

Diseño e Implementación de un Indicador PMI Manufacturero en Chile

Néstor Adolfo Torres Betanco

Proyecto Profesional PUC
Magíster en Economía Aplicada



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

SOFOFA

Julio 2021

Índice

1. Introducción	1
2. Purchasing Managers' Index (PMI)	2
2.1. Antecedentes	2
2.2. Aspectos Metodológicos del PMI Manufacturero	3
2.3. Propiedades del PMI <i>vs</i> Datos Oficiales	5
2.4. Señales del PMI	6
3. Revisión de Literatura	8
4. Aspectos Metodológicos	12
4.1. Datos	12
4.2. Metodología de Estimación	13
4.2.1. Análisis de Datos Empresariales	13
4.2.2. Modelación Econométrica	14
5. Resultados	15
5.1. Proxy-PMI Ponderado	15
5.1.1. Representatividad	17
5.2. Proxy-PMI Modelado	18
5.3. Proxy-PMI Compuesto	20
5.3.1. Poder Predictivo del Proxy-PMI Compuesto	22
5.3.2. Consideraciones de los Resultados	23
5.3.3. Proxy-PMI Compuesto y Crecimiento Manufacturero	25
6. Conclusiones	26
A. Cuestionario PMI Manufacturero	31
B. Anexos	33

Índice de figuras

1.	Distribución de Empresas Encuestadas por IHS-Markit	3
2.	Dinámica del PMI	5
3.	Poder Predictivo del PMI en la Zona Euro	7
4.	PMI e Índice de Difusión de Producción Manufacturera	14
5.	Índices de Difusión: Ocupación, Producción y Ventas	16
6.	Modelación del Crecimiento del PIB con el PMI	18
7.	Proxy-PMI Modelado y Observado UK y USA	19
8.	Proxy-PMI Modelado en Chile	20
9.	Proxy-PMI Compuesto Chile	21
10.	Poder Predictivo Proxy-PMI Compuesto en Chile	22
11.	Evolución Global PMI Durante la Pandemia del Covid-19	24
12.	Predictibilidad Proxy-PMI Compuesto e IMACEC Manufacturero	25
A1.	Esquemas de Ponderación del PMI	35
A2.	PMI y Crecimiento del PIB	35
A3.	Evolución del IMACEC en Chile	36
A4.	PMI y Crecimiento del PIB Socios Comerciales de Chile	36
A5.	Evolución del PMI Durante la Pandemia del Covid-19	38
A6.	Proxy-PMI Modelado y Observado en UK y USA	39
A7.	Sensibilidad Poder Predictivo Proxy-PMI Compuesto	40
A8.	Predictibilidad Proxy-PMI Compuesto e IMACEC Manufacturero	41
A9.	Crecimiento IMACEC General y Manufacturero	41
A10.	Predictibilidad Proxy-PMI Ponderado e IMACEC General	42
A11.	Predictibilidad Proxy-PMI Ponderado e IMACEC Manufacturero	42

Índice de tablas

1.	Ponderadores de Empresas Según Nivel de Empleo	17
2.	Participación Sectorial Economía Chilena	24
A1.	Cobertura y Empresas PMI Manufacturero	33
A2.	Índices Comparables al PMI	34
A3.	Indicadores Incorporados en Índices PMI	34
A4.	Sub-sectores PMI Manufacturero	37
A5.	Sub-sectores PMI Servicios	37
A6.	Ponderadores Proxy-PMI Modelado UK y USA	38
A7.	Ponderadores Proxy-PMI Modelado Chile	39

Diseño e Implementación de un Indicador PMI Manufacturero en Chile

Néstor Adolfo Torres Betanco^{*}

Julio 2021

Resumen

En los últimos años, el Índice de Gestores de Compras (o Purchasing Managers' Index (PMI)) de la actividad manufacturera, ha tomado gran relevancia como referente de la dinámica del sector y de la economía en general. Dada su naturaleza, este indicador se considera clave en la toma de decisiones de los agentes que operan en los mercados (e.g, financieros), al ofrecer información adelantada y oportuna de las tendencias económicas en el corto plazo. Este estudio tiene como objetivo diseñar y estimar un indicador tipo PMI para el caso del sector manufacturero en Chile. Dada la falta de datos usados en la construcción del PMI, para lograr el objetivo del estudio se construye un indicador Proxy-PMI Compuesto a partir de datos primarios de empresas, así como de la modelación del crecimiento económico con el PMI de otros países; con lo que el índice incluye factores internos y externos. El índice diseñado posee un alto co-movimiento con la evolución económica en Chile. Además, los resultados sugieren que el indicador posee un importante grado de predictibilidad de los principales episodios de *stress* económico en general, y de la actividad manufacturera en particular.

Palabras Clave: Chile, Índice PMI, Sector manufacturero, Crecimiento económico.

^{*}El presente trabajo corresponde al proyecto profesional del Magíster en Economía Aplicada (MAE) de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). El mismo ha sido realizado en coordinación con la Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA). El autor agradece a los miembros de la comisión de Macroeconomía y Economía Financiera: Jaime Casassus, Paulina Jazigi y Alexandre Janiak, por su compromiso, apoyo y valiosos comentarios en el transcurso de la elaboración de este proyecto. Asimismo, agradece especialmente el apoyo y aportes de Lewis Cooper de IHS-Markit, así como de Rodrigo Mujica y Florencia Canales de SOFOFA. Las opiniones contenidas en el trabajo, no reflejan necesariamente la posición oficial de SOFOFA. Cualquier error u omisión es responsabilidad absoluta del autor. Comentarios y/o sugerencias del estudio pueden hacerse al correo: natorres1@uc.cl.

1. Introducción

El Índice de Gestores de Compras (Purchasing Managers' Index-PMI) se ha ganado una excelente reputación por brindar la indicación más actualizada posible de lo que realmente está sucediendo en la economía del sector privado, al estudiar variables de relevancia como la producción, el empleo o los precios (Rueda 2009, IHS-Markit 2021a). El PMI es utilizado en economías desarrolladas y emergentes para evaluar la confianza de las empresas, y es visto ampliamente como el mayor indicador adelantado (*leading indicator*), tanto de la actividad manufacturera, como de la actividad económica en general (Afshar et al. 2007, p.97). Su relevancia radica en su poder predictivo de las tendencias económicas a corto plazo. Por ejemplo, el PMI de la euro zona fue el primer indicador que señaló la fuerte caída del PIB de la zona euro durante la crisis financiera mundial; la recesión de 2011-2012 durante la crisis de la deuda soberana; así como la posterior recuperación económica (IHS-Markit 2020b, p.9).

El PMI Manufacturero es un índice que se construye a partir de encuestas mensuales, con las que se recopila información de: nuevos pedidos, producción, empleo, tiempo de entrega de proveedores y *stock* de inventarios. Estos elementos se usan como insumo para construir el índice PMI, que resulta ser un indicador ponderado (IHS-Markit 2020a). Las ponderaciones de cada indicador económico en el PMI, buscan maximizar la correlación con el Producto Interno Bruto-PIB (Cho & Ogwang 2006, p.46); así como garantizar la coherencia con otras estadísticas oficiales, como el empleo o la inflación (Chamberlin 2008, p.23). Dado que el PMI se difunde previo a la publicación de estadísticas gubernamentales, el mismo puede ser tomado como referente de la coyuntura económica, para la toma de decisiones de *policy-makers* y demás agentes en el mercado (Erik et al. 2019, p.65). Según Koenig (2002, p.10) y He et al. (2015, p.1377), ello resulta ser útil para una asignación más precisa de los recursos por parte de empresarios, o la ejecución de políticas, e.g., de corte monetario, fiscal o financiero.

Este estudio pretende diseñar e implementar un indicador PMI Manufacturero en Chile. Así, el estudio parte por describir de manera granular los aspectos metodológicos del PMI, y los elementos necesarios para conseguir comparabilidad global. No obstante, considerando ciertas limitantes operativas de la recolección de datos necesarios para estimar el PMI, en este estudio se construye un Proxy-PMI Compuesto de datos primarios empresariales, y estimaciones del crecimiento económico en Chile con el PMI de otros países; con ello, el índice incorpora factores internos y externos. El índice compuesto presenta un alto co-movimiento con la dinámica del crecimiento económico en Chile, con una correlación superior a 80 %. Además, el indicador presenta una alta predictibilidad de los episodios de *stress* de la economía chilena y del sector manufacturero en particular. Con información del índice hasta 2018, se obtiene una predictibilidad de la actividad económica y fabril con un bajo error de predicción, y una correlación superior a 90 %, respecto a los datos observados desde 2019.

En la sección 2 se presentan las generalidades y aspectos metodológicos del PMI. La sección 3 presenta la revisión de literatura. Los aspectos metodológicos se presentan en la sección 4. En la sección 5 se muestran los resultados; y se concluye en la sección 6.

2. Purchasing Managers' Index (PMI)

De acuerdo con [Fichtner et al. \(2009\)](#), los indicadores económicos adelantados (*leading indicators*) pretenden dar señales adelantadas de lo que está ocurriendo en la actividad económica, con el objetivo de brindar información para la toma de decisiones de los agentes. Una de las ventajas de los *leading indicators* radica en la prontitud con que se publican, pues, a diferencia de los indicadores económicos oficiales (*lagged indicators*), normalmente los primeros poseen menores tiempos de rezago en su publicación; como es el caso del PMI ([IHS-Markit 2020a](#)). Si bien, los indicadores económicos adelantados no suelen sustituir los datos oficiales, permiten tener una precisa medición del ‘pulso’ de la economía, con lo cual se pueden predecir con precisión acontecimientos a corto plazo ([Marcellino 2006](#), [Kaminsky et al. 1998](#)).

2.1. Antecedentes

La construcción de índices tipo PMI, se remonta a 1923 con el índice manufacturero de la National Association of Purchasing Agents, hoy conocida como Institute for Supply Management ([ISM 2015](#), p.19). Según [Bachman \(2010\)](#), en 1980, ISM en conjunto con el Departamento de Comercio de Estados Unidos, desarrollaron la metodología actual de estimación del PMI, la cual se basaba en un índice compuesto y ponderado de cinco categorías: nuevos pedidos, producción, empleo, inventarios y (el inverso de) tiempos de entrega de proveedores¹.

A partir de enero de 1992, la empresa IHS-Markit publicó el PMI Manufacturero en Reino Unido. Luego de esa fecha, IHS se ha convertido en el referente del PMI en el mundo. Actualmente, la empresa estima el PMI Manufacturero en 45 países (Tabla [A1](#)), que representan el 87 por ciento del PIB mundial ([IHS-Markit 2021a](#), p.8). En la última década, IHS-Markit ha incorporado en sus indicadores líderes el PMI del sector servicios. En este sector, la entidad recopila información de 14 países, incluyendo Estados Unidos. Adicionalmente, IHS estima y publica el PMI de construcción (en 5 países), el cual actualmente está en proceso de expansión. Sin embargo, es el PMI Manufacturero el que presenta mayor relevancia al tener presencia en un número importante de economías desarrolladas y emergentes, permitiendo capturar señales adelantadas de la dinámica del sector privado, en relación con variables de importancia como la producción, el empleo o los precios ([IHS-Markit 2021a](#), p.3).

Se debe destacar que, a nivel global, existen también otros índices manufactureros similares al PMI (o directamente comparables), dado que siguen metodologías de estimación similares/idénticas (la metodología del PMI se describe en [2.2](#)). Tal es el caso del PMI Manufacturero en Singapur, publicado por [SIPMM](#); o el PMI Manufacturero de Puerto Rico, publicado por el [Instituto de Estadísticas](#) de ese país. Otro ejemplo es el del PMI de Sri Lanka, que lo realiza su [Banco Central](#); o el PMI sueco elaborado por [Swedbank](#) (Tabla [A2](#)). Si bien, los índices mencionados son comparables al PMI, existen otros casos en los que se siguen metodologías similares, pero los resultados no son comparables; como es el caso del índice

¹El PMI estadounidense publicado por ISM se denomina *Manufacturing ISM Report On Business*.

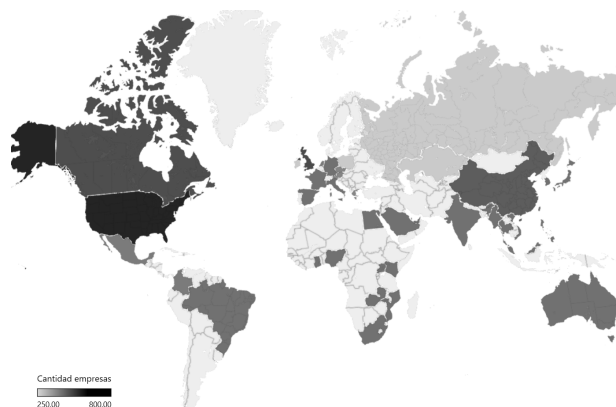
manufacturero del [IFO-Institute](#) de Alemania, pues éste incorpora mayormente expectativas respecto a indicadores como producción, precios o empleo.

2.2. Aspectos Metodológicos del PMI Manufacturero

El PMI se construye con base en encuestas mensuales dirigidas a los gestores/ejecutivos de compras de empresas manufactureras en cada subsector (Tabla A4). La encuesta incorpora un total de 12 preguntas (véase la Sección A), las cuales consultan a los gestores de compras las condiciones de: producción, empleo, precios u otros indicadores de interés. Las preguntas de la encuesta poseen un esquema de respuestas cerradas, en las cuales los gestores de compras responden si el nivel del indicador de interés contenido en cada pregunta (respecto al mes anterior) es: “mayor”, “igual” o “menor”. No obstante, se permite que los ejecutivos den razones del por qué el indicador presentó tal evolución ([IHS-Markit 2020a](#), p.2).

La encuesta del PMI (Sección A) se realiza a través de distintas vías de comunicación e.g., vía correo (electrónico) o telefónica ([IHS-Markit 2020a](#), p.3). Cabe destacar que los ejecutivos responden la encuesta en la segunda mitad del mes, comparando el indicador con respecto al mes anterior. Los resultados de las encuestas son los insumos usados para estimar el PMI, el cual se publica en torno a los primeros 5 días hábiles del mes siguiente al mes de análisis².

FIGURA 1: Distribución de Empresas Encuestadas por IHS-Markit



Nota:—Incluye solamente empresas encuestadas en el sector manufacturero.
Fuente: Elaboración propia, con datos de [IHS-Markit \(2021\)](#).

La cantidad de empresas encuestadas en cada país depende del tamaño del sector manufacturero. Por lo general, IHS-Markit (en promedio) encuesta a cerca de 400 empresas en cada país (Tabla A1), distribuidas a como se muestra en la Figura 1. La muestra de empresas se selecciona cuidadosamente y se diseña para que ésta represente de forma precisa la estructura general del sector ([IHS-Markit 2020a](#), p.2)³. Para ganar representatividad, las

²Véase el [Calendario de Publicación PMI IHS-Markit](#).

³En el mejor de los casos, el panel de la muestra se diseña de forma aleatoria, de modo que garantice que, e.g., si el sector está compuesto por 20 por ciento de empresas pequeñas (según clasificación de estadísticas

respuestas de las empresas son ponderadas con base en la cantidad de empleo que incorporan, o su participación en el valor agregado del subsector al que pertenecen⁴. Con ello, los paneles de encuestas garantizan el monitoreo de una réplica en ‘miniatura’ del sector (Ibid, p.6).

Los informes del PMI ofrecen a los colaboradores (empresas) del estudio una fuente gratuita de información fidedigna e inteligencia empresarial altamente reconocida. Estos datos oportunos ayudan a comprender mejor las condiciones económicas subyacentes y a identificar los puntos de inflexión en el ciclo económico, permitiendo mejorar la planificación empresarial y la estrategia ejecutiva de compras (IHS-Markit 2020b, p.3).

Para elegir el número de empresas que permitan tener una muestra representativa del sector, se utiliza la fórmula descrita en (1), donde: n es el tamaño de muestra; N la población de empresas; Z el coeficiente de confianza; α es el nivel de significancia; p la probabilidad de éxito; q la probabilidad de fracaso y d es el error máximo permisible⁵.

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q} \quad (1)$$

Como se mencionó anteriormente, las respuestas a las preguntas de la encuesta poseen un esquema cerrado de “mayor”, “menor” o “igual”. Con ello, se produce un índice de difusión de cada indicador; mismo que se estima con la fórmula (2):

$$\text{Índice}_{dif_x} = 100 \times (\%resp.'mayor'_x) + 50 \times (\%resp.'igual'_x) + 0 \times (\%resp.'menor'_x) \quad (2)$$

Dada la construcción anterior, el índice de difusión de cada indicador x , versará en torno a 50 puntos (0.5), con umbrales establecidos entre 0 (si todas las empresas reportan reducción en el indicador x), y 100 (si todas las empresas manifiestan expansión). Con lo cual, si el mismo se encuentra por encima de 50, su diferencia con respecto al nivel base (50), se puede interpretar como una expansión del indicador o del sector (Figura 2); caso contrario, si el índice se encuentra por debajo de ese umbral, representa una contracción. Dado que los subíndices son medidas de difusión de la actividad económica, deberían tener una relación lineal cercana con el correspondiente indicador en los datos oficiales (Harris 1991, p.62).

Los índices de difusión se construyen con la fórmula (2), con la salvedad del índice de tiempos de entrega de proveedores, el cual se invierte para reflejar las condiciones de abastecimiento, pues mayores tiempos de entrega, deberían afectar negativamente la producción. En concreto, este índice de difusión se construye considerando la fórmula (3):

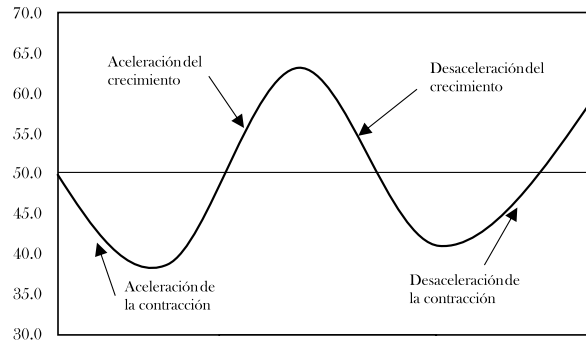
$$T_{ent_{prov}} = 0 \times (\%resp.'mayor') + 50 \times (\%resp.'igual') + 100 \times (\%resp.'menor') \quad (3)$$

oficiales), ese porcentaje de empresas con esas características debe estar contenido en la muestra.

⁴Véase la Tabla A4 y la Tabla A5. Ello dependerá de las características particulares de cada país.

⁵Por ejemplo, si el sector manufacturero posee una población de 90 mil empresas, al considerar: $Z = 95\%$; $p = 50\%$; $q = 50\%$ y $d = 5\%$; entonces la muestra representativa (n), sería de 400 empresas.

FIGURA 2: Dinámica del PMI



Fuente: Adaptado de [IHS-Markit \(2021a\)](#).

Cada índice de difusión es ponderado con base en su importancia en la actividad manufacturera. Según [IHS-Markit \(2021a, p.7\)](#), en el PMI Manufacturero se usan como insumos los indicadores de: 1) nuevos pedidos, que representan las unidades de producción solicitadas por los clientes; este indicador pondera 30 por ciento del índice general. 2) la producción, que refiere a las unidades producidas; este indicador pondera 25 por ciento. 3) el tercer indicador hace referencia al nivel de empleo *full-time*; el cual pondera 20 por ciento⁶. 4) los tiempos de entrega de los proveedores (índice invertido) representan un 15 por ciento de la variabilidad del PMI. 5) finalmente, el *stock* de productos terminados de la empresa pondera el 10 por ciento restante. El esquema de ponderaciones del PMI se utiliza con el fin de maximizar su correlación con el crecimiento del PIB ([Cho & Ogwang 2006, p.46](#)).

A pesar que, tanto IHS-Markit, como ISM estiman y publican un PMI Manufacturero para el caso de Estados Unidos, existe una diferencia sutil en la construcción de ambos indicadores. Según el *ISM Report on Business*, los cinco índices de difusión son ponderados de forma igualitaria; mientras que [IHS-Markit](#) sigue el esquema de ponderación descrito anteriormente. Sin embargo, se debe notar que, condicional en el esquema de ponderación, las diferencias en el comportamiento de los indicadores no son sustanciales. La Figura A1 muestra el PMI Manufacturero, con los dos esquemas de ponderación, para el caso de Nueva Zelanda y Puerto Rico, donde en ambos casos, el coeficiente de correlación es superior a 98 por ciento, por lo que sus diferencias no son estadísticamente significativas.

2.3. Propiedades del PMI vs Datos Oficiales

El PMI surge como una forma de resolver el problema causado por deficiencias y debilidades en los datos oficiales. Se debe tener en cuenta que e.g., los datos oficiales presentan a menudo metodologías que son inconsistentes entre distintas regiones, lo que hace que dichos datos puedan no ser comparables. Por tanto, el índice PMI corrige esa debilidad al construirse con encuestas que siguen metodologías idénticas entre países ([IHS-Markit 2021a, p.4](#)).

⁶Dos empleados *part-time* se pueden considerar como un empleado *full-time* ([IHS-Markit 2020a, p.3](#)).

Otra debilidad de los datos oficiales radica en que éstos poseen rezagos (*lags*) o infrecuencias en su publicación, con lo cual, es difícil tener información actualizada del acontecer económico, necesaria para la toma de decisiones (IHS-Markit 2021a, p.4). Si bien el PMI no ofrece resultados de los principales indicadores económicos globales en tiempo real, posee un grado de rezago temporal en su publicación que es significativamente inferior al de datos oficiales. Más importante aún, si se considera que las ponderaciones de los índices de difusión buscan maximizar la correlación con el crecimiento del PIB, con la información provista por el índice, los agentes pueden tener una importante aproximación del ‘pulso’ de la economía, lo que puede facilitar la toma de decisiones (IHS-Markit 2021a, pp.3-5).

A lo anterior se suma el hecho de que (contrario al PMI), los datos oficiales suelen ser revisados luego de su publicación a medida que se incorpora información de mejor calidad. Esto constituye una importante debilidad, dado que si se toman decisiones con datos que posteriormente son revisados, ello puede dar lugar a una mala asignación de recursos, o políticas que podrían resultar erradas (IHS-Markit 2021a, p.4).

2.4. Señales del PMI

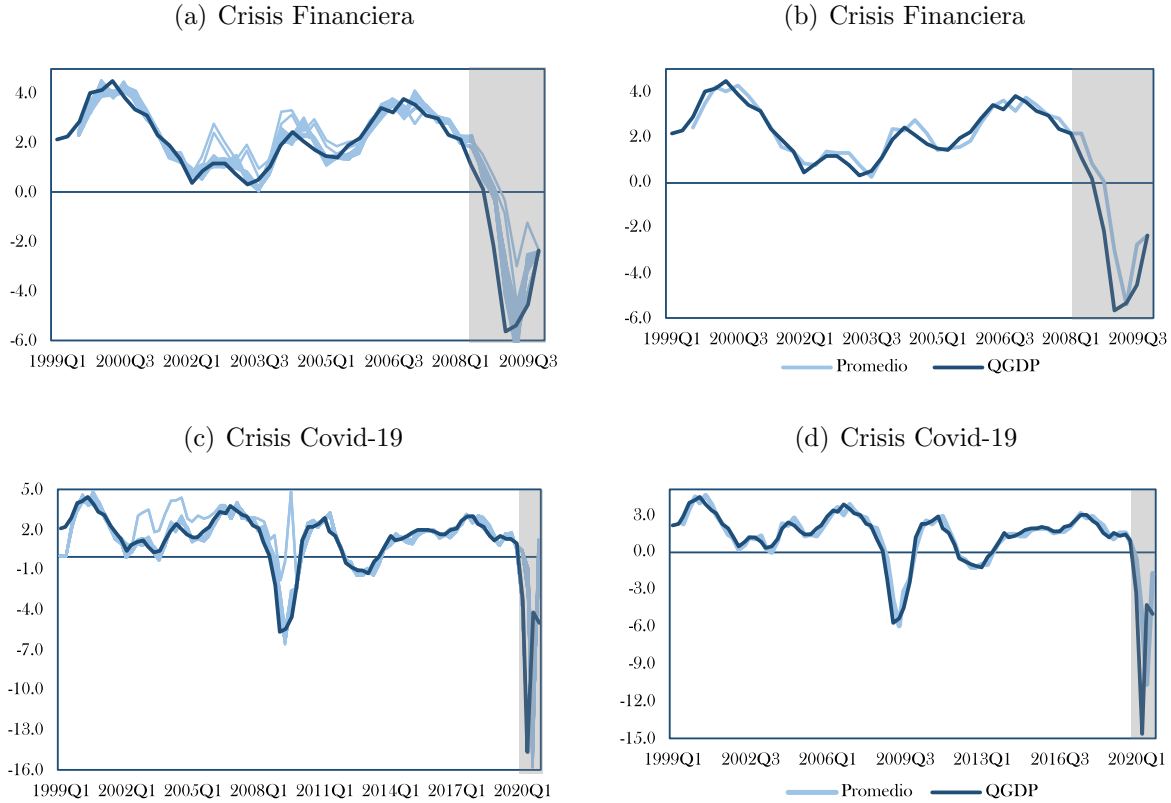
IHS-Markit (2021a, p.3) argumenta que el PMI provee una señal adelantada de lo que realmente está ocurriendo en el sector privado de la economía. Esta es una de las principales razones por las cuales el indicador posee gran importancia y es visto de cerca en los mercados financieros, principalmente (Ibid). Lo anterior se reflejó en que, e.g., el PMI de la euro zona fue el primer indicador económico que señaló la fuerte caída del PIB de la zona euro durante la crisis financiera mundial a finales de 2008 (Figura A2); la recesión de 2011-2012 durante la crisis de la deuda soberana; y la posterior recuperación económica (IHS-Markit 2020b, p.9).

Si bien, diversos estudios han mostrado que el PMI *per se*, o en conjunto con otros indicadores macroeconómicos o financieros puede ayudar a anticipar episodios de *stress* económico (ver: e.g., D’Agostino & Schnatz 2012, Tsuchiya 2012, De Bondt 2012, Erik et al. 2019, De Bondt 2019, Herwadkar & Ghosh 2020), en su estudio Harris (1991, p.61), al igual que Bachman (2010, pp.16-17) y Harris et al. (2004, p.76), determinan que el PMI en múltiples ocasiones ha emitido ‘señales falsas’, al caer de forma significativa por debajo de su umbral de referencia (50 puntos), en periodos no recesivos en Estados Unidos, principalmente.

Para efectos de evaluar la capacidad predictiva del PMI (descrita en IHS-Markit (2021a, p.3) e IHS-Markit (2020b, p.9)), se utiliza un Modelo de Frecuencias Mixtas (MIDAS por sus siglas en inglés), que incorpora datos mensuales del PMI y trimestrales para el crecimiento del PIB de los países de la zona euro. Mediante el análisis, se evidencia que el PMI ofrece señales importantes de la profundidad del episodio de *stress* económico que supuso la Crisis Financiera Global (Figura 3). Sin embargo, la señal de cambio en la tendencia económica predicha por el PMI en el periodo de 2008 a 2009, se evidencia de forma más contundente respecto a periodos rezagados de los datos oficiales, más no en los trimestres en los cuales las

estadísticas oficiales determinan el colapso de la actividad económica (véase Figura A2).⁷

FIGURA 3: Poder Predictivo del PMI en la Zona Euro



Nota:—Los pronósticos en el panel (a) son realizados usando un Modelo de Frecuencias Mixtas (MIDAS), que toma como insumo datos del PMI desde 2003Q1 a 2007Q4, para pronosticar fuera de muestra las señales de la Crisis Financiera Global de 2008Q1-2009Q4. Para el caso del pronóstico fuera de muestra de las señales de la crisis derivada de la pandemia del Covid-19 a partir del 2020Q1 [panel (c)], se considera información desde 2012Q1 hasta 2019Q4. Las áreas sombreadas representan las estimaciones fuera de muestra de distintas combinaciones de modelos MIDAS. El panel (b) y (d) representan el promedio simple de los pronósticos individuales presentados en el panel (a) y (c), respectivamente.

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, cuando se analiza el periodo recesivo derivado por la pandemia del Covid-19 en 2020, en la Figura 3 [paneles (c) y (d)] se puede observar que la tendencia económica

⁷Se estima una regresión tipo: $y_t = \beta_0 + \beta_1(L^{1/m})x_t^m + \epsilon_t^m$. Donde y_t representa la variable de baja frecuencia (crecimiento anual del PIB trimestral). $L^{1/m}$ es un operador de rezagos. x_t^m representa la variable de alta frecuencia (PMI Manufacturero), mientras que ϵ_t^m es el término de error. Para la CFG se estiman n modelos usando una ventana de datos recursiva a partir de 1999Q1-2002Q1, por lo que en cada iteración se agrega un trimestre hasta llegar a 1999Q1-2007Q4. Para la crisis del Covid-19 se consideran datos desde 1999Q1-2012Q1, agregando en cada iteración un trimestre hasta llegar a 1999Q1-2019Q4. Los aspectos metodológicos detallados de los modelos MIDAS se presentan en: Ghysels et al. (2004) y Andreou et al. (2010).

predicha por el PMI (con información a 2019), es precisa con respecto al cambio en estadísticas oficiales. Sin embargo, la precisión en cuanto a la profundidad de la contracción del PIB trimestral en el primer y segundo trimestre de 2020, parece ser menor. En general, el PMI *per se*, ofrece información de alta frecuencia que puede ser relevante para anticipar efectivamente episodios de *stress* económico, así como para mejorar la precisión de las proyecciones de crecimiento de corto plazo realizadas por organismos oficiales (De Bondt 2012, p.12).

La Figura A5 muestra que (consistente con lo presentado en el panel (c) y (d) de la Figura 3), el PMI provee efectivamente señales de cambio en tendencias económicas a nivel global, a raíz de la incertidumbre generada por la pandemia del Covid-19 desde finales de diciembre de 2019. En febrero de 2020 se puede evidenciar que, a nivel global, el índice se contrajo respecto a lo observado en enero del mismo año. Ese comportamiento fue menos notable en países desarrollados de Europa (incluyendo la euro zona), sin embargo, en marzo y abril, el comportamiento contractivo fue generalizado; pero las señales ya eran notables desde febrero, un mes antes de que se decretara la pandemia del Covid-19 (United-Nations 2020, p.18).

3. Revisión de Literatura

El PMI es utilizado en economías desarrolladas y emergentes para evaluar la confianza de las empresas, y es visto ampliamente como el mayor indicador adelantado (*leading indicator*), tanto de la actividad manufacturera, como económica (Afshar et al. 2007, p.97). El PMI busca reflejar la dirección de las tendencias (de corto plazo) de la actividad manufacturera y económica. Por ello, este indicador es comúnmente observado por: e.g., empresarios o *policy-makers*, sirviendo como referencia para la toma de decisiones, pues el mismo ofrece información precisa y oportuna del ‘pulso’ de la economía (Erik et al. 2019, p.65). Según Harris (1991, p.62) y Vermeulen (2012, p.3), su popularidad se debe, en parte, porque el mismo ‘vence’ (en rezagos de publicación), a otros indicadores y estadísticas oficiales. La oportunidad con que se publica el PMI, permite a los agentes tomar decisiones, eventualmente, con información en tiempo real (Erik et al. 2019, p.65)⁸.

Las ventajas del PMI sobre otros indicadores no se reducen solamente a la prontitud en su publicación. Según IHS-Markit (2021a), el PMI fue creado para atender ciertas debilidades y problemas en datos oficiales como: metodologías inconsistentes de estimación, que no permiten comparabilidad entre países; rezagos o infrecuencias en la publicación de estadísticas oficiales; o la dificultad de estimar indicadores capaces de cubrir la economía global.

La atención sobre el PMI comenzó a tomar fuerza en el año 1989, cuando el índice cayó por debajo de su umbral de 50 puntos (40.5 puntos en noviembre de ese año), lo que pareció presagiar la recesión de fines de 1980 e inicios de 1990 en Estados Unidos, producto de la caída del muro de Berlín (Harris 1991, p.63). Asimismo, el PMI de la euro zona fue el primer

⁸Según The Wall Street Journal, el Bank of England señala que el PMI es “the best single measure of global economic activity in real time”.

indicador que señaló la fuerte caída del PIB de la zona euro durante la crisis financiera a finales de 2008, así como la recesión de 2011-2012 durante la crisis de deuda griega (IHS-Markit 2020b, p.9). No obstante, en otros momentos, el índice parece haber dejado ciertas dudas al emitir señales ‘falsas’ cuando ha descendido de forma significativa por debajo de 50 puntos, pero no se han evidenciado episodios recesivos (Harris 1991, p.64). A pesar de lo anterior, el utilizar ‘cuidadosamente’ el índice en conjunto con otros indicadores económicos, puede mejorar su grado de predictibilidad sobre la actividad económica a corto plazo (Ibid).

En relación a los distintos umbrales del PMI, la literatura ha mostrado ciertas regularidades empíricas. He et al. (2015), analizando la correspondencia entre el PMI y el índice de precios del productor en China, muestran que si el PMI chino es superior a 54.2 puntos, se generan presiones al alza sobre los precios del productor; pues ello es señal de expansión en la actividad económica del país (He et al. 2015, p.1377)⁹. En Estados Unidos, Koenig (2002) señala que lecturas por encima de 47 puntos en el PMI, son indicativos de expansión en el sector manufacturero, lo cual se traduce en 0.6 puntos porcentuales en el crecimiento de la producción fabril del país (Koenig 2002, p.9). Por su parte, con respecto al crecimiento del PIB, el autor resalta que históricamente las lecturas en torno a 40 puntos han determinado episodios recesivos; lo cual está en línea con lo que menciona Harris (1991).

Dada la característica de precisión en el tiempo de publicación del PMI¹⁰, numerosos estudios han confirmado que el PMI *per se*, o en conjunto con otros indicadores económicos, es efectivamente útil para pronosticar la actividad económica a corto plazo (*nowcasting*), presentando mejor desempeño al compararlo con *naive-models* (ver e.g., Tsuchiya 2012, D’Agostino & Schnatz 2012, De Bondt 2012, Erik et al. 2019, De Bondt 2019, Herwadkar & Ghosh 2020).¹¹

De Santis & Van der Veken (2020), usando variables macroeconómicas y financieras, analizan los dos mayores episodios de *stress* económico global de las últimas dos décadas: la crisis financiera de 2008 y la crisis derivada de la pandemia del Covid-19. En ambos casos, los autores encuentran que, combinando los distintos *sets* de variables (PMI e indicadores macro-financieros), se evidencian señales tempranas de caídas en la actividad económica. Para el caso de la crisis de 2008, la modelación permite obtener señales de contracción de la actividad económica desde fines de 2007, mientras que para el caso de la pandemia del Covid-19, las señales se hacen evidentes desde marzo de 2020. Esta modelación de la actividad económica proporciona información adicional del primer momento, así como momentos superiores de la distribución del crecimiento del PIB (De Santis & Van der Veken 2020, p.37).

En línea con De Santis & Van der Veken (2020), De Bondt (2019) encuentra resultados similares en la euro zona y resalta que el PMI puede ser útil, no sólo como un indicador

⁹Considerar que lo anterior carece de vínculos causales y sólo manifiesta una relación de correspondencia.

¹⁰En ciertas economías IHS-Markit publica el denominado *Flash-PMI Release*, el cual se publica de 7 a 10 días antes del fin del mes en curso (De Santis & Van der Veken 2020, p.6).

¹¹Para realizar *nowcasting* se suelen utilizar modelos dinámicos, o los tipo MIDAS introducidos por Ghysels et al. (2004) y desarrollados por Andreou et al. (2010).

adelantado y confiable para los tomadores de decisiones, sino que también puede ser de utilidad para mejorar la precisión de las estimaciones de crecimiento a corto plazo; pues, es un indicador que permite realizar pronósticos más precisos, incluso, comparados con aquellos realizados por Eurostat (De Bondt 2019, p.12).

Koenig (2002), señala que el PMI, además de su poder predictivo, guarda una estrecha correlación con las decisiones del Comité Federal de Mercado Abierto (FOMC por sus siglas en inglés) de la Reserva Federal (FED), sobre los tipos de interés en Estados Unidos. Los datos muestran que el PMI guarda una correlación de 87 por ciento con el cambio trimestral de la tasa de referencia de la FED, indicando que cuando el PMI alcanza un nivel superior a 52.5, la FED tiende a incrementar su tasa de referencia (Koenig 2002, p.10). El mecanismo detrás de la respuesta de la tasa de referencia de la FED ante variaciones en el PMI, es similar al descrito por He et al. (2015) en China. Por supuesto, el FOMC podría no responder expresamente a las distintas lecturas del PMI, sino que podría tomar sus decisiones de política monetaria con base en otros factores, los cuales, eventualmente podrían estar incorporados (in)directamente en el PMI (Koenig 2002, p.10).

En su estudio, Bragoli & Modugno (2017b) muestran que el PMI de Estados Unidos ayuda a mejorar los pronósticos de corto plazo en la actividad económica en Canadá, resaltando con ello, que el incorporar información de este tipo en modelos de *nowcasting* de otros países, puede permitir identificar de forma anticipada episodios de *stress* económico a nivel local derivado de contagios por interconexiones globales. La conclusión principal del estudio, es que la falta de información oportuna para determinar los pronósticos de crecimiento en Canadá, puede ser compensada con la información estadística de Estados Unidos como, e.g., el PMI de ese país (Bragoli & Modugno 2017b, p.796). Del mismo modo, Jeon (2017) encuentra la misma dinámica entre el PMI estadounidense y el crecimiento económico de Corea.

Algo que ha sido discutido en la literatura sobre los aspectos metodológicos del PMI, ha sido el de la elección de las ponderaciones utilizadas en los índices de difusión (Cho & Ogwang 2005). Según Cho & Ogwang (2006, p.46) y Siliverstovs (2018, p.382), este esquema de ponderaciones se ha utilizado con el fin de maximizar la correlación del PMI con el crecimiento del PIB; así como garantizar la coherencia con estadísticas oficiales (Chamberlin 2008, p.23). Para Siliverstovs (2018, p.389), si bien el esquema de ponderaciones cumple su objetivo (en términos de correlación con el crecimiento del PIB), el *stock* de inventarios de bienes finales es un indicador que no aporta poder predictivo al PMI, mientras que la cantidad de compras de las empresas es un indicador relevante que actualmente es excluido del cálculo del índice¹².

Otros autores determinan que el esquema de ponderaciones y los índices de difusión incorporados en el PMI deberían ser modificados (ver: e.g., Pelaez 2003a,b). Por un lado, Pelaez (2003a) propone que el PMI debería contemplar ponderaciones dinámicas en el tiempo. Mientras que Pelaez (2003b) argumenta que—similar al planteamiento de Siliverstovs (2018)—el PMI

¹²Se usan datos de Suiza, pero los resultados pueden ser extendidos a otros países (Siliverstovs 2018, p.381).

debería estar compuesto solamente de tres índices de difusión: inventarios de compras sin finalizar, empleo y tiempo de entrega de proveedores; pues con ello se evidencian señales más precisas de las tendencias económicas al observar el PMI (Pelaez 2003a). Por su parte, Cho & Ogwang (2006) son más restrictivos, al considerar que, sin perder generalidad, al utilizar solamente el índice de difusión de empleo, se podrían obtener resultados similares a los obtenidos con la metodología actual que incluye los 5 índices de difusión (Siliverstovs 2018, p.383).

A pesar de las ‘bondades’ del PMI señaladas en la literatura, existen algunas críticas importantes. Koenig (2002, p.2) señala que en casos en los cuales los *shocks* golpeen a las empresas en la segunda mitad del mes (periodo en el que se recopila la información estadística), por construcción del índice, esa señal se verá reflejada en la lectura del siguiente mes, con lo cual, ello puede tener influencia sobre la oportunidad y efectividad en la toma de decisiones. Según Koenig (2002), esta no es una limitante única del PMI, ya que algunos datos administrativos poseen limitantes similares (e.g., el informe de empleo en Estados Unidos). Esta limitante podría implicar también que los gestores de compras, podrían comparar la dinámica de las distintas variables, no con respecto al mes anterior, sino, respecto a las (dos) semanas previas; lo cual, en efecto, puede influenciar los resultados, haciendo que el PMI correlacione más con la actividad manufacturera rezagada y no con la actual (Harris 1991, p.68).

Harris (1991, p.65) y Koenig (2002, p.2) concuerdan que el PMI, por construcción, trata de reflejar las tendencias económicas, pero no captura la heterogeneidad o intensidad en los cambios en su lectura. Ello implica que variaciones en el índice, es difícil que sean atribuidas a cambios en el desempeño de un cierto grupo empresarial, con lo cual no es posible definir si los movimientos en sus tendencias son determinados por, e.g., empresas pequeñas o medianas que ponderan mayormente en el sector, o por un grupo reducido de grandes empresas. Esto limita la capacidad de comprensión de los distintos *shocks* al sector al observar el PMI general.

Harris (1991, p.61) señala que el análisis sobre la capacidad predictiva del PMI es mixta. Por un lado, si es utilizado con otro tipo de indicadores macroeconómicos o financieros, puede mejorar de forma significativa la precisión de pronósticos, sin embargo, en muchos casos el indicador tiende a proporcionar señales ‘falsas’, por ello, el autor sostiene que el PMI puede ser un indicador errático para la toma de decisiones, dado que no anticipa de forma precisa los cambios en las tendencias económicas (Ibid).

Estudios más recientes (i.e: Koenig 2002, De Bondt 2012, 2019, Herwadkar & Ghosh 2020), sin embargo, han demostrado que el índice proporciona importantes señales de la actividad manufacturera que sirven como referencia de lo que sucede en la actividad económica en general. Con lo cual, el PMI atiende a la principal preocupación de los *policy-makers*: tener datos confiables en relación con las tendencias de la actividad macroeconómica con el mínimo rezago posible, para poder realizar la toma de decisiones y ejecución de políticas oportunas en tiempos de incertidumbre económica (Herwadkar & Ghosh 2020, p.7).

4. Aspectos Metodológicos

4.1. Datos

Para realizar una aproximación del PMI en Chile (Proxy-PMI), en este estudio se utilizan datos oficiales de IHS-Markit en lo que respecta a las series estadísticas mensuales del PMI del sector manufacturero. Los datos de crecimiento económico de los países, son obtenidos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) en frecuencia trimestral; y por parte del Banco Central de Chile (en frecuencia mensual), ya que se utiliza la tasa de crecimiento (anualizada) del Índice Mensual de Actividad Económica (IMACEC), con el objetivo de construir un panel de datos con frecuencia similar a la del (Proxy) PMI.

En el análisis se incorporan también datos mensuales de la actividad manufacturera de distintas empresas en Chile, los cuales son provistos por SOFOFA¹³. Esta información es la base del [Índice de Producción y Ventas Manufactureras](#), y refiere a la producción, las ventas y el empleo de forma desagregada. Estos datos contienen información de cerca de 170 empresas (asociadas) que reportan información a SOFOFA. La información de producción y ventas se encuentra derivada en distintos productos elaborados por las empresas, ya sea en unidades físicas, u otra categoría en dependencia de la naturaleza del producto.

Los datos de producción y ventas empresariales incorporan información de los principales subsectores del sector manufacturero en Chile, como: e.g., alimentos y bebidas; maquinaria; equipo y metal básica, entre otros. Asimismo, se cuenta con información relacionada con el nivel de empleo (cantidad de personal) utilizado por la empresa, ya sea, en la actividad de producción fabril, o en sus actividades en general. En los datos de producción y ventas, se realiza un *matching* a nivel de producto–empresa, para dar seguimiento al desempeño de la empresa en el tiempo, y para conseguir consistencia en las estadísticas y los resultados¹⁴.

Los datos del IMACEC, al igual que las estadísticas del PMI Manufacturero en los demás países, se extienden desde enero de 2013 hasta febrero de 2021. Por su parte, el *set* de datos empresariales se extiende desde enero de 2004, hasta febrero de 2021. Las series del PMI y del IMACEC son desestacionalizadas utilizando la metodología de Census-X12, para retirar el componente estacional que suele estar presente en las series de tiempo de alta frecuencia ([Hylleberg et al. 1993](#)). El mismo tratamiento se realiza a los datos empresariales.

La Figura [A3](#) muestra la evolución del IMACEC y su tasa de crecimiento desde 2013, en la que se puede evidenciar que en los últimos años se han manifestado dos *shocks* que han provocado rupturas en el crecimiento: por un lado, la disrupción generada por las manifestaciones sociales desde octubre de 2019; y por otro, el efecto derivado de la pandemia del Covid-19 en 2020. En particular, en el periodo contemplado, el IMACEC ha presentado una

¹³Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA).

¹⁴Las empresas reportan información de distintos productos a SOFOFA. No obstante, sin perder generalidad, por simplicidad en el análisis se considera solamente un producto (elegido aleatoriamente) por empresa.

tasa de crecimiento de 0.8 por ciento, sin embargo, a raíz de los acontecimientos de octubre de 2019 y el efecto de la pandemia, en los últimos dos años esa tasa de crecimiento se redujo a -2.5 por ciento, con un mínimo mensual de 15.1 por ciento de contracción en mayo de 2020.

Similar a las tendencias que se observan en el IMACEC en Chile a partir de 2020, a nivel global se observan disrupciones en el PMI y el crecimiento del PIB de las principales economías del mundo, como resultado de la pandemia del Covid-19 (Figura A4). Ello puede ser importante de considerar, dado que el PMI busca maximizar la correlación con el crecimiento económico de los países. Por tanto, el PMI de economías relacionadas con Chile, puede permitir modelar la evolución del crecimiento de la actividad económica en el país (análogo a lo que presentan en Canadá Bragoli & Modugno (2017b)), lo que puede ofrecer señales importantes para el eventual diseño de un indicador Proxy-PMI en el país.

4.2. Metodología de Estimación

4.2.1. Análisis de Datos Empresariales

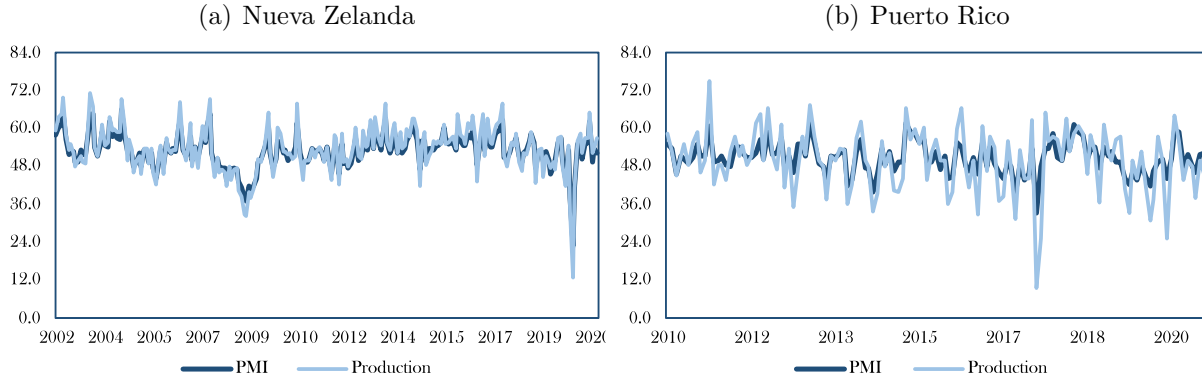
Una alternativa de estimación de un Proxy-PMI en Chile, surge del análisis de datos mensuales desagregados de la actividad manufacturera en el país, tomando en consideración que Cho & Ogwang (2006) sostienen que usando solamente el índice de difusión de empleo, se podrían obtener resultados similares a los reflejados con la metodología actual del PMI que incorpora en su construcción 5 índices de difusión (Siliverstovs 2018, p.383).

Otro aspecto relevante, es que los datos indican que existe una marcada correlación entre el PMI, y el índice de difusión de producción manufacturera—o el índice de nuevos pedidos. Ello implica que al construir el índice de difusión de, e.g., producción, se puede obtener información relevante de las tendencias del sector y la economía en general. Este hecho lo confirman los datos Nueva Zelanda y Puerto Rico, donde los resultados sugieren que, entre el PMI Manufacturero y el índice de difusión de producción, existe una correlación de 98 y 86 por ciento, respectivamente (Figura 4). Con ello, al contar con información de la producción, se puede tener una aproximación importante de las tendencias del PMI.

Tomando en consideración lo anterior, dado que se dispone de información estadística a nivel de empresas en lo relacionado con el empleo, la producción y las ventas manufactureras de un importante número de empresas chilenas (170), una alternativa de aproximación del índice puede surgir de aplicar la metodología propuesta por IHS-Markit e ISM para la estimación de los índices de difusión. Así, dado que se cuenta con información desagregada en la que las empresas reportan los niveles de empleo o la producción y ventas en unidades físicas, es posible aplicar la fórmula (2) ponderando la evolución del indicador de interés con base en si su comportamiento es “mayor”, “igual” o “menor”, respecto al mes que antecede¹⁵.

¹⁵Para lograr consistencia con la tasa de crecimiento anual del IMACEC, se realiza la estimación de la diferencia anualizada de cada variable, para construir el respectivo índice de difusión.

FIGURA 4: PMI e Índice de Difusión de Producción Manufacturera



Nota:—Presenta la comparativa del índice de difusión de producción y el PMI Manufacturero.

Fuente: Elaboración propia, datos de [BusinessNZ \(2021\)](#) e [Instituto de Estadísticas de Puerto Rico \(2021\)](#).

Dado que la información primaria se compone de un panel de empresas que reportan la producción y ventas de distintos productos, para estimar los índices de difusión es necesario hacer un *matching* a nivel de empresa y producto para conseguir consistencia de los resultados en el tiempo. Esto no aplica para la construcción del indicador de ocupación. Cabe destacar que en este análisis se supone que las ventas efectivas de las empresas constituyen un *proxy* de nuevos pedidos (que puede incorporar productos no entregados).

Bajo el supuesto de representatividad de la muestra de empresas incorporadas, se podría construir un Proxy-PMI Ponderado, con base en un promedio (simple o ponderado) de los índices de difusión de ocupación, producción y ventas. Así, el indicador podría cumplir con distintas de las propiedades del PMI, siempre que la información utilizada en su construcción, no posea e.g., los mismos rezagos en su publicación, comparado con estadísticas oficiales.

4.2.2. Modelación Econométrica

Otra de las estrategias consideradas, parte del hecho que el PMI busca maximizar la correlación con el crecimiento económico, según [Cho & Ogwang \(2006, p.46\)](#) y [Siliverstovs \(2018, p.382\)](#). Con ello, el modelar la actividad económica con indicadores PMI de otros países, puede ofrecer información relevante para aproximar un indicador Proxy-PMI en Chile. La estrategia radica en mediar la construcción de un Proxy-PMI, a través de la modelación del crecimiento del PIB (IMACEC), usando solamente información derivada de otros índices PMI, ya que éstos siguen de cerca la evolución económica de los países (Figura A2)¹⁶.

La estrategia parte del principio de la estimación de un modelo de regresión simple, como el descrito en la ecuación (4), donde: y_t representa el crecimiento del IMACEC en Chile, x_{it}

¹⁶Esta estrategia es similar a la del método de Control Sintético, introducido y desarrollado por [Abadie & Gardeazabal \(2003\)](#) y [Abadie et al. \(2010\)](#).

es el PMI del *set* de países, mientras que ϵ_{it} es el error del modelo.

$$y_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_{it} + \epsilon_{it} \quad (4)$$

Una vez que se obtienen los estimadores del modelo descrito anteriormente, ellos se transforman de modo que sea posible calcular una serie que permita guardar las características del PMI de los países utilizados para modelar la actividad económica en el país de interés (Chile). La transformación de los coeficientes β_i asociados al PMI de cada país, se realiza usando lo descrito en la ecuación (5) para obtener así los ponderadores w_i que componen el Proxy-PMI Modelado, mediante la suma-producto de w_i por el respectivo PMI de cada país i . Cabe destacar que esta transformación permite normalizar los ponderadores del Proxy-PMI Modelado, de modo que se cumple que: $0 \leq w_i \leq 1$, y que $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

$$w_i = \frac{\exp(\beta_i)}{\sum_{i=1}^n [\exp(\beta_i)]} \quad (5)$$

Para verificar que la estrategia tenga validez en modelar la actividad económica y permita la construcción de un Proxy-PMI que sea creíble, la misma debe ser utilizada en países en los cuales se observa tanto el PMI, como la serie de crecimiento del PIB. En caso que la estrategia permita emular el comportamiento del crecimiento del PIB de un país determinado y su PMI, la misma podría ser confiable para construir un Proxy-PMI Modelado en Chile, donde solamente se observa el crecimiento del PIB (IMACEC). Es importante resaltar que, en dependencia de los resultados, se puede construir un Proxy-PMI Compuesto que incorpore las dos aproximaciones metodológicas descritas, considerando así factores internos y externos.

5. Resultados

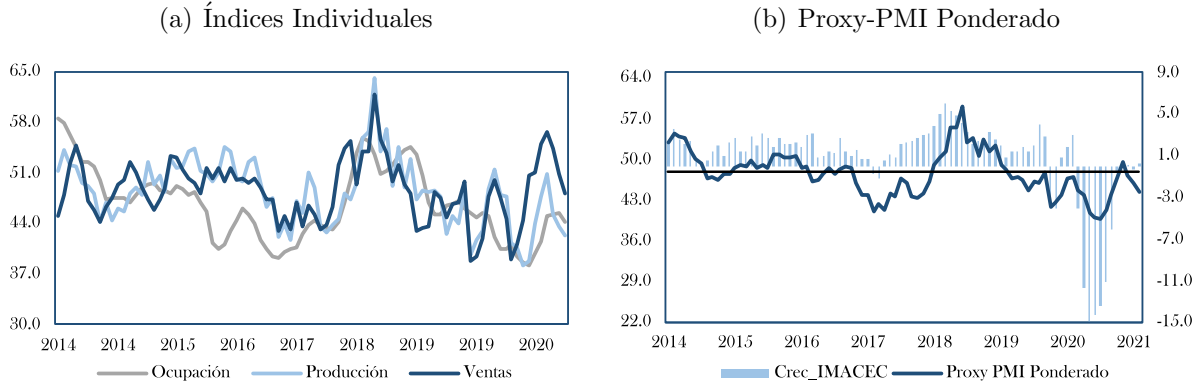
5.1. Proxy-PMI Ponderado

La Figura 5 muestra los resultados al analizar los datos de ocupación total, la producción y ventas de las empresas manufactureras chilenas, que reportan información a SOFOFA (asociadas). En el panel (a) de la Figura 5, se muestran los índices de difusión individuales, que se construyen como la diferencia anual de los datos reportados del correspondiente indicador (comparable con la medición anual del crecimiento del IMACEC), al aplicar la ecuación (2). A cada índice de difusión se le retira el componente estacional mediante la metodología de Census X-12 (utilizada comúnmente en series de tiempo). Los datos desestacionalizados, en el panel (a) son presentados en promedios móviles de tres meses, con el fin de reducir la variabilidad de los índices individuales y maximizar la correlación con el crecimiento del IMACEC.

De forma individual, los índices de difusión presentan un grado importante de volatilidad. Sin embargo, por ejemplo, el índice de ocupación en su medida de variación mensual desestacionalizada, presenta importantes señales, principalmente, en periodos de *stress* económico

en el país. En abril de 2020, periodo en el cual la pandemia del Covid-19 había sido declarada, el indicador presenta una reducción de 32.1 por ciento con respecto a la medición de marzo de ese mismo año. Cabe destacar que esta caída mensual fue la más grande en la variación mes a mes del índice de difusión desde que se tiene registros (resultados no mostrados). Ello es consistente con lo que evidenció el IMACEC, que, en particular, en abril de 2020 se contrajo 7.6 por ciento con respecto a marzo del mismo año (variación mensual), lo que representó la mayor caída desde que se tienen registros. Similares señales ofrecen los demás índices de difusión, los cuales presentan, a partir de abril de 2020, las mayores caídas desde 2014.

FIGURA 5: Índices de Difusión: Ocupación, Producción y Ventas



Nota:—Los índices de difusión del panel (a) se construyen considerando lo descrito en la ecuación (2), a partir de datos primarios de SOFOFA. El panel (b) muestra un promedio ponderado de los índices de difusión, con base en un algoritmo de maximización de su correlación con el crecimiento anual del IMACEC. El Proxy-PMI Ponderado se construye como: $Proxy_{pmi} = 0,44 \times ocupación + 0,33 \times producción + 0,23 \times ventas$. Fuente: Elaboración propia.

El panel (b) de la Figura 5 presenta un índice ponderado Proxy-PMI (Proxy-PMI Ponderado) que incorpora los índices de difusión presentados en el panel (a). Para ello, se utiliza *Solver*, una herramienta simple de optimización que, con base en la simulación de distintas combinaciones de ponderadores de cada índice de difusión, maximiza la correlación del Proxy-PMI Ponderado con respecto al crecimiento (anual) del IMACEC. Considerando lo anterior, los ponderadores resultantes son: 43.9, 32.8 y 23.3 por ciento, para el índice de ocupación, producción y ventas, respectivamente. Con ello, se obtiene una correlación de 63.1 por ciento; ligeramente superior al 62.4 por ciento que se obtiene bajo un esquema de *equal weights*.

Un aspecto interesante que se observa en el índice ponderado, es que a medida que el mismo es significativamente inferior a 48 puntos, ello se asocia con un nivel de crecimiento negativo del IMACEC. Esta regularidad se observa desde 2014. Por tanto, a pesar que el índice debería versar en torno a 50 puntos (como se observa en la Figura 2), dicha regularidad se puede deber a la falta de representatividad del panel de datos utilizados en su construcción.

5.1.1. Representatividad

Para tratar de mejorar la representatividad de los datos utilizados, se recurre al uso de factores de expansión a nivel de empresa. Ello, siguiendo la metodología de IHS-Markit, la cual permite ponderar la dinámica de cada indicador, con base en el peso de cada empresa, ya sea en el valor agregado que aporta, o en la cantidad de empleo que posee ([IHS-Markit 2021a](#)). Dado que no se cuenta con información detallada que reporte el valor agregado de las empresas con respecto a su sector, se utiliza información del nivel de empleo de las mismas.

Para construir el factor de expansión, se utilizan datos de la quinta [Encuesta Longitudinal de Empresas](#) (ELE5). En dicha encuesta se ponderan las empresas según su nivel de empleo en los distintos sectores de la economía, para adecuar su muestra a la población de empresas a nivel nacional ([Instituto Nacional de Estadísticas 2019](#), p.6). En particular, se extrae información del sector manufacturero y se construye un factor de expansión, que es el promedio simple del factor de expansión longitudinal de las empresas que son clasificadas en: micro, pequeña, mediana y grande empresa. Para dicha clasificación, se siguen los lineamientos presentados por el [Ministerio de Economía, Fomento y Turismo \(2014](#), p.2).

$$ponderador_i = \frac{FE_i}{FE_{grande}} \quad (6)$$

Para adecuar las ponderaciones, se toma como categoría base el factor de expansión de empresas grandes (FE_{grande}), las cuales tienen el mayor presencia en la población de empresas manufactureras de la ELE5. El factor de las demás categorías se normaliza para que la ponderación de empresas grandes sea de 100 por ciento y las demás dependan de ello.

TABLA 1: Ponderadores de Empresas Según Nivel de Empleo

Clasificación	Ponderador	Empleo LB	Empleo UB
Micro	0.37	1	9
Pequeña	0.87	10	24
Mediana	0.98	25	199
Grande	1.00	200	∞

Nota:—Se toma como referencia el factor de expansión de empresas grandes de la [Encuesta Longitudinal de Empresas](#), a partir de lo cual se construye la ponderación relativa de las demás empresas de menor tamaño.

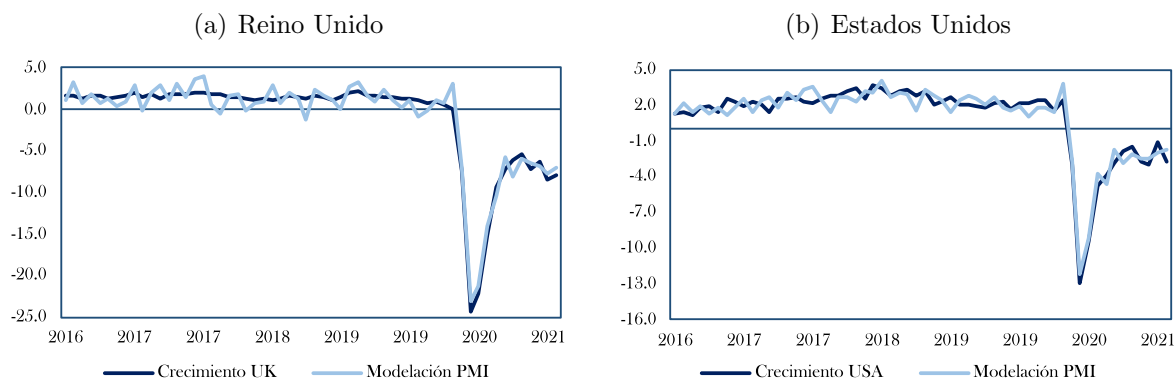
Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 1 muestra las ponderaciones de cada empresa con base en su nivel de empleo. El dato de cada empresa se utiliza para ponderar el índice de difusión individual, con lo cual, ello otorgaría mayor representatividad sectorial a cada indicador según el panel de empresas con que se trabaja. Con las ponderaciones normalizadas, se reestima el índice Proxy-PMI Ponderado, donde los resultados no cambian significativamente respecto a lo presentado en la Figura 5 (panel b), donde la correlación entre ambos índices es de 99 por ciento, lo que refleja que no hay diferencias relevantes al ponderar las respuestas de las empresas utilizadas.

5.2. Proxy-PMI Modelado

La segunda estrategia de aproximación de un indicador Proxy-PMI, parte de mostrar su validez en países donde se observa tanto el crecimiento del PIB (mensual), como el índice PMI Manufacturero. En el análisis de validez de la estrategia, se incorpora el PMI de Reino Unido y Estados Unidos, dada la restricción en cuanto a disponibilidad de información mensual del PIB¹⁷. La Figura 6 muestra los resultados del pronóstico dentro de muestra de la modelación del PIB mensual de Reino Unido [panel (a)] y de Estados Unidos [panel (b)], utilizando como base los índices PMI del panel total de países (35 en total).

FIGURA 6: Modelación del Crecimiento del PIB con el PMI



Nota:—La línea celeste representa el pronóstico puntual (dentro de muestra) del crecimiento (anual) del PIB mensual de cada país, con base en el PMI de distintos países, utilizando un modelo de regresión simple de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

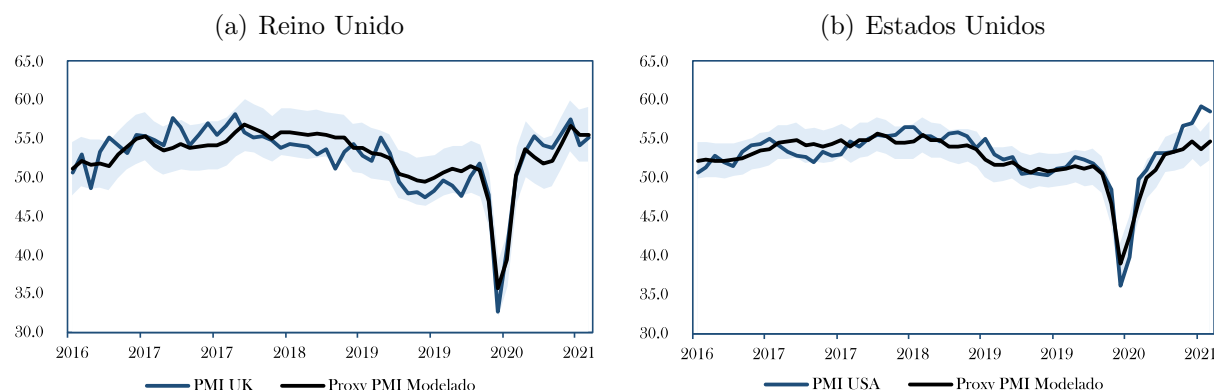
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6, se puede observar que el co-movimiento de la serie observada del crecimiento de la actividad económica (anual) en ambos países es bastante marcado, cuando se compara con los pronósticos (dentro de muestra), que parten de la modelación del crecimiento económico con el PMI. En particular, entre ambas series se observa un coeficiente de correlación superior a 90 por ciento en ambos países. Ello indica que el PMI de un determinado panel de países, es útil para modelar la actividad económica en terceros países, como señalan [Bragoli & Modugno \(2017b, p.796\)](#) y [Jeon \(2017, p.17\)](#).

Lo anterior refleja la importancia del PMI para modelar la actividad económica de terceros países. No obstante, es necesario demostrar que los ponderadores utilizados para modelar la actividad económica, efectivamente permiten modelar el PMI en los países donde se cuenta con información, tanto de la actividad económica, como del índice PMI. En ese sentido, en la Figura 7 se presentan los resultados de un Proxy-PMI Modelado en Reino Unido [panel (a)] y Estados Unidos [panel (b)], donde la actividad económica se modela con la ecuación (4).

¹⁷Datos de [IHS-Markit \(2021\)](#) en Estados Unidos; y de [Office for National Statistics \(2021\)](#) en Reino Unido.

FIGURA 7: Proxy-PMI Modelado y Observado UK y USA



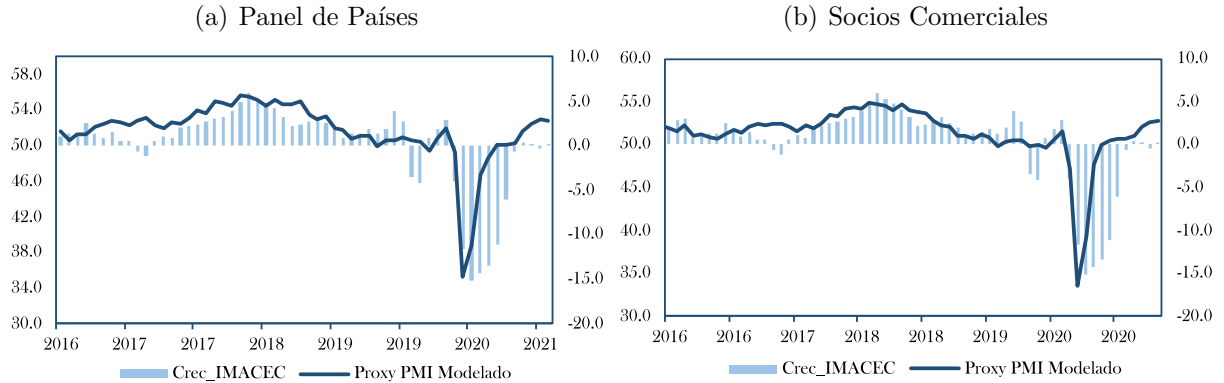
Nota:—Se utilizan las ponderaciones del PMI de los principales 10 socios comerciales para construir el Proxy-PMI. Las ponderaciones se muestran en la Tabla A6. Los ponderadores se construyen considerando información hasta diciembre de 2019. El área sombreada representa un intervalo de confianza del 95 por ciento (± 2 errores estándar). El índice con los 10 socios comerciales se muestra en la Figura A6.

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que, considerando modelos parsimoniosos que permiten ‘emular’ el comportamiento de la actividad económica, se pueden modelar indicadores Proxy-PMI que, de la misma forma que sucede con el crecimiento del PIB, se asemejan a lo que se observa en los datos. En particular, para el caso del Proxy-PMI Modelado para Reino Unido, existe un coeficiente de correlación de 90.2 por ciento [panel (a)], y de 90.4 por ciento en Estados Unidos [panel (b)]. También se debe destacar que el Proxy-PMI Modelado de cada país sigue una tendencia similar a la serie observada, sobre todo, en episodios de *stress* económico, como el que supuso la pandemia del Covid-19 a partir de marzo de 2020. Ello a pesar que los ponderadores se estiman considerando información previa a 2020. El resultado anterior es notable, y se debe, sobre todo, al hecho que la mayor parte de economías del mundo se vieron afectadas (económicamente) por la pandemia en el mismo periodo (Figura A5).

En la Figura 8 se muestran los resultados de aplicar la estrategia de modelación de la actividad económica (IMACEC), para estimar un Proxy-PMI en Chile. En el panel (a) de la Figura 8, se observa el Proxy-PMI Modelado a partir del panel general de datos del PMI (en 34 países), que maximiza la correlación con el crecimiento anual del IMACEC, previo a 2019. En particular, la correlación entre el crecimiento del IMACEC y el Proxy-PMI Modelado con el panel total de países es de 71 por ciento. Por su parte, si se considera sólo los 10 principales socios comerciales de Chile, los que, según la [Subsecretaría de Relaciones Internacionales \(2020, p.9\)](#), suponen más del 70 por ciento del comercio del país, se obtiene un índice que no difiere cualitativamente del estimado utilizando el panel total de países. Sin embargo, este índice refleja un mejor *performance*, al mostrar una correlación de 76 por ciento con respecto al crecimiento del IMACEC (ver los ponderadores en la Tabla A7).

FIGURA 8: Proxy-PMI Modelado en Chile



Nota:—El panel (a) muestra el Proxy-PMI Modelado usando el panel de 34 países. El panel (b) muestra el Proxy-PMI Modelado de los 10 socios comerciales de Chile. Ver los ponderadores en la Tabla A7.

Fuente: Elaboración propia.

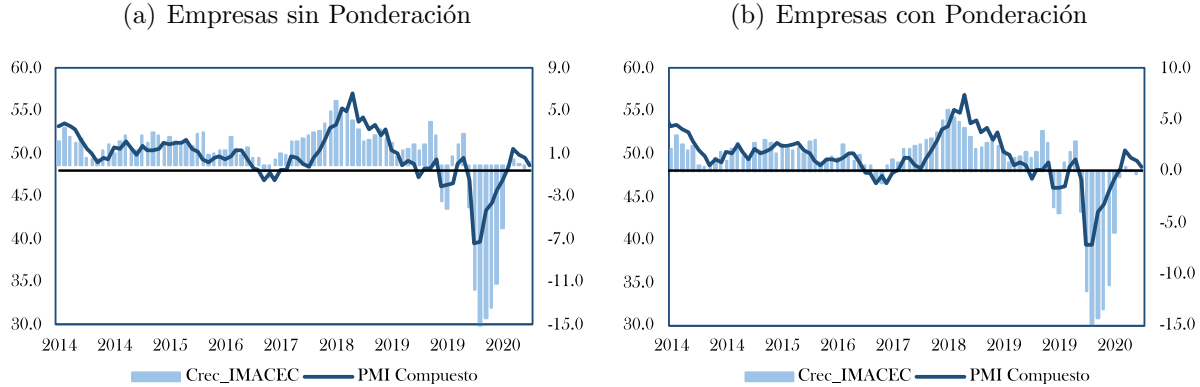
Algo que se debe destacar de la Figura 8, es que ambos indicadores Proxy emiten señales en episodios de *stress* económico, como la crisis derivada de la pandemia del Covid-19 en Chile. No obstante, en ambos indicadores parece haber escepticismo respecto al efecto económico de los eventos acaecidos a partir de octubre de 2019 en el país; mismos que generaron disrupciones en el crecimiento económico (Figura A3). Ello podría deberse a que el efecto en la actividad económica no se trasladó al sector manufacturero chileno; sin embargo, esta hipótesis es poco razonable si se considera que, e.g., Afshar et al. (2007, p.97), sostienen que el sector manufacturero es uno de los primeros en dar señales en episodios de *stress* económico.

Lo anterior podría estar relacionado mas bien a que, a que Chile es una economía pequeña y abierta respecto al resto del mundo, donde *shocks* económicos internos (como el evidenciado a partir de octubre de 2019), podrían no afectar el desempeño económico en otros países, por tanto, ese tipo de efectos no estarían contenidos en el índice PMI de otras economías. Por el contrario, *shocks* externos de, e.g., socios comerciales, deberían evidenciarse en la actividad económica local, considerando la amplia condición de apertura de Chile al mundo. Pues, según cifras del Banco Mundial, en los últimos 15 años el comercio chileno (exportaciones e importaciones) ha supuesto cerca del 70 por ciento del PIB del país.

5.3. Proxy-PMI Compuesto

Dado que los indicadores Proxy-PMI presentados anteriormente, bajo ambas estrategias de estimación, recogen información de interés interna y externa, es importante contemplar un indicador compuesto que integre a ambos. Se debe tener presente que en ese caso se referirá a un indicador Proxy-PMI Compuesto al que incorpora información de los dos índices Proxy-PMI estimados anteriormente, y no al que refiere a la composición del PMI del sector manufacturero y servicios (Composite PMI) estimado por IHS-Markit.

FIGURA 9: Proxy-PMI Compuesto Chile



Nota:—El panel (a) muestra el Proxy-PMI Compuesto usando el Proxy-PMI Ponderado, el cual no contempla la expansión de la muestra de las empresas manufactureras estudiadas. Mientras que el panel (b) contempla las ponderaciones de las empresas manufactureras (expandidas) según el nivel de empleo. En ambos indicadores se contempla el Proxy-PMI Modelado con los 10 mayores socios comerciales de Chile. La línea horizontal indica el umbral de 48 puntos.
Fuente: Elaboración propia.

La Figura 9 muestra los resultados del Proxy-PMI Compuesto, estimado como el promedio simple del Proxy-PMI Ponderado y Modelado, el cual refleja una relación más cercana con el crecimiento del IMACEC y, sobre todo, refleja de mejor forma la magnitud de caída de la actividad económica durante 2020 en el país. El panel (a) muestra el Proxy-PMI Ponderado sin utilizar el factor de expansión de las empresas según su tamaño—para ponderar sus respuestas; lo cual se realiza en la figura mostrada en el panel (b); donde no se evidencia diferencia significativa. En particular, ambos indicadores, se comportan de forma similar, reflejando una correlación superior a 80 por ciento con respecto al crecimiento del IMACEC. Esto es interesante, dado que los índices proxy individuales (sección 5.1 y 5.2) presentan una correlación entre 60 y 70 por ciento, y al combinarlos se genera una ‘ganancia de ajuste’.

Los resultados mostrados en la Figura 9 reflejan que el Proxy-PMI Compuesto sigue, en términos generales, los movimientos y tendencias de la actividad económica en Chile, presentando cambios en tendencias en el mismo mes en que la economía se resiente ante algún *shock*. Sin embargo, no parece haber una relación de correspondencia con respecto a las caídas evidenciadas en la actividad económica en episodios de *stress* económico; lo cual sí se refleja en episodios de auge. Ello difiere de lo que se observa en otras economías (Figura A2), donde la magnitud de cambio que alcanza el PMI en periodos de expansión y contracción económica, se tiende a corresponder con cambios en el crecimiento del PIB. Lo anterior podría ser indicativo de efectos no lineales del índice Proxy-PMI Compuesto con respecto al crecimiento de la actividad económica en Chile.

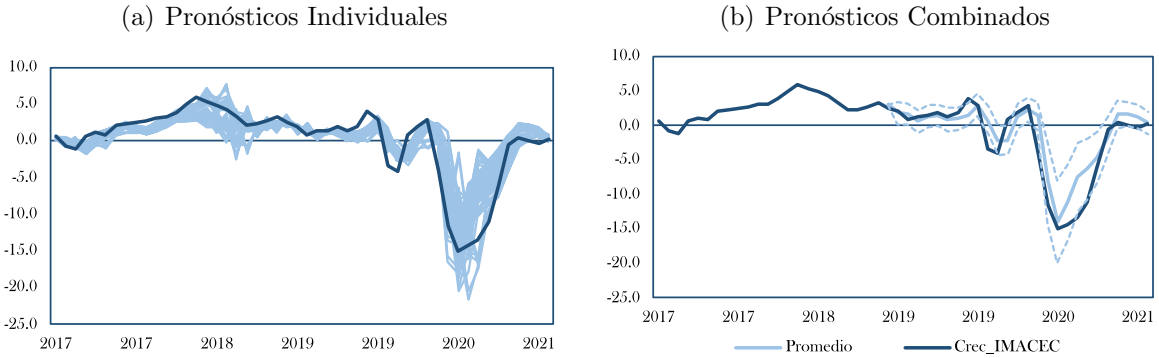
5.3.1. Poder Predictivo del Proxy-PMI Compuesto

Un aspecto relevante alrededor del índice PMI es su capacidad predicativa respecto a las tendencias de la actividad económica (ver: e.g., Afshar et al. 2007, De Bondt 2012, Erik et al. 2019, IHS-Markit 2020b). Esto se demuestra en la Figura 3. Para el caso del Proxy-PMI Compuesto en Chile, se procede a realizar un ejercicio similar al mostrado en la Figura 3; sin embargo, en este caso, dado que se tiene información con la misma periodicidad, se estima un modelo de regresión simple con rezagos distribuidos, como se muestra en la ecuación (7). Donde y_t representa el crecimiento del IMACEC, mientras que x_t es el Proxy-PMI Compuesto. Los subíndices $t-i$ indican los rezagos de la variable dependiente e independiente del modelo. Por su parte, el supra-índice de (x_t^2) indica los factores no lineales de Proxy-PMI, que afectan el crecimiento del IMACEC. Finalmente, ϵ_t representa el error del modelo.

$$y_t = \alpha_t + \sum_{i=1}^{n=3} \beta_i y_{t-i} + \sum_{i=0}^{n=3} \gamma_i x_{t-i} + \sum_{i=0}^{n=2} \rho_i x_{t-i}^2 + \epsilon_t \quad (7)$$

Las estimaciones incorporan 5 distintas variaciones de la especificación (7), con diferente cantidad de rezagos¹⁸. En cada especificación, se realizan repeticiones con distintos periodos previo a enero de 2019, dado que se pretende excluir el mes de octubre de ese año cuando la economía chilena sufrió el *shock* de las protestas sociales, lo que puede afectar los parámetros estimados. Con ello, dado que se posee información desde 2014 del crecimiento del IMACEC y del Proxy-PMI Compuesto, se realizan 120 distintas réplicas de la ecuación (7).

FIGURA 10: Poder Predictivo Proxy-PMI Compuesto en Chile



Nota:—El panel (a) muestra pronósticos individuales fuera de muestra (a partir de 2019), de modelos de regresión de rezagos distribuidos (descritos en la ecuación (7)), entre el crecimiento del IMACEC y el Proxy-PMI Compuesto. El panel (b) refleja el promedio simple de los n pronósticos individuales. En total, se incorporan 120 distintas variaciones. La línea azul muestra los datos observados del crecimiento del IMACEC. La línea punteada en el panel (b) refleja un intervalo de confianza del 95 por ciento de los pronósticos fuera de muestra (± 2 errores estándar).

Fuente: Elaboración propia.

¹⁸Se considera la minimización del Criterio de Información Bayesiano (BIC por sus siglas en inglés).

Los resultados de la estimación del modelo descrito en la ecuación (7), se muestran en la Figura 10. En el panel (a) se presentan los resultados individuales de distintos modelos que combinan distintas cantidades de rezagos en la variable dependiente y_t . Para mostrar el poder predictivo del Proxy-PMI Compuesto, se considera información desde enero de 2014 hasta diciembre de 2018, con lo cual se realizan los pronósticos fuera de muestra a partir de 2019. El panel (b) de la Figura 10 muestra un promedio simple de los pronósticos individuales. Ello considerando que Timmermann (2006) sugiere que la combinación de pronósticos individuales puede proveer resultados más precisos, respecto a cada pronóstico independiente. Y una manera de combinar dichos pronósticos, es a través de un promedio simple.

Los resultados de los pronósticos individuales combinados se muestran en el panel (b) (Figura 10); los mismos indican que, considerando información hasta diciembre de 2018, el Proxy-PMI Compuesto tiene capacidad de reflejar, con importante grado de precisión, las principales tendencias económicas en Chile. De hecho, cuando se considera un intervalo de confianza de 95 por ciento de las proyecciones del crecimiento del IMACEC, los datos observados del IMACEC se encuentran contenidos dentro de dicho intervalo. En particular, entre ambas series de datos se observa una correlación superior a 93 por ciento a partir de 2019; la que supera de forma significativa el desempeño de los pronósticos individuales evaluados bajo este criterio. Considerando lo anterior, se puede argumentar que el indicador provee información bastante precisa de las tendencias económicas de corto plazo en el país.

Según Fang (2003) otra forma de evaluar la precisión los pronósticos, es a través de la Raíz del Error Cuadrático Medio (RMSE por sus siglas en inglés). Este criterio se define en la ecuación (8). Donde p_i representa el pronóstico fuera de muestra en el periodo i ; mientras que o_i es el valor observado de la serie de interés; y, n es el horizonte temporal.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (p_i - o_i)^2}{n}} \quad (8)$$

Los resultados presentados en la Figura 10, reflejan un RMSE menor (2.06) cuando se combinan los pronósticos individuales [panel (b)], los cuales presentan un RMSE promedio de 2.32 de forma individual. Al promediar los mejores 30 modelos con el menor RMSE, se observa una ‘ganancia de pronóstico’, pues esta combinación posee un RMSE de 1.94; mismo que se reduce a medida que se consideran los mejores modelos, según su precisión al pronosticar fuera de muestra. Sin embargo, en términos cualitativos las distintas combinaciones no presentan diferencias notables, como se evidencia en los resultados de la Figura A7.

5.3.2. Consideraciones de los Resultados

Si bien el Proxy-PMI Compuesto mejora de forma notable la relación *vis a vis* con el crecimiento del IMACEC, es importante mencionar que, aún con ello, el índice no permite emular de la mejor manera la profundidad de los episodios de contracción económica en Chile, en ausencia de un modelo econométrico que incorpore no linealidades, que en parte capturan

esa falta de correspondencia de cambio del índice en periodos de *stress* económico. Ello podría ser el resultado de contemplar en el análisis solamente información del sector manufacturero, dado que, en particular, durante la pandemia del Covid-19 y el *shock* evidenciado en octubre de 2019 en el país, uno de los sectores más afectados ha sido el sector de servicios (véase e.g., [Rivera & Castro \(2021\)](#)), el cual tiende a representar gran parte de la economía de los países, sobre todo, en economías emergentes o desarrolladas ([Lee & McKibbin 2018](#)), donde Chile no es la excepción, como muestra la Tabla 2.

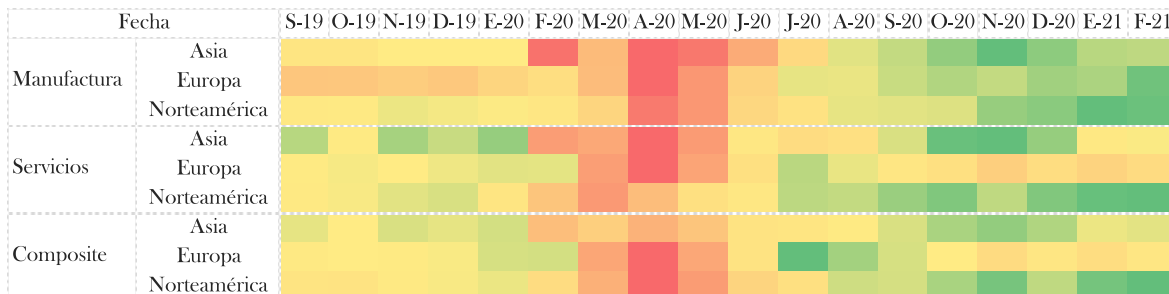
TABLA 2: Participación Sectorial Economía Chilena

Sector	2013	2015	2017	2019	Promedio
Minería	12.00	11.68	10.98	10.69	11.34
Industria Manufacturera	12.15	11.61	11.31	11.25	11.58
Comercio	9.92	9.95	10.15	10.06	10.02
Servicios [†]	52.29	53.10	53.80	54.36	53.39
Otros Sectores ^{††}	13.64	13.67	13.76	13.64	13.68

Nota:–[†] Incluye transporte. ^{††} Agricultura, pesca, construcción, energía, agua y gas.
Fuente: Elaboración propia, datos del [Banco Central de Chile \(2021\)](#).

Como se muestra en la Figura 11, el PMI del sector servicios sigue estando en la ‘zona amarilla’, sobre todo, en países de Europa. Por tanto, la omisión de este sector en el análisis implica que el índice que se pueda derivar de las distintas aproximaciones, si bien puede reflejar lo que sucede con el sector en cuestión, podría no proveer señales suficientemente fuertes (en ausencia de modelos econométricos), en relación con el desempeño de la economía en general. Más aún, cuando se considera que en Chile la industria manufacturera ha ido perdiendo peso en la actividad económica sectorial en los últimos años (Tabla 2); acorde con una senda de desarrollo donde los servicios adquieren mayor relevancia en la economía nacional ([Santander 2015](#), p.5). Por tanto, la consecución de resultados más precisos, pasa por incorporar los sectores más relevantes en el análisis.

FIGURA 11: Evolución Global PMI Durante la Pandemia del Covid-19



Nota:–El color verde indica niveles máximos en el PMI. Mientras que el color rojo indica mínimos del índice, en el periodo de septiembre 2019 a febrero 2021. Incorpora información de 35 economías.

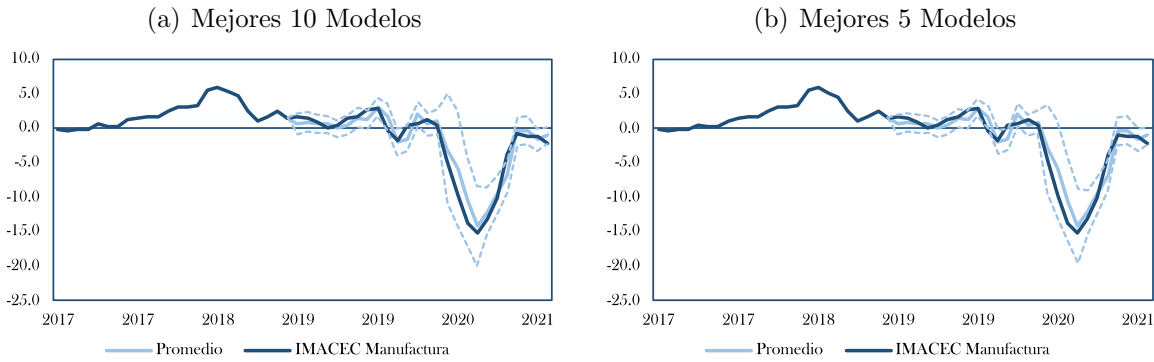
Fuente: Elaboración propia, con datos oficiales de [IHS-Markit \(2021\)](#).

5.3.3. Proxy-PMI Compuesto y Crecimiento Manufacturero

Debido a que no se cuenta con información desagregada del sector de servicios en Chile (un sector preponderante según la Tabla 2), parece razonable desagregar el crecimiento del IMACEC e incorporar solamente el aporte del sector manufacturero a la actividad económica del país; ello con el fin de analizar el poder predictivo del Proxy-PMI Compuesto sobre ese indicador de crecimiento, puesto que dicho índice se construye solamente contemplando información del sector manufacturero.

Con ese fin, se usa información del Banco Central de Chile del IMACEC por sectores. En este caso, se incluye solamente información del IMACEC derivado de la producción de bienes¹⁹, limitando así el efecto del sector servicios. Similar a lo presentado en las secciones anteriores, se trabaja con la tasa de crecimiento anual de la serie desestacionalizada (promedio móvil bimensual)²⁰, y se aplica la metodología descrita en la sección 5.3.1 para evaluar la predictibilidad del Proxy-PMI Compuesto sobre el crecimiento del ‘IMACEC manufacturero’.

FIGURA 12: Predictibilidad Proxy-PMI Compuesto e IMACEC Manufacturero



Nota:—Para medir el poder predictivo del Proxy-PMI Compuesto sobre el crecimiento del IMACEC manufacturero, se utiliza la misma metodología para la modelación del poder predictivo sobre crecimiento del IMACEC general (ecuación (7)). Ello no resta generalidad a la serie original (Figura A11). Los paneles (a) y (b) muestran un promedio simple de los mejores 10 y 5 modelos, según el RMSE, respectivamente. La línea punteada representa un intervalo de confianza del 90 por ciento (± 1.65 errores estándar).

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados se presentan en la Figura 12, donde se puede observar que, comparado con los resultados mostrados en la Figura 10, éstos son cuantitativamente más precisos. Al evaluar la precisión de los pronósticos individuales fuera de muestra (mediante el RMSE), se evidencia que el poder predictivo del Proxy-PMI Compuesto—respecto al crecimiento del IMACEC manufacturero—es superior. Así, se observa un RMSE promedio de 1.36 para el total de modelos evaluados (120), el cual es menor comparado con un RMSE de 2.06 cuando

¹⁹Incluye la industria productora de bienes, y se excluye la minería.

²⁰Cabe destacar que no se pierde generalidad y poder predictivo del Proxy-PMI Compuesto al suavizar la serie de crecimiento mediante un promedio móvil (Figura A9).

se evalúa la predictibilidad del índice sobre el crecimiento del IMACEC general (sección 5.3.1).

Al combinar los mejores 5 y 10 modelos (según el menor RMSE), se observan mejores propiedades de dichas combinaciones respecto a pronósticos individuales, pues las mismas poseen un RMSE inferior a 1.18. Por su parte, la correlación fuera de muestra de las combinaciones de pronósticos de la Figura 12, supera el 95 por ciento en ambos casos. Ello refleja que el poder predictivo del Proxy-PMI Compuesto, respecto al IMACEC manufacturero, es superior al evidenciado al modelar el IMACEC general que incluye e.g., el sector servicios (véase la Figura 10). Lo anterior parece confirmar la hipótesis de la incidencia del sector servicios en el crecimiento; misma que no se recoge en la construcción del Proxy-PMI.

Si se compara el poder predictivo del Proxy-PMI Compuesto (sección 5.3) con el Proxy-PMI Ponderado (sección 5.1), para modelar el IMACEC manufacturero, se observa una menor ‘ganancia’ de pronóstico de parte del Proxy-PMI Ponderado. En particular, se observa un RMSE de 1.70 para el pronóstico fuera de muestra del crecimiento del IMACEC manufacturero, y de 2.90 para el IMACEC general. Aunque los resultados son inferiores, comparados con los obtenidos con el Proxy-PMI Compuesto, en las Figuras A8 y A10 se puede ver que, cualitativamente, dichos resultados no difieren de lo mostrado en las Figuras 10 y 12. Ello indica que, incluso, al considerar solamente información desagregada de las empresas manufactureras en Chile (Proxy-PMI Ponderado), se pueden extraer importantes señales de la tendencia y evolución de la actividad manufacturera y económica en el país.

6. Conclusiones

El Purchasing Managers’ Index (PMI), se ha convertido en uno de los indicadores económicos adelantados (*leading indicator*) más importantes a nivel global (IHS-Markit 2021a, p.3). Su importancia radica en que dicho indicador provee información precisa de las tendencias económicas a corto plazo, de manera adelantada y prácticamente en tiempo real. Esto se evidenció en la euro zona, donde el PMI fue el primer indicador económico que señaló la fuerte caída del PIB de la zona euro durante la crisis financiera de 2008 y la recesión de 2011-2012 durante la crisis de la deuda en Grecia (IHS-Markit 2020b, p.9). Ello hace que el PMI sea cercanamente observado por agentes en el mercado financiero, economistas o *policy makers*.

Este estudio ha tenido como objetivo principal el diseño e implementación de un indicador PMI Manufacturero para Chile. Debido a las limitaciones operativas que supone la estimación de un índice PMI, en términos de recolección de información estadística, en este estudio se diseña y estima un indicador aproximado denominado Proxy-PMI Compuesto. El Proxy-PMI Compuesto se construye a partir de datos empresariales desagregados y de datos derivados de la modelación del crecimiento económico en Chile, utilizando el PMI de otros países. Con ello, el índice diseñado recoge factores internos y externos a la economía chilena.

Los resultados indican que el Proxy-PMI Compuesto, provee información relevante en

cuanto al desempeño del sector manufacturero en Chile y los cambios en las tendencias del crecimiento económico de corto plazo en el país. De la misma forma, se evidencia que el índice *per se* tiene un alto grado de predictibilidad de las tendencias del crecimiento económico, una vez que el índice se ajusta mediante técnicas econométricas. En particular, cuando se utiliza información del índice a 2018, para ver su grado de respuesta ante los *shocks* que afectaron la economía chilena en octubre de 2019, y a partir de marzo de 2020, se observa que el Proxy-PMI Compuesto permite modelar de forma efectiva las disrupciones en el crecimiento económico del país, alcanzando un grado de ajuste de hasta 95 por ciento, con respecto a los datos observados de crecimiento económico a partir de 2019. El poder predictivo del índice es superior cuando se modela la evolución de la actividad manufacturera.

Lo anterior indica que el Proxy-PMI Compuesto, puede ser de utilidad para monitorear la actividad manufacturera en Chile, con información estadística gestionada a lo interno de SOFOFA, así como con datos publicados de forma oportuna por parte de [IHS-Markit](#). Con ello, se puede tener información adelantada de las potenciales tendencias económicas en Chile (incluso previo a la publicación de estadísticas oficiales), siempre que las estadísticas gestionadas de forma interna, no posean los mismos rezagos en su publicación, comparado con estadísticas oficiales. Con el seguimiento del indicador se puede ofrecer información de interés, que podría ser usada para en proceso de toma de decisiones.

Si bien el Proxy-PMI Compuesto posee características importantes, en particular cuando se evalúa su grado de ajuste respecto al crecimiento económico, su comportamiento tiende a ser un tanto más errático en episodios de *stress* económico. Ello se debe, principalmente, a que el indicador no contempla información relevante de otros sectores económicos representativos, como el sector servicios; mismo que durante la crisis del Covid-19, y el *shock* derivado de las protestas sociales en octubre de 2019, se ha evidenciado que ha sido fuertemente afectado. Por ende, este tipo de factores son importantes de considerar a la hora de construir un indicador más completo que ofrezca una perspectiva integral de lo que ocurre en la economía real. Considerando esta limitante, se evalúa el poder predictivo del índice respecto a la evolución de la actividad económica manufacturera, donde se observa una importante mejora de la predictibilidad del índice, principalmente, en episodios de *stress*.

En torno a la construcción de indicadores tipo PMI, la alternativa de *first-best* (o el ideal), radica en levantar información estadística de las empresas del sector, respecto a los distintos indicadores que se detallan en este estudio (sección [A](#)). Por tanto, a pesar que en el presente trabajo se construye un indicador aproximado que cumple con algunas de las características del PMI, el mismo tiene distintas carencias. Entre ellas, que no es un indicador que ofrece comparabilidad con el PMI estimado en otros países, al seguir de forma parcial la metodología de IHS-Markit. Aunque el índice puede ser mejorado incluyendo, e.g., datos del sector servicios, lo ideal es recopilar información primaria, para construir un indicador que cumpla con los estándares internacionales y pueda proporcionar información más precisa y confiable, tanto de las tendencias del sector manufacturero, como de la economía chilena en general; algo que puede ser de utilidad en la toma de decisiones y la ejecución de políticas.

Referencias

- Abadie, A., Diamond, A. & Hainmueller, J. (2010), ‘Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of california’s tobacco control program’, *Journal of the American Statistical Association* **105**(490), 493–505.
- Abadie, A. & Gardeazabal, J. (2003), ‘The economic costs of conflict: A case study of the basque country’, *American Economic Review* **93**(1), 113–132.
- Afshar, T., Arabian, G. & Zomorrodian, R. (2007), ‘Stock return, consumer confidence, purchasing managers index and economic fluctuations’, *Journal of Business & Economics Research* **5**(8), 97–106.
- Andreou, E., Ghysels, E. & Kourtellis, A. (2010), ‘Regression models with mixed sampling frequencies’, *Journal of Econometrics* **158**(2), 246–261.
- Bachman, D. (2010), ‘The information content of the ism purchasing managers’ survey’, *Working Paper. U.S. Department of Commerce*.
- Bragoli, D. & Modugno, M. (2017b), ‘A now-casting model for canada: Do us variables matter?’, *International Journal of Forecasting* **33**(4), 786–800.
- Chamberlin, G. (2008), ‘Measuring the coherence of ons and purchasing managers’ index data’, *Economic & Labour Market Review* **2**(5), 23–28.
- Cho, D. & Ogwang, T. (2005), ‘Objective weighting schemes for computing purchasing managers’ index’, *Production and Operations Management* **26**(7), 23–32.
- Cho, D. & Ogwang, T. (2006), ‘Conceptual perspectives on selecting the principal variables in the purchasing managers’ index’, *Journal of Supply Chain Management* **42**(2), 44–52.
- D’Agostino, A. & Schnatz, B. (2012), ‘Survey-based nowcasting of us growth: a real-time forecast comparison over more than 40 years’, *European Central Bank, Working Paper Series No. 1455*.
- De Bondt, G. (2012), Nowcasting: trust the purchasing managers’ index or wait for the flash gdp estimate?, in ‘European Central Bank–EcoMod2012 Conference in Sevilla, Spain’.
- De Bondt, G. (2019), ‘A pmi-based real gdp tracker for the euro area’, *Journal of Business Cycle Research* **15**(2), 147–170.
- De Santis, R. & Van der Veken, W. (2020), ‘Forecasting macroeconomic risk in real time: Great and covid-19 recessions’, *European Central Bank. Working Paper Series No. 2436*.
- Erik, B., Lombardi, M. J., Mihaljek, D. & Shin, H. S. (2019), ‘Financial conditions and purchasing managers’ indices: exploring the links’, *BIS Quarterly Review* **20**(3), 65–79.

- Fang, Y. (2003), ‘Forecasting combination and encompassing tests’, *International Journal of Forecasting* **19**(1), 87–94.
- Fichtner, F., Ruffer, R. & Schnatz, B. (2009), ‘Leading indicators in a globalised world’, *European Central Bank, Working Paper Series No. 1125*.
- Ghysels, E., Santa-Clara, P. & Valkanov, R. (2004), ‘The midas touch: Mixed data sampling regression models’.
- Harris, E. (1991), *Tracking the economy with the purchasing managers index*, Federal Reserve Bank.
- Harris, M., Owens, R. E. & Sarte, P.-D. G. (2004), ‘Using manufacturing surveys to assess economic conditions’, *Economic Quarterly* **90**(4), 65–92.
- He, Y., Zhang, Y. & Tian, P. (2015), ‘The study of warning threshold of chinese manufacturing pmi for important macroeconomic indicators’, *Procedia Computer Science* **55**(1), 1374–1380.
- Herwadkar, S. S. & Ghosh, S. (2020), ‘Is pmi a good leading indicator of industrial production?: Evidence from india’, *MPRA Working Paper No. 97,924*.
- Hylleberg, S., Jørgensen, C. & Sørensen, N. K. (1993), ‘Seasonality in macroeconomic time series’, *Empirical Economics* **18**(2), 321–335.
- IHS-Markit (2020a), Pmi survey methodology, Report, IHS-Markit.
- IHS-Markit (2020b), Purchasing managers index: El indicador líder a nivel mundial, Brochure, IHS-Markit.
- IHS-Markit (2021a), An introduction to the pmi surveys, Report, IHS-Markit.
- Instituto Nacional de Estadísticas (2019), Quinta encuesta longitudinal de empresas: Instructivo de uso de la base de datos, Reporte, Instituto Nacional de Estadísticas.
- ISM (2015), Inside the supply management, Report, Intitute for Supply Management.
- Jeon, J.-H. (2017), ‘Us purchasing managers’ index and its impact on korea and us’, *The Journal of Distribution Science* **15**(3), 17–25.
- Kaminsky, G., Lizondo, S. & Reinhart, C. M. (1998), ‘Leading indicators of currency crises’, *IMF Staff Papers* **45**(1), 1–48.
- Koenig, E. (2002), ‘Using the purchasing managers’ index to assess the economy’s strength and the likely direction of monetary policy’, *Economic and Financial Policy Review* **1**(6), 1–14.
- Lee, J.-W. & McKibbin, W. J. (2018), ‘Service sector productivity and economic growth in asia’, *Economic modelling* **74**(1), 247–263.

- Marcellino, M. (2006), ‘Leading indicators’, *Handbook of Economic Forecasting* **1**(1), 879–960.
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (2014), Las empresas en Chile por tamaño y sector económico desde el 2005 a la fecha, Reporte, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo.
- Pelaez, R. F. (2003a), ‘A new index outperforms the purchasing managers’ index’, *Quarterly Journal of Business and Economics* **45**(2), 41–55.
- Pelaez, R. F. (2003b), ‘A reassessment of the purchasing managers’ index’, *Business Economics* **38**(4), 35–42.
- Rivera, V. & Castro, F. (2021), ‘Between social protests and a global pandemic: Working transitions under the economic effects of covid-19’, *Social Sciences* **10**(4), 145–166.
- Rueda, M. (2009), ‘España pmi (purchasing managers’ index). guía del comportamiento de la economía’, *Revista de Estadística y Sociedad* **32**(1), 9–11.
- Santander (2015), Industria manufacturera, Reporte, Banco Santander.
- Silverstovs, B. (2018), ‘Dissecting the purchasing managers’ index: Are all relevant components included? are all included components relevant?’, *Panoeconomicus* **65**(4), 381–394.
- Subsecretaría de Relaciones Internacionales (2020), Comercio exterior de Chile, Reporte, Subsecretaría de Relaciones Internacionales.
- Timmermann, A. (2006), ‘Forecast combinations’, *Handbook of Economic Forecasting* **1**(1), 135–196.
- Tsuchiya, Y. (2012), ‘Is the purchasing managers’ index useful for assessing the economy’s strength? a directional analysis’, *Economics Bulletin* **32**(2), 1302–1311.
- United-Nations (2020), Measuring the impact of covid-19 with a view to reactivation, Special report, United-Nations.
- Vermeulen, P. (2012), ‘Quantifying the qualitative responses of the output purchasing managers index in the US and the euro area’, *European Central Bank, Working Paper Series No. 1417*.

A. Cuestionario PMI Manufacturero

[En cada pregunta, se debe seleccionar la alternativa que describa la situación actual de los distintos indicadores consultados en la empresa, ello con respecto al mes anterior. Considerar que las respuestas deben tomar en cuenta solamente las condiciones de la empresa radicada en territorio chileno. Si la empresa tiene actividades en otro(s) país(es), se debe limitar la respuesta en torno a las operaciones empresariales en Chile.]

1. **La producción (unidades, no dólares) de la empresa en Chile este mes, con respecto al anterior, fue:**

- ☐ Mayor
- ☐ Igual
- ☐ Menor

2. **La cantidad de nuevos pedidos (unidades, no dólares) de los clientes de la empresa este mes, con respecto al anterior, fue:**

- ☐ Mayor
- ☐ Igual
- ☐ Menor

3. **El empleo (jornada completa) de la empresa este mes, con respecto al anterior, fue:**

- ☐ Mayor
- ☐ Igual
- ☐ Menor

4. **El tiempo de entrega de los pedidos por parte de los proveedores este mes, con respecto al anterior, fue:**

- ☐ Mayor
- ☐ Igual
- ☐ Menor

5. **El *stock* de compras (insumos en unidades, no dólares) de la empresa este mes, con respecto al mes anterior, fue:**

- ☐ Mayor
- ☐ Igual
- ☐ Menor

6. El *stock* de inventarios de productos en proceso (unidades, no dólares) ya comprados por los clientes este mes, con respecto al anterior, fue:
- ☐ Mayor
 - ☐ Igual
 - ☐ Menor
7. El *stock* de inventarios de productos finalizados (unidades, no dólares) en la empresa en este mes, con respecto al anterior, fue:
- ☐ Mayor
 - ☐ Igual
 - ☐ Menor
8. La cantidad de compras de insumos (unidades, no dólares) en la empresa este mes, con respecto al anterior, fue:
- ☐ Mayor
 - ☐ Igual
 - ☐ Menor
9. El nivel de precios (ponderados por volumen) de insumos utilizados en la empresa en este mes, con respecto al anterior, fue:
- ☐ Mayor
 - ☐ Igual
 - ☐ Menor
10. El nivel de precios de los productos manufacturados en la empresa (ponderados por volumen) este mes, con respecto al anterior, fue:
- ☐ Mayor
 - ☐ Igual
 - ☐ Menor
11. La cantidad de nuevos pedidos (unidades, no dólares) para exportación realizados a la empresa este mes, con respecto al anterior, fue:
- ☐ Mayor
 - ☐ Igual
 - ☐ Menor
 - ☐ La empresa no exporta
12. La expectativa de producción de la empresa a doce (12) meses este mes, con respecto al anterior, es:
- ☐ Mayor
 - ☐ Igual
 - ☐ Menor

B. Anexos

TABLA A1: Cobertura y Empresas PMI Manufacturero

País	Empresas	Publicación	IHS-Markit/Sponsor
Australia	400	may-16	IHS-Markit
Austria	300	oct-98	UniCredit Bank Austria
Brazil	400	feb-06	IHS-Markit
Canada	400	oct-10	IHS-Markit
China	500	abr-04	Caixin
Colombia	350	abr-11	Davivienda
Czech Republic	300	jun-01	IHS-Markit
Egypt	400	may-18	IHS-Markit
France	400	abr-98	Conseil National des Achats
Germany	400	abr-96	Association for Supply Management
Ghana	400	ene-14	IHS-Markit
Greece	300	may-99	IHS-Markit
Hong Kong	400	ene-08	IHS-Markit
India	400	mar-05	IHS-Markit
Indonesia	400	feb-11	IHS-Markit
Ireland	250	may-98	Allied Irish Banks
Italy	400	jun-97	IHS-Markit
Japan	400	oct-01	Au Jibun Bank
Kazakhstan	250	mar-19	Tengri Partners
Kenya	400	ene-14	Stanbic Bank Kenya
Korea	400	ene-08	IHS-Markit
Lebanon	400	ene-14	Blominvest Bank
Malaysia	400	jul-12	IHS-Markit
Mexico	350	abr-11	IHS-Markit
Mozambique	400	feb-15	Standard Bank Mozambique
Myanmar	400	dic-15	IHS-Markit
Netherlands	350	mar-00	NEVI Netherlands
Nigeria	400	feb-14	Stanbic IBTC Bank
Philippines	400	ene-16	IHS-Markit
Poland	250	jun-98	IHS-Markit
Qatar	400	abr-17	Qatar Financial Centre
Rusia	250	ene-08	IHS-Markit
Saudi Arabia	400	ene-10	IHS-Markit
Singapore	400	ago-12	IHS-Markit
South Africa	400	jul-11	IHS-Markit
Spain	400	feb-98	IHS-Markit
Taiwan	400	abr-04	IHS-Markit
Thailand	400	dic-15	IHS-Markit
Turkey	400	jun-05	Istanbul Chamber of Industry
Uganda	400	jul-16	Stanbic Bank Uganda
United Arab Em.	400	ene-10	IHS-Markit
United Kingdom	600	ene-92	Institute of Procurement & Supply
United States	800	may-07	IHS-Markit
Vietnam	400	mar-11	IHS-Markit
Zambia	400	mar-15	Stanbic Bank Zambia

Fuente: Elaboración propia, con base en distintos reportes oficiales publicados por [IHS-Markit](#).

TABLA A2: Índices Comparables al PMI

País	Empresas	Publicación	Entidad
Canada	ND	ene-01	Ivey School of Business
China	3.000	ene-05	China Federation of Logistics and Purchasing
Denmark	ND	abr-02	Danish Purchasing & Logistics Forum
Germany	9.000	ene-60	IFO Institute
Hungary	ND	oct-95	UTDIJ Hungary
Israel	ND	ago-15	Israeli Purchasing & Logistics Managers Association
New Zealand	ND	ago-02	New Zealand Business NZ
Norway	ND	mar-04	Statistics Norway
Puerto Rico	ND	may-10	Instituto de Estadísticas de Puerto Rico
Singapore	ND	ene-99	Institute of Purchasing & Materials Management
Sri Lanka	ND	may-15	Central Bank of Sri Lanka
Sweden	200	ene-94	SwedBank
Switzerland	ND	feb-95	Procure.ch
United States.	400	ene-48	Institute for Supply Management

Nota:– ND: No se dispone de información.

Fuente: Elaboración propia.

TABLA A3: Indicadores Incorporados en Índices PMI

Manufactura	Servicios	Compuesto [†]
Producción	Actividad empresarial	Producción
Nuevos pedidos	Nuevos negocios	Nuevos pedidos
Empleo	Empleo	Empleo
Precio de insumos	Costo de insumos	Precio de insumos
Precio de productos	Precio facturado	Precio de productos
Inventarios en proceso	Negocios en desarrollo	Inventarios en proceso
Tiempo de entrega proveedores		
Cantidad de compras insumos		
<i>Stock</i> de compras		
<i>Stock</i> de bienes finalizados		
Nuevas órdenes de exportación	Nuevos negocios de exportación	Nuevas órdenes de exportación
Expectativas de producción ^a	Expectativas de negocios ^a	Expectativas de producción ^a

Nota:–^a Expectativas de producción a 12 meses. [†] Indica el Composite PMI.

Fuente: IHS-Markit (2020a).

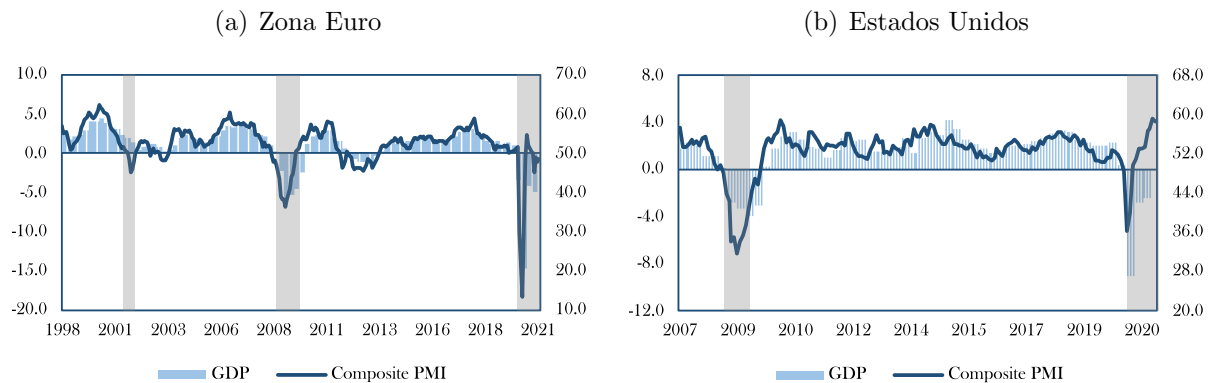
FIGURA A1: Esquemas de Ponderación del PMI



Nota:—El índice ponderado incorpora el esquema de ponderaciones empleadas por IHS-Markit; mientras que el índice simple se calcula utilizando un promedio simple de los cinco índices de difusión; técnica aplicada por ISM. El coeficiente de correlación entre ambos índices en Nueva Zelanda es de 99.6 por ciento, mientras que en Puerto Rico es de 98.0 por ciento.

Fuente: Elaboración propia, datos de [BusinessNZ \(2021\)](#) e [Instituto de Estadísticas de Puerto Rico \(2021\)](#).

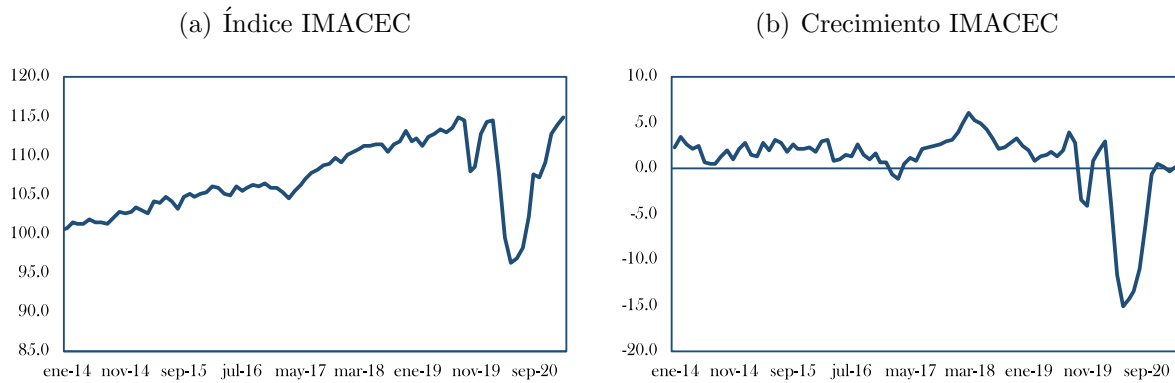
FIGURA A2: PMI y Crecimiento del PIB



Nota:—PMI en el eje derecho. La tasa de crecimiento del PIB es trimestral (anualizada). Barras sombreadas representan episodios de (*stress*) crisis económica.

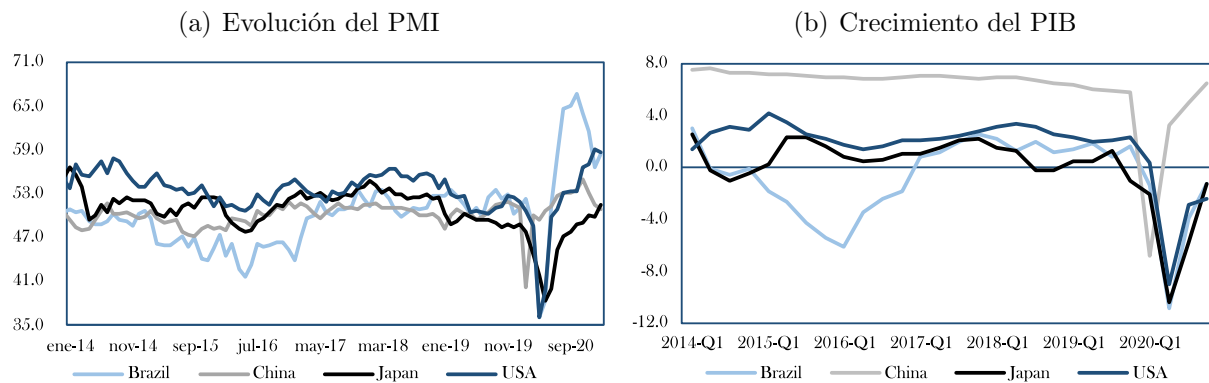
Fuente: Elaboración propia, con datos oficiales de [IHS-Markit \(2021\)](#) y de la [OCDE \(2021\)](#).

FIGURA A3: Evolución del IMACEC en Chile



Nota:—Año base del índice 2013=100. Tasa de crecimiento anual del IMACEC en el panel (b).
Fuente: Elaboración propia, con datos del [Banco Central de Chile \(2021\)](#).

FIGURA A4: PMI y Crecimiento del PIB Socios Comerciales de Chile



Nota:—El panel (b) muestra la tasa anualizada de crecimiento del PIB trimestral.
Fuente: Elaboración propia, con datos oficiales de [IHS-Markit \(2021\)](#) y la [OCDE \(2021\)](#).

TABLA A4: Sub-sectores PMI Manufacturero

SICCode	Manufactura
1500	Productos alimentarios y bebidas
1600	Productos de tabaco
1700	Fabricación de textiles
1800	Fabricación de ropa; vestido y teñido de pieles
1900	Productos de cueros; equipajes, bolsos, alfombrería, arnés y calzado
2000	Productos de madera, corcho y paja (excepto muebles)
2100	Fabricación de pulpa, papel y productos de papel
2200	Publicación, impresión y reproducción de medios grabados
2300	Coque, productos de petróleo refinado y combustible nuclear
2400	Químicos y productos químicos
2500	Productos de caucho y plásticos
2600	Otros productos minerales no metálicos
2700	Metales básicos
2800	Productos metálicos fabricados
2900	Maquinaria y equipo
3000	Maquinaria de oficina y computadoras
3100	Máquinas y aparatos electrónicos
3200	Aparatos de radio, televisión y comunicaciones
3300	Instrumentos, relojes y relojes médicos, de precisión y óptica
3400	Vehículos de motor, remolques y semi-remolques
3500	Otros equipos de transporte
3600	Muebles
3700	Reciclaje

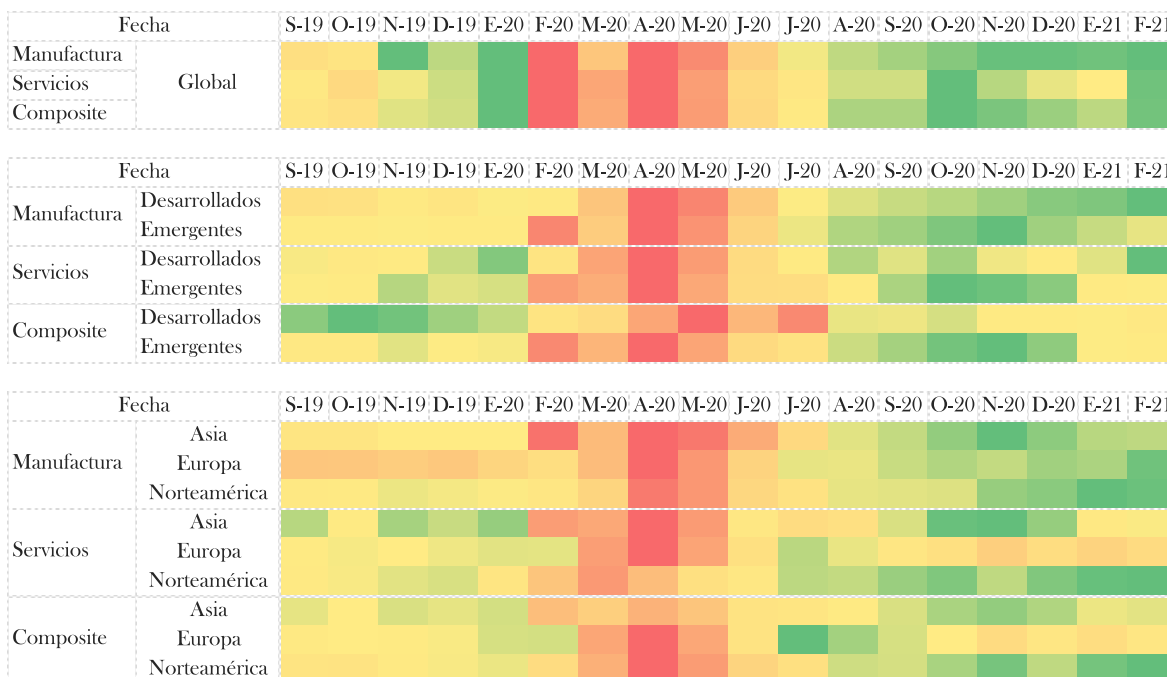
Fuente: [IHS-Markit \(2021\)](#).

TABLA A5: Sub-sectores PMI Servicios

SICCode	Servicios
5500	Hoteles y restaurantes
6000	Transporte de tierra; transporte por tuberías
6100	Transporte de agua
6200	Transporte aéreo
6300	Actividades de apoyo y transporte auxiliar; actividades de las agencias de viajes
6400	Correos y telecomunicaciones
6500	Intermediación financiera, excepto seguros y financiación de pensiones
6600	Financiación de seguros y pensiones, excepto seguridad social obligatoria
6700	Actividades auxiliares a la intermediación financiera
7000	Actividades inmobiliarias
7100	Alquiler de maquinaria y equipo sin operador y de bienes personales y domésticos
7200	Informática y actividades afines
7300	Investigación y desarrollo
7400	Otras actividades empresariales
8000	Educación (privada)
8500	Salud y trabajo social (privado)
9000	Aguas residuales y eliminación de basuras, saneamiento y actividades similares
9100	Actividades de las organizaciones miembros no clasificadas en otra parte
9200	Actividades recreativas, culturales y deportivas
9300	Otras actividades de servicio

Fuente: [IHS-Markit \(2021\)](#).

FIGURA A5: Evolución del PMI Durante la Pandemia del Covid-19



Fuente: Elaboración propia, con datos oficiales de [IHS-Markit \(2021\)](#). Ver detalles en la Figura 11.

TABLA A6: Ponderadores Proxy-PMI Modelado UK y USA

País	Coficiente	Coef. normalizado
Reino Unido		
Canada	5.894	0.000
China	6.184	0.000
France	4.690	0.000
Germany	5.447	0.000
Ireland	20.512	0.399
Italy	8.493	0.000
Netherlands	4.771	0.000
Spain	18.970	0.085
Switzerland	4.271	0.000
United States	20.769	0.516
Estados Unidos		
Canada	11.241	0.220
China	10.000	0.063
Germany	8.340	0.012
Japan	11.161	0.203
Korea	10.997	0.172
Mexico	10.000	0.063
Switzerland	8.136	0.010
Taiwan	9.522	0.039
United Kingdom	9.585	0.042
Vietnam	11.017	0.176

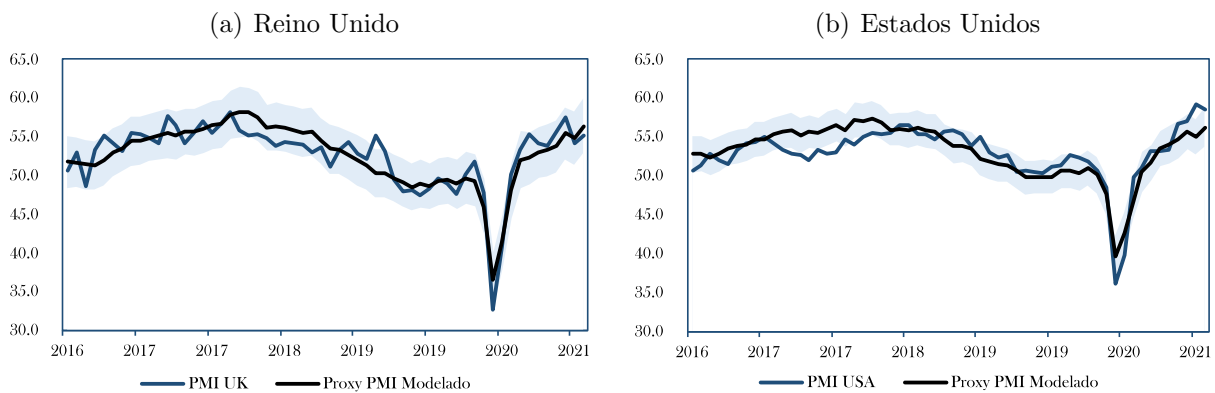
Fuente: Elaboración propia.

TABLA A7: Ponderadores Proxy-PMI Modelado Chile

País	Coefficiente	Coef. normalizado
Brazil	16.978	0.071
China	0.245	0.000
Colombia	18.417	0.299
Germany	3.247	0.000
Japan	6.617	0.000
Korea	6.053	0.000
Mexico	18.240	0.251
Netherlands	18.654	0.379
Spain	8.137	0.000
United States	3.412	0.000

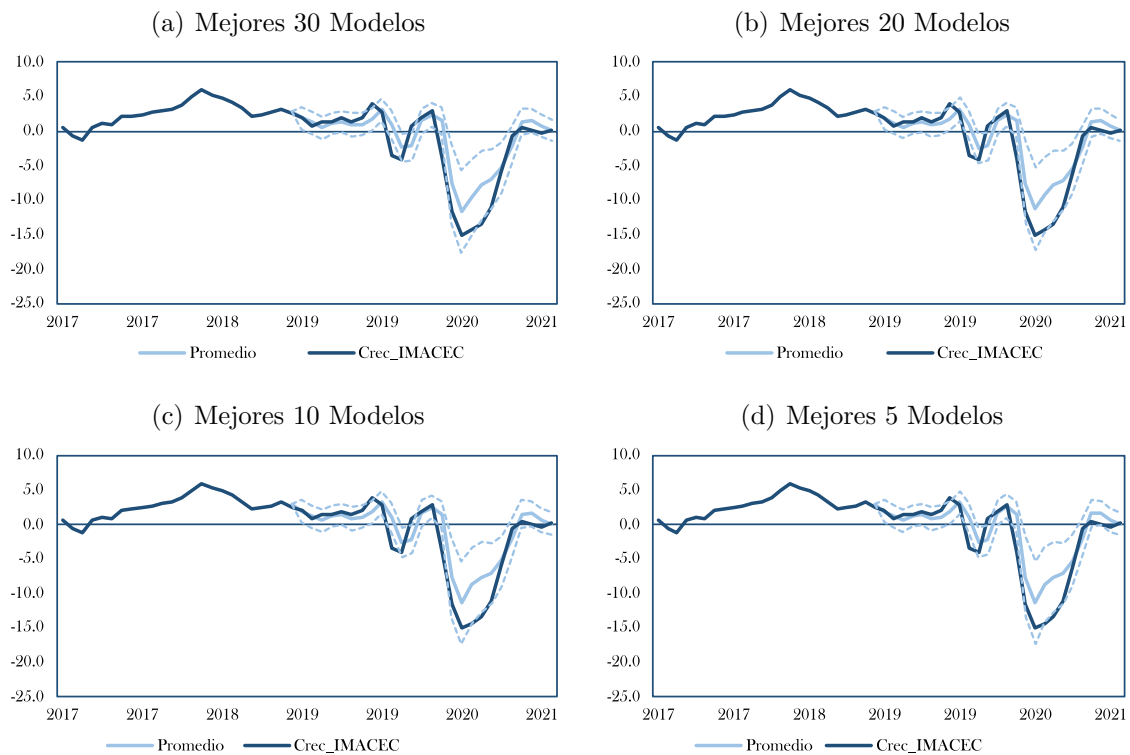
Nota:—Incluye solamente los 10 principales socios comerciales de Chile, según la [Subsecretaría de Relaciones Internacionales \(2021\)](#). Los coeficientes se normalizan usando la ecuación (5) para construir el Proxy-PMI Modelado. No incluye a Argentina, dado que este país no estima un PMI. Fuente: Elaboración propia.

FIGURA A6: Proxy-PMI Modelado y Observado en UK y USA



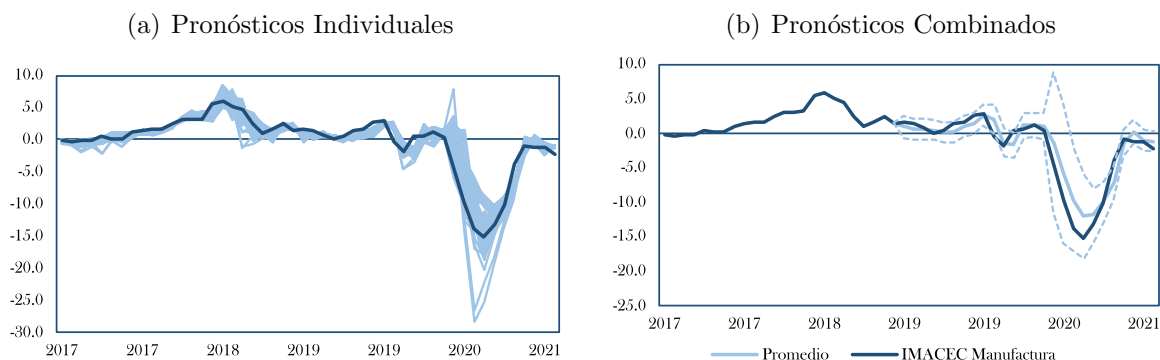
Nota:—Incluye un promedio simple de la ponderación del PMI de los 10 principales socios comerciales (*equal weights*). El área sombreada representa un intervalo de confianza del 95 por ciento (± 2 errores estándar). Los ponderadores de cada país se construyen considerando información hasta diciembre de 2019. Fuente: Elaboración propia.

FIGURA A7: Sensibilidad Poder Predictivo Proxy-PMI Compuesto



Nota:— Incorpora el promedio de los modelos con mejor capacidad predictiva medida por el RMSE (ecuación 7). Los distintos modelos se estiman mediante la ecuación (7). Las líneas punteadas reflejan un intervalo de confianza del 95 por ciento del pronóstico combinado fuera de muestra (± 2 errores estándar). Los mejores modelos se definen con base en el valor del RMSE fuera de muestra (ecuación (8)).
Fuente: Elaboración propia.

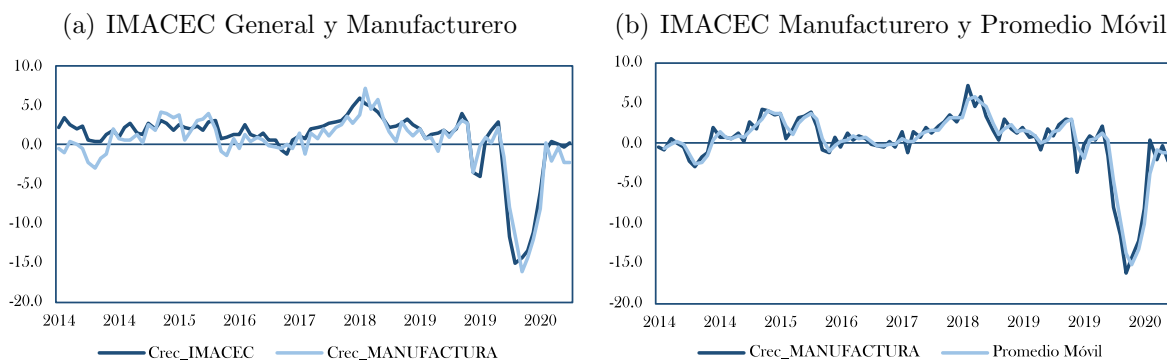
FIGURA A8: Predictibilidad Proxy-PMI Compuesto e IMACEC Manufacturero



Nota:—El panel (a) muestra los pronósticos individuales considerando la ecuación (7). El panel (b) muestra un promedio simple de los modelos presentados en el panel (a). El crecimiento del IMACEC manufacturero es un promedio móvil de dos meses. La línea punteada representa un intervalo de confianza del 90 por ciento (± 1.65 errores estándar).

Fuente: Elaboración propia.

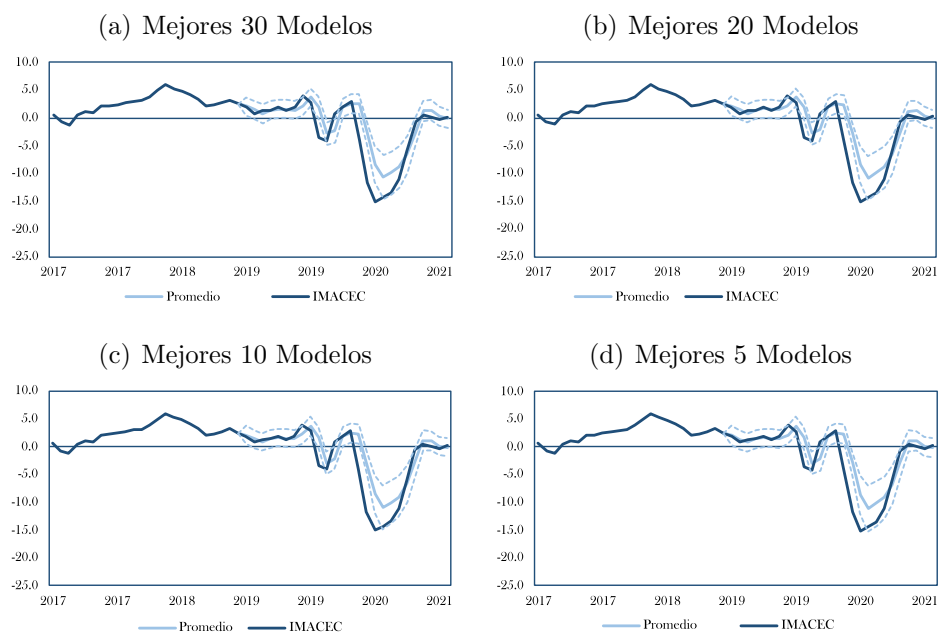
FIGURA A9: Crecimiento IMACEC General y Manufacturero



Nota:—En el panel (a) el IMACEC manufacturero incluye el IMACEC de la industria productora de bienes y excluye la minería. El panel (b) muestra un promedio móvil de 2 meses para el crecimiento anual del IMACEC manufacturero, como estrategia de suavizamiento temporal de la serie original.

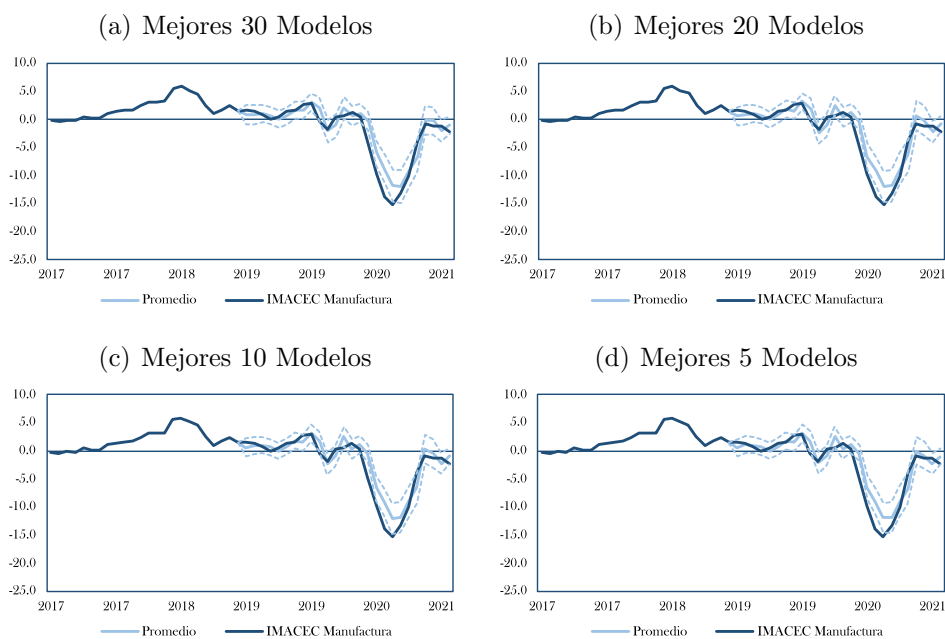
Fuente: Elaboración propia, datos del [Banco Central de Chile \(2021\)](#).

FIGURA A10: Predictibilidad Proxy-PMI Ponderado e IMACEC General



Nota:– La línea punteada: intervalo de confianza de 95 % (± 2 S.E). Mejores modelos según RMSE.
Fuente: Elaboración propia.

FIGURA A11: Predictibilidad Proxy-PMI Ponderado e IMACEC Manufacturero



Nota:– La línea punteada: intervalo de confianza de 95 % (± 2 S.E). Mejores modelos según RMSE.
Fuente: Elaboración propia.