

Statistical Modeling of Urban Art Interventions: A Spatial Analysis in Copiapó, Chile

Carlos Cuevas Urenda

January 2025

1. Introducción

El arte urbano ha emergido en las últimas décadas como una forma significativa de expresión cultural, influyendo en el paisaje urbano y reflejando las dinámicas sociales, económicas y políticas de las comunidades. Manifestaciones como los murales y los grafitis no solo enriquecen el entorno visual, sino que también sirven como una herramienta de comunicación, permitiendo que diversos grupos sociales transmitan mensajes, opiniones y visiones del mundo. La investigación sobre los patrones espaciales de estas intervenciones artísticas es fundamental para entender cómo se distribuyen y cómo las características urbanas influyen en su creación.

Este estudio se concentra en el análisis de las intervenciones artísticas en la ciudad de Copiapó, Chile, en un área delimitada de **1.905.575,3 m²**, que abarca desde Volcán Doña Inés hasta la Alameda. Se han geolocalizado **250 muros intervenidos** a través de herramientas como Google Maps y Google Earth. El objetivo es modelar la probabilidad de aparición de murales y grafitis en diferentes sectores de la ciudad, considerando variables tales como la ubicación, accesibilidad, estilo artístico y características del entorno.

Para ello, se utiliza una combinación de análisis de regresión y técnicas de aprendizaje automático, como Random Forest, que permiten clasificar y predecir patrones espaciales en las intervenciones artísticas. Este enfoque no solo permite una mejor comprensión de los patrones espaciales y las dinámicas subyacentes, sino que también proporciona herramientas útiles para la planificación urbana, la gestión cultural y la toma de decisiones informadas para el desarrollo de las ciudades.

Este trabajo busca contribuir al campo de la estadística aplicada al arte urbano, proporcionando un marco metodológico replicable y efectivo para estudios similares en otras ciudades, así como resaltar la importancia de las intervenciones artísticas como un componente fundamental del espacio público.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Desarrollar un modelo estadístico que permita predecir la probabilidad de aparición de intervenciones artísticas urbanas, como murales y grafitis, en diferentes sectores de la ciudad de Copiapó, Chile, utilizando técnicas de regresión y aprendizaje automático.

2.2. Objetivos Específicos

1. Identificar y registrar la ubicación exacta de **250 muros intervenidos** en el área de estudio mediante herramientas geoespaciales como Google Maps y Google Earth.
2. Examinar la distribución geográfica de las intervenciones artísticas para identificar patrones de concentración y dispersión en áreas de alto y bajo tránsito.
3. Investigar cómo variables como la accesibilidad pública, visibilidad, proximidad a espacios comunitarios y características del entorno influyen en la ubicación y características de las intervenciones artísticas.
4. Aplicar técnicas de regresión para construir modelos que expliquen la probabilidad de aparición de arte urbano en función de las variables seleccionadas.
5. Evaluar y comparar la precisión de diferentes modelos predictivos, incluyendo Random Forest y regresión lineal, para determinar el más adecuado para el análisis de datos espaciales complejos.
6. Ofrecer recomendaciones basados en los resultados del modelo para apoyar la toma de decisiones en la gestión cultural y la planificación urbana, promoviendo un desarrollo sostenible y la cohesión social a través del arte público.

3. Metodología

3.1. Área de Estudio

El análisis se desarrolló en un sector de **1.905.575,3 m²** en la ciudad de Copiapó, delimitado entre Volcán Doña Inés y la Alameda. Este área incluye tanto zonas residenciales como comerciales, proporcionando una diversidad de contextos urbanos para el estudio.

3.2. Recolección de Datos

Se geolocalizaron **250 muros intervenidos** mediante herramientas como Google Maps y Google Earth. Además, se capturaron fotografías de cada intervención para su análisis detallado.

Se generó un archivo con extensión KML que contiene la localización y descripciones de los muros intervenidos en el sector escogido de Copiapó. Además, se complementó con información sobre técnicas utilizadas, colores dominantes, temáticas representadas y otras observaciones cualitativas.

De las observaciones realizadas, se seleccionaron las siguientes variables clave para el modelo:

Cuadro 1: Resumen de variables categorizadas según la encuesta.

Variables	Descripción
Ubicación	Número de graffitis censados
	Cercanía: Escuela, Parque, Estación de transporte, Plaza, Calle, Otro
Accesibilidad	Nivel de acceso: Público, Semi-privado, Restringido
	Visibilidad: Alta, Media, Baja
	Frecuencia de público: Alta, Media, Baja
	Tipo de espacio: Calle, Muro privado, Muro público, Otro
Estilo Artístico	Técnica usada: Fotorrealismo, Surrealismo, Minimalismo, Abstracto, Arte urbano, graffiti, Otro
	Formato: Graffiti, Otro (Mural)
	Complejidad visual: Simple, Detallado, Intrincado
	Tamaño: Pequeño, Mediano, Grande, Monumental
Colores	Tipo de colores
	Tonalidad: Cálidos, Fríos, Neutros
	Saturación: Alta, Media, Baja
	Contraste: Alta, Media, Baja
	Monocromático o Policromático
Temática	Temática: Mitología, Naturaleza, Espiritualidad o religión, Resistencia social, Política, Cultura pop, Firma de artista, Letras, Arte Abstracto, Sexual, Amor, Fútbol, Otro
	Enfoque: Individual, Comunitario, Global
	Narrativa: Explícita, Abstracta
	Metáfora visual: Sí, No
Conservación	Durabilidad: Temporal, Permanente
	Condiciones de conservación: Buena, Regular, Deteriorada
	Factores de deterioro visibles: Ninguno, Vandalismo, Exposición al clima, Desgaste del muro, Otro
	Frecuencia de mantenimiento o restauración: Frecuente, Ocasional, Ninguna

Análisis Exploratorio

Distribución Geográfica

La figura 1 muestra un mapa de la ciudad de Copiapó y el sector en donde se establece el trabajo de estudio.

La figura 2 muestra un mapa interactivo generado con los puntos correspondientes a los graffitis en Copiapó. Estos datos resaltan una alta densidad de intervenciones en áreas urbanas céntricas y zonas de alto tránsito. Este patrón espacial indica que los artistas tienden a elegir ubicaciones visibles y accesibles para maximizar el impacto de su trabajo.

Adicionalmente, se generó un mapa de calor (Figura 3) para resaltar las áreas con mayor densidad de graffitis. Este mapa refuerza la observación de que los puntos con mayor actividad artística se encuentran en áreas urbanas centrales y accesibles.



Figura 1: Mapa sector a intervenir. Entre Volcan Doña Ines hasta sector Alameda.

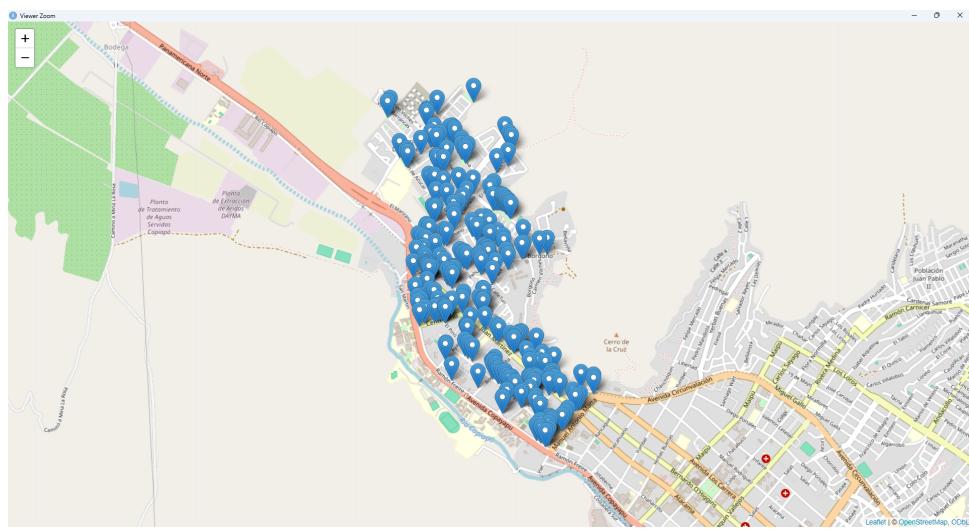


Figura 2: Mapa interactivo de la distribución de los graffitis en Copiapó. Cada marcador representa una intervención artística georreferenciada.

Características Artísticas

La distribución del tamaño de las intervenciones se muestra en la gráfica de barras (Figura 4). Las categorías más comunes incluyen tamaños grandes y medianos, mientras

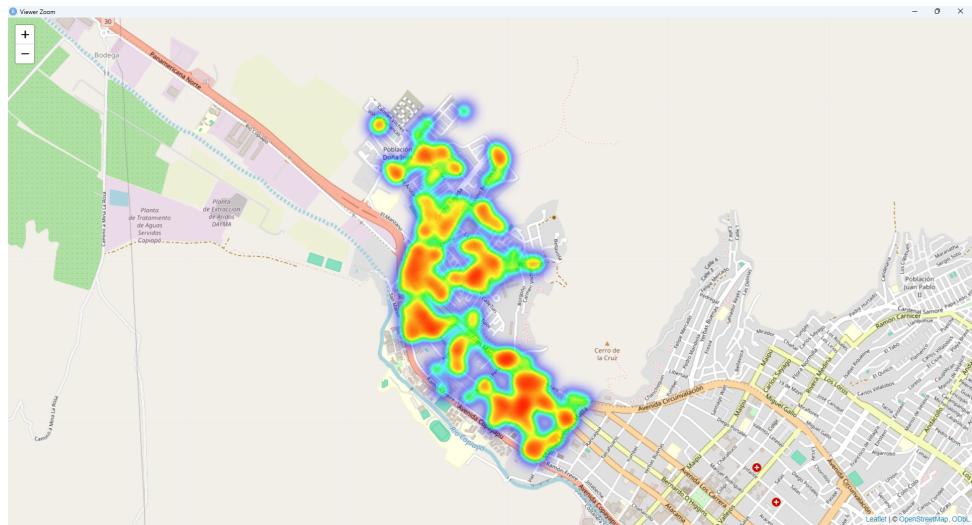


Figura 3: Mapa de calor que muestra la densidad de intervenciones artísticas en Copiapó. Las zonas rojas representan mayor densidad.

que los murales monumentales son menos frecuentes. Este análisis sugiere que la mayoría de las obras están diseñadas para ser visualmente impactantes pero sin alcanzar una escala monumental.

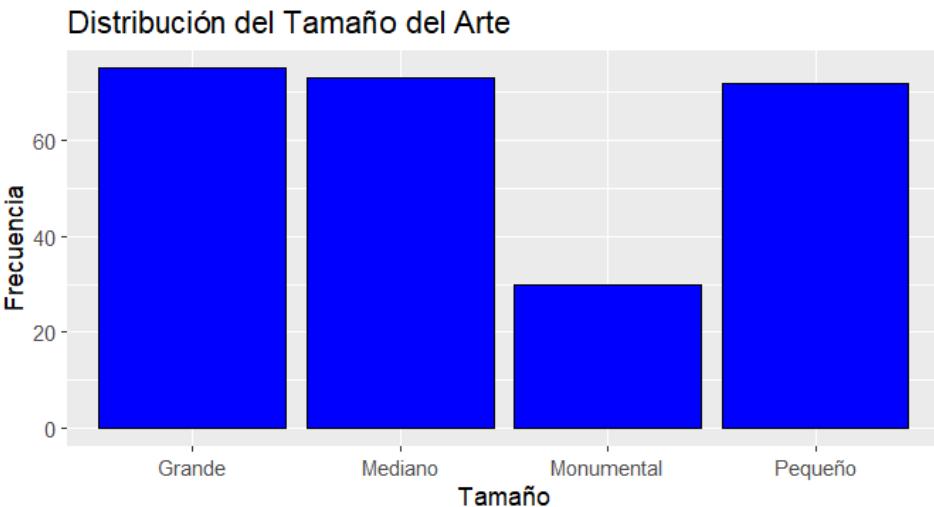


Figura 4: Distribución del tamaño de las intervenciones artísticas en Copiapó.

En cuanto a los colores dominantes, predominaron tonalidades cálidas como rojos y rosas en un 60 % de las obras, seguidas de tonalidades frías y neutras. La mayoría de los graffitis emplearon aerosoles como técnica principal, y se observó que aproximadamente el 40 % de las obras presentan una narrativa explícita, mientras que el resto es abstracto o simbólico.

Relaciones y Patrones Identificados

El análisis también reveló varias correlaciones entre las características del entorno y las intervenciones:

- Los graffitis de mayor tamaño se ubican en zonas de alta accesibilidad pública.
- Las áreas de mayor densidad artística suelen estar asociadas con muros privados y espacios comunitarios.

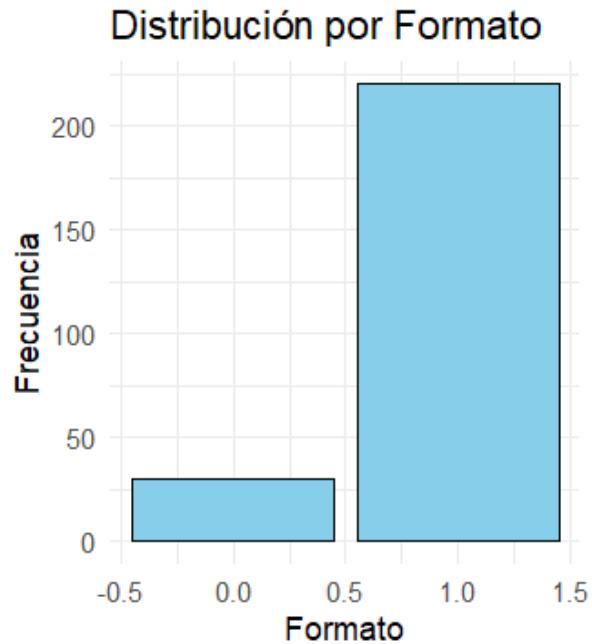


Figura 5: Distribución por Formato

La Figura 5 muestra que el formato predominante es el graffiti, representando más del 80% del total. Esto destaca una clara preferencia por esta forma artística en los datos recolectados.

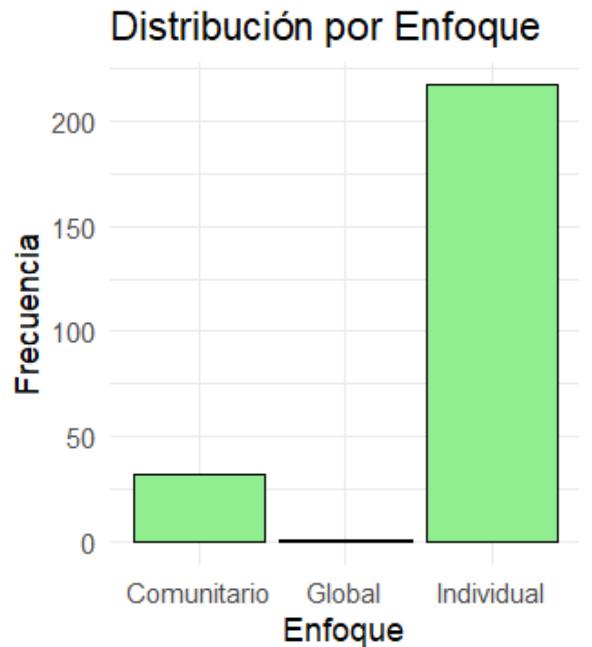


Figura 6: Distribución por Enfoque

Como se observa en la Figura 6, el enfoque individual es el predominante, con una mínima representación de enfoques comunitarios o globales. Esto puede indicar un carácter más personal de las intervenciones artísticas en los grafitis de esta región.

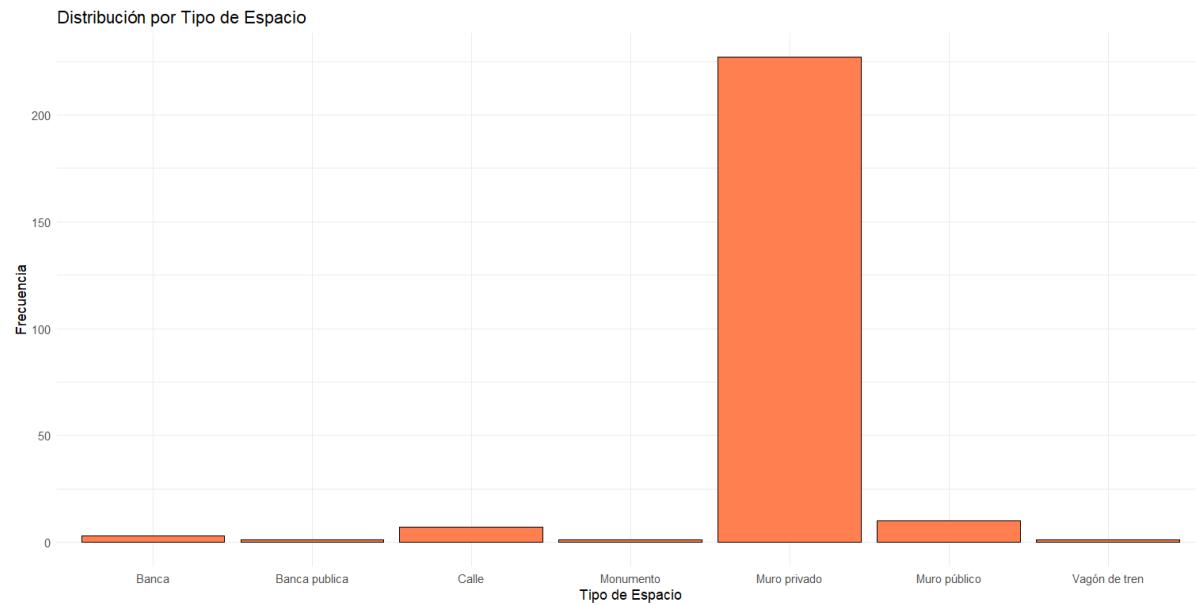


Figura 7: Distribución por Tipo de Espacio

La Figura 7 ilustra que la mayoría de los grafitis se encuentran en muros privados, con menor representación en muros públicos, calles y otros espacios. Esto sugiere que los artistas prefieren espacios menos expuestos o más accesibles para su intervención.

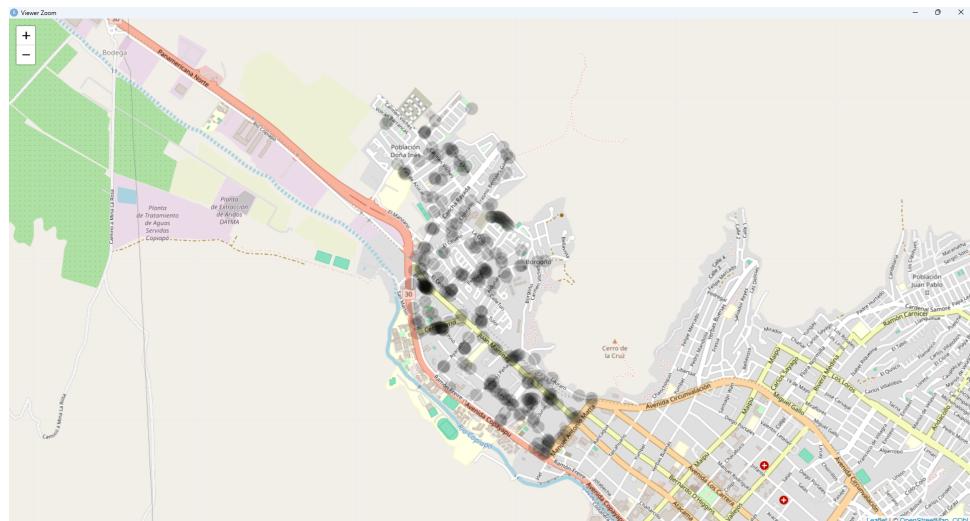


Figura 8: Mapa de Densidad de Grafitis

El mapa de densidad (Figura 8) representa las áreas con mayor concentración de grafitis en Copiapó. Las zonas con colores más intensos corresponden a regiones de alta densidad, lo que puede indicar puntos de mayor actividad artística.

Patrones Identificados

Se usaron los datos del archivo KML para agrupar las observaciones en función de sus coordenadas espaciales (X, Y, Z). Se aplicó el algoritmo de agrupamiento **k-means** para dividir las observaciones en tres clusters iniciales. Los clusters resultantes fueron visualizados en un gráfico de dispersión utilizando las coordenadas X y Y.

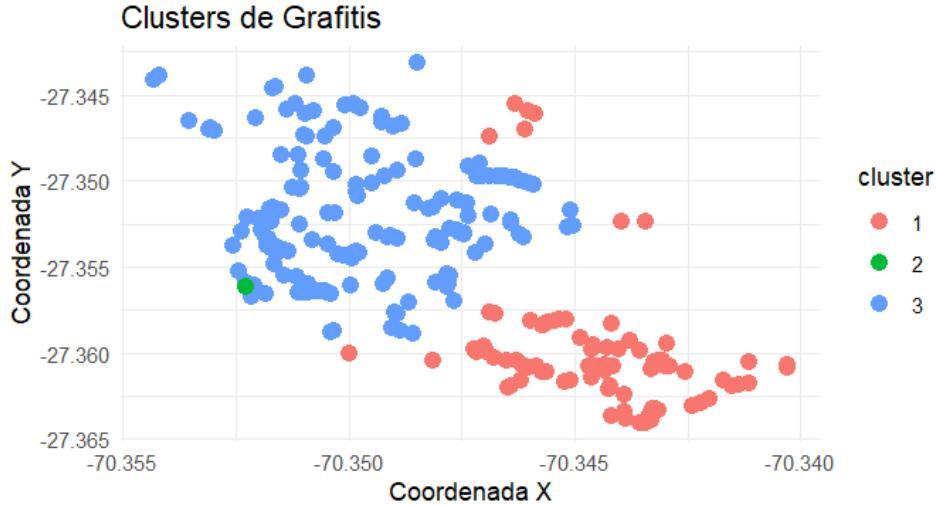


Figura 9: Clusters Predichos.

Se agruparon dos de los clusters originales en un único grupo para simplificar el análisis. Los datos agrupados se visualizaron en un plano de dispersión, diferenciando los grupos.

Luego, se utilizaron las coordenadas Z (altura) de los puntos para analizar cómo varían entre los clusters. Se creó un diagrama de caja para cada cluster agrupado.

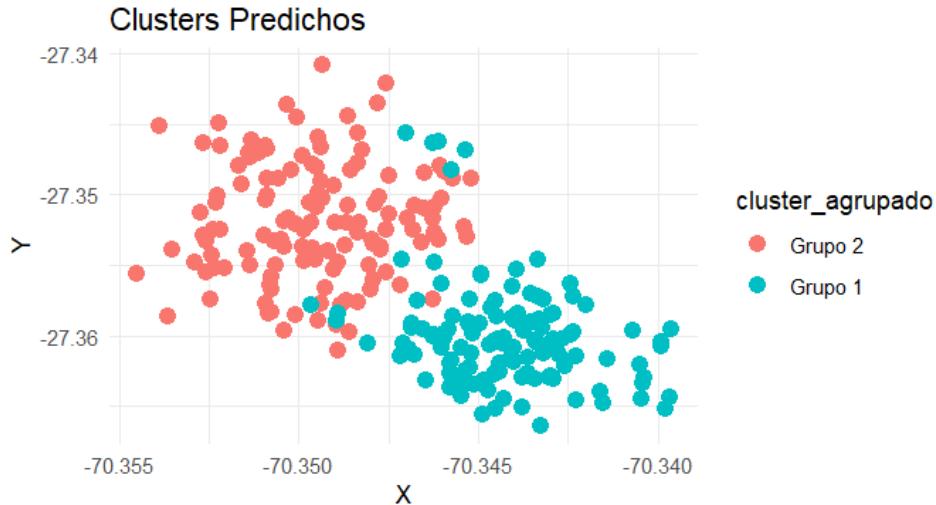


Figura 10: Distribución de Z por Cluster.

Los grupos tienen diferencias en la altura (Z), donde un grupo presenta mayor variabilidad. Esto puede indicar una separación en términos de elevación geográfica o características de los datos.

Posteriormente, se utilizó un modelo **Random Forest** para predecir los grupos en función de las coordenadas X, Y, y Z. Las predicciones del modelo fueron graficadas en un plano de dispersión, coloreando los puntos según el grupo asignado.

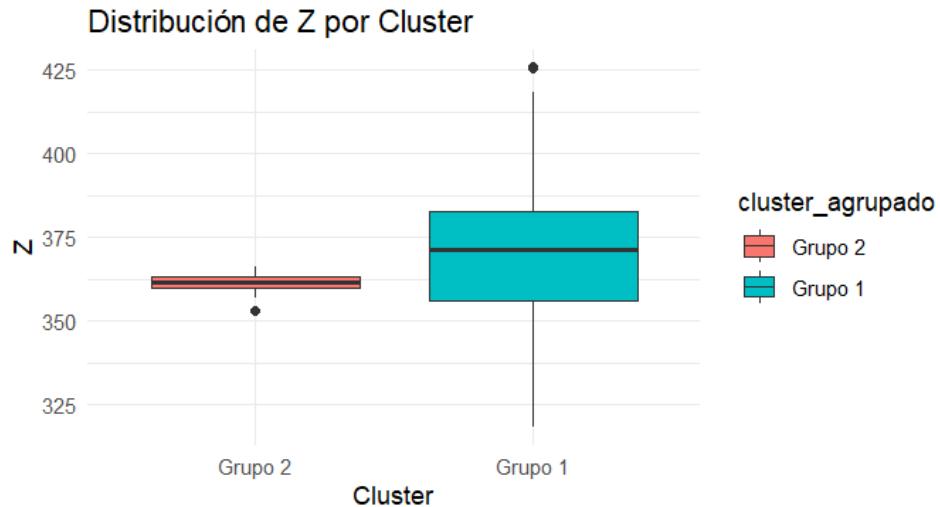


Figura 11: Clusters Predichos por Random Forest.

El modelo **Random Forest** mostró una alta precisión (98.8 %) al clasificar los puntos en los grupos correctos. Los grupos predichos son consistentes con la estructura de los datos espaciales.

Finalmente, se compararon los modelos de **Regresión Logística** y **Random Forest** en términos de precisión. Los resultados se resumieron en un gráfico de barras.

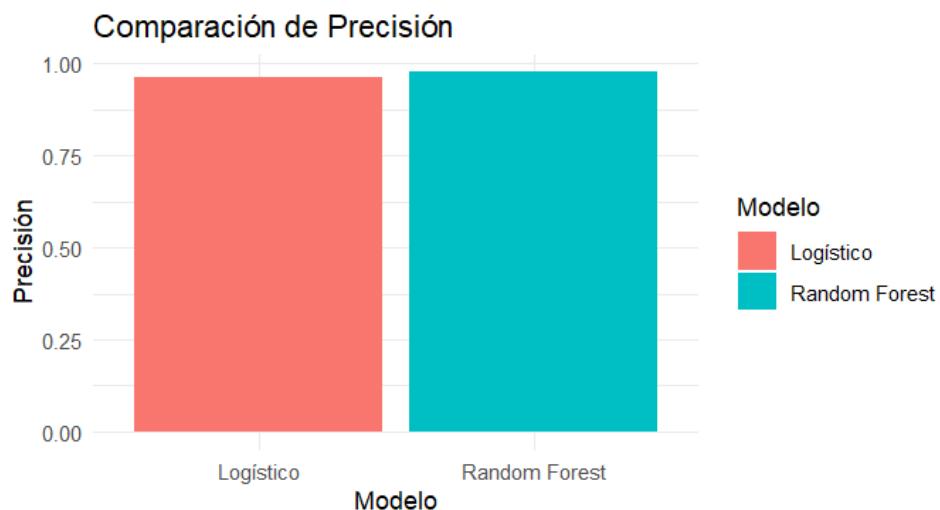


Figura 12: Comparación de Precisión entre Modelos.

Ambos modelos tienen alta precisión, pero el **Random Forest** supera ligeramente a la Regresión Logística. La comparación ayuda a elegir el modelo más adecuado para futuras predicciones.

Conclusión

El presente estudio ha permitido una comprensión profunda de los patrones espaciales y las características de las intervenciones artísticas urbanas en un sector establecido de Copiapó, Chile. A través de un enfoque estadístico, se ha logrado modelar de manera efectiva la probabilidad de aparición de murales y grafitis en diferentes sectores de la ciudad.

- Se identificó una clara concentración de intervenciones artísticas en áreas de alto tránsito y visibilidad, particularmente en zonas centrales y accesibles. Este hallazgo subraya la preferencia de los artistas por ubicaciones que maximicen el impacto visual y la interacción con el público.
- La diversidad temática y estilística de las obras refleja una rica expresión cultural y social. La predominancia de colores cálidos y técnicas como el graffiti destaca tendencias artísticas contemporáneas, mientras que la variabilidad en tamaños y complejidad visual indica una adaptación a los contextos específicos de cada intervención.
- **Factores Determinantes:** Variables como la accesibilidad pública, la visibilidad y la proximidad a espacios comunitarios influyen significativamente en la ubicación y características de las intervenciones. Estos factores sugieren que las dinámicas urbanas y sociales desempeñan un papel crucial en la configuración del arte urbano.
- La aplicación de modelos de **Random Forest** demostró una alta precisión en la clasificación de los grupos de intervenciones, superando ligeramente a la Regresión Logística. Esto resalta la eficacia de los métodos de aprendizaje automático en el análisis de datos espaciales complejos.

Finalmente, este trabajo no solo identifica y describe los patrones espaciales de las intervenciones artísticas en Copiapó, sino que también establece una metodología sólida para futuros estudios en contextos urbanos similares. Los resultados obtenidos proporcionan herramientas valiosas para la planificación urbana, la gestión cultural y la promoción del arte público, contribuyendo así al desarrollo sostenible y la cohesión social de la comunidad.

Desafíos Futuros

1. Ampliar el análisis incluyendo variables temporales (Datos Temporales) para evaluar la evolución de las intervenciones artísticas a lo largo del tiempo, permitiendo identificar tendencias y cambios dinámicos en la expresión urbana.
2. Explorar la relación entre las intervenciones artísticas y variables socioeconómicas como el nivel de ingresos, la densidad poblacional y la accesibilidad a servicios, para comprender mejor los factores que fomentan o limitan la expresión artística urbana.
3. Publicar y difundir los hallazgos a través de plataformas académicas y comunitarias para sensibilizar sobre la importancia del arte urbano, fomentar la participación ciudadana y apoyar iniciativas de conservación y promoción del patrimonio artístico.
4. Fomentar la colaboración entre urbanistas, artistas, sociólogos y estadísticos para desarrollar enfoques integrados que enriquezcan el análisis y la implementación de estrategias de intervención artística en el espacio urbano.
5. Desarrollar sistemas de monitoreo continuo que utilicen tecnologías geoespaciales y análisis estadístico para rastrear y evaluar en tiempo real las intervenciones artísticas, facilitando una gestión proactiva y adaptativa del arte urbano.

Este estudio sienta las bases para investigaciones futuras que exploren la intersección entre el arte, el espacio urbano y las dinámicas sociales, promoviendo un entendimiento integral y facilitando la toma de decisiones informadas para el desarrollo cultural y urbano de Copiapó y otras ciudades similares.