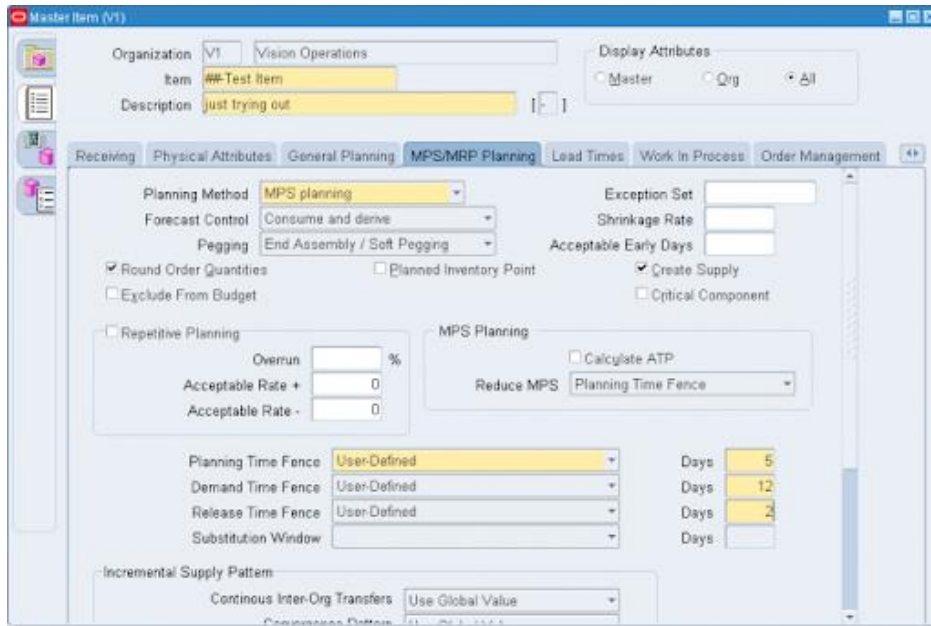


Figura 12. Oracle Standard Edition One para las PYMES [20].

3.2.3. ERPAG

Erapag es otro de los softwares para MRP, este es utilizado exclusivamente de manera online y su objetivo es brindarle a las pequeñas y medianas empresas una solución que permita fácilmente la planificación de requerimiento de materiales, teniendo en cuenta la demanda y ajustando las compras a lo que realmente se necesita en un momento determinado [21], entre sus características, ventajas y desventajas esta la facilidad de personalización de cada uno de los productos de la empresa, pero algunas de sus funciones requieren de mayor capacitación para su manejo, además, este software también requiere de inversión económica para obtenerlo e implementarlo en las empresas.

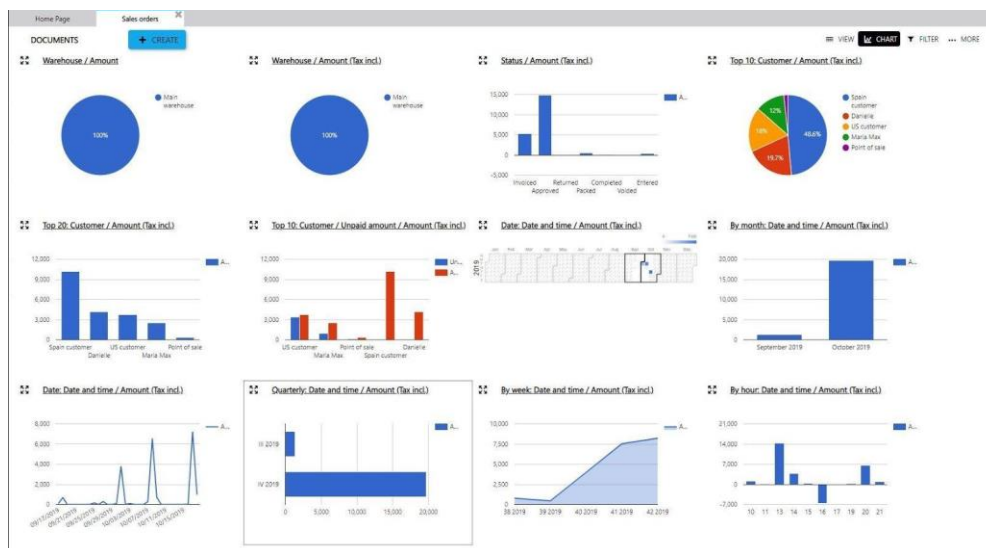
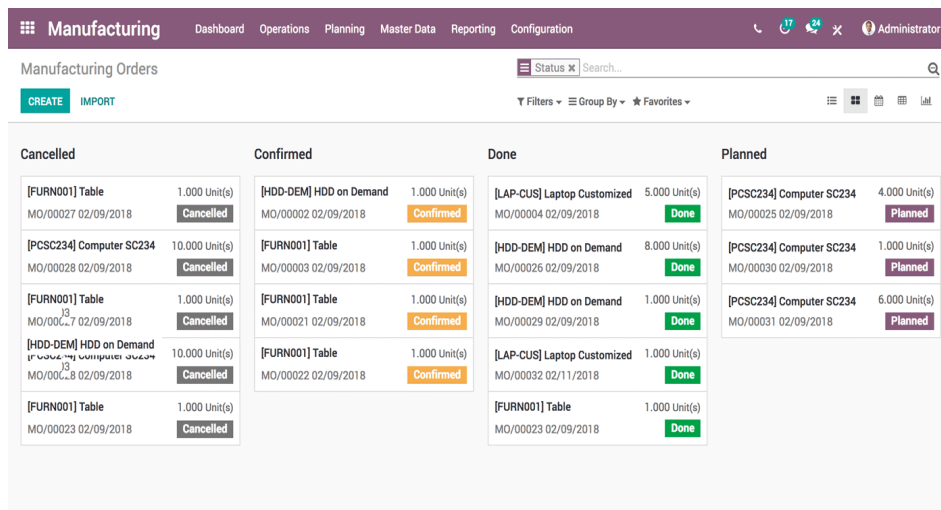


Figura 13. MRP en software ERPAG [21].

3.2.4. ODOO

OdoO también hace parte de los softwares que ofrece la planificación de los recursos empresariales, este es un aplicativo muy completo debido a que cuenta con la particularidad de ser un software de código abierto, además, de suplir las necesidades del requerimiento de materiales, automatizar las compras e implementar un sistema de gestión de calidad [22].

OdoO comparado con SAP el software anteriormente mencionado, en cuanto a su precio se encuentra en un rango medio, mientras que SAP está en rango alto, lo cual beneficia a las empresas al momento de adquirirlo e implementarlo para el control del MRP.



Cancelled	Confirmed	Done	Planned
[FURN001] Table MO/00027 02/09/2018 1.000 Unit(s) Cancelled	[HDD-DEM] HDD on Demand MO/00002 02/09/2018 1.000 Unit(s) Confirmed	[LAP-CUS] Laptop Customized MO/00004 02/09/2018 5.000 Unit(s) Done	[PCSC234] Computer SC234 MO/00025 02/09/2018 4.000 Unit(s) Planned
[PCSC234] Computer SC234 MO/00028 02/09/2018 10.000 Unit(s) Cancelled	[FURN001] Table MO/00003 02/09/2018 1.000 Unit(s) Confirmed	[HDD-DEM] HDD on Demand MO/00026 02/09/2018 8.000 Unit(s) Done	[PCSC234] Computer SC234 MO/00030 02/09/2018 1.000 Unit(s) Planned
[FURN001] Table MO/00029 02/09/2018 1.000 Unit(s) Cancelled	[FURN001] Table MO/00021 02/09/2018 1.000 Unit(s) Confirmed	[HDD-DEM] HDD on Demand MO/00029 02/09/2018 1.000 Unit(s) Done	[PCSC234] Computer SC234 MO/00031 02/09/2018 6.000 Unit(s) Planned
[HDD-DEM] HDD on Demand MO/00028 02/09/2018 10.000 Unit(s) Cancelled	[FURN001] Table MO/00022 02/09/2018 1.000 Unit(s) Confirmed	[LAP-CUS] Laptop Customized MO/00032 02/11/2018 1.000 Unit(s) Done	
[FURN001] Table MO/00023 02/09/2018 1.000 Unit(s) Cancelled		[FURN001] Table MO/00023 02/09/2018 1.000 Unit(s) Done	

Figura 14. MRP en ODOO [22].

Luego de observar y analizar cada uno de los aplicativos anteriormente mencionados, se realiza un cuadro comparativo (tabla 1), en el que se evidencian las características que contiene cada uno de ellos, además, se tienen en cuenta los diversos factores y las diferencias más relevantes que se presentan para cada uno; también se hace una valoración individual de cada factor comparativo con el fin de seleccionar el software más útil y que cumpla con las características deseadas para el aplicativo de MRP y se elige Microsoft Excel, siendo el software con las mejores características, debido a que permite crear las funciones necesarias por medio de un lenguaje de programación llamado Visual Basic, además cuenta con amplios recursos al momento de aprender su manejo y resolver inquietudes que se presentan a medida que se va desarrollando el aplicativo que se desea.

Otra característica que permitió la selección de este software es el bajo costo de adquisición, pues comparado con los demás es un valor asequible que probablemente las MiPymes del Oriente Antioqueño puedan adquirir sin afectar significativamente sus recursos económicos y este permitiría dar una solución a la barrera que se les presenta a diario por el hecho de no tener un control de inventario y las órdenes de producción en el momento oportuno.

Tabla 1. Cuadro comparativo de aplicaciones.

EVALUACIÓN DE PLATAFORMAS									
	FUNCIONALIDAD		COSTO		PLATAFORMA	RECURSOS PARA MANEJO	CALIFICACIÓN PROMEDIO		
SAP (Sistemas, Aplicaciones, Productos in Data Processing)	Es un software que tiene como funcionalidad la solución a la demanda comercial, completa y adaptable diseñada para unificar y mejorar las operaciones comerciales centrales para medianas empresas. La solución admite finanzas, CRM, gestión de recursos humanos, gestión de la cadena de suministro, gestión de proyectos, gestión de relaciones con los proveedores y gestión del cumplimiento.	4,5	US\$ 17,00/mes	3,5	Instalación en MAC, Windows, móvil y en la nube	3,8	E-mail, base de conocimiento, atención en línea 24/7.	3	3,7/5
ORACLE SUPPLY PLANNING	Es una aplicación que permite la planificación y gestión del material y la capacidad de las plantas, centros de distribución, proveedores en cuanto a procesos y proyectos.	4,2	US\$ 4,99/mes	4	En la nube	4	Documentación, preparación para la nube, soporte técnico y atención en línea 24/7.	3,5	3,9/5
MICROSOFT EXCEL	Es una hoja de cálculo que cuenta con herramientas gráficas, tablas calculares y cuenta además, con un lenguaje de programación macro llamado Visual Basic para el desarrollo de funciones y aplicaciones, permitiéndola automatización de las tareas cotidianas.	4,3	US\$ 1,99/mes	4,5	Instalación en MAC, Windows, móvil y en la nube	4,5	Videos, documentación, cursos online, asistencia en línea 24/7, tutoriales.	4	4,3/5
ERPAG	Es un software que tiene como finalidad la obtención de pedidos de diferentes canales de ventas y el lanzamiento de pedidos de trabajo y ordenes de producción basados en listas de materiales.	4,2	US\$ 49,00/mes	3	En la nube	3,8	Videos, documentación, seminarios web, atención en línea 24/7.	4	3,7/5
ODOO	Es un software que tiene como funcionalidad el MRP, control de calidad, mantenimiento y ELM, además, cuenta con seguimiento multinivel de BOM que se integra a su inventario y catálogo.	4,3	US\$ 20,00/mes	3,3	Instalación en MAC, Windows, móvil y en la nube	4	Seminarios web, documentación, videos, atención en línea 24/7.	3,8	3,8/5

3.3. Desarrollo del aplicativo MRP.

Con la información anteriormente recopilada y analizada se inicia con el desarrollo del aplicativo MRP en Microsoft Excel versión 2016, el cual se hace utilizando la herramienta Visual Basic y su lenguaje de programación.

Con los aplicativos ya observados surge la necesidad de que el aplicativo a crear, aunque se desarrolle en Excel, el objetivo es que su apariencia genere un impacto en cuanto al cumplimiento de las expectativas y necesidades de los clientes o de las micro, pequeñas y medianas empresas que lo implementen en su día a día para la planeación de la producción, además, permitió conocer las funciones que contiene cada uno de ellos y los resultados encontrados al realizar el MRP, esto también generó incertidumbre para la creación de la aplicación, debido a que esta herramienta debería contener todos los pasos correspondientes al buen funcionamiento del MRP en las empresas.

Para ello, se inicia con el desarrollo de la aplicación y cada vez se evidenciaba la estructura y componentes que hacen parte del MRP:

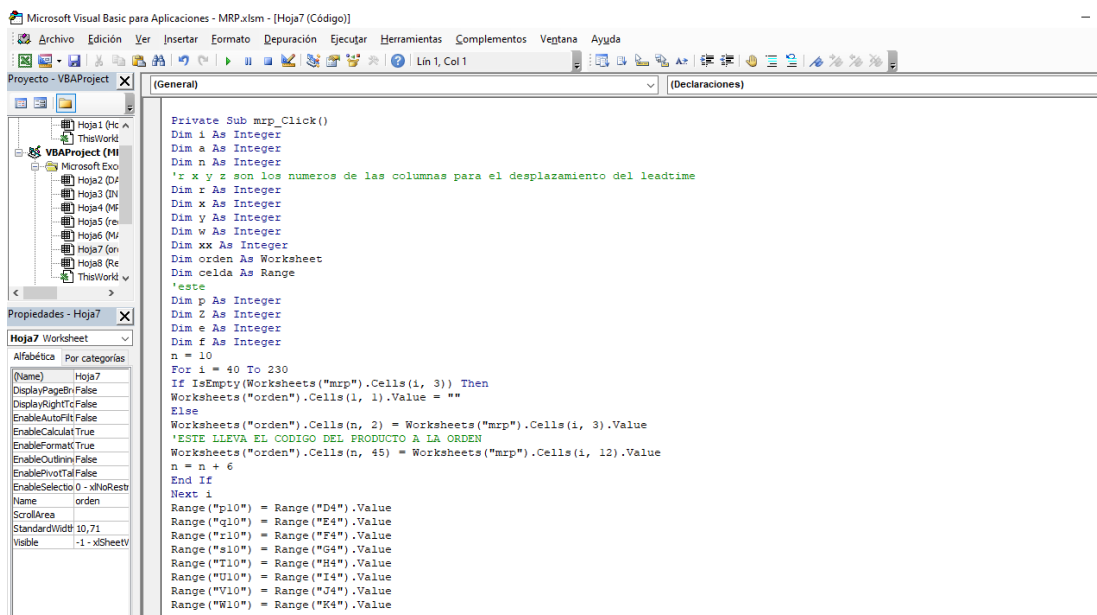


Figura 15. Lenguaje de programación en Visual Basic Excel.

Inicialmente se hace uso de la herramienta visual Basic de Excel; con esta se logra hacer la programación que facilite la implementación del MRP de manera sistemática donde el usuario disponga de cada una de sus funciones sin necesidad de realizar cálculos manuales; para ello, se realiza una investigación detallada de la herramienta Visual Basic con el fin de contextualizar sus funciones, su interfaz y su lenguaje de programación y poder facilitar la creación de una aplicación en Excel que sea de fácil acceso y amigable con el cliente o en este caso, las MiPymes del Oriente Antioqueño, las cuales por sus bajos recursos no tienen la posibilidad de adquirir una aplicación que requiera de inversión para el manejo de sus inventarios y el control de las órdenes de producción; por lo que ejecutan su trabajo de forma manual y empírica ocasionando inconvenientes al momento de satisfacer al cliente y disminuir sus costos de producción.

Como se observa en la figura 15, se empieza a crear el código a través de las macros para automatizar las tareas y crear el aplicativo siguiendo las etapas del ciclo del software teniendo como alcance la etapa de prueba. La aplicación tiene una programación con capacidad de evitar que el usuario cometa errores al momento de ingresar los códigos y elementos al sistema y además muestra alertas de cada paso finalizado para que el usuario este constantemente enterado de lo que el programa está ejecutando.

Es importante conocer a profundidad el MRP y cada una de las funciones que lo componen para obtener los resultados deseados.

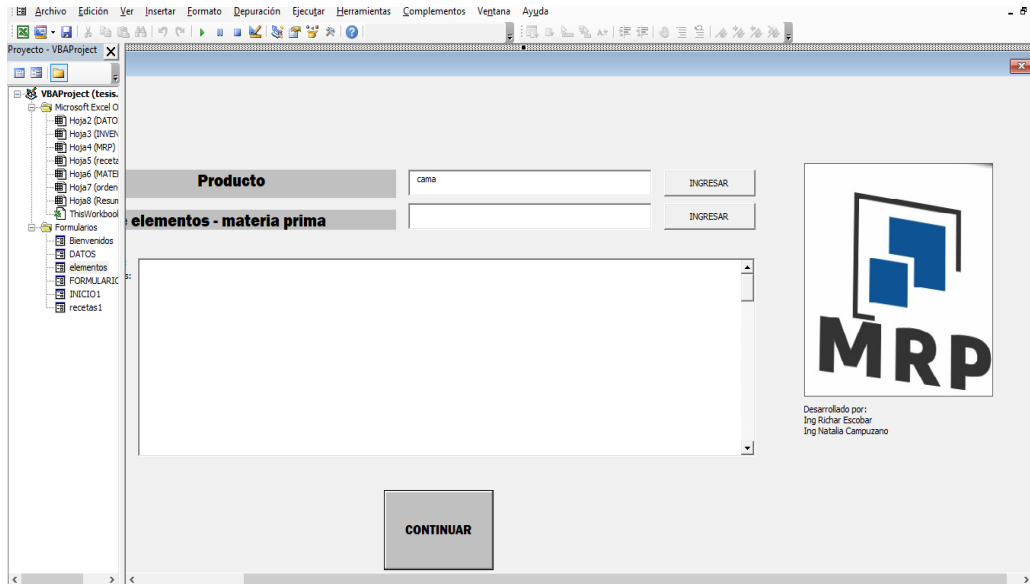


Figura 16. Creación de formularios para el registro de la información.

Luego de iniciar con la estructuración del código y lenguaje de programación, se procede a realizar los formularios, para ello, se hace uso de la herramienta “formularios” allí se adicionan los botones de acceso y los controles de texto necesarios para hacer el registro de la información a evaluar en el MRP, además, se desarrolla el diseño de la parte visual de la aplicación, es decir, estéticamente como se verá la aplicación al abrirla y ejecutarla en el momento que se desee hacer el MRP.

También se diseña un logotipo que identifica la aplicación y la diferencia de las demás, haciendo que esta se visualice con mayor facilidad y que los usuarios que la utilicen puedan evidenciar este distintivo de manera rápida y saber a qué hace referencia con el simple hecho de mirar el logo.

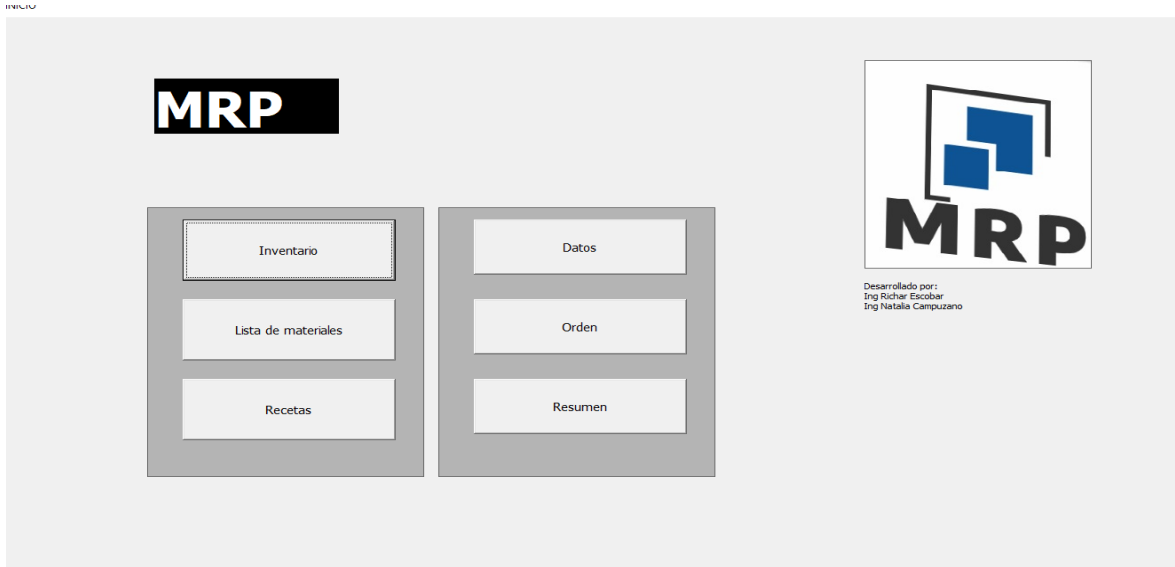


Figura 17. Pantalla de inicio de la aplicación.

En la figura 17, se puede observar la pantalla de inicio de la aplicación, es decir, que cada vez que se abra la aplicación, lo primero que aparecerá es esta ventana con cada una de las herramientas que contiene; además, de recibir un mensaje de bienvenida con la especificación del uso y objetivo de la aplicación.

Es importante resaltar que la aplicación cuenta con un único perfil de ingreso debido a que su diseño permite acceder solo las personas capacitadas para el uso de los datos registrados.

Nombre del Producto:	Inicio	Borrar	Orden	Inventario								
0	1		2	3								
	c	C	L	r	c	C	L	r	c	C	L	r
	o	A	e	e	o	A	e	e	o	A	e	e
	d	N	a	I	d	N	a	I	d	N	a	I
	i	T	d	a	j	T	d	a	j	T	d	a
	g	I	t	a	i	I	t	a	i	I	t	a
	o	D	i	c	g	D	i	c	o	D	i	c
		A	ó	n		A	ó	n		A	ó	n
		D	e			D	e			D	e	
NIVEL 0												
NIVEL 1												
NIVEL 2												
NIVEL 3												
NIVEL 4												
NIVEL 6												
NIVEL 7												
NIVEL 8												
Producto												
	Inicio	Borrar	Cargar Datos	Cargar Orden	Inventario							
PLANIFICACION DE MATERIALES												
									Recepciones programadas			

Figura 18. BOM y planificación de los materiales (MRP).

Luego de esto, se realiza el esquema donde se unifica la información necesaria que se registra en los pasos anteriores para que la aplicación ejecute el MRP teniendo en cuenta el inventario, la materia prima, el stock seguridad, las recepciones programadas y lead time.

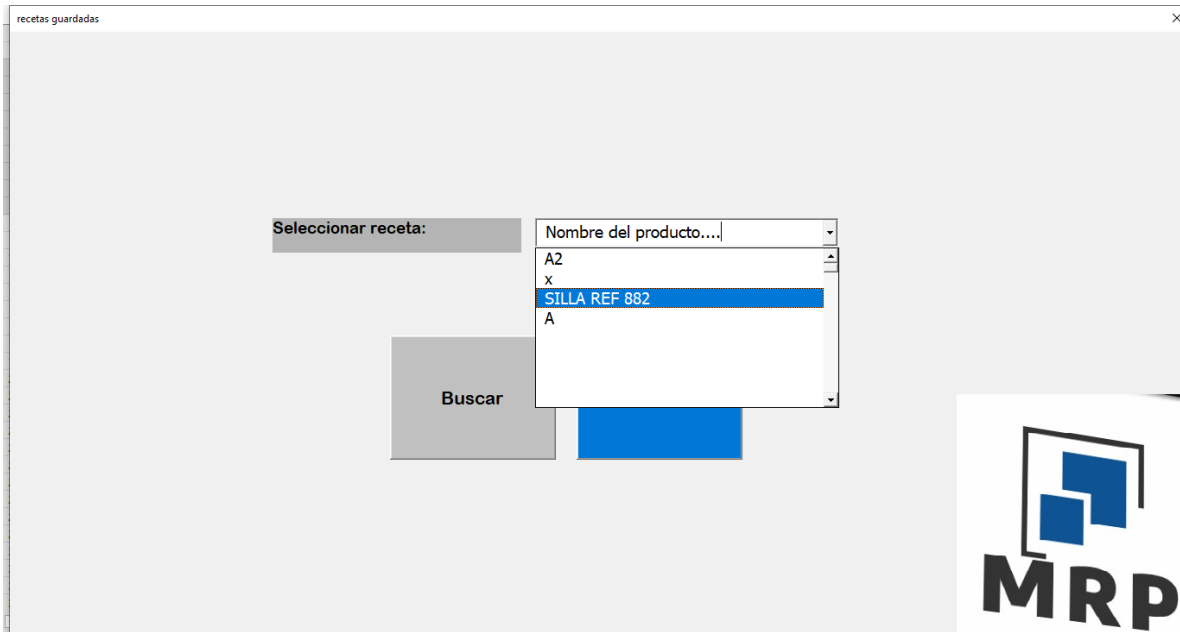


Figura 20. Selección de receta la cual se le desea realizar el MRP.

Lo primero que se hace es abrir la aplicación y en la pantalla principal o el inicio de la aplicación, se selecciona la pestaña recetas; en esta parte se desglosan todos los productos que hacen parte del inventario y producción de la empresa, teniendo en cuenta que cada vez que se ingrese inventario y recetas nuevas la aplicación automáticamente guarda la información registrada, para este caso, como se observa en la figura 20, seleccionamos el producto “Silla Ref. 882”, ya que este es el producto al cual le vamos a realizar el MRP.

Nombre del Producto:	Inicio	Borrar	Orden	Inventario
SILLA	1		2	
NIVEL 0	SILLA	6	1	1
NIVEL 1	BASE	7	1	2 SILLA
NIVEL 2	PATAS	9	4	1 BASE
NIVEL 3	TORNILLOS	10	8	1 PATAS
NIVEL 4				
NIVEL 5				
NIVEL 6				
NIVEL 7				
NIVEL 8				
Producto				
Inicio	Borrar	Cargar Datos	Cargar Orden	Inventario
PLANIFICACION DE MATERIALES				
			Recepciones programadas	lotes de

Figura 21. BOM de materiales para la producción de “Silla Ref.882”.

Después de seleccionar el producto, se carga la receta al sistema para que la aplicación ejecute el BOM de materiales del producto (silla ref. 882) como se muestra en la figura 21; el cual está dividido en 4 niveles, siendo el nivel 0 el producto terminado.

Cada nivel muestra los elementos que se requieren para llegar a obtener el producto terminado, es decir, el nivel 0 o la silla ref. 882; para ello, es necesario tener disponibles las materias primas tales como: base, espaldar, patas, tornillos y tuercas, esto es importante debido a que permite la identificación de las necesidades y el tiempo en que se requiere.

Nivel	Elemento	Cantidad	Lead Time	Elemento Padre	Nivel	Inventario	Semana	Cantidad	Lotes de producción	Código
NIVEL 0	SILLA	6	1		1					
NIVEL 1	BASE	7	1	2 SILLA	2	8	1	1	SILLA	
NIVEL 2	PATAS	9	4	1 BASE	1					
NIVEL 3	TORNILLOS	10	8	1 PATAS	1	11	8	1	PATAS	
NIVEL 4										
NIVEL 6										
NIVEL 7										
NIVEL 8										

Producto										
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Inicio	Borrar	Cargar Datos	Cargar Orden	Inventario
--------	--------	--------------	--------------	------------

PLANIFICACION DE MATERIALES											
codigo	Descripción	elemento	cantidad	lead time	Elemento padre	nivel	inventario	Semana	Cantidad	lotes de producci	codigo
6	SILLA	SILLA	1	1		0	1			1	6
7		BASE	1	2	SILLA	1	1			1	7
8		ESPALDAR	1	1	SILLA	1	5			1	8
9		PATAS	4	1	BASE	2	4			1	9
10		TORNILLOS	8	1	PATAS	3	20			1	10
11		TUERCAS	8	1	PATAS	3	20			1	11

Figura 22. Planificación de materiales para la producción de "Silla Ref. 882".

Por consiguiente, al tener el BOM de materiales, podemos conocer la cantidad requerida por elemento para la producción de la silla ref. 882, después de obtener esta información se cargan los datos y para ello, es importante llevar un control exacto de los inventarios de materias primas o productos que fabrica la empresa, en este caso, las MiPymes, esto permite el adecuado funcionamiento del MRP.

Luego, se carga la orden y el sistema inmediatamente ejecuta la planificación de los materiales, la cual brinda información de la cantidad necesaria de cada elemento, de cuantas unidades hay de cada uno de ellos en el inventario y el elemento padre de cada uno, además, también en esta parte se puede obtener información del Lead Time, el cual es el plazo de entrega, indicando en qué momento se debe realizar la compra de los elementos faltantes y con cuanto tiempo de anticipación se debe iniciar la producción para obtener el producto terminado en el momento oportuno.

Por ejemplo, como se observa en la figura 22, para la producción de la silla, la base tiene un Lead Time de 2 semanas y los demás elementos, como las patas, las tuercas, los tornillos tienen un Lead Time de 1 semana.

PRODUCTO	SEMANA1	SEMANA2	SEMANA3	SEMANA4	SEMANA5	SEMANA6	SEMANA7	SEMANA8
SILLA								80

Planificación de materiales														
Artículo	Cantidad	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Elemento padre	Recepción semana	Recepción cantidad	Conceptos	-5	-4	-3	-2	-1	1
SILLA	1	1	1	0		0	0	Necesidades brutas						
								Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0
								Disponible	1	1	1	1	1	1
								Necesidades netas	0	0	0	0	0	0
								Recepcion de orden	0	0	0	0	0	0
								lanzamiento de orden						
BASE	1	2	1	0			0	Necesidades brutas	0	0	0	0	0	0
								Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0
								Disponible	1	1	1	1	1	1
								Necesidades netas	0	0	0	0	0	0
								Recepcion de orden	0	0	0	0	0	0
								lanzamiento de orden						
ESPALDAR	1	1	5	0	SILLA	0	0	Necesidades brutas	0	0	0	0	0	0
								Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0
								Disponible	5	5	5	5	5	5
								Necesidades netas	0	0	0	0	0	0
								Recepcion de orden	0	0	0	0	0	0
								lanzamiento de orden						
PATAS	4	1	4	0	BASE	0	0	Necesidades brutas	0	0	0	0	0	0
								Recepciones programadas	0	0	0	0	0	0
								Disponible	4	4	4	4	4	4
								Necesidades netas	0	0	0	0	0	0
								Recepcion de orden	0	0	0	0	0	0
								lanzamiento de orden						

Figura 23. Plan de necesidades netas para la producción de "Silla Ref. 882".

Posteriormente, conociendo las cantidades necesarias por elemento y las fechas en que debe iniciar la fabricación o la compra de cada uno de ellos, la aplicación procede a realizar el plan de necesidades netas, el cual tiene en cuenta no solo la información anterior, sino también el inventario disponible, las recepciones programadas y el lanzamiento de la orden.

Como se puede observar en la figura 23, el sistema recopila toda esa información previamente ingresada, y a cada uno de los elementos que componen el producto le realiza el MRP evidenciando el momento adecuado en el cual se debe ejecutar el lanzamiento de la orden, sabiendo que cada elemento tiene un tiempo de disponibilidad diferente y permitiendo obtener el producto terminado, que para este caso es la silla, en el momento oportuno.

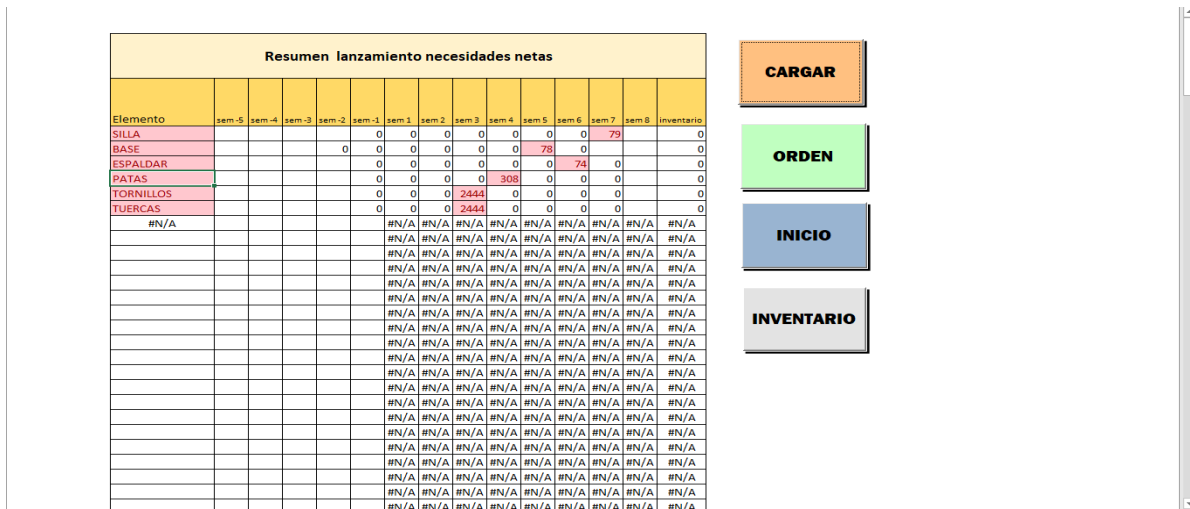


Figura 24. Resumen de necesidades netas para la producción de "Silla Ref. 882".

Una vez se tiene el plan de necesidades netas, se procede a la ventana “Resumen” de la aplicación, la cual permite de una manera más sencilla la interpretación de toda la información anteriormente mostrada.

Es decir, como se muestra en la figura 24, para el cumplimiento de la producción requerida de las sillas en la semana 8, es necesario tener para la semana 5, 78 bases, para la semana 4, 308 patas, para la semana 3, 2444 tornillos, al igual que tuercas, con ese lead time y esas cantidades se logra cumplir al cliente con la producción requerida en el momento oportuno, teniendo en cuenta, los inventarios disponibles y las recepciones programadas, es decir, esta información evidencia el MRP del producto “Silla ref. 882”, mostrando que se cumple el objetivo principal del proyecto.

Anteriormente se mostraron cada uno de los pasos a seguir para el manejo del aplicativo desarrollado, además se debe tener en cuenta que este aplicativo se diseñó para ser ejecutado en sistemas operativos Windows con versiones de Microsoft Excel iguales o superiores a la 2016. Si se requiere profundizar un poco más sobre su manejo y funcionamiento consulte el Anexo 1 (Manual de uso del aplicativo).

4. CONCLUSIONES

La aplicación desarrollada para el MRP cumple satisfactoriamente con las necesidades de producción de las MiPymes del Oriente Antioqueño, tales como, la disminución de los stocks, el control de inventario y el cumplimiento al cliente con el producto terminado en el momento oportuno.

Se diseña un aplicativo para la implementación del MRP en las MiPymes del Oriente Antioqueño, haciendo uso de la herramienta Visual Basic por lo que se puede instalar en la mayoría de empresas, siendo un programa económico y de fácil acceso.

Se obtiene una herramienta económica que puede ayudar a las empresas del sector a tener una mejor planificación de materiales donde los usuarios puedan acceder a ella sin necesidad de tener conocimientos avanzados en el tema.

Con la aplicación se logra la automatización de procesos que actualmente pueden ser aún muy manuales en las micro, pequeñas y medianas empresas, es decir, se vence la barrera que impide a las MiPymes el crecimiento económico y la apertura de nuevos mercados.

El hecho de que las MiPymes del Oriente Antioqueño cuenten con un sistema de MRP las convierte en empresas más competitivas, garantizando que las materias primas se encuentren disponibles en el momento que se requieren, beneficiando el área de compras, la producción final y satisfacción de las exigencias de los clientes.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] B. Soto, “Qué son las PYMES - Gestion.Org,” *Gestión.org*, 2018. <https://www.gestion.org/que-son-las-pymes/> (accessed Oct. 05, 2020).
- [2] C. de C. de Medellín, “Crece la pyme en la base empresarial en Antioquia,” *Cámara de Comercio de Medellín*, 2019. <https://www.camaramedellin.com.co/articulos-y-noticias/noticias/crece-la-pyme-en-la-base-empresarial-en-antioquia> (accessed Oct. 05, 2020).
- [3] C. de C. de Medellín, “Retos para la consolidación de las pymes en Antioquia,” 2019.
- [4] Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño, “En Oriente Antioqueño más de 34 mil unidades empresariales impulsan la economía,” 2018. <https://www.ccoa.org.co/noticia/en-oriente-antioqueno-mas-de-34-mil-unidades-empresariales-impulsan-la-economia> (accessed Oct. 05, 2020).
- [5] Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño, “CONCEPTO ECONÓMICO 2020,” 2021. Accessed: Feb. 17, 2020. [Online]. Available: [https://www.ccoa.org.co/Portals/0/Ley de transparencia/Concepto Economico 2020.pdf](https://www.ccoa.org.co/Portals/0/Ley%20de%20transparencia/Concepto%20Economico%202020.pdf).
- [6] Asociación Nacional de Instituciones Financieras, “La gran encuesta Pyme,” 2018. Accessed: Feb. 03, 2020. [Online]. Available: <https://www.ccoa.org.co/noticia/gran-encuesta-pyme-los-retos-de-las-pymes-del-oriente-antioqueno>.
- [7] “MRP | ¿Qué es un MRP? | Planificación de requerimientos de material.” <https://www.emprendepyme.net/mrp> (accessed Oct. 05, 2020).
- [8] J. Gutiérrez Ossa, J. Gutiérrez Londoño, and E. Asprilla Mosquera, “Dimensión de la gestión tecnológica en las pymes: Perspectiva colombiana,” *Económicas CUC*, vol. 34, no. 2, pp. 13–24, 2013, Accessed: Feb. 09, 2021. [Online]. Available: https://revistascientificas.cuc.edu.co/economicascuc/article/view/592/pdf_79.
- [9] J. M. Rivera Poma, E. Ortega Pernia, and J. Pereyra Quiroz, “Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes,” *Ind. Data*, vol. 17, no. 2, p. 48, Dec. 2014, doi: 10.15381/idata.v17i2.12047.
- [10] G. Miño-Cascante, E. Saumell-Fonseca, A. Toledo-Borrego, A. Roldan-Ruenes, and Roberto René Moreno-García., “Planeación de requerimientos de materiales por el sistema MRP. Caso Laboratorio Farmacéutico Oriente. Cuba,” *Tecnol. Química*, vol. XXXV, no. 2, pp. 248–260, 2014, Accessed: Feb. 16, 2021. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543787008>.
- [11] C. Molina Edison Marcelo, “Modelo de Programación Lineal para un Sistema de Planeación de Requerimiento de Materiales (MRP) aplicado a la Mediana Industria de Calzado Caso MARCIA ‘Buffalo Industrial,’” 2017.
- [12] A. Zamudio, “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MRP PARA LA EMPRESA BIOPLAST DE ANTIOQUÍA S.AS PRESENTADO POR: MARIA CAMILIA

NATERA ALZATE MANUELA GUTIERREZ URREGO,” 2015.

- [13] L. R. Danijel Kovačić, Eloy Hontoria, Marija Bogataj, “Application of the extended MRP theory to a baby food company,” vol. 3, 2012, Accessed: Feb. 10, 2021. [Online]. Available:
https://www.researchgate.net/publication/288975742_Application_of_the_extended_MRP_theory_to_a_baby_food_company.
- [14] G. Plenert, “Focusing material requirements planning (MRP) towards performance,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 119, no. 1, pp. 91–99, Nov. 1999, doi: 10.1016/S0377-2217(98)00339-7.
- [15] E. Colombiano, “Principales preocupaciones de las PYME del Oriente son la comercialización de sus productos y venta de servicios - DiariOriente - Oriente Antioqueño,” 2017. <http://diarioriente.com/altiplano/principales-preocupaciones-las-pyme-del-oriente-la-comercializacion-productos-venta-servicios.html> (accessed Feb. 15, 2021).
- [16] JORGE ARMANDO HOME CUBIDES, “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PLANEACIÓN BASADO EN MRP Y MANTENIMIENTO DE ORDENES DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA MAC JOHNSON CONTROLS COLOMBIA S.A.S,” 2014.
- [17] Comparasoftware, “¿Qué es SAP ERP Software MRP?,” 2021. <https://www.comparasoftware.com/sap-erp> (accessed Feb. 22, 2021).
- [18] “Correr el MRP por almacén - Consultas SAP - Ayuda SAP.” <https://foros.consultoria-sap.com/t/correr-el-mrp-por-almacen/35974/2> (accessed Feb. 22, 2021).
- [19] Informamos.net, “Oracle,” 2020. http://www.informamos.net/030615/oracle_standardedition.htm (accessed Feb. 22, 2021).
- [20] “Oracle B.I. (Business Intelligence) | Dti Consultores.” <http://www.blog.dti-consultores.com/wp/2017/04/18/oracle-b-i-business-intelligence/> (accessed Feb. 22, 2021).
- [21] Capterra, “ERPAG: precios, funciones y opiniones | GetApp Chile 2021,” 2021. <https://www.getapp.cl/software/91345/erpag> (accessed Feb. 23, 2021).
- [22] Odoo, “Odoo Fabricación - Industria 4.0 Cloud MRP,” 2021. https://www.odoo.com/es_ES/app/manufacturing (accessed Feb. 23, 2021).

