

Práctica empresarial en GOAL Colombia como auxiliar de ingeniería civil en el área de
infraestructura en RRD

Nicolás Granados Acelas

Trabajo de Grado para Optar el título de Ingeniero Civil

Director

Luis David Arévalo Durán

Ingeniero civil UIS

Especialista en administración de empresas

Especialista en ingeniería de tránsito y transporte.

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
Escuela de Ingeniería Civil
Bucaramanga

2022

Dedicatoria

A Dios, primero que nada, por brindarme la oportunidad tan enorme de poder estudiar en una universidad tan prestigiosa y por darme la sabiduría, la paciencia y la motivación de querer ser un ingeniero civil.

A mi mamá, Deysi, y mi papá, Gerardo por educarme de la mejor manera, inculcándome buenos valores y principios como persona. Siempre impulsándome a ser un gran profesional.

A mis tíos Didier e Iván Javier, mi abuela, Cecilia, mi abuelo, Jerónimo, quienes desde el cielo me han cuidado y estarían orgullosos en estos momentos de mí.

Agradecimientos

A la agencia de ayuda humanitaria GOAL, por darme la oportunidad de realizar la práctica empresarial y pertenecer a ese gran equipo que lleva a cabo el proyecto comunitario en Colombia.

A la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER por la calidad de formación académica y el personal a lo largo de la carrera.

A mis compañeros de carrera, quienes en muchas ocasiones me tuvieron paciencia para enseñarme y explicarme diferentes cosas de materias complicadas.

Tabla de Contenido

Introducción	10
1. Objetivos	11
1.1 Objetivo General	11
1.2 Objetivos Específicos.....	11
2. La empresa	12
2.1 Visión.....	13
2.2 Misión	13
3. Generalidades del proyecto	13
4. Descripción de actividades	16
4.1 Análisis de los resultados del Censo de Familias en Riesgo (CFR)	16
4.2 Visitas a los asentamientos	16
4.3 Selección de obras.....	17
4.4 Planos de diseño.....	17
4.5 Modelado en 3D.....	24
4.6 Presupuesto de la obra	28
4.7. Base de datos SIG	30
4.8 Actividades complementarias	44
4.8.1 Inducciones Metodología PEC	44
4.8.2 Jornada de limpieza.....	46
4.8.3 Capacitaciones a las comunidades	47
4.8.4 Cartografía Social	48
5. Conclusiones	50

Referencias Bibliográficas 52

Lista de Tablas

Tabla 1. Cartera de excavación y relleno	21
Tabla 2. Organización de áreas temáticas del Proyecto	43

Lista de Figuras

Figura 1. Estado inicial del acceso a la cancha en José Antonio Galán A.....	15
Figura 2. Estado inicial del acceso a la cancha en José Antonio Galán B.....	15
Figura 3. Plano en planta del acceso a la cancha en adoquín en José Antonio Galán	19
Figura 4. Plano de perfil del acceso a la cancha en José Antonio Galán.....	20
Figura 5. Detalle de adoquín.....	22
Figura 6. Detalle de estructura del adoquín	23
Figura 7. Detalle de viga de cimentación de dentellón.....	24
Figura 8. Render de acceso a la cancha multideportiva A.....	26
Figura 9. Render de acceso a la cancha multideportiva B	27
Figura 10. Render de acceso a la cancha multideportiva C.....	28
Figura 11. Presupuesto total de actividades del acceso a la cancha multideportiva.....	29
Figura 12. Presupuesto final del acceso a la cancha multideportiva	30
Figura 13. Capas del área temática “Capas base”.....	32
Figura 14. Capas de área temática "Capas base" con ráster de mejor calidad.....	34
Figura 15. Capa depurada de construcciones.....	36
Figura 16. Capa de área temática “Negocios”	38
Figura 17. Capas de área temática “SAT”	40
Figura 18. Capas de área temática “SAT”	41
Figura 19. Administrador de base de datos en QGIS	44
Figura 20. Inducciones sobre metodología PEC.....	46
Figura 21. Jornada de Limpieza en Villas de Girardot.....	47
Figura 22. Mapa de equipamiento de José Antonio Galán.	49

Resumen

Título: Práctica empresarial en GOAL COLOMBIA como auxiliar de ingeniería civil en el área de infraestructura en reducción de riesgo a desastres*

Autor: Nicolás Granados Acelas**

Palabras claves: Ayuda humanitaria, vulnerabilidad, inundaciones, deslizamientos, presupuestos, mapas cartográficos, modelo 3D, planos de diseño.

Descripción: El proyecto Barrios Resilientes en Colombia, es un proyecto de la agencia de ayuda humanitaria GOAL, el cual busca ayudar comunidades con vulnerabilidad a inundaciones y deslizamientos, población desplazada por el conflicto armado y población migrante asentada. GOAL busca impactar estas comunidades mejorando los medios de vida existentes, impulsando la resiliencia comunitaria y mediante la construcción de obras para la mitigación de riesgos. Como practicante de ingeniería civil se apoyan diferentes actividades que requiera el equipo de trabajo, tal como salidas de campo, ayuda en planos, ayuda en mapas, generación de presupuestos, entre otros. Este documento describe las principales características del proyecto en ejecución y a su vez las actividades ejecutadas a lo largo de la práctica empresarial. Por tanto, contiene algunos de los resultados obtenidos en actividades como la digitalización de los planos de diseño de la obra de mitigación de riesgo, la renderización del modelo 3D de la obra, la programación del presupuesto total, y mapas cartográficos que fueron requeridos por diferentes sectores de la organización.

*Trabajo de grado

** Facultad de ingenierías fisicomecánicas, Escuela de ingeniería civil. Director: Luis David Arévalo Durán. Ingeniero civil UIS, Especialista en administración de empresas, Especialista en ingeniería de tránsito y transporte

Abstract

Title: Business practice at GOAL COLOMBIA as a civil engineering assistant in infrastructure in disaster risk reduction area*

Autor: Nicolás Granados Acelas**

Palabras claves: Humanitarian aid, vulnerability, floods, landslides, budgets, cartographic maps, 3D model, design plans.

Description: The project called “Barrios Resilientes” in Colombia is a project of the humanitarian aid agency GOAL, which seeks to help communities vulnerable to floods and landslides, populations displaced by the armed conflict and settled migrant populations. GOAL seeks to impact these communities by improving existing livelihoods, boosting community resilience and through the construction of risk mitigation works. As a civil engineering assistant I support different activities required by the work team, such as field trips, help with design plans, help with maps, generation of budgets, among others. This document describes the main characteristics of the project being executed and the activities carried out during the practice. Therefore, it contains some of the results obtained in activities such as the digitalization of the design plans of the risk mitigation work, the rendering of the 3D model of the work, the programming of the total budget, and cartographic maps that were required by different sectors of the organization.

*Degree work

** Faculty of Physical and Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Luis David Arévalo Durán. Civil engineer, business administration specialist, traffic and transportation engineering specialist.

Introducción

El proyecto que viene desarrollando GOAL se denomina: Barrio Resiliente en Colombia. “Construyendo Ciudades Resilientes a través de Barrios Resilientes”. Es apoyado por el pueblo estadounidense por medio de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), el objetivo de dicho proyecto es fortalecer las capacidades de reducción de riesgo en desastres urbanos y aumentar la resiliencia de los refugiados vulnerables, los repatriados y las comunidades de acogida, a través de un enfoque de vecindad urbana y de actividades de recuperación económica. En la actualidad, se está implementando esta iniciativa en barrios y asentamientos humanos ubicados en: Atlántico, La Guajira, Santander y Norte de Santander.

Además de ello, GOAL Colombia está articulado con entidades gubernamentales a nivel nacional, departamental y municipal; asimismo, GOAL busca fortalecer sus procesos con el relacionamiento y vinculación de otros sectores como el académico y el privado. La vinculación de practicantes a esta organización brinda la posibilidad de tener un primer alcance a la vida laboral y estar inmersos en un proyecto integral, que combina diferentes ramas de la ingeniería civil, lo que nos permitirá aplicar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera y de esta forma poder plantear y dar solución a los diferentes problemas y retos que se presenten en la ejecución del proyecto adelantado por GOAL.

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Apoyar en el desarrollo de actividades relacionadas con diseños, consulta y generación de análisis de precios unitarios (APU) y presupuestos de pequeñas obras de infraestructura para la reducción del riesgo de desastres (RRD) en el proyecto de GOAL: “Construyendo Ciudades Resilientes a través de Barrios Resilientes”.

1.2 Objetivos Específicos

- 1.1.1. Apoyar los recorridos de campo para el levantamiento de información para estudios de prefactibilidad y diseño de infraestructura de obras comunitarias.
- 1.1.2. Apoyar la priorización de obras de infraestructura con un enfoque participativo comunitario, validación técnica de necesidades y viabilidad de obras.
- 1.1.3. Apoyar el diseño y presupuesto de una cartera de proyectos en obras de Infraestructura comunitaria a pequeña escala (drenaje pluvial, mejoramiento de vivienda, accesibilidad, recuperación de espacios públicos, etc.)
- 1.1.4. Apoyar la elaboración y ubicación de sitios estratégicos para la aplicación de los planes simplificados de preparación y respuesta y capacitación a los comités de emergencia local.

2. La empresa

GOAL es una organización fundada por John O'Shea en 1977, quien después de haber viajado a Calcuta se conmovió fuertemente por la difícil situación que pasaban los niños de la calle en esa ciudad. Desde ese año, GOAL lleva 43 años trabajando en casi todas las principales crisis humanitarias, e interviniendo en comunidades muy vulnerables en más de 60 países.

Si bien, GOAL es una organización que actúa con premura frente a las crisis humanitarias; se compromete a trabajar con las comunidades vulnerables para ayudarlas a sobrevivir a las crisis y apoyarlas en el camino hacia la recuperación.

El propósito de GOAL es salvar vidas y empoderar a las comunidades para que desarrollen resiliencia, creen un mayor control sobre sus vidas y mejoren los medios de subsistencia. Además, GOAL tiene como objetivo aumentar el bienestar resiliente de las personas más pobres del mundo y se enfoca en aquellos que están excluidos o marginados, particularmente aquellos que son vulnerables debido a su estatus socioeconómico, de género o edad.

GOAL ha estado trabajando en Colombia desde 2019, apoyando a las comunidades de acogida y a los refugiados venezolanos que han sido exiliados de su tierra natal. La agitación económica, los disturbios políticos, la violencia y la falta de necesidades básicas como alimentos y medicinas han expulsado a millones de sus hogares. (GOAL Global, 2022)

2.1 Visión

GOAL cree en un mundo donde la pobreza ya no existe, donde las comunidades vulnerables son resilientes, donde se eliminan las barreras al bienestar y donde todos tienen los mismos derechos y oportunidades.

2.2 Misión

GOAL trabaja con las comunidades más vulnerables para ayudarlas a responder y recuperarse de las crisis humanitarias, y para ayudarlas a construir soluciones trascendentes para mitigar la pobreza y la vulnerabilidad

3. Generalidades del proyecto

Colombia actualmente atraviesa una crisis humanitaria multifacética con 7 millones de personas necesitadas debido a conflictos internos, migraciones y desastres naturales.

GOAL recibió inicialmente apoyo estratégico y financiación de Irish Aid durante su fase de respuesta inicial en 2019. Ahora GOAL está coordinando su respuesta de emergencia con autoridades locales, organizaciones internacionales, organizaciones de base, líderes comunitarios y agencias de las Naciones Unidas.

De igual manera, GOAL está brindando apoyo a varios sitios de refugios y asentamientos, fortaleciendo la resiliencia urbana a través de su programa insignia “Barrios Resilientes”. El proyecto está siendo implementado por un consorcio, con GOAL como agencia líder, y está dirigido a zonas vulnerables en cuatro regiones del país: La Guajira, Norte de Santander, Municipio de Bucaramanga en Santander y Municipio de Barranquilla en Atlántico. (GOAL Global, 2022)

Específicamente, en el municipio de Bucaramanga se escogieron los asentamientos José Antonio Galán y 5 de enero, ambos pertenecientes a la comuna 5 – García Rovira, ubicada en el sector occidental de la ciudad, y el asentamiento Villas de Girardot ubicado en la comuna 4 – Occidental de la ciudad de Bucaramanga para ejecutar 4 obras comunitarias, entre las que se encontraban: obras de accesibilidad como escaleras y andenes en ambos asentamientos y la remodelación de un salón comunal en José Antonio Galán con el objetivo de dejarlo en condiciones favorables para ser usado como refugio en algún caso de emergencia, bajo condiciones de salubridad mínimas para utilizar el espacio como centro de vacunación o de eventos para el disfrute de los habitantes de la comunidad.

La zona de la entrada a la cancha multideportiva en José Antonio Galán fue seleccionada para presentar la propuesta de una obra comunitaria con la finalidad de generar un cambio material a corto plazo sobre las condiciones de vida de la comunidad.

El proyecto consistía en mejorar la zona de acceso a la cancha mediante el aplanamiento del terreno y la conformación de un andén amplio en adoquín para habilitar este sitio como un punto de encuentro en caso de emergencia y evacuación. (GOAL Global, 2022) En las inmediaciones de la cancha existe una puerta que conecta a Centro Abastos, lugar por el cual se podría evacuar la comunidad ya que actualmente cuentan con una única entrada y salida al barrio como evacuación. En las Figuras 1 y 2 respectivamente se puede observar el panorama inicial.

Figura 1.

Estado inicial del acceso a la cancha en José Antonio Galán A



Adaptado de: Documentación del proyecto

Figura 2.

Estado inicial del acceso a la cancha en José Antonio Galán B



Adaptado de: Documentación del proyecto

Por otra parte, de manera transversal a todo el proyecto Barrios Resilientes, fue creada una base de datos de información geográfica con el objetivo de clasificar toda la información recopilada en el proyecto. Esta base de datos fue desarrollada en un software llamado Quantum Geographical Information System (QGIS), el cual es de uso libre y permite editar, crear y organizar la información geográfica de cualquier tipo de geometría y sistema de referencia. La base de datos tenía como objetivo facilitar a futuro la realización de análisis con base en la información almacenada y ayudar en la toma de decisiones claves desde cualquier área de la organización.

4. Descripción de actividades

4.1 Análisis de los resultados del Censo de Familias en Riesgo (CFR)

Comenzando la práctica una de las primeras actividades fue la depuración de los resultados obtenidos en un censo de familias en riesgo en los asentamientos. Dentro de este censo se evaluaron diferentes aspectos de cada una de las viviendas como la calidad de la estructura, los servicios básicos, calidad de materiales y ubicación, todo esto con el objetivo de determinar el riesgo de la amenaza al que estaban expuesto estas viviendas. Esta depuración se basó en organizar la información en tablas, diagramas y gráficas para poder concluir o determinar la mejor manera de llevar a cabo el proyecto.

4.2 Visitas a los asentamientos

Las salidas de campo a los asentamientos José Antonio Galán, 5 de enero y Villas de Girardot se realizaron bajo el acompañamiento de personas de la comunidad, ingenieros y demás colaboradores de GOAL Colombia, y personal de la Alcaldía de Bucaramanga. Durante los recorridos se visitaron las diferentes zonas críticas de cada asentamiento con el fin de evaluar las

condiciones actuales y la vulnerabilidad frente a las diferentes amenazas naturales que estaban presentes allí. En el caso del asentamiento Villas de Girardot, se evaluaron puntos donde existía riesgo de caída de árboles y deslizamientos de tierra. Mientras que en los asentamientos José Antonio Galán y 5 de enero se visitaron puntos de posible inundación ante una crecida del río de Oro, y posibles puntos que sirvieran como refugio en algún caso de emergencia.

4.3 Selección de obras

Para la selección de las obras comunitarias a desarrollar, se realizaron varias reuniones con todo el equipo de GOAL. En estas reuniones se evaluaron diferentes factores como el presupuesto disponible para cada asentamiento, el aporte de la obra a nivel comunitario, la cantidad de beneficiados por cada obra, y la manera que iba a mitigar el riesgo frente a la amenaza latente. Como resultado de las reuniones fueron elegidas 2 obras en Villas de Girardot y 2 obras para los asentamientos José Antonio Galán y 5 de enero.

4.4 Planos de diseño

Para los planos de diseño de la obra de mitigación de riesgo del acceso a la cancha multideportiva en José Antonio Galán se brindó apoyo en la elaboración de los planos en el software AutoCAD de Autodesk. Con base a los levantamientos realizados en la zona, se generaron los siguientes planos: plano de planta, plano de perfiles y plano de detalles, como se muestran en las Figuras 3 y 4 respectivamente.

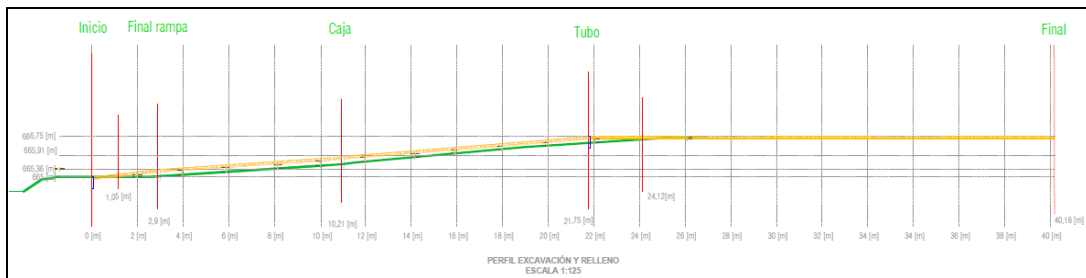
En la elaboración del plano de perfil fue necesario obtener las curvas de nivel y del terreno por medio de Google Earth y exportarlas a AutoCAD, debido a la falta de gestión de un levantamiento de altimetría por parte del equipo GOAL.

Para los planos de detalles fueron de gran utilidad un archivo de AutoCAD que fue facilitado por el taller de arquitectura de la Alcaldía de Bucaramanga. Con el cual se logró tener una guía de diseño de un adoquín vehicular, para dibujar los detalles del acceso a la cancha.

Después de abscisar cada 2 metros en el plano de planta y teniendo las curvas de nivel del terreno obtenidas de Google Earth, se procedió a generar un plano de perfil del terreno.

Figura 4.

Plano de perfil del acceso a la cancha en José Antonio Galán



Adaptado de: Documentación del proyecto

Con base en el plano de perfil del terreno, se generó una cartera de excavación y relleno para determinar los volúmenes que se necesitaban tanto de excavación como relleno en el área de intervención, en la Tabla 1 se pueden ver los valores de los volúmenes.

Tabla 1.*Cartera de excavación y relleno*

Cartera excavación y relleno						
40.18	0.18	1.8	0.12	0.22	0.06	
40	2	2.64	0.12	0.32	0.79	
38	2	3.91	0.12	0.47	1.02	
36	2	4.27	0.12	0.51	1.07	
34	2	4.63	0.12	0.56	1.20	
32	2	4.98	0.12	0.60	1.24	
30	2	5.34	0.12	0.64	1.25	
28	2	5.7	0.12	0.68	1.29	
26	1.88	6.06	0.1	0.61	0.57	
24.12	0.12	6.40	0.00	0		0.00
24	2	6.41	0	0.00		0.82
22	2	5.85	0.14	0.82		1.78
20	1.7	7.43	0.13	0.97		1.86
18	2	10.16	0.12	1.22		2.59
16	2	9.77	0.14	1.37		2.92
14	2	9.73	0.16	1.56		3.11
12	2	8.63	0.18	1.55		2.81
10	2	6.27	0.2	1.25		2.44
8	2	6.25	0.19	1.19		1.98
6	2	4.42	0.18	0.80		1.46
4	2	3.7	0.18	0.67		0.97
2	0.95	3.05	0.1	0.31		0.33
1.05	1.05	2.74	0.14	0.3836	=((G28+G27)/	
0	0	2.32	0.12	0.28		
Abscisa [m]	Delta Δ [m]	Ancho [m]	h [m]	A [m²]	Corte [m³]	Relleno [m³]
					8.83	23.07

Los planos de detalles fueron generados con la finalidad de mostrar con mayor detalle el patrón del adoquín, la estructura del adoquín peatonal y el detalle de las vigas en dentellón. En las Figuras 5, 6 y 7 se pueden apreciar los detalles

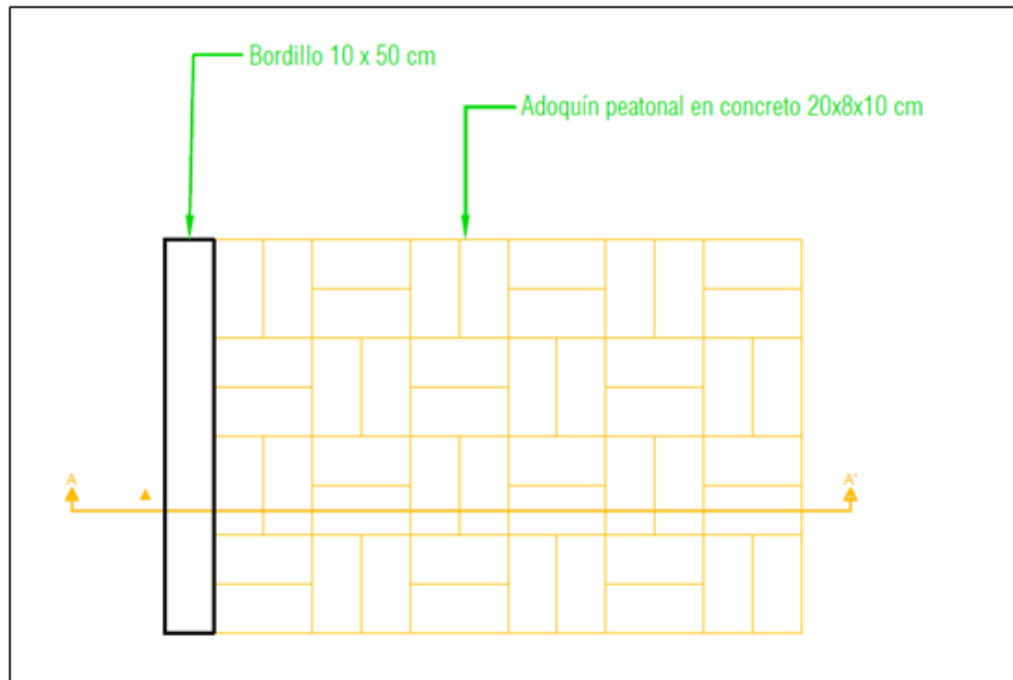
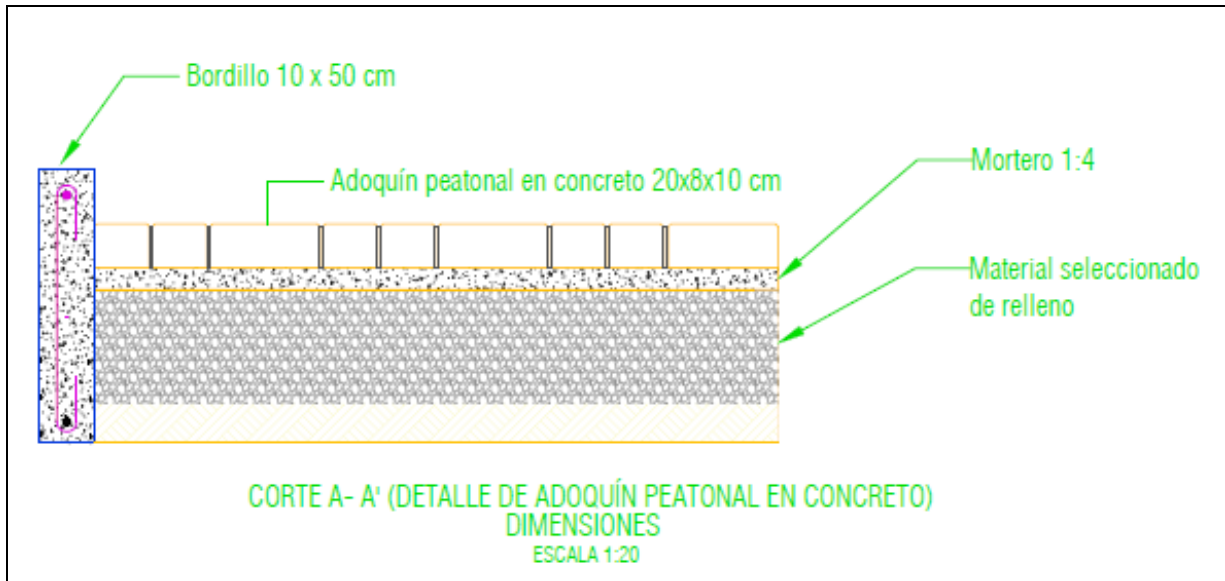
Figura 5.*Detalle de adoquín**Adaptado de: Documentación del proyecto*

Figura 6.

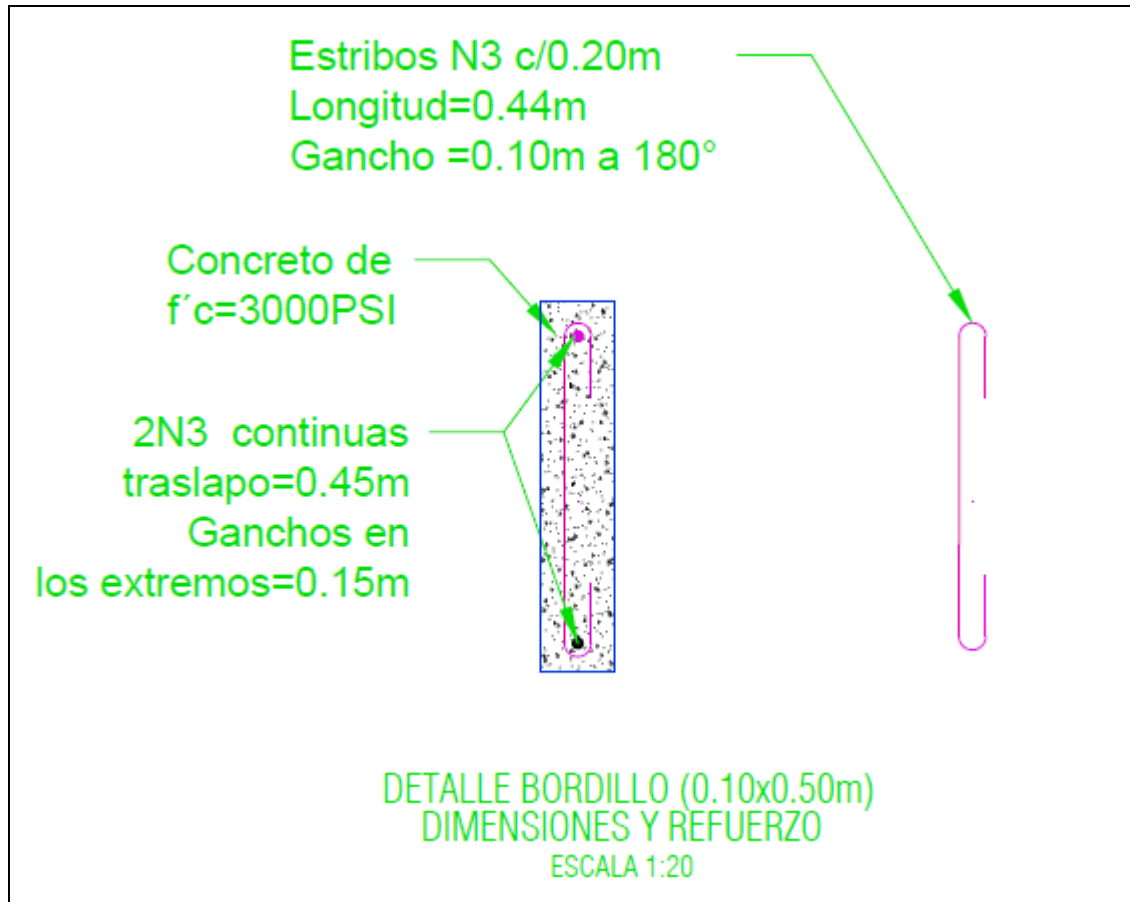
Detalle de estructura del adoquín



Adaptado de: Documentación del proyecto

Figura 7.

Detalle de viga de cimentación de dentellón



Adaptado de: Documentación del proyecto

4.5 Modelado en 3D

Para modelar la obra comunitaria del acceso a la cancha multideportiva se utilizó la herramienta REVIT de AutoDesk, la cual, con base en los levantamientos realizados en campo y la topografía obtenida mediante Google Earth, permitió obtener y visualizar un modelo aproximado del alcance propuesto de la obra.

En los últimos años, estas tecnologías BIM (Building Information Modeling) han resultado bastante útiles por las ventajas que brindan al trabajar con ellas. Entre esas ventajas se pueden

encontrar una detección temprana de errores y no tener que esperar hasta la etapa de construcción para ser detectados, ahorrando de esta manera que a futuro se generen reprocesos o retrasos en la ejecución de la obra. También facilitan poder compartir la información de manera interdisciplinaria, ya que, al trabajar en un mismo modelo, la información se centraliza y cualquier participante o integrante del equipo de trabajo puede acceder y consultar la data (Meléndez, 2019).

El modelado 3D que permite hacer REVIT es otra gran ventaja de las tecnologías BIM, para que los donantes del proyecto puedan observar y visualizar un aproximado de la obra comunitaria, debido a que desde REVIT es posible generar fotos y recorridos por el proyecto.

Entre los renders generados a partir del modelo se encuentran los representados en las figuras 8, 9 y 10.

Figura 8.

Render de acceso a la cancha multideportiva A



Adaptado de: Documentación del proyecto

Figura 9.

Render de acceso a la cancha multideportiva B



Adaptado de: Documentación del proyecto

Figura 10.

Render de acceso a la cancha multideportiva C



Adaptado de: Documentación del proyecto

4.6 Presupuesto de la obra

Al tenerse establecido el esquema de la obra con todas las actividades que abarcaba la adecuación del acceso a la cancha multideportiva, se comenzaron a generar los precios unitarios de materiales, equipos y mano de obra por cada actividad. Esto se organizó en una programación de Excel donde se encontraba el presupuesto total y los ítems de cada una de las actividades como se muestra en la Figura 11.

GOAL inicialmente tenía una base de datos de precios unitarios que había sido obtenida por parte de la Alcaldía de Bucaramanga. De esta base de datos se determinaron las cotizaciones con precios del 2022 para la gran cantidad de actividades que se necesitaban. Las actividades

faltantes fueron cotizadas en diferentes ferreterías u empresas. Paralelamente a esto, se hicieron los cálculos de las cantidades de obra necesarias para programar el presupuesto con estos valores, y de esta manera obtener el presupuesto total para la obra.

Figura 11.

Presupuesto total de actividades del acceso a la cancha multideportiva

PRESUPUESTO OFICIAL Y CANTIDADES DE OBRA		Versión:					
PROYECTO		VALOR DEL	\$ 3,927.25				
OBRA		Página:					
ÍTEM	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	UN	CANT	VR. UNITARIO	VR. PARCIAL	VR. PARCIAL (USD)
1	PRELIMINARES					\$ 2,628,687.00	\$ 669.35
1.01	1.012	Localización y replanteo con comisión topográfica	GLB	1.00	\$ 821,920.00	\$ 821,920.00	\$ 209.29
1.02	1.015	Demolicion de acceso existente con compresor diesel y martillo	m3	3.0	\$ 198,813.00	\$ 596,439.00	\$ 151.87
1.03	1.016	Demolicion de canal metálico g/o PVC, incluye cargue y retiro	ml	6.0	\$ 8,663.00	\$ 51,978.00	\$ 13.24
1.04	1.090	Letrero de Obra	gbl	1.0	\$ 1,158,350.00	\$ 1,158,350.00	\$ 294.95
2	EXCAVACIONES					\$ 2,142,571.67	\$ 545.57
2.01	2.012	Excavacion manual de suelo natural e=10 cms, piedra, palos, etc	m3	8.48	\$ 31,500.00	\$ 267,173.80	\$ 68.03
2.02	2.021	Relleno con Material Seleccionado de Préstamo, Compactación Mecánica con Compactador Tipo Rana. Incluye cargue, acarreo interno a distancias menores a 8 km	m3	23.07	\$ 81,275.00	\$ 1,875,397.87	\$ 477.53
3	CONCRETOS					\$ 39,986,531.65	\$ 10,181.81
3.01	3.010	Concreto para vigas de cimentacion	m3	3.75	\$ 671,618.00	\$ 2,516,552.65	\$ 640.79
3.02	3.020	Piso adoquín de concreto vehicular rectangular 10 x 20 x 8 cm en concreto sobre mortero 1:4 y malla gallinero.	m2	267	\$ 140,337.00	\$ 37,469,979.00	\$ 9,541.02
						\$ -	\$ -
						\$ -	\$ -
						\$ -	\$ -
4	ACEROS					\$ 1,546,388.56	\$ 393.76
4.01	4.011	Acero estructural fy 420mpa	KG	239.85	\$ 6,402.00	\$ 1,535,492.56	\$ 390.98
4.02	4.021	malla electrosoldada para losas de piso	M2	1.00	\$ 10,896.00	\$ 10,896.00	\$ 2.77
5	MAMPOSTERIA					\$ 277,292.00	\$ 70.61
5.01	5.011	Muro de ladrillo visto holdman e=6.5 cms	m2	4.00	\$ 69,323.00	\$ 277,292.00	\$ 70.61
6	ORNAMENTACION					\$ 6,771,955.80	\$ 1,724.35
6.01	6.011	Baranda metalica	m2	22.68	\$ 248,110.00	\$ 5,627,134.80	\$ 1,432.84
6.02	6.012	Tapa metalica	m2	3.00	\$ 381,607.00	\$ 1,144,821.00	\$ 291.51
TOTAL COSTO DIRECTO						\$ 53,353,426.68	\$ 13,585.44
ADMINISTRATIVO						10.00%	\$ 5,335,342.67
IMPREVISTOS						2.00%	\$ 1,067,068.53
UTILIDAD						8.00%	\$ 4,268,274.13
IYA SOBRE LA UTILIDAD						19.00%	\$ 810,972.09
COSTO TOTAL OBRA						\$ 64,835,084.10	\$ 16,509.03

Adaptado de: Documentación del proyecto

Para la obra del acceso a la cancha multideportiva las actividades se dividieron en varios grupos, entre ellos estaban actividades preliminares, excavaciones, concretos, aceros, mampostería y ornamentación.

Finalmente, después de los ajustes y las variaciones que tuvo la obra de mitigación de riesgo por parte de los donantes financieros del proyecto, el presupuesto final se estableció en \$ 64,835,084.10. En la Figura 12 se pueden ver los costos totales de la obra.

Figura 12.

Presupuesto final del acceso a la cancha multideportiva

TOTAL COSTO DIRECTO		\$ 53,353,426.68	\$ 13,585.44
ADMINISTRATIVO	10.00%	\$ 5,335,342.67	\$ 1,358.54
IMPREVISTOS	2.00%	\$ 1,067,068.53	\$ 271.71
UTILIDAD	8.00%	\$ 4,268,274.13	\$ 1,086.84
IVA SOBRE LA UTILIDAD	19.00%	\$ 810,972.09	\$ 206.50
COSTO TOTAL OBRA		\$ 64,835,084.10	\$ 16,509.03

Adaptado de: Documentación del proyecto

4.7. Base de datos SIG

En los últimos años se ha globalizado el uso de softwares SIG (Sistemas de Información Geográfica). En internet se pueden encontrar gran cantidad de programas incluso de uso libre que permiten construir, editar, y analizar información geográfica. Los SIG se han convertido en una nueva tecnología que además de crear, organizar y editar de manera simultánea bases de datos, presentan funciones orientadas al análisis de distintos criterios de la información, con la finalidad de ayudar con los resultados y facilitar la toma de decisiones en diferentes tipos de proyectos ya sean a pequeña o a gran escala.

En el proyecto Barrios Resilientes se tuvo contemplado el uso de estas nuevas tecnologías y herramientas SIG para poder tener una sólida base de datos en donde trabajar, facilitando a futuro realizar análisis de estos y ayudar en la toma de decisiones claves en diferentes tipos de proyectos.

El software que se usó para la base de datos SIG de GOAL Colombia fue QGIS, el cual es un software abierto que brinda una gran capacidad de uso mediante sus herramientas, funciones básicas y demás complementos. En este software se pueden visualizar, gestionar, editar y analizar datos. Su facilidad a la hora de usarlo brinda mayor accesibilidad a los usuarios, ya que no se requiere de un conocimiento avanzado para comenzar a operarlo.

Asimismo, QGIS admite diferentes tipos de capas, rasterizadas y vectoriales. Los datos vectoriales se almacenan como características de diferentes geometrías, ya sean puntos, líneas, polígonos, entre otros. Permitiendo crear diferente tipo de información dentro de las capas.

El sistema de coordenadas que se utilizó para las capas vectoriales usadas en el proyecto fue el CTM12 o EPSG 9377. Este sistema de coordenadas nació en el año 2020, cuando se decidió unir los 6 orígenes de coordenadas que se presentaban en Colombia, de esta manera se evitaban las ambigüedades que se solían presentar con los sistemas que se tenía inicialmente (GOAL Colombia, 2021)

Cuando se inicia la práctica empresarial, el equipo de GOAL tenía unas capas obtenidas del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) de Bucaramanga y del AMB, las cuales fueron incluidas en un área temática llamada “Capas base”, dentro de estas capas se encontraban: Clasificación Vial, Asentamientos, Barrios de Bucaramanga, Comunas, Drenaje doble, Drenaje sencillo, Curvas de nivel, Nivel de amenaza de deslizamiento del POT, entre otros. Estas capas bases se colocaban en la mayoría de los mapas debido a que representaban información importante de los asentamientos. En la Figura 13 se pueden visualizar las capas.

Figura 13.

Capas del área temática “Capas base”



Adaptado de: Documentación del proyecto

La capa base que se tomó inicialmente fue la capa satelital de Google, pero con esta capa satelital no se podían precisar con alto detalle la infraestructura vial del barrio, ni las construcciones a lo largo del asentamiento.

Dado un estudio que realizaron grupos de investigación de la UIS en conjunto con el AMB (Área Metropolitana de Bucaramanga) se obtuvo entre los resultados, una imagen ráster con muy alta definición de la ciudad de Bucaramanga, de la cual se logró obtener un recorte de los asentamientos en donde estaba operando GOAL, y de esta manera lograr ver con mayor precisión y detalle las vías vehiculares y peatonales de los asentamientos, las construcciones y demás aspectos para tener en cuenta. En la Figura 14 se puede apreciar la calidad de la imagen del nuevo ráster obtenido.

Figura 14.

Capas de área temática "Capas base" con ráster de mejor calidad



Adaptado de: Documentación del proyecto

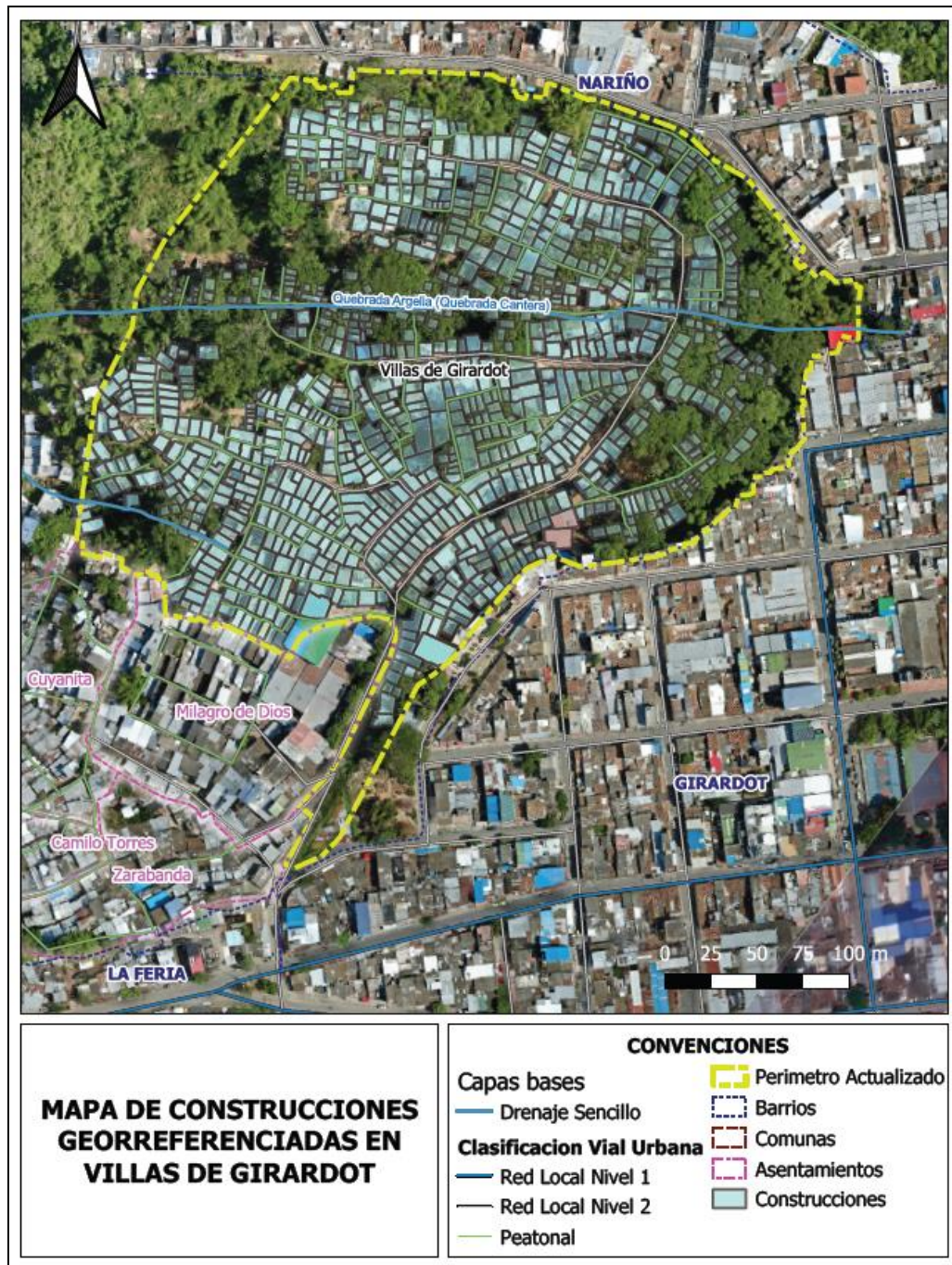
Al establecerse estos ráster de mayor calidad como capas bases para visualización de los asentamientos, se comenzaron a crear y alimentar los grupos de capas de los diferentes sectores de GOAL. Entre los cuales estaban: Capas bases, CFR (Censo de Familias en Riesgo), Negocios, Incidencia de obras, SAT (Sistema de Alerta Temprana) y edificación y obra civil.

La georreferenciación de todas las viviendas del asentamiento Villas de Girardot, fue un ejercicio que se realizó con colaboradores y practicantes de GOAL, a lo largo de 3 semanas, desplazándose casa por casa, capturando una foto de la construcción, realizando una descripción breve de la infraestructura de la vivienda y referenciando un punto con un GPS Garmin. De esta manera, se generó la referenciación de las de 900 viviendas.

El recopilado de todos los puntos georreferenciados por el GPS, fueron exportados al computador, donde se realizó una respectiva depuración, debido al margen de error que tenía el GPS por la señal inestable en los barrios. La depuración completa en QGIS dio como resultado la ubicación de 961 viviendas en el asentamiento Villas de Girardot, en la Figura 15 se muestra esta capa.

Figura 15.

Capa depurada de construcciones



Adaptado de: Documentación del proyecto

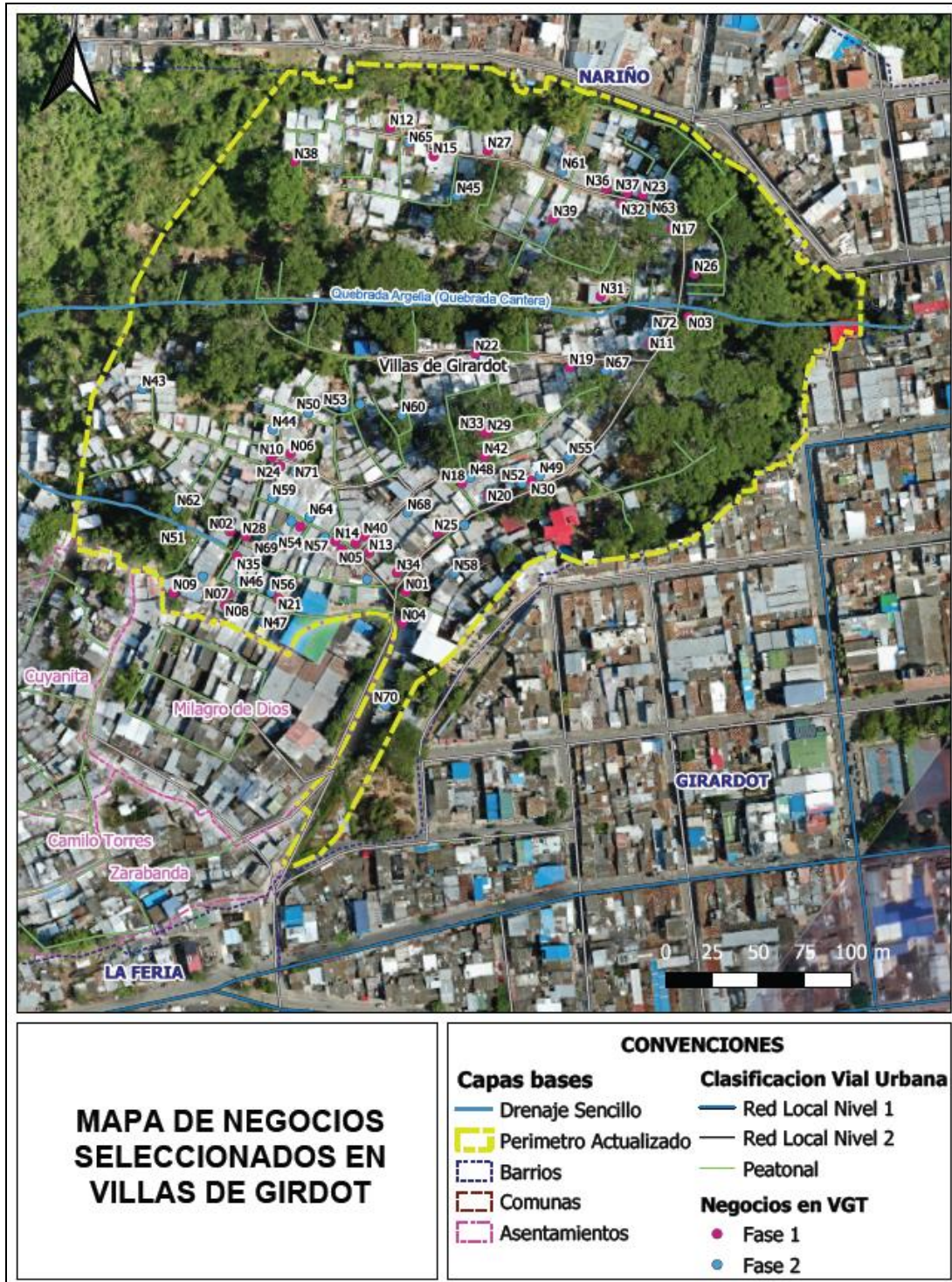
Otro grupo de capas que se alimentó dentro de la base de datos fue la del sector de Negocios. Ya que este sector necesitaba tener toda la información de los negocios de manera que pudieran ubicarlos espacialmente.

Para la generación de la capa de los negocios seleccionados, se georreferenciaron todos los negocios de los asentamientos donde se estaba llevando a cabo el proyecto. Asimismo, en colaboración con el sector de Negocios de GOAL se logró cruzar con la base de datos SIG, toda la información que se obtuvo de los negocios a través de varias encuestas. De esta manera, la capa de negocios de QGIS contiene en su tabla de atributos, la información de cada negocio (nombre del propietario, tipo de negocio, dirección, entre otros).

Dentro de este grupo de capas se podían visualizar los negocios que ingresaron en la primera fase, y los negocios que entraron al programa en la segunda fase, en la Figura 16 se pueden visualizar las capas.

Figura 16.

Capa de área temática “Negocios”



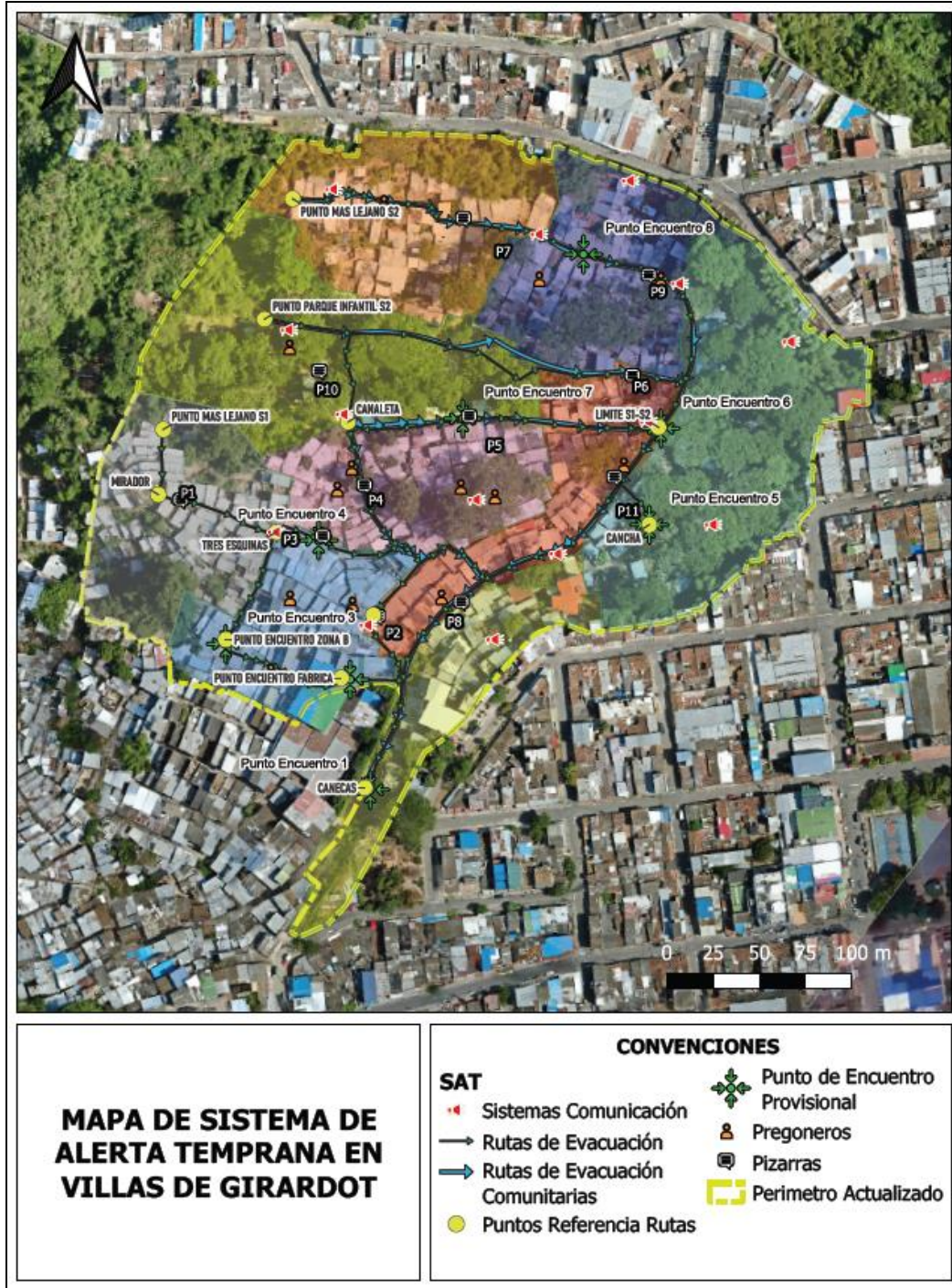
Adaptado de: Documentación del proyecto

Para el Sistema de Alerta Temprana (SAT) que se implementó en los asentamientos intervenidos, también se creó un área temática, en la cual se incluyeron las capas de rutas de evacuación, puntos de perifoneo, pizarras informativas, pregoneros de la prevención y puntos de encuentro provisional. Esta información fue tomada en campo y editada en QGIS por colaboradores y practicantes de GOAL.

Con el objetivo de compartir esta información con las comunidades se crearon varias simbologías para que las personas lograran entender fácilmente los mapas, en la Figura 17 se pueden observar las capas.

Figura 17.

Capas de área temática "SAT"

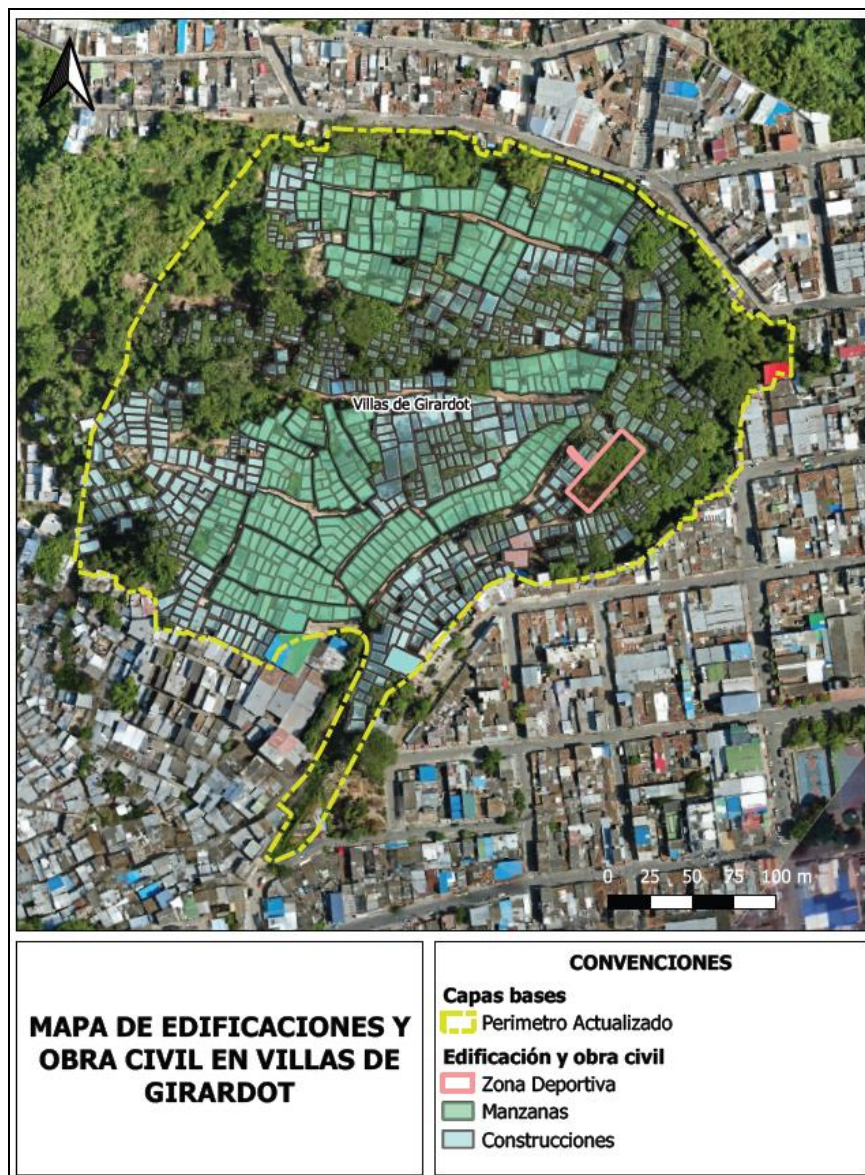


Adaptado de: Documentación del proyecto

Otra área temática que se trabajó dentro de la base de datos fue Edificación y Obra Civil. Esta área temática contenía las capas de construcciones, zona deportiva, obras de accesibilidad, zonas aferentes y las manzanas que se podían reconocer en los asentamientos, tal como se muestra en la figura 18.

Figura 18.

Capas de área temática “SAT”



Adaptado de: Documentación del proyecto

Para facilitar el uso de esta información y de estas capas geográficas, se organizaron de manera práctica en archivos tipo Geopackage, los cuales brindaban bastantes ventajas a la hora de trabajarlos, como por ejemplo que son formatos abiertos e independientes de plataformas o aplicaciones, permiten almacenar hasta 140 TB de información y se pueden agrupar diferentes tipos de geometría (Morales, 2017). Cualquier colaborador de GOAL tenía acceso a estos Geopackages y podía hacer uso de toda la información que requiriera. Así, se creó un Geopackage para cada área temática del proyecto, quedando las áreas temáticas con sus respectivas capas de acuerdo con la Tabla 2.

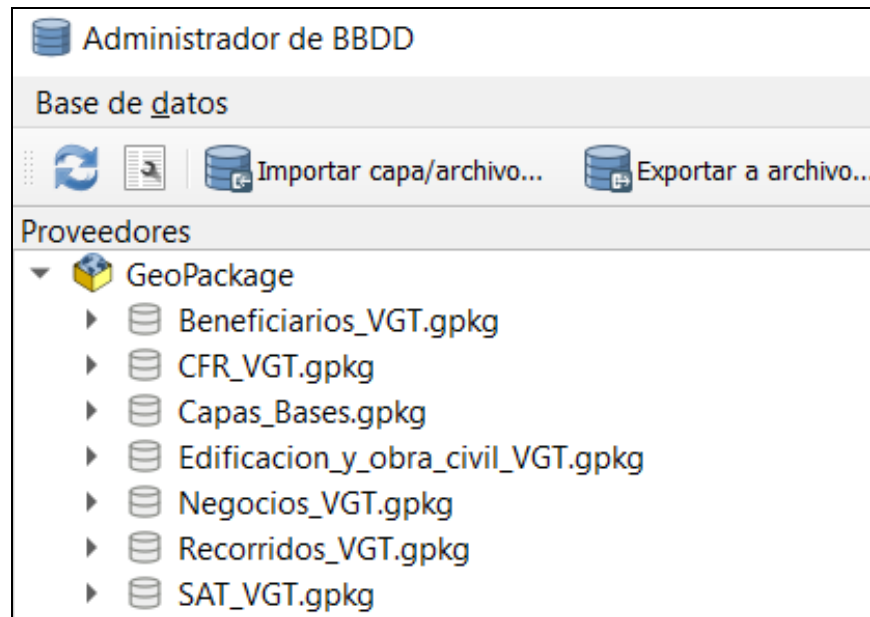
Tabla 2.*Organización de áreas temáticas del Proyecto*

Área temática	Capas
Capas base	Drenaje sencillo Curvas de nivel Clasificación vial Perimetro actualizado Comunas Barrios Otros Asentamientos
Negocios	Negocios preinscritos Negocios seleccionados F1 Negocios seleccionados F2 Negocios con amenaza
Edificación y obra civil	Obra de accesibilidad Zona deportiva Manzanas Construcciones
Incidencia de obras o beneficiarios	Área de beneficiados indirectos Área de beneficiados directos Viviendas beneficiadas
CFR (Censo de Familias en Riesgo)	Nivel de amenaza Ubicación inicial casas CFR Sectorización CFR Viviendas CFR depuradas
SAT (Sistema de Alerta Temprana)	Polígonos de zonificación Rutas de evacuación Puntos de encuentro provisional Pregoneros de la prevención Pizarras Perifoneo
Recorridos	Recorrido

Una vez generados correctamente los Geopackage de las áreas temáticas, fueron alimentados con las capas pertenecientes desde el Administrador de bases de datos en QGIS, en la Figura 19 se pueden visualizar los Geopackage en el administrador de base de datos de QGIS.

Figura 19.

Administrador de base de datos en QGIS



Adaptado de: Documentación del proyecto

4.8 Actividades complementarias

4.8.1 Inducciones Metodología PEC

Las inducciones de la metodología PEC (Proyectos Ejecutados por la Comunidad) fueron capacitaciones que se les brindaron a los miembros seleccionados en las asambleas comunitarias para ser parte de los comités. Las capacitaciones se organizaron en 4 días, cada día contemplaba una sesión de 2 horas. Se trataron diferentes temáticas a fin de tener un claro conocimiento. Entre ellas se encontraban:

- ¿Qué es GOAL?
- Proyecto Barrios Resilientes.
- Que son los proyectos ejecutados por la comunidad.

- Conformación de comités: CEP (Comité de ejecución del proyecto), CCS (Comité de contraloría social) y de mantenimiento.
- Objetivos de cada comité.
- Que es la Adjudicación del Proyecto.
- Beneficios, daños y manera de proteger los recursos naturales.
- Manejo de basura o desechos sólidos.
- El control del inventario.
- Cómo archivar los documentos.
- Formas de rendición de cuentas a la comunidad.
- Mantenimiento de los proyectos construidos.
- Tipos de mantenimiento.

Figura 20.

Inducciones sobre metodología PEC



Adaptado de: Documentación del proyecto

4.8.2 Jornada de limpieza

El 28 de octubre del 2021, se realizó una jornada de limpieza de un canal de drenaje en el asentamiento Villas de Girardot. Para esta limpieza se hizo una convocatoria con la comunidad y llegaron más de 30 personas a colaborar como se puede ver en la Figura 21. Se lograron despejar cerca de 50 metros de un drenaje, el cual tenía gran cantidad de sedimentos y elementos materiales que obstruían el paso del agua, generando empozamientos en varias partes del drenaje, y a raíz de ello problemas con el suelo local.

Figura 21.

Jornada de Limpieza en Villas de Girardot



Adaptado de: Documentación del proyecto

4.8.3 Capacitaciones a las comunidades

En colaboración con el sector de reducción de riesgo a desastres de GOAL se organizaron unas capacitaciones a las comunidades José Antonio Galán, 5 de enero y Villas de Girardot. Las capacitaciones se enfocaron en charlas ofrecidas por personal de bomberos, defensa civil y cruz roja.

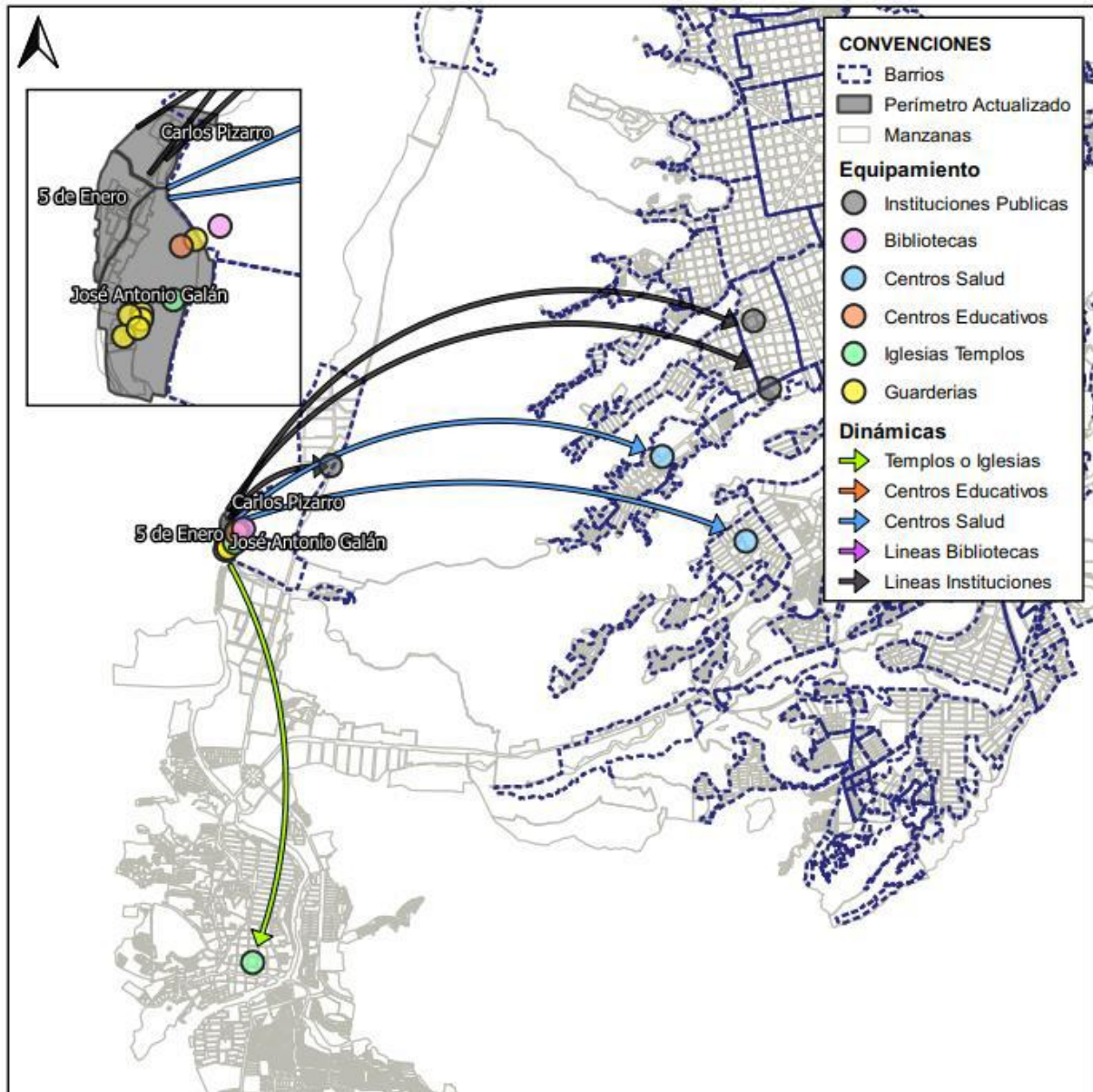
Las comunidades fueron capacitadas en temas como: reducción de riesgos, reconocimiento diferentes tipos de amenazas naturales, reacción ante emergencias, uso de rutas de evacuación, manejo de extintores y primeros auxilios.

4.8.4 Cartografía Social

La cartografía Social se realizó en ambos asentamientos y fue un ejercicio dinámico con integrantes de la comunidad, quienes señalaron diferentes aspectos de los asentamientos, cómo por ejemplo el estado de las vías, las vías peatonales del barrio, sitios de interés, tales como iglesias, centros educativos, bibliotecas, centros deportivos, entre otros. Esto con el fin de alimentar la base de datos SIG y generar unos mapas de equipamiento para las comunidades. Los mapas de equipamiento son mapas que muestran los lugares de interés cercanos a una comunidad, en la Figura 22 se pueden visualizar este tipo de mapas de los asentamientos.

Figura 22.

Mapa de equipamiento de José Antonio Galán.



Adaptado de: Documentación del proyect

5. Conclusiones

Para finalizar se concluye que contar con una información estratégica inicial brinda la oportunidad de realizar una mejor planeación de los proyectos de construcción, realizar y cumplir con un presupuesto y controlar los procesos que se deban llevar a lo largo del proyecto.

Los recorridos iniciales de campo permitieron observar un panorama que reflejaba la situación actual de los asentamientos, bajo que amenazas se encontraban expuestas estas zonas, que en los casos analizados fueron: amenaza de inundación, deslizamiento de tierra y caída de árboles. De esta manera se evidenció el riesgo latente en que se encontraban las viviendas.

Tener la oportunidad de reunir todo el equipo de GOAL Colombia, ingenieros civiles, especialistas en gestión de riesgo y demás profesionales y colaboradores de la organización, fue importante para la priorización de las obras, ya que en estos espacios se analizaron y se debatieron aspectos fundamentales a tener en cuenta para la selección de las obras comunitarias. En las reuniones se evaluaron factores como la cantidad de beneficiados, la forma en que se mitigaba el riesgo a desastres en la zona y el presupuesto disponible para las obras.

En la creación del presupuesto total de la obra del Acceso a la cancha multideportiva en José Antonio Galán fue de suma importancia el apoyo que se recibió de la Alcaldía de Bucaramanga. Ya que se obtuvo una base de datos de precios unitarios para el proyecto Barrios Resilientes., la cual sirvió para alimentar la programación en Excel del presupuesto de la obra con precios actualizados de materiales, equipos, transporte y mano de obra. Las actividades faltantes fueron cotizadas en diferentes ferreterías, y bases de datos como Construdata para obtener precios actualizados.

El uso de herramientas software como AutoCAD y REVIT a la hora de generar los planos de diseño y el modelo 3D de la obra jugaron un papel muy importante en el proyecto, ya que fueron tecnologías que brindaron la oportunidad de realizar cambios y variaciones en el diseño con anterioridad, e impidieron reprocesos o retrasos en la ejecución de la obra. Además, facilitaron la creación de un modelo 3D aproximado de la obra comunitaria proyectada.

Por último y no menos importante, la creación de la base de datos SIG para organizar la información geográfica de todo el proyecto, fue de gran ayuda a la hora de hacer consultas de diferente tipo por parte de todos los sectores de GOAL.

La generación de mapas fue una actividad de casi todas las semanas, y al tener todo organizado en la base de datos SIG de QGIS, fue muy práctico y rápido a la hora de crear las composiciones con los mapas requeridos con cualquier tipo de información (ver anexo D). A su vez, esta base de datos fue muy útil para obtener datos sobre número de viviendas en algún área específica, zonas de influencia, planear recorridos de campo, identificar puntos de riesgo, y más actividades que ponían en práctica estas nuevas tecnologías.

Referencias Bibliográficas

- GOAL Global. (2022). Who we are. <https://www.goalglobal.org/who-we-are/>
- GOAL Global. (2022). What we do in Colombia <https://www.goalglobal.org/countries/colombia/>
- GOAL Colombia. 2022. Memoria descriptiva Acceso de cancha en adoquín; Resumen ejecutivo. Pag 1
- Morales, A. 2022. GeoPackage para novatos: ventajas y uso en ArcGIS, QGIS y GeoServer. MappingGIS. <https://mappinggis.com/2017/06/geopackage-para-novatos-uso-en-arcgis-qgis-publicacion-en-geoserver> [citado 29 Julio 2022].
- Meléndez, I. M. S., Gutiérrez, L. V., & Fontes, C. J. L. (2019). Ventajas de la implementación de la metodología BIM utilizando Revit en el desarrollo de proyectos de edificaciones. Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, pág. 11-12.
- GOAL Colombia. 2021. Informe BD SIG 5ENE-JAG; Aplicación en Proyecto Barrios Resiliente, pág. 7-8.