



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

FACULTAD DE INGENIERÍA



TRABAJO FINAL:
ANTEPROYECTO DEL
ESTADIO GENERAL
JOSÉ DE SAN MARTÍN

2024

AUTORES

- **HURTADO, FRANCISCO AGUSTÍN**
- **JACOBO, SEBASTIÁN**
- **SORIA, GONZALO MARTÍN**

Facultad de Ingeniería



Trabajo Final

Anteproyecto del estadio "General José de San Martín" en Corrientes

Autores:

- Hurtado, Francisco Agustín
- Jacobo, Sebastián
- Soria, Gonzalo Martín

Tutor:

- Pilar, Claudia A.

Asesor:

- Ruberto, Alejandro R.

2024

Resumen y Abstract

Resumen

El presente trabajo consiste en la realización de un anteproyecto para un estadio ubicado en la ciudad de Corrientes, provincia de Corrientes, República Argentina. Este proyecto abarca múltiples aspectos esenciales relacionados con el diseño y la construcción de una infraestructura versátil capaz de albergar eventos deportivos y culturales.

En primer lugar, se justifica la realización del mismo resaltando su importancia para la comunidad y el potencial impacto positivo tanto en el ámbito deportivo como cultural. Posteriormente, se lleva a cabo un análisis exhaustivo de las normativas vigentes, incluyendo los reglamentos de fútbol de FIFA, CONMEBOL y AFA, junto con el código de edificación de la ciudad de Corrientes.

Se realiza un estudio detallado del terreno mediante técnicas de análisis multiobjetivo para determinar la ubicación óptima del estadio, considerando criterios técnicos, de accesibilidad y de capacidad para albergar eventos de diversas índoles. Luego, se aborda el diseño arquitectónico del estadio, incluyendo el interior del recinto y su integración con el entorno circundante, teniendo en cuenta aspectos funcionales, estructurales y estéticos que permitan la flexibilidad necesaria para albergar diversos eventos.

El proyecto también incluye el análisis de la infraestructura vial interna y los requerimientos de estacionamiento necesarios para acomodar a espectadores y participantes durante eventos de gran convocatoria. Además, se realiza el estudio hidrológico e hidráulico para diseñar la adecuación del sistema pluvial, de manera de minimizar los impactos ambientales.

Asimismo, se lleva a cabo el diseño y cálculo estructural de una tribuna tipo, considerando cargas, materiales y normativas de seguridad pertinentes.

Por otra parte, se realiza el cómputo y presupuesto de materiales y costos de construcción para estimar el presupuesto necesario para la ejecución del proyecto.

Finalmente, se evalúa la viabilidad financiera desde la perspectiva de un inversionista privado, analizando costos de inversión, ingresos proyectados y retorno de la inversión potencial en el contexto tanto de eventos deportivos como culturales.

Abstract

The present work consists of the realisation of a preliminary project for a stadium located in Corrientes city, Corrientes province, Argentina. This project covers multiple essential aspects related to the design and construction of a versatile infrastructure capable of hosting sporting and cultural events.

Firstly, it justifies the project by highlighting its importance to the community and its potential positive impact on both the sporting and cultural spheres. Subsequently, an exhaustive analysis of current regulations is carried out, including the football regulations of FIFA, CONMEBOL and AFA, together with the building code of Corrientes city.

A detailed site study is carried out using multi-objective analysis techniques to determine the optimal stadium location, considering technical criteria, accessibility and capacity to host events of various kinds. Then, the architectural design of the stadium is addressed, including the interior of the enclosure and its integration with the surrounding environment, taking into account functional, structural and aesthetic aspects that allow the necessary flexibility to host various events.

The project also includes internal road infrastructure analysis and parking requirements necessities to accommodate spectators and participants during large events. A hydrological and hydraulic study is carried out to design the adequacy of the rainwater system in order to minimise environmental impacts.

Likewise, the design and structural calculation of a standard grandstand is carried out, taking into account loads, materials and relevant safety regulations.

On the other hand, the calculation and budgeting of materials and construction costs is carried out in order to estimate the necessary budget for the execution of the project.

Finally, viability financial project is assessed from the perspective of a private investor, analysing investment costs, projected income and potential return on investment in the context of both sporting and cultural events.

Agradecimientos

A nuestras familias, por su apoyo incondicional y por brindarnos los medios necesarios durante todos estos años para culminar la carrera.

A nuestros profesores, por su enseñanza y dedicación para transmitir los conocimientos y valores que nos permitieron formarnos como profesionales de la ingeniería.

A nuestros amigos y compañeros, por acompañarnos durante todos estos años.

Al Ing. Alejandro Ruberto, por su dedicación, tiempo y predisposición. Al Ing. Rubén Sotelo, Arq. Claudia Pilar, Ing. Marcelo Gómez, Ing. Rolando Biain, Ing. Osvaldo Rabadán e Ing. Juan Veglia, por su ayuda y colaboración en la realización de este trabajo.

Índice

Capítulo 1 - Generalidades	9
1.1 Introducción	9
1.2 Estudio de la oferta: Relevamientos de estadios existentes.....	9
1.3 Estudio de la demanda: Antecedentes de eventos musicales masivos de los últimos años	12
1.4 Conclusión y justificación del estadio	16
1.5 Análisis funcional, estético y constructivo	17
Capítulo 2 - Análisis de reglamentos	47
2.1. Estudio de normativas.....	47
2.1.1 Relacionados con la ubicación del estadio.....	47
2.1.2 Relacionadas con el terreno de juego	47
2.1.3 Relacionada a la capacidad del estadio.....	56
2.1.4 Relacionada a la separación del terreno de juego con los espectadores	57
2.1.5 Relacionada a los locales a tener en cuenta	59
2.1.6. Relacionado con los accesos al estadio.....	75
2.1.7 Relacionada con el estacionamiento	75
2.2 Estudio de reglamentaciones municipales.....	77
2.2.1 Análisis Código de Planeamiento Urbano de la Ciudad de Corrientes	77
2.2.2 Código de Edificación de la ciudad de Corrientes	83
Capítulo 3 – Ubicación y determinación de la capacidad	87
3.1 Introducción al análisis multicriterio.....	87
3.2 Análisis de los sitios de implantación.....	88
3.3 Aplicación del método de análisis jerárquico	91
3.4 Determinación de la capacidad del estadio	95
Capítulo 4 - Diseño arquitectónico	98
4.1 Diseño del partido arquitectónico	98
4.2 Organigramas funcionales.....	99
4.3 Diseño arquitectónico del estadio	102
4.3.1 Campo de juego	102
4.3.2 Tribunas.....	104
4.3.3 Capacidad final del estadio	108
4.3.3.1 Tribunas inferiores	108
4.3.3.2 Tribunas superiores.....	114
4.3.4 Accesos a las tribunas.....	116

4.3.5 Escaleras entre las filas de asientos	118
4.3.6. Espacio bajo tribunas	119
4.3.6.1 Planta baja	120
4.3.6.2 Tribuna Oeste	120
4.3.6.3 Tribuna Este.....	123
4.3.6.4 Tribuna Norte	124
4.3.6.5 Tribuna Sur	126
4.3.7 Planta Intermedia.....	127
4.3.7.1 Tribuna Oeste	127
4.3.7.2 Tribuna Este.....	130
4.3.7.3 Tribuna Norte	131
4.3.7.4 Tribuna Sur	132
4.3.8 Planta Alta	132
4.4 Diseño del entorno.....	134
4.4.1 Plaza Central.....	134
4.4.2 Espacios Verdes.....	134
4.4.3 Cancha auxiliar de fútbol 11.....	138
4.4.4 Complejo de canchas de futbol 5	138
4.4.5 Estacionamientos	139
Capítulo 5 - Diseño vial	141
5.1. Introducción	141
5.2. Elección del tipo de pavimento	141
5.3 Cálculo del paquete estructural	146
5.3.1. Tránsito.....	148
5.3.2. Espesor de calzada	150
5.4 Análisis alternativo de infraestructura vial	153
5.4.1 Paquete estructural.....	154
5.4.2 Drenaje	155
Capítulo 6 - Adecuación Hidráulica	156
6.1 Determinación de parámetros	160
6.1.1 Tiempo de concentración.....	160
6.1.2 Número de curva CN	163
6.1.3 Hietograma de lluvia de diseño.....	167
6.2 Modelación y análisis de resultados	171
6.3 Infraestructura pluvial.....	174

Capítulo 7 - Cálculo estructural	184
7.1 Sistemas constructivos utilizados en la actualidad en estadios.....	184
7.2 Elección de elementos estructurales a utilizar.....	187
7.3 Diseño y cálculo estructural	190
7.3.1 Grada individual L.....	191
7.3.1.1 Análisis de cargas	191
7.3.1.1.1 Cargas permanentes.....	191
7.3.1.1.2 Sobrecargas de uso.....	192
7.3.1.1.3 Carga linealmente distribuida de diseño.....	192
7.3.1.2 Solicitaciones sobre grada L	193
7.3.1.3 Hipótesis y simplificaciones para el dimensionado.....	195
7.3.1.4 Dimensionado y verificación por flexión.....	195
7.3.1.5 Dimensionado y verificación por corte	197
7.3.2 Viga porta grada	198
7.3.2.1 Análisis de cargas	198
7.3.2.2 Solicitaciones sobre viga porta grada.....	199
7.3.2.3 Dimensionado de la viga a flexión.....	201
7.3.2.4 Dimensionado de la viga a corte	203
7.3.2.5 Verificación de flechas admisibles	204
7.3.3. Columnas.....	205
7.3.3.1 Clases de armaduras en columnas	206
7.3.3.2 Cálculo de columna de borde.....	207
7.4 Fundaciones	215
Capítulo 8 - Cómputo y presupuesto	217
8.1 Cómputo métrico	217
8.2 Presupuesto	218
8.3 Costo unitario.....	220
8.4 Precio de obra o de oferta	221
Capítulo 9 -Análisis financiero	224
9.1. Modo de explotación del estadio.....	224
9.2. Componente inflacionario.....	224
9.3. Evaluación privada del anteproyecto.....	225
9.3.1. Inversión inicial.....	226
9.3.2. Egresos	226
9.3.3. Ingresos	227

9.4. Crédito bancario.....	233
9.6.1. Conclusión de rentabilidad.....	239
9.7. Análisis de sensibilidad.....	239
9.7.1. Conclusión de sensibilidad	240
Capítulo 10 – Conclusiones y recomendaciones	241
Capítulo 11-Bibliografía	243
Anexos	246

Capítulo 1 - Generalidades

1.1 Introducción

Actualmente Chaco y Corrientes (Figura 1.1) cuentan con más de 2.000.000 de habitantes y en las capitales de dichas provincias (Resistencia y Corrientes), suman aproximadamente 800.000 ciudadanos, según datos del censo nacional de 2022.

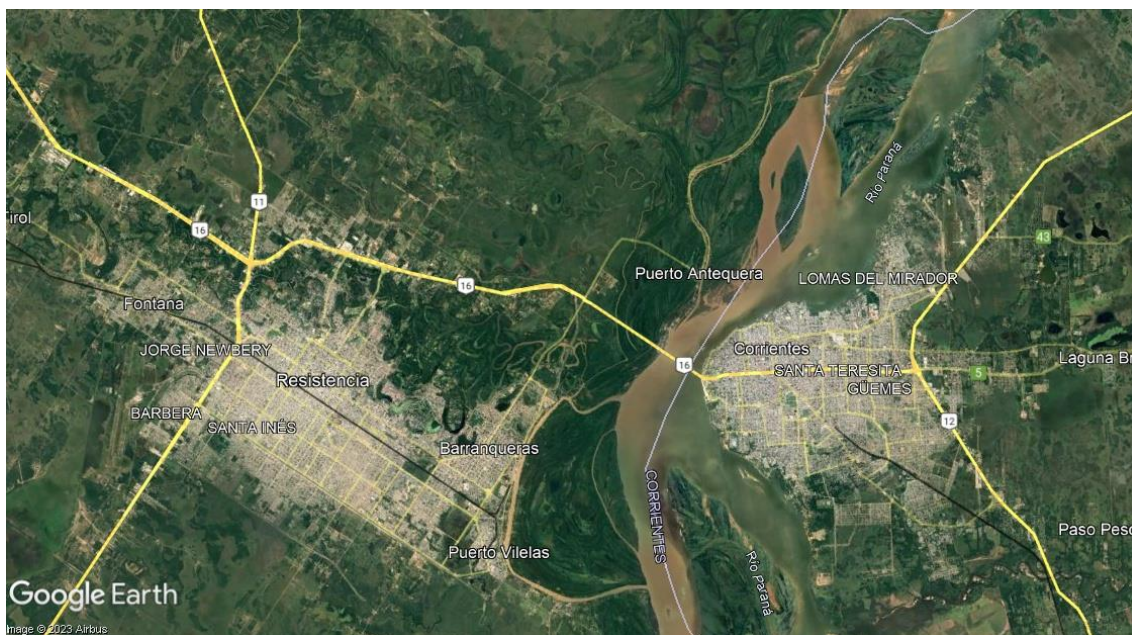


Figura 1.1. Imagen satelital del conglomerado urbano Resistencia-Corrientes (Fuente: Google Earth, 2023).

Ambas provincias se destacan por poseer una gran tradición deportiva, contando con una gran cantidad de clubes deportivos donde se practican numerosas disciplinas, en grupo e individuales, entre las que podemos destacar fútbol, básquetbol, rugby, voleibol y otros, sobresaliendo una gran afición e importancia en los deportes.

En otro orden de actividades se destacan las culturales, donde se presenta la situación de que tanto en Corrientes como en Chaco se realizan diversos eventos musicales de alta concurrencia, entre los que se puede mencionar a: La Fiesta Nacional del Chamamé, Taragüí Rock, Festival Chaco Joven, entre otros.

A su vez, todos los años, ambas provincias convocan a diversos artistas nacionales e internacionales, lo que atrae a un gran número de espectadores.

1.2 Estudio de la oferta: Relevamientos de estadios existentes

Se efectuó un relevamiento de la oferta de los estadios de fútbol existentes más representativos en ambas ciudades poniendo énfasis en la ubicación, capacidad y fecha de inauguración:

Estadio Centenario (Resistencia, Chaco)



Imagen 1.1. Estadio Centenario-Club Atlético Sarmiento (Fuente: <https://www.estadiosdeargentina.com.ar/cancha-de-sarmiento-de-resistencia/>).

Fecha de inauguración: 24 de mayo de 2011.

Ubicación: Avenida Alvear 1977–Resistencia.

Capacidad: 25.000 espectadores.

Estadio Juan Alberto García (Resistencia, Chaco)



Imagen 1.2. Estadio Juan Alberto García-Club Atlético Chaco For Ever (Fuente: <https://chacoforever.club/elclub/estadio>).

Fecha de inauguración: 25 de mayo de 1960.

Ubicación: Avenida 9 de julio 2222–Resistencia, Chaco.

Capacidad: 25.000 espectadores.

Estadio Leoncio Benítez (Corrientes capital, Corrientes)



Imagen 1.3. Estadio Leoncio Benítez-Club Atlético Boca Unidos (Fuente: <https://www.estadiosdeargentina.com.ar/wp-content/uploads/2014/10/cancha-boca-unidos01-1.jpg>).

Fecha de inauguración: 19 de octubre de 2014.

Ubicación: Trento 2154–ciudad de Corrientes, Corrientes.

Capacidad: 18.000 espectadores.

Estadio José Antonio Romero Feris (Corrientes capital, Corrientes)

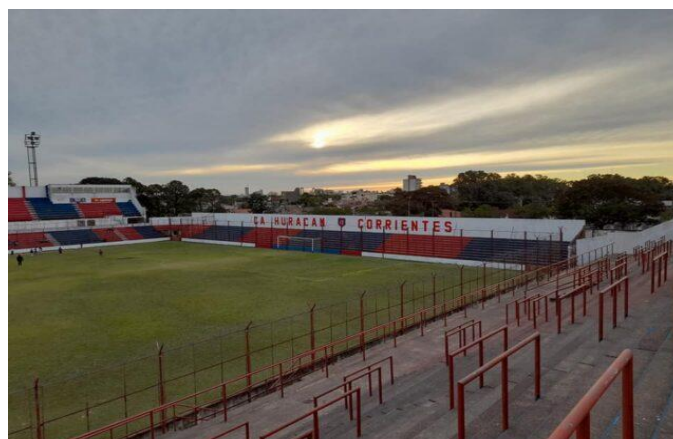


Imagen 1.4. Estadio José Antonio Romero Feris-Club Atlético Huracán de Corrientes (Fuente: <https://www.estadiosdeargentina.com.ar/cancha-de-huracan-corrientes/>).

Fecha de inauguración: 26 de julio de 1986.

Ubicación: Avenida Sarmiento 2201–Ciudad de Corrientes, Corrientes.

Capacidad: 15.000 espectadores.

1.3 Estudio de la demanda: Antecedentes de eventos musicales masivos de los últimos años

Se citan algunos de los eventos musicales con amplia concurrencia de espectadores en los últimos años tanto en Resistencia como en Corrientes (ver Tabla 1.1).

Festival Chaco joven (Chaco)

Entre las fechas que abarcaron del 17 al 25 de septiembre de 2022, se llevó a cabo el festival Chaco joven (ver Imagen 1.5), evento en el que se presentaron diversos artistas de reconocimiento nacional e internacional.

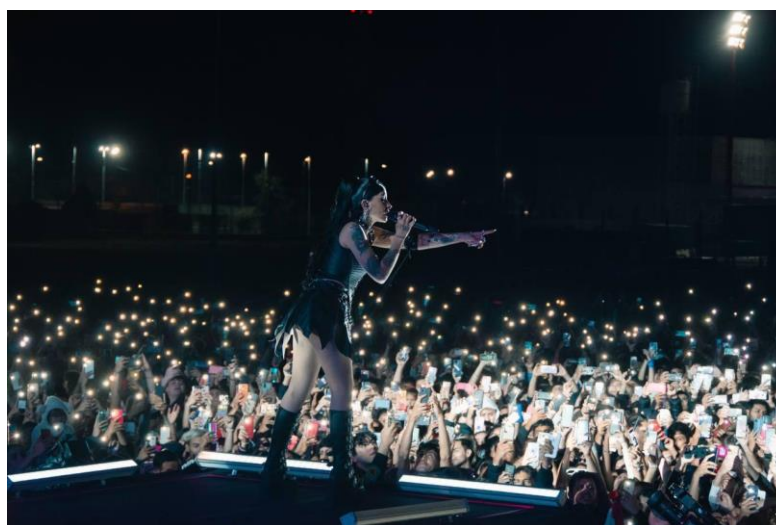


Imagen 1.5. Imagen de la artista conocida como "Cazzu" dando un show en el estadio Centenario durante el festival Chaco joven (Fuente: <https://diarioplaza109.com.ar/wp-content/uploads/2022/09/bc5274cf27678284e7fb35cb29cca0dc.jpg>).

Dicho festival se llevó a cabo en la provincia del Chaco, tanto en Resistencia como en Presidencia Roque Sáenz Peña, acudiendo entre ambos más de 75.000 personas durante las cinco jornadas.

En Resistencia, los recitales de los distintos artistas se realizaron en el estadio Centenario, perteneciente al Club Atlético Sarmiento, cuya capacidad para albergar espectadores es de 25.000 personas como se mencionó con anterioridad.

Recital de Marco Antonio Solís (Resistencia, Chaco)

El viernes 21 de octubre de 2022 el artista mexicano Marco Antonio Solís se presentó en el estadio Centenario, ubicado en Resistencia, Chaco (ver Imagen 1.6).

La concurrencia al espectáculo fue completa, con el estadio totalmente colmado, ya que se logró vender la totalidad de las entradas para el evento a las pocas horas de salir a la venta, por lo que más de 20.000 espectadores pudieron concurrir.

Debido a la ubicación del estadio, se presentaron serias demoras en el acceso al mismo, afectando a su vez el tránsito de la ciudad.



Imagen 1.6. Fotografía del show de Marco Antonio Solís en el Estadio Centenario (Fuente: <https://www.diariochaco.com/content/bucket/4/554914w850h538c.jpg.webp>).

Festival Taragüí Rock (Corrientes)

El 10 y 11 de septiembre de 2022 se llevó a cabo el festival denominado "Taragüí Rock" en el corsódromo Nolo Alías, ubicado en la capital de Corrientes (ver Imagen 1.7).

Durante ambos días se presentaron diversos artistas en dos escenarios principales, lo que atrajo a una muy alta concurrencia de espectadores, superando el número de 10.000, produciendo demoras tanto en el acceso al predio como en la RN N°12 que conduce a dicho lugar.



Imagen 1.7. Fotografía tomada desde el escenario durante el primer día del festival Taragüí Rock ubicado en el corsódromo Nolo Alías

(Fuente: <https://www.republicadecorrientes.com/content/bucket/5/34055w770h513c.jpg.webp>).

Show de La Renga (Corrientes)

El sábado 7 de octubre de 2022 la banda argentina conocida como "La Renga", en el marco de su gira nacional, realizó uno de sus conciertos en el estadio "José Antonio Romero Feris" perteneciente al club Huracán, en la ciudad de Corrientes (ver Imagen 1.8). Al show concurrieron espectadores de distintas provincias del Nordeste Argentino como Chaco, Corrientes, Formosa y Misiones e inclusive tuvo espectadores provenientes de Paraguay.

Con la totalidad de las entradas vendidas al concierto asistieron más de 15.000 personas, produciéndose grandes inconvenientes en el acceso vehicular, con serias demoras y colapsos en el tránsito de las zonas aledañas al estadio.

Una de las principales quejas en cuanto al evento fue la poca cantidad de entradas disponibles en comparación a la demanda del público que atrae dicha banda.



Imagen 1.8. Fotografía tomada por Edgar Aguirre durante el concierto de "La Renga", en el Estadio José Antonio Romero Feris (Fuente: <https://mascontenidos.net/contenido/29976/fotos-y-videos-huracanazo-de-la-renga-en-corrientes#&gid=1&pid=1>).

Eventos deportivos multitudinarios

En cuanto a eventos deportivos existen registros de la realización de partidos de fútbol por Copa Argentina con gran concurrencia de espectadores de distintos sectores del país, realizados en el estadio Centenario perteneciente al Club Sarmiento, ubicado en Resistencia. El registro más reciente que se tiene de esto se trata del partido disputado por 32avos de final entre los equipos Club Atlético Boca Juniors de Buenos Aires y el Club Olimpo de Bahía Blanca, donde el partido se realizó con la totalidad de las tribunas ocupadas (ver Imagen 1.9).



Imagen 1.9. Fotografía del equipo de Boca Juniors en el estadio Centenario ubicado en la ciudad de Resistencia (2022) (Fuente: <https://www.elgrafico.com.ar/articulo/1054/62994/boca-vencio-a-olimpico-por-2-1-y-avanzo-en-copa-argentina>).

También se cuenta con el registro de partidos amistosos internacionales de rugby que se disputaron en el estadio Centenario en Resistencia. El último encuentro llevado a cabo en el mismo fue en 2018 en el cual participaron la selección Argentina conocida como “Los Pumas” y la de Escocia (ver Imagen 1.10).



Imagen 1.10. Fotografía tomada durante el encuentro entre Argentina y Escocia disputado en el estadio Centenario, ciudad de Resistencia (2018) (Fuente: <https://www.chacodiapordia.com/2018/06/23/los-pumas-y-una-triste-actuacion-en-resistencia-perdieron-44-15/>).

Tabla 1.1 Resumen de eventos analizados. (Fuente: elaboración propia.)

Evento	Lugar de realización	Cantidad de espectadores
Festival chaco joven	Estadio Centenario (Resistencia) y Centro Ferichaco (Saenz Peña)	>75.000
Recital de Marco Antonio Solis	Estadio Centenario (Resistencia)	>20.000
Festival Taragüí Rock	Corsodromo Nolo Alias (Corrientes)	>10.000
Recital de La Renga	Estadio Jose Antonio Romero Feris (Corrientes)	>20.000
Partido de fútbol: Boca - Olimpo	Estadio Centenario (Resistencia)	>20.000
Partido de rugby: Argentina -Escocia	Estadio Centenario (Resistencia)	>20.000

1.4 Conclusión y justificación del estadio

Podemos observar así que, si bien la ciudad de Corrientes cuenta con estadios de fútbol, estos no poseen instalaciones ni envergadura necesaria para poder llevar a cabo eventos multitudinarios ya sean deportivos o culturales.

Debido a esta falta de ofertas, la provincia se ve imposibilitada de abarcar cómodamente eventos de gran concurrencia como, por ejemplo, partidos de fútbol de Copa Argentina, partidos internacionales de la selección de rugby, recitales de artistas nacionales e internacionales y otros acontecimientos de similares características.

Otro factor para justificar la implementación del mismo es la lejanía con el estadio más cercano ubicado dentro de la República Argentina, que supere la capacidad de 25.000 espectadores, siendo este el estadio "Madre de ciudades" situado en la ciudad de Santiago del Estero a más de 500 km de distancia (ver Figura 1.2).

Por una parte, se toma como referencia el valor de 25.000 espectadores correspondiente al estadio "Centenario" por ser el de mayor envergadura en la región del Nordeste y, por otro lado, el estadio "Madre de Ciudades" ya que es el más cercano que cumple con las normas FIFA, CONMEBOL y AFA.

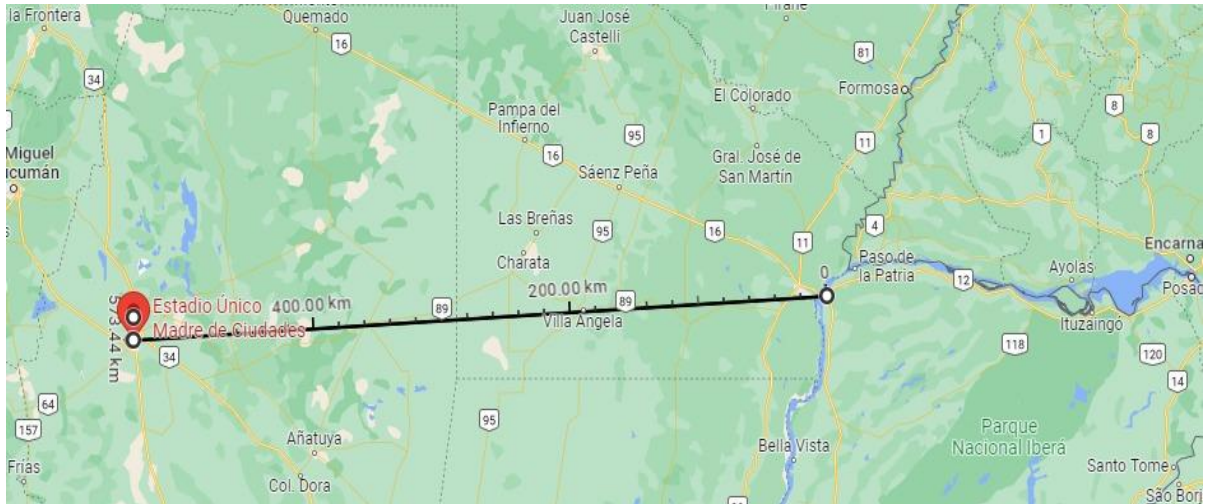


Figura 1.2. Distancia al estadio “Madre de ciudades” (Fuente: Google Maps, 2023).

Cabe destacar que la construcción del estadio también contará con diversos atractivos turísticos como restaurante, museo, quinchos de usos múltiples, entre otros, lo que permitiría el uso del mismo a lo largo de todo el año.

Finalmente es importante resaltar que la construcción de un estadio que sea atractivo y que cuente con la capacidad e instalaciones necesarias llevaría a competir con los demás estadios nacionales en cuanto a la realización de los eventos ya mencionados, lo que permitiría aumentar el polo turístico generando beneficios para la región.

1.5 Análisis funcional, estético y constructivo

En arquitectura, un modelo se define como un edificio arquetípico que sirve como guía de inspiración para crear una obra nueva. En función de lo expuesto anteriormente se procede a realizar el análisis de distintos modelos de estadios de fútbol existentes.

Se analizan modelos a nivel regional, nacional e internacional para conocer el estado del arte en las construcciones de los mismos, las instalaciones y los demás requerimientos necesarios que debe poseer un estadio para cumplir con las necesidades para la realización de eventos tanto deportivos como culturales.

Estadios en la ciudad de Resistencia, Chaco

Estadio Centenario



Imagen 1.11. Estadio Centenario (Fuente <https://www.estadiosdeargentina.com.ar/cancha-de-sarmiento-de-resistencia/>).

- **Ubicación:** av. Alvear 1977, Resistencia, Chaco.
- **Dimensiones:** el predio cuenta con superficie de 95.000 m² (ver Imagen 1.12), el campo de juego con superficie de 7.140 m² (68 m x 105 m).

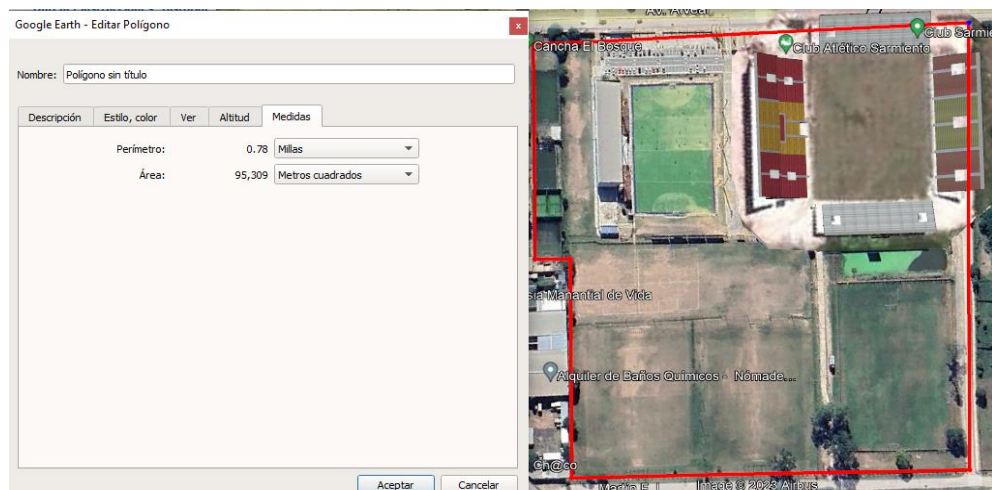


Imagen 1.12. Superficie del predio del Club Sarmiento (Fuente: elaboración propia).

- **Capacidad:** 25.000 espectadores.
 - Platea Norte Baja: 4.000 personas.
 - Platea Norte Alta: 2.000 personas.
 - Platea Sur: 4.000 personas.
 - Popular Local: 7.500 personas.
 - Popular Visitante: 7.500 personas.
- **Método constructivo:** estructura prefabricada de hormigón armado (ver Imagen 1.13).



Imagen 1.13. Construcción del Estadio Centenario

(Fuente: <https://www.skyscrapercity.com/threads/resistencia-nuevo-estadio-del-club-sarmiento.965246/>).

- **Instalaciones:**
 - Cancha de hockey de césped sintético profesional.
 - Estacionamiento para vehículos.
 - Vestuarios.
 - Gimnasio de alta complejidad.
 - Restaurante.
 - Cuadrilátero de boxeo.
 - Salón de mercadotecnia.
 - Oficinas administrativas.
 - Área de prensa.
 - Cabinas de transmisión TV/Radio.
 - Enfermería.

- **Accesos al estadio:** se accede por la av. Alvear, Marconi, la av. Mac Lean y la RN N°11. El estadio cuenta con 5 puertas de entradas las cuales son (ver Imagen 1.14).
 - Puerta 1: Platea Rural.
 - Puerta 2: Popular "B".
 - Puerta 3: Popular "A".
 - Puerta 4: Platea baja.
 - Puerta 5: Platea alta.



Imagen 1.14. Accesos al estadio Centenario (Fuente: elaboración propia).

- **Relación con el entorno:** el estadio se encuentra emplazado en el barrio Villa Alta, limitando al noreste con la RN N°11 y al sur con la av. Mac lean. Este se encuentra en una zona residencial, lo que presenta una desventaja los días de eventos debido a los problemas de tráfico que generan los operativos de seguridad e ingreso al estadio. Dentro de las ventajas se puede detallar que los distintos servicios de transporte público facilitan la llegada al mismo, pero también es posible hacerlo con vehículos particulares o a pie. En lo que se refiere a servicios públicos como policía, a 400 metros se encuentra la comisaría Undécima de la ciudad de Resistencia.

Estadio Juan Alberto García.



Imagen 1.15. Estadio Juan Alberto García (Fuente: <https://ar.pinterest.com/pin/849280442208136181/>).

- **Ubicación:** av. 9 de julio 2222, Resistencia, Chaco.
- **Dimensiones:** el predio cuenta con una superficie de 24.000 m² (ver Imagen 1.16), el campo de juego con una superficie de 7.140 m² (68 m x 105 m).

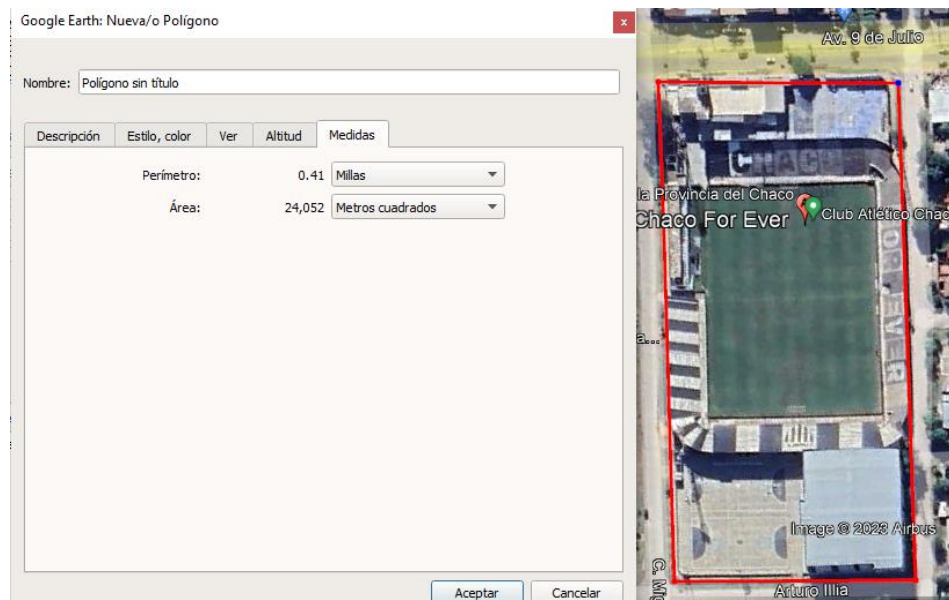


Imagen 1.16. Superficie del predio Club Chaco For Ever (Fuente: Google Earth).

- **Capacidad:** 25.000 espectadores.
- **Método constructivo:** estructura de hormigón prefabricado.
- **Instalaciones:**
 - Microestadio cubierto con capacidad para 3.300 personas.
 - Canchas auxiliares de piso de cemento.
 - Vestuarios.
 - Gimnasio.
 - Oficinas administrativas.
 - Área de prensa.
 - Cabinas de transmisión TV/Radio.
 - Enfermería.
- **Accesos al estadio:** se accede por la av. 9 de Julio y las calles 14, 15 y Arturo Illia (ver Imagen 1.17).



Imagen 1.17. Accesos al estadio Juan Alberto García (Fuente: elaboración propia).

- **Relación con el entorno:** el estadio se encuentra emplazado en el barrio Villa San Juan, limitando al este con la av. 9 de julio y al norte con la av. Chaco. El mismo se encuentra rodeado por un barrio de viviendas, lo que presenta una desventaja los días de eventos debido a los problemas de tráfico que generan los operativos de seguridad e ingreso al estadio, además, otra desventaja es que el estadio no cuenta con estacionamiento propio.

En los aspectos positivos se puede mencionar que posee a una distancia de 1 km varios hospitales y clínicas, y a su vez, se encuentra rodeado con varios comercios de distinta índole. Los diversos servicios de transporte público dentro de la ciudad facilitan la llegada al mismo, pero también es posible hacerlo con vehículos particulares o a pie.

Estadios en la ciudad de Corrientes, Corrientes

Estadio José Antonio Romero Feris



Imagen 1.18. Estadio José Antonio Romero Feris (Fuente: <https://www.estadiosdeargentina.com.ar/cancha-de-huracan-corrientes/>).

- **Ubicación:** terreno delimitado por las avenidas Maipú y Sarmiento, y las calles teniente Ibáñez y Aviador Correa Fernández.
- **Dimensiones:** el predio cuenta con una superficie de 26.251 m² (ver Imagen 1.19), el campo de juego posee una superficie de 7.929 m².

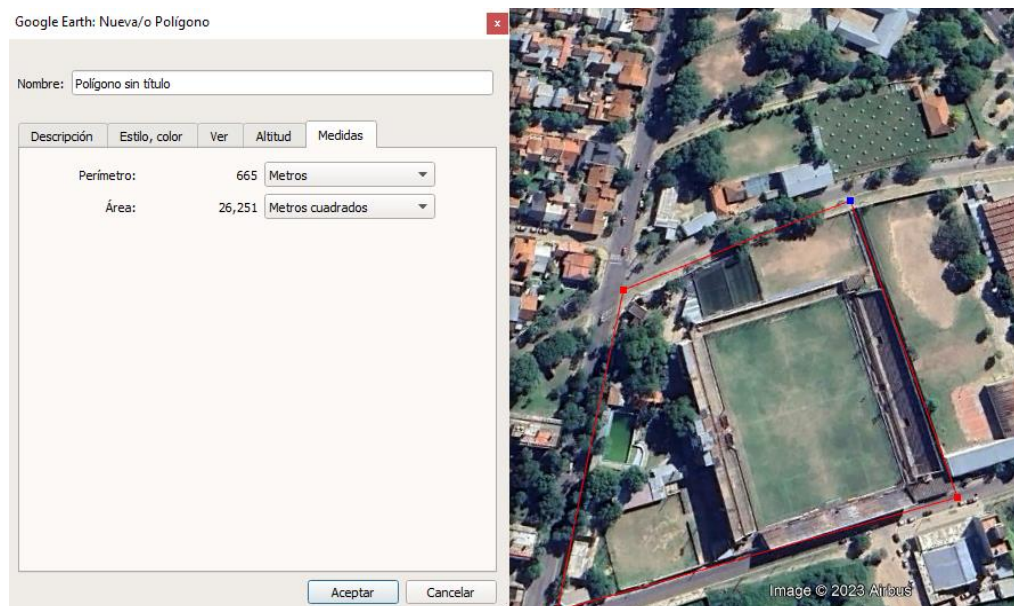


Imagen 1.19. Superficie del predio estadio José Antonio Romero Feris (Fuente: Google Earth).

- **Capacidad:** el estadio cuenta con espacio suficiente para 15.700 personas.
- **Método constructivo:** las bases, vigas y columnas fueron elaboradas de manera in situ, pero para las tribunas se utilizaron elementos prefabricados de hormigón armado (ver Imagen 1.20).



Imagen 1.20. Estructura del estadio José Antonio Romero Feris (Fuente: Google Maps).

- **Instalaciones:**

- Pileta de uso recreativo.
- Gimnasio.
- Baños.
- Bar.
- Escuela de fútbol.
- Complejo fútbol 5.
- Parrillas.
- Vestuario.
- Boletería.
- Locales comerciales.
- Barbería.

- **Accesos al estadio:** se accede por la av. teniente Ibáñez, la calle aviador Correa Fernández y por la av. Sarmiento (ver Imagen 1.21).

- Acceso A: platea.
- Acceso B: platea.
- Acceso C: popular.
- Acceso D: popular.
- Acceso para servicios de emergencia.



Imagen 1.21. Accesos al estadio José Antonio Romero Feris (Fuente: elaboración propia).

- **Relación con el entorno:** el estadio se encuentra emplazado en el barrio Berón de Astrada, en el terreno delimitado por las avenidas Sarmiento y teniente Ibáñez, y la calle Aviador Correa Fernández, a tan solo 11 km del aeropuerto internacional Doctor Fernando Piragine Niveyro.

Dentro de los aspectos positivos se puede destacar que se sitúa a 700 m del microcentro de la ciudad, en donde se hallan diversos servicios hoteleros, comercios, ofertas gastronómicas, etc. Otro punto favorable es que a 600 m se encuentra la comisaría 3ra de Corrientes y a 100 m se cuenta con la clínica sagrado corazón, lo cual es una ventaja a la hora de accionar rápidamente frente a cualquier tipo de accidente o disturbio que pueda producirse.

En cuanto a los aspectos negativos se observa que el mismo está rodeado por un barrio residencial, lo cual ocasiona molestias en la comunidad vecinal los días de eventos debido a los ruidos y, por otro lado, al no contar con playas de estacionamiento exclusivas genera que los conductores estacionen en las calles aledañas al predio, quedando los mismos a merced de la inseguridad.

Los distintos servicios de transporte público dentro de la ciudad facilitan la llegada al mismo, pero también es posible hacerlo con vehículos particulares o a pie.

Estadio Leoncio Benítez



Imagen 1.22. Estadio "Leoncio Benítez" - Club Atlético Boca Unidos

(Fuente: <https://www.estadiosdeargentina.com.ar/wp-content/uploads/2014/10/cancha-boca-unidos02-1.jpg>).

- **Ubicación:** se encuentra emplazado en el barrio 17 de agosto de Corrientes, en la calle Trento 2154.
- **Dimensiones:** el predio en el que se ubica, consta de una superficie de 70.041 m² (ver Imagen 1.23), mientras que el campo de juego consta de una superficie de 7.875 m² donde 105 metros corresponden al largo y 75 metros al ancho.

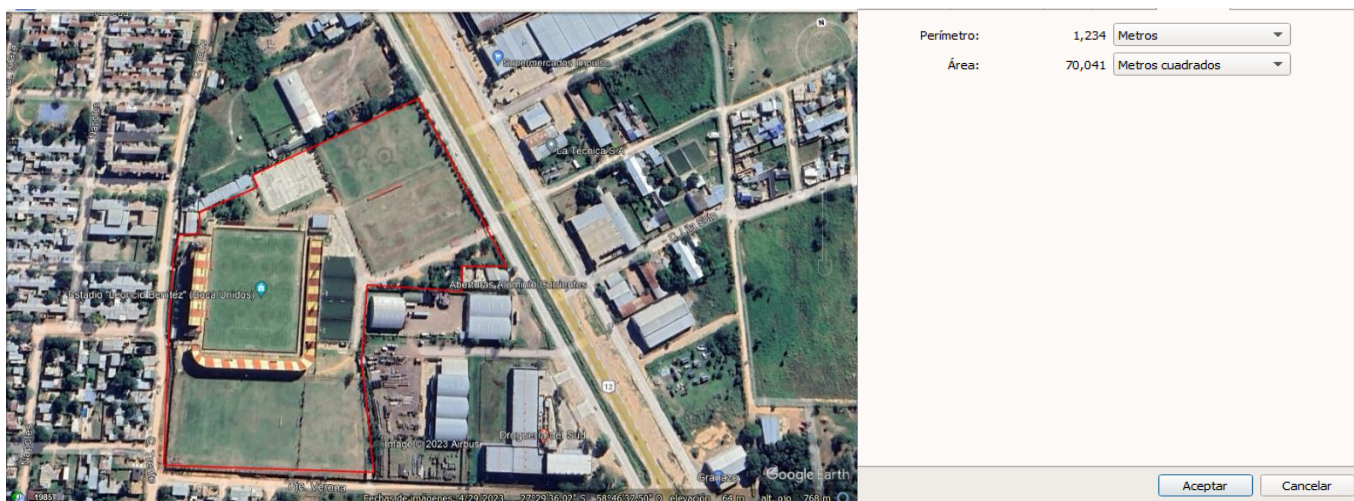


Imagen 1.23. Superficie correspondiente al predio donde se emplaza el estadio "Leoncio Benítez" (Fuente: Google Earth 2023).

- **Capacidad:** la capacidad de las tribunas es para 18.000 espectadores.
- **Método Constructivo:** las gradas, vigas, columnas y losas de circulación fueron realizadas con hormigón armado prefabricado (ver Imagen 1.25), mientras que las fundaciones fueron realizadas con hormigón armado in situ (ver Imagen 1.26).



Imagen 1.25. Colocación de las vigas y columnas de hormigón armado prefabricado (Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=NqHU2Z_Lml4).



Imagen 1.26. Hormigonado in situ de las fundaciones (Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=NqHU2Z_Lml4).

- **Instalaciones:** el predio, además de la cancha principal de fútbol, consta de:
 - Cancha de fútbol 7.
 - 4 canchas de fútbol 5 con césped sintético.
 - Gimnasio.
 - Sala de kinesiología.
 - Utilería.

- Vestuarios.
 - Cantina.
 - Diversas oficinas para el trabajo de diferentes áreas del club.
 - Cabinas para transmisión de los partidos.
 - Estacionamiento.
- **Accesos al predio:** se puede acceder desde la colectora de la RN N°12, y también posee 2 accesos a través de portones ubicados en la calle Trento (ver Imagen 1.27).



Imagen 1.27. Accesos al estadio "Leoncio Benítez" (Fuente: elaboración propia).

- **Relación con el entorno:** el estadio se encuentra emplazado en las afueras del barrio 17 de agosto, limitando al noreste con la RN N°12. Un aspecto positivo que posee, en relación al entorno, es que cuenta con acceso al estadio por la colectora de la RN N°12, evitando que se produzcan serias demoras dentro de calles secundarias y del barrio aledaño, por otro lado, se puede destacar respecto a la ubicación del mismo es que se encuentra a tan solo 6,4 kilómetros del aeropuerto internacional "Doctor Fernando Piragine Niveyro".

Dentro de los aspectos negativos se puede remarcar que el estadio se encuentra alejado de los diversos servicios hoteleros que ofrece la ciudad.

Si bien dentro de los aspectos positivos se destaca la existencia del acceso a través de la colectora de la RN N°12, un aspecto negativo a resaltar es la poca superficie de playa de estacionamiento con la que cuenta el predio, lo que produce que los autos estacionen a un costado de dicha colectora, perjudicando así el tránsito vehicular.

Al estadio se puede llegar por medio de vehículos particulares o bien utilizando transporte público a través de la línea 106 A de colectivo.

Estadios nacionales

Estadio Madre de Ciudades, Santiago del Estero, Santiago del Estero.



Imagen 1.28. Estadio Madre de Ciudades (Fuente: <https://www.goal.com/es-ar/noticias/estadio-unico-madre-de-ciudades-sede-de-la-final-de-la-supercopa-argentina-capacidad-historia-y-ubicacion/g0jaw332cjen16zbontwc7aqqj>).

- **Ubicación:** puente carretero 4300, Santiago del Estero, Santiago del Estero.
- **Dimensiones:** el predio cuenta con una superficie de 200.000 m² (ver Imagen 1.29), el campo de juego posee una superficie de 7.140 m² (68 m x 105 m).

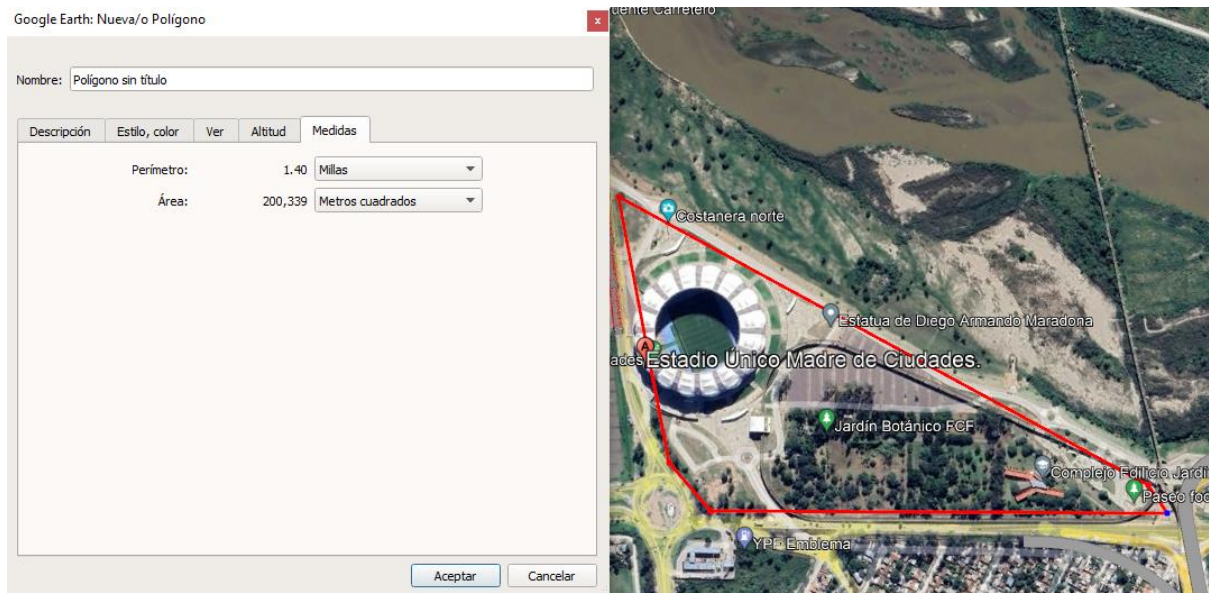


Imagen 1.29. Superficie del predio del Estadio Único Madre de ciudades (Fuente: Google Earth).

- **Capacidad:** 30.000 espectadores (expandible a 45.000 si se sacan las butacas).
- **Método constructivo:** estructura prefabricada de hormigón armado y estructura metálica para la cubierta (ver Imagen 1.30).



Imagen 1.30. Construcción del Estadio Madre de Ciudades (Fuente: <https://www.diariopanorama.com/noticia/318322/conoce-detalles-construccion-estadio-nico-santiago-estero>).

- **Instalaciones:**

- Restaurante.
- Estacionamiento para 460 vehículos.
- Museo.
- Área de prensa.
- Cabinas de Transmisión TV/Radio.
- Vestuarios.
- Enfermería.
- Oficinas administrativas.
- Gimnasio.

- **Accesos al estadio:** se accede al predio por el puente Carretero, la avenida Belgrano y la avenida Costanera Diego Armando Maradon, donde cada tribuna cuenta con 3 accesos (ver Imagen 1.31).



Imagen 1.31. Accesos al estadio Madre de Ciudades (Fuente: elaboración propia).

- **Relación con el entorno:** el estadio se encuentra emplazado entre los barrios Tarapaya y Río Dulce, limitando al norte con la av. Belgrano y al oeste con la av. Núñez del Prado, el mismo se encuentra relativamente separado de las zonas pobladas a través de avenidas o el río Dulce, lo que permite que los días de eventos no haya inconvenientes con el tráfico.

Otra ventaja que se puede mencionar es que cuenta con diversos servicios de hotelería en sus alrededores como así también clínicas y comisarías, la más cercana a 400 metros, además cuenta con la presencia del aeropuerto de Santiago del Estero a una distancia de 3 km, permitiendo de esta manera ser un punto de conexión cercano para la llegada de artistas como así también las distintas delegaciones deportivas.

Estadio Único de la Plata, La Plata, Buenos Aires.



Imagen 1.32. Estadio Único de la Plata (Fuente:<https://www.diarionorte.com/199780-el-estadio-unico-de-la-plata-se-llamara-diego-armando-maradona>).

- **Ubicación:** av. 25, B1900 La Plata, provincia de Buenos Aires
- **Dimensiones:** el predio cuenta con una superficie de 296.828 m² (ver Imagen 1.33), el campo de juego con una superficie de 7.350 m² (70 m x 105 m).

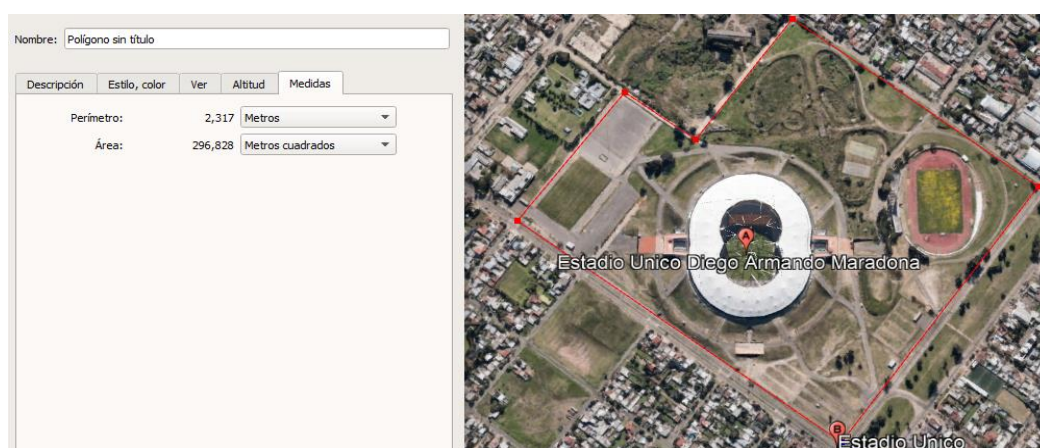


Imagen 1.33. Superficie del predio estadio único de La Plata (Fuente: Google Earth).

- **Capacidad:** el estadio cuenta con espacio suficiente para 53.000 espectadores (40.000 sentados y espacio para 13.000 parados).

- **Método constructivo:** a diferencia de la metodología constructiva tradicional, el estadio único de La Plata fue construido a partir de un gran movimiento de suelos, en donde se da la apariencia de que el mismo ingresa dentro del terreno.

Las tribunas y demás elementos estructurales fueron construidos a partir de hormigón elaborado in situ (ver Imagen 1.34). El estadio cuenta con una cubierta de estructura metálica y una membrana translúcida de fibra de vidrio y teflón, que desciende hasta tener contacto con el suelo, lo cual crea una única envolvente.



Imagen 1.34. Construcción del Estadio Único de La Plata (Fuente: <https://www.espacioyconfort.com.ar/arquitectura/unico-y-a-la-vanguardia.html>).

- **Instalaciones:**
 - Restaurante.
 - Baños.
 - Centro de educación física.
 - Cancha de rugby.
 - Cafetería.
 - Vestuarios.
 - Boleterías.
 - Sala de primeros auxilios/enfermería.
 - Circuito aeróbico.
 - Estacionamientos.
 - Helipuerto.
 - Área de prensa.
 - Sala de conferencias.
 - Sala de comunicaciones.
 - Gimnasio.

- Sala de masajes.
- Pileta.
- Oficinas administrativas.
- **Accesos al estadio:** el predio cuenta con 4 accesos (3 generales y 1 dedicado especialmente para jugadores y autoridades). Por otro lado, el estadio cuenta con 8 accesos (imagen 1.35), los cuales son:
 - Acceso A y B: platea Oeste.
 - Acceso E y F: platea Este.
 - Acceso C y D: general Norte.
 - Acceso G y H: general Sur.



Imagen 1.35. Accesos al estadio único de La Plata

(Fuente: <https://www.buenosaires123.com.ar/estadios/estadio-unico-de-la-plata.php>).

- **Relación con el entorno:** el estadio se encuentra emplazado en el barrio Tolosa, sobre la avenida 25 y la av. 32, a tan solo 13 km del aeropuerto de La Plata. Dentro de los aspectos positivos se puede destacar que se sitúa al lado del microcentro de la ciudad, en donde se hallan diversos servicios hoteleros, comercios, ofertas gastronómicas, etc., y además a 700 m se encuentra la comisaría N°11 de La Plata lo cual es una ventaja a la hora de accionar rápidamente frente a cualquier tipo de disturbio que pueda producirse. Por otro lado, al contar con grandes playas de estacionamiento exclusivas favorece a que los vehículos estén resguardados adecuadamente e impide que las calles cercanas al predio se vean saturadas por el aparcamiento de los mismos.

En cuanto a los aspectos negativos se observa que el mismo está rodeado por un barrio residencial, lo cual ocasiona molestias en la comunidad vecinal los días de eventos debido a los ruidos, al igual que también genera un atascamiento del tráfico en las inmediaciones del predio por causa de los vehículos que desean ingresar al mismo.

Estadio Mario Alberto Kempes (Córdoba)



Imagen 1.36. Estadio "Mario Alberto Kempes" - Ciudad de Córdoba
(Fuente: <https://www.astoriestructuras.com.ar/novedad/estadio-mario-alberto-kempes>).

- **Ubicación:** se encuentra ubicado en el barrio Chateau Carreras, sobre la av. Cárcano, en la ciudad de Córdoba (ver Imagen 1.36).
- **Dimensiones:** el predio en el que se ubica, consta de una superficie de 345.049 m² (ver Imagen 1.37), mientras que el campo de juego consta de una superficie de 7.420 m² donde 106 metros corresponden al largo y 70 metros al ancho.

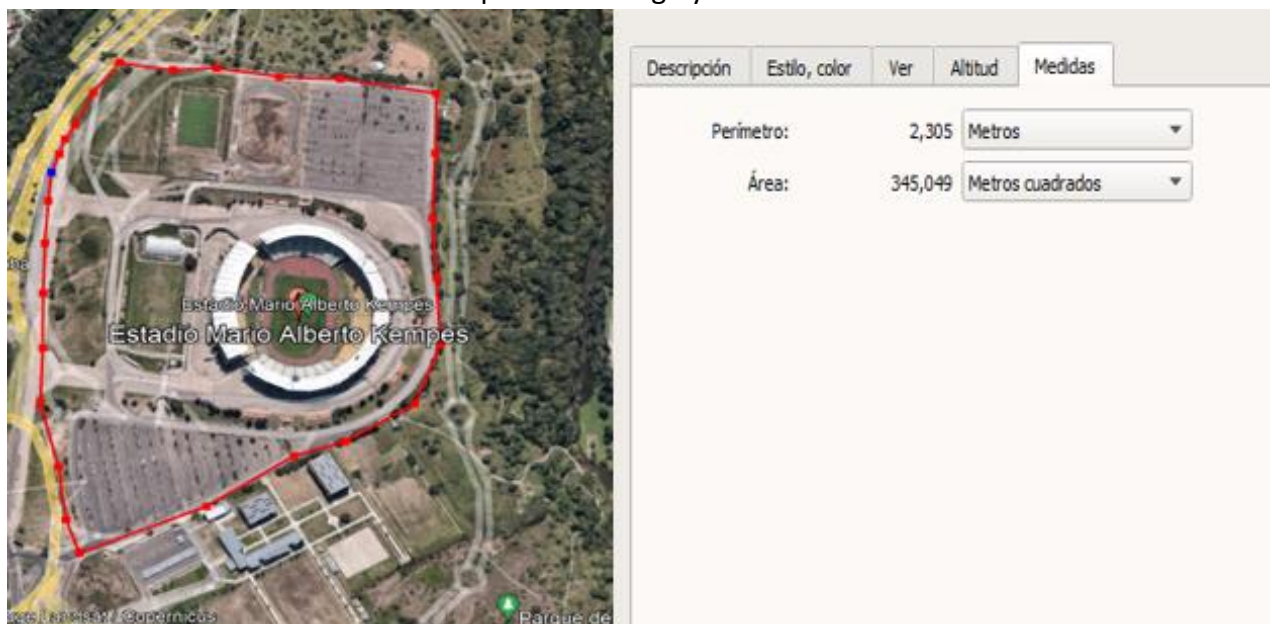


Imagen 1.37. Superficie correspondiente al predio donde se emplaza el estadio "Mario Alberto Kempes"
(Fuente: Google Earth 2023).

- **Capacidad:** la capacidad es de 57.000 espectadores sentados.
- **Método Constructivo:** las gradas, vigas, columnas y losas de circulación fueron realizadas con hormigón armado prefabricado (ver Imagen 1.38).



Imagen 1.38. Remodelación del estadio Mario Alberto Kempes (Fuente:<https://www.lavoz.com.ar/espacio-institucional/estadio-kempes-hito-de-la-ingenieria-cordobesa/>).

- **Instalaciones:** el predio, además de la cancha principal de fútbol, consta de:
 - Cancha complementaria de fútbol 11.
 - Natatorio: cuenta con una pileta descubierta y una pileta cubierta de 50 metros.
 - Gimnasio.
 - Sala de kinesiología.
 - Utilería.
 - Vestuarios.
 - Cabinas para transmisión de los partidos.
 - Cantina.
 - Centro de alto rendimiento.
 - Museo.
 - Cancha de Hockey.
 - Canchas de Tenis.
 - Estacionamiento.
- **Accesos al predio:**
 - Portón 1 para las tribunas "Artime".
 - Portón 2 para las tribunas "Ardiles".

- Portón 3 para las tribunas "Willington".
- Portón RM para las tribunas "Willington".
- Portón 4 para las tribunas "Gasparini".



Imagen 1.39. Imagen que muestra los accesos al estadio para el partido disputado entre River Plate y Estudiantes (BA) (Fuente:https://www.copaargentina.org/es/news/8915_Informacion-sobre-accesos-al-estadio-Mario-Alberto-Kempes-para-River-Estudiantes-BA-.html).

- **Relación con el entorno:** el estadio se encuentra emplazado en el barrio Chateau Carreras, a 10 kilómetros del centro de la ciudad de Córdoba. Dentro de los aspectos positivos que posee, es el de contar con acceso al mismo por la avenida Circunvalación de la RN N°A102, generando un tránsito mucho más fluido en el ingreso al predio, y además cuenta con grandes superficies de estacionamientos evitando que autos estacionen en las afueras de este.

Estadios internacionales

Estadio Defensores del Chaco, Asunción, Paraguay.



Imagen 1.40. Estadio Defensores del Chaco (Fuente: <https://www.versus.com.py/versus/2021/01/12/la-nueva-cara-del-defensores-del-chaco/>).

- **Ubicación:** mayor Martínez 1393, Asunción, Paraguay.
- **Dimensiones:** el predio cuenta con una superficie de 35.000 m² (ver Imagen 1.41), el campo de juego con una superficie de 7.140 m² (68 m x 105 m).



Imagen 1.41. Superficie del predio del Estadio Defensores del Chaco (Fuente: Google Earth).

- **Capacidad:** 44.164 espectadores.
- **Método constructivo:** estructura de hormigón elaborado in situ.
- **Instalaciones:**
 - Vestuarios.
 - Área de prensa.
 - Cabinas de transmisión TV/Radio.
 - Enfermería.
 - Estacionamiento.
 - Oficinas administrativas.
 - Museo del fútbol paraguayo.
- **Accesos al estadio:** se accede por las calles Orihuela, Antonio Ruiz de Arellano, Juan Díaz de Solís, Mayor José de Jesús Martínez (ver Imagen 1.42).



Imagen 1.42. Accesos al estadio Defensores del Chaco (Fuente: elaboración propia).

- **Relación con el entorno:** el estadio se encuentra emplazado en el barrio Sajonia, limitando al norte con la Av. Carlos Antonio López y al sur con la av. Juan León Mallorquin encontrándose rodeado por un barrio de viviendas, lo que presenta una desventaja los días de eventos debido a los problemas de tráfico que generan los operativos de seguridad e ingreso al estadio, sumándose de que el mismo no cuenta con estacionamiento propio.

En lo que se refiere a los aspectos positivos se puede mencionar que a 300 m se encuentra la comisaría 2da de Asunción y además cuenta con 2 sanatorios ubicados a menos de 800 m, en caso de que sea necesario el traslado de espectadores a dichos lugares.

Los distintos servicios de transporte público dentro de la ciudad facilitan la llegada al mismo, pero también es posible hacerlo con vehículos particulares o a pie.

Estadio Itaipava Arena Pernambuco



Imagen 1.43. Estadio Itaipava Arena Pernambuco

(Fuente: http://stadiumdb.com/news/2014/02/nomination_itaipava_arena_pernambuco).

- **Ubicación:** av. Deus É Fiel 1-Penedo, São Lourenço da Mata, Recife, Pernambuco, Brasil.
- **Dimensiones:** el predio cuenta con una superficie de 270.000 m² (ver Imagen 1.44), el campo de juego con una superficie de 7.144 m² (68 m x 105 m).

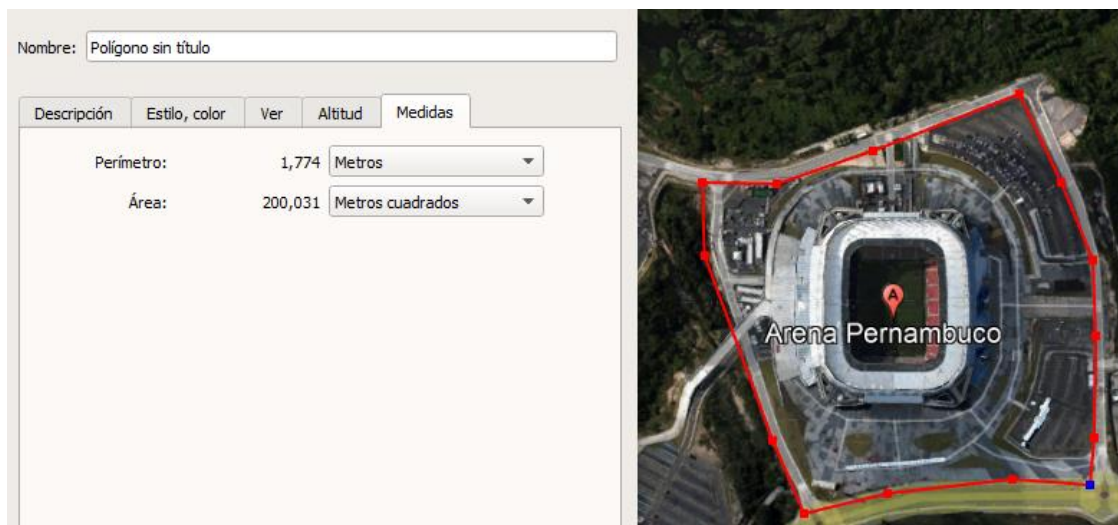


Imagen 1.44. Superficie del predio del Estadio Itaipava Arena Pernambuco (Fuente: Google Earth).

- **Capacidad:** el estadio cuenta con espacio suficiente para 45.250 espectadores.
- **Método constructivo:** en el estadio de Pernambuco tanto para las tribunas como la estructura, se utilizaron elementos prefabricados de hormigón armado (ver Imagen 1.45), y además cuenta con una cubierta de estructura metálica revestida con ETFE FILM Flúor, el cual es un material térmico y acústico que proporciona una mayor comodidad y experiencia a los espectadores.



Imagen 1.45. Construcción del Estadio Itaipava Arena Pernambuco (Fuente: <https://civilizacaoengenhaira.wordpress.com/2012/11/05/pre-fabricado-faz-arenas-da-copa-virarem-realidade/>).

- **Instalaciones:**

- o Restaurante y zona de comida.
- o Cabinas para personas con discapacidades.
- o Baños.
- o Zona VIP.
- o Recibidor.
- o Cocina.
- o Vestuarios.
- o Boleterías.
- o Departamento médico.
- o Estacionamientos al aire libre.
- o Estacionamientos cubiertos.
- o Áreas técnicas.
- o Depósitos.
- o Área de monitoreo y seguridad.
- o Área de jugadores.
- o Áreas de relajación.

- o Área de prensa.
 - o Sala de conferencias y comunicaciones.
 - o Zona de medios audiovisuales.
 - o Gimnasio.
 - o Sala de masajes.
 - o Piscinas.
 - o Oficinas administrativas.
- **Accesos al estadio:** el predio cuenta con 8 accesos (ver Imagen 1.46) a través de los cuales se puede ingresar de manera peatonal o por medio de vehículos, los cuales son:
 - o Acceso B y P: tribuna Norte inferior.
 - o Acceso S y R: tribuna Norte superior.
 - o Acceso E y L: tribuna Sur inferior.
 - o Acceso G, H, I y J: tribuna Sur superior.
 - o Acceso C y D: tribuna Oeste superior.
 - o Acceso A y F: tribuna Oeste inferior.
 - o Acceso K y Q: tribuna Este inferior.
 - o Acceso M, N y O: tribuna Este superior.



Imagen 1.46. Accesos al estadio único de La Plata (Fuente: <https://ge.globo.com/futebol/copa-das-confederacoes/noticia/2013/06/fifa-culpa-erro-de-impressao-por-setor-inexistente-na-arena-pernambuco.html>).

- **Relación con el entorno:** el estadio se encuentra emplazado en el distrito Penedo, en las inmediaciones de la autopista 408 sobre el ramal Arena Pernambuco, a tan solo 23 km del aeropuerto internacional de Recife.

Dentro de los aspectos negativos se puede destacar que se sitúa alejado de los centros urbanos, en donde se hallan diversos servicios hoteleros, comercios, ofertas gastronómicas, etc. Otra observación es que no se encuentran estaciones de policía ni centros de atención médica cercanos, lo cual es una desventaja a la hora de actuar rápidamente frente a posibles disturbios o accidentes.

Dentro de los aspectos positivos se observa que cuenta con grandes playas de estacionamiento exclusivas para los espectadores, por lo cual los vehículos están resguardados adecuadamente e impide que las calles cercanas al predio se vean saturadas por el aparcamiento de los mismos. Por otro lado, al no estar rodeado por un barrio residencial, no ocasiona molestias en la comunidad vecinal los días de eventos debido a los ruidos.

Estadio Centenario (Montevideo, Uruguay)



Imagen 1.47. Vista aérea del estadio centenario ubicado en Montevideo, Uruguay
(Fuente: <https://www.auf.org.uy/se-cumplen-93-anos-de-la-inauguracion-del-estadio-centenario/>).

- **Ubicación:** el estadio se encuentra emplazado en la avenida Federico Vidiella en el barrio Parque Batlle de la ciudad de Montevideo Uruguay (ver Imagen 1.47).
- **Dimensiones:** el predio en el que se ubica, consta de una superficie de 125.468 m² (ver Imagen 1.48), mientras que el campo de juego consta de una superficie de 7.140 m² donde 105 metros corresponden al largo y 68 metros al ancho.



Imagen 1.48. Superficie del predio donde se encuentra emplazado el estadio "Centenario" (Fuente: elaboración propia).

- **Capacidad:** la capacidad es de 60.235 espectadores.
- **Método Constructivo:** la totalidad del estadio fue construido utilizando hormigón armado (ver Imagen 1.49).



Imagen 1.49. Construcción del estadio "Centenario"

(Fuente: <https://www.elobservador.com.uy/nota/primeros-mundiales-bicicletas-empantanadas-y-un-papa-las-memorias-del-estadio-centenario-2019102816460>).

- **Instalaciones:** el predio, además de la cancha principal de fútbol, consta de:
 - 3 canchas complementarias de fútbol 7.
 - Museo de fútbol uruguayo.
 - Seccional policía N°9.
 - Escuela N°100.
 - Clínica deportiva.
 - Sala de kinesiología.
 - Utilería.
 - Vestuarios.
 - Cabinas para transmisión de los partidos.
 - Cantina.
- **Accesos al predio:**
 - Tribuna Olímpica: Puerta 12 – 13 – 14 y 15.
 - Tribuna América: Puerta 1 – 3 y 24.
 - Tribuna Ámsterdam: Puerta 4 – 6 – 9 y 10.
 - Tribuna Colombres: Puertas 17 – 18 – 20 y 23.

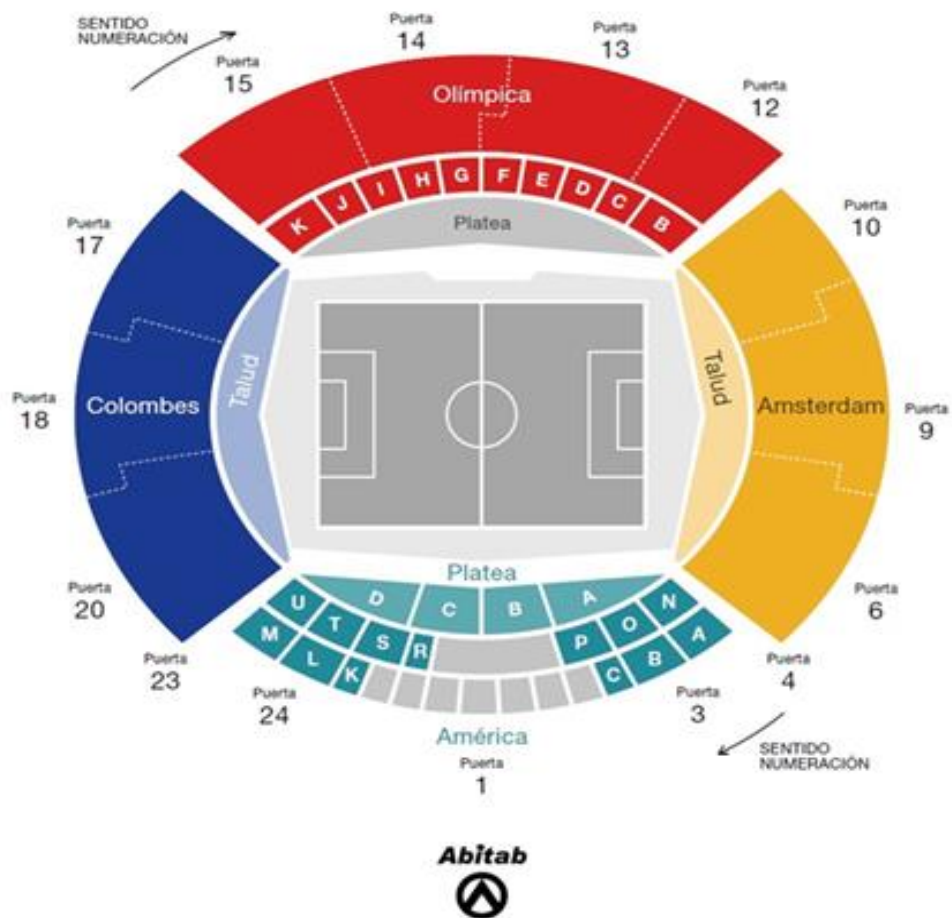


Imagen 1.50. Plano con accesos al estadio "Centenario"

(Fuente: <https://www.facebook.com/59004171207/photos/tribuna-america-puerta-3-para-ma%C3%B1ana-jueves-entradas-en-redpagos-o-mismo-en-el-e/10154737578416208/>).

- **Relación con el entorno:** el predio donde se ubica el estadio se encuentra emplazado dentro del Parque de los Aliados ubicado en el barrio Battle, en una zona céntrica de la ciudad rodeado por distintas avenidas que permiten llegar a él. Por otro lado, posee un emplazamiento estratégico dentro de la ciudad, ya que se ubica en una zona hospitalaria y residencial, en pleno centro de Montevideo y a 13 kilómetros del aeropuerto nacional de Carrasco, además, se encuentra cercano a diversos sitios que contienen servicios hoteleros, comerciales y con fácil acceso al transporte público.

Dentro de los grandes aspectos negativos que podemos destacar es que el predio donde se ubica el estadio cuenta con muy poca superficie destinada a playas de estacionamiento lo que provoca que los días en que se realizan eventos, los automóviles estacionen en diferentes calles aledañas, quedando así a merced de cualquier tipo de siniestros.

Debido a su ubicación dentro de la ciudad, las formas de acceso al Estadio Centenario son diversas, ya que se puede llegar en vehículo particular, y al estar en una zona céntrica se puede acceder a través transporte público utilizando el servicio de distintas líneas de colectivos.

Capítulo 2 - Análisis de reglamentos

2.1. Estudio de normativas

En el presente capítulo se estudia en detalle y se citan las diversas normativas de distintos organismos tales como FIFA, CONMEBOL y AFA, para este tipo de construcciones y también se tuvieron en cuenta la reglamentación del organismo WORLD RUGBY en lo que refiere a las dimensiones del terreno de juego, correspondiente al deporte rugby debido a la posibilidad de albergar partidos de este deporte.

2.1.1 Relacionados con la ubicación del estadio

Según FIFA

El estadio deberá estar situado en un lugar suficientemente amplio que permita contar con espaciosas y seguras áreas externas de circulación, además deberá poseer el espacio necesario para los vehículos y las funciones de servicio por lo que un terreno que tenga una superficie de 18 a 24 hectáreas es ideal para partidos de la Copa Mundial de la FIFA, dependiendo de la fase del torneo en la que se prevé usar el estadio.

Un estadio que desea albergar eventos internacionales será más atractivo para los organizadores si se encuentra a una distancia cómoda de hoteles y de atractivas zonas comerciales, así como un aeropuerto internacional.

La ubicación ideal sería probablemente un lugar amplio con buenas conexiones de transporte público, enlaces a carreteras principales y autopistas, así como con estacionamientos que podrían utilizar otras personas cuando no se juegan partidos.

Según CONMEBOL

Los estadios designados por cada club deberán estar ubicados en un eje no superior a 150 km del aeropuerto internacional operativo más cercano, a fin de garantizar que los equipos rivales puedan llegar de forma directa a la sede del partido por vía aérea, ya sea en vuelos comerciales o vuelos privados.

2.1.2 Relacionadas con el terreno de juego

Según FIFA

El terreno de juego debe contar con las siguientes medidas mínimas y máximas (ver Figura 2.1)

- Longitud máxima: 120 m.
- Longitud mínima: 90 m.
- Ancho mínimo: 45 m.
- Ancho máximo: 90 m.

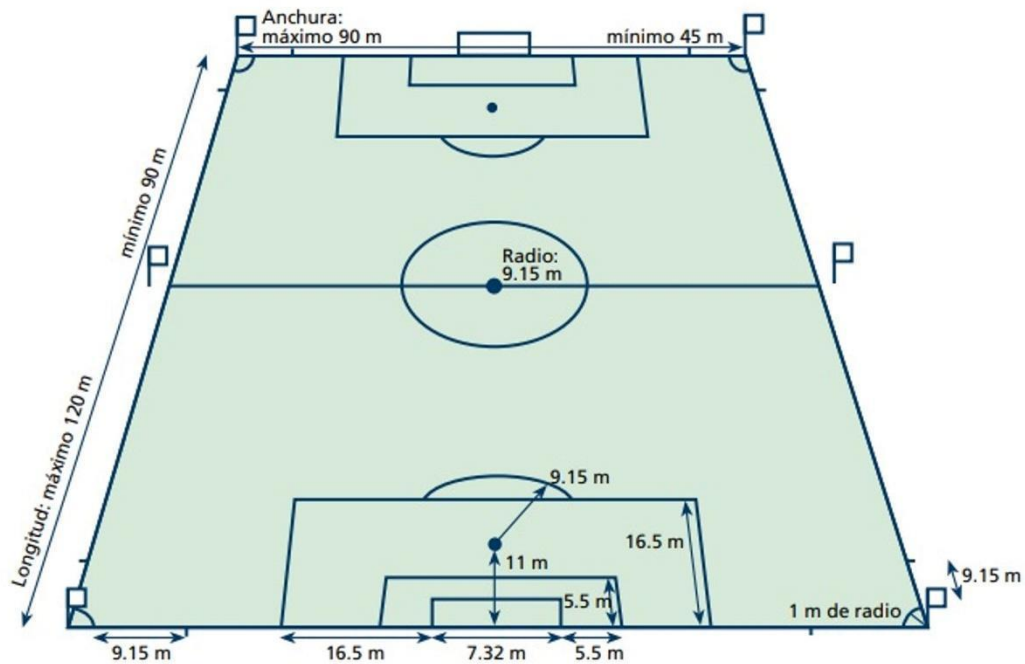


Figura 2.1. Dimensiones reglamentarias mínimas y máximas del terreno de juego
(Fuente: <https://www.goal.com/es-ar/noticias/cuanto-mide-una-cancha-de-futbol-medidas-reglamentarias-minimas-y-maximas/kwgcc1zerb7v19glf2ia8ug7r>).

Finalmente, el valor recomendado por la FIFA para las medidas del terreno de juego es de 105 metros de longitud y 65 metros de ancho, el cual es obligatorio en caso de querer disputarse partidos de mundiales y finales de confederaciones (ver Figura 2.2).

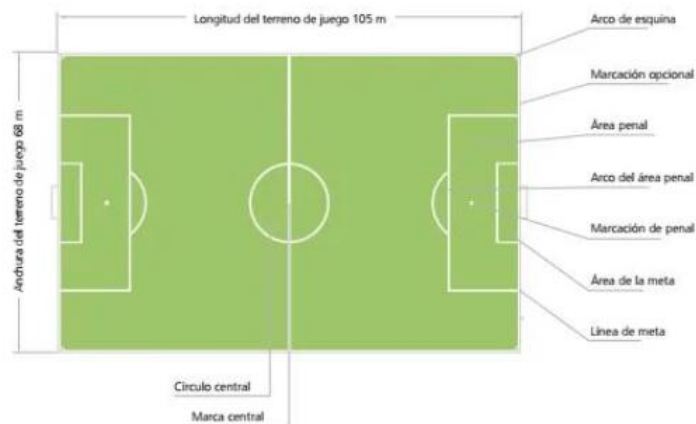


Figura 2.2. Dimensiones recomendadas por la FIFA para el terreno de juego (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

Área auxiliar

Además del terreno de juego, se requiere un área llana alrededor del mismo, preferentemente detrás del sector de los arcos, permitiendo el precalentamiento de los jugadores y la circulación del personal auxiliar.

- A los costados: 8,5 m.
- En los extremos: 10 m.

Vallas publicitarias alrededor del campo de juego

Las distancias mínimas entre las líneas de demarcación del campo y las bandas publicitarias deben ser de:

- A las líneas de banda: 5 m.
- Detrás de las metas: 5 m, con posibilidad de hacer un ángulo hacia los banderines de esquinas hasta un mínimo de 3 m.

Estas vallas no deberán ubicarse en lugares que constituyan peligro para los jugadores, árbitros y otras personas, y, además no deben obstruir el paso de los espectadores al interior de la zona de juego en caso de una emergencia, ni tampoco obstruir la visual de las personas en el área técnica.

De esta manera, las dimensiones recomendadas del terreno de juego junto con el área auxiliar (ver Figura 2.3) serán de:

- Longitud: 125 m.
- Ancho: 85 m.



Figura 2.3. Dimensiones recomendadas del terreno de juego más área auxiliar (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

Banco de suplentes y área técnica

Deberá haber 2 bancos a ambos lados de la línea central, paralelos a la línea de banda y a una distancia de cinco metros del terreno de juego (ver Figura 2.4).

La distancia mínima del punto más cercano de cada banco a la intersección entre la línea media del campo y la de banda deberá ser de 5 metros, en donde ambos bancos deberán hallarse equidistantes de ambas.

Cada banco deberá contar con respaldo y ofrecer lugar para 23 personas sentadas (ver Figura 2.5) en partidos internacionales, además, deberán hallarse a nivel de terreno de juego sin obstruir la vista de los espectadores.



Figura 2.4. Medidas reglamentarias del banco de suplente y área técnica (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

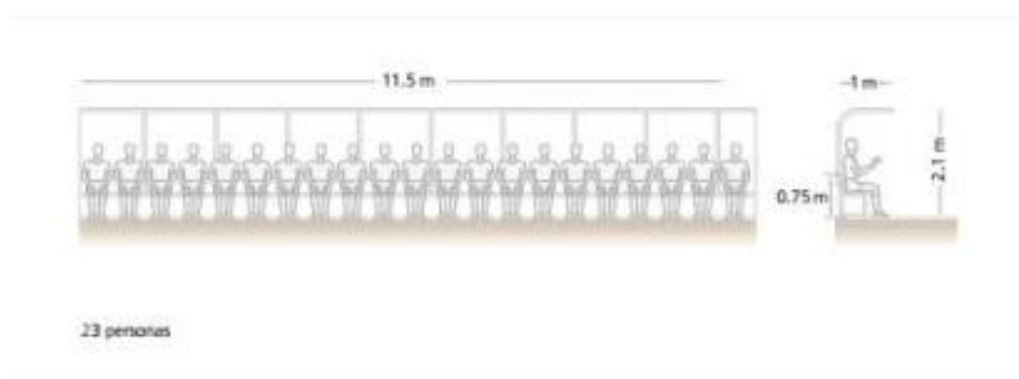


Figura 2.5. Medidas recomendadas de banco de suplentes (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

Orientación del terreno de juego

Se deberá prestar suma atención al ángulo de ubicación del terreno de juego en relación con el sol y a las condiciones climáticas del lugar. Los participantes, los espectadores y los representantes de los medios informativos deberán estar protegidos de la mejor manera posible de los rayos solares, pero se deberá considerar también el efecto que el techo del estadio pueda tener sobre el terreno de juego, ya que, si el campo es de césped natural, es indispensable que haya suficiente luz y aire para el buen crecimiento de la grama.

Se considera ideal una orientación norte-sur del campo de juego (ver Figura N°2.6).

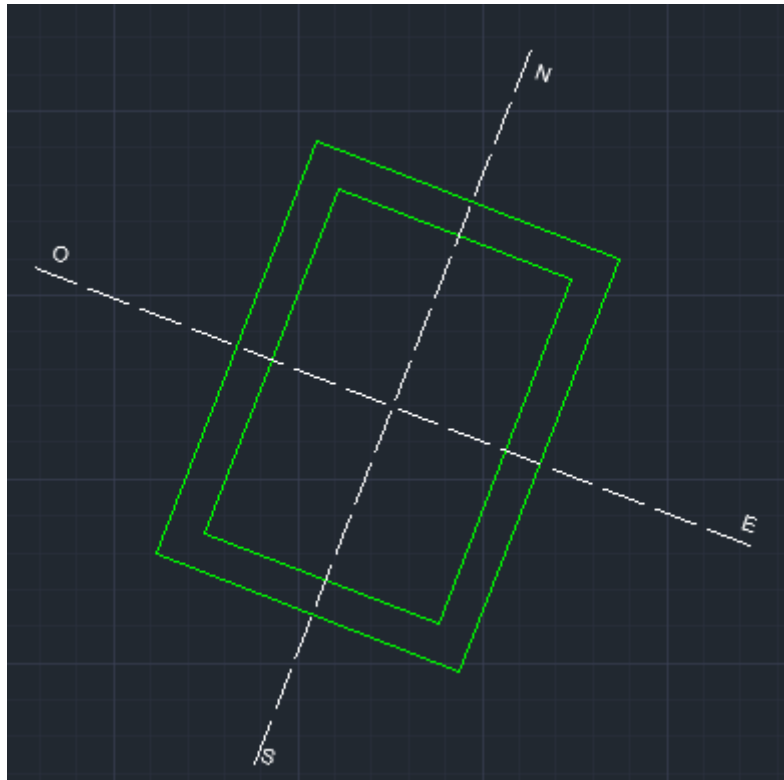


Figura N°2.6. Orientación ideal del terreno de juego (Fuente: elaboración propia).

Según CONMEBOL

Para el campo de juego las dimensiones mínimas y máximas son de:

- Longitud máxima: 110 m.
- Longitud mínima: 100 m.
- Ancho mínimo: 64 m.
- Ancho máximo: 75 m.

Asimismo, las dimensiones preferentes del terreno de juego deberán ser de 105 metros de longitud y 68 metros de ancho.

Área auxiliar

El área auxiliar para calentamiento será demarcada por conos o pintura verde oscura y preferentemente deberá poseer el mismo tipo de piso del campo de juego. En el caso de que no sea posible facilitar un área con la misma superficie del terreno, se deberá proveer de un área con césped sintético o artificial de alta calidad.

El tamaño recomendado, en función a los espacios existentes, es de un área de calentamiento de entre 18 m y 25 m de largo por 3 m o 4 m de ancho, con una distancia mínima recomendable de 2,5 m de la línea de meta o lateral del campo de juego. Siempre que sea posible, el área de calentamiento será detrás de los arcos (ver Figura 2.7), pero en caso de que esto no se pueda realizar debido al espacio disponible, el calentamiento se puede llevar a cabo al lado de los bancos de suplentes (ver Figura 2.8).



Figura 2.7. Ubicación recomendada del área de calentamiento (Fuente: Manual de clubes 2023 para la copa Conmebol libertadores).



Figura 2.8. Ubicación posible en caso de no poder cumplir con el sector recomendado de calentamiento (Fuente: Manual de clubes 2023 para la copa Conmebol libertadores).

Banco de suplentes y área técnica

El estadio deberá tener bancos de suplentes con una capacidad mínima de 20 personas, confortablemente sentadas y cubiertas.

La distancia entre el banco de suplentes y la línea lateral debe estar entre 5 m y 8 m, además el espacio entre el banco de suplentes y el banco del cuarto árbitro debe estar entre 6 m y 8 m (ver Figura 2.9).

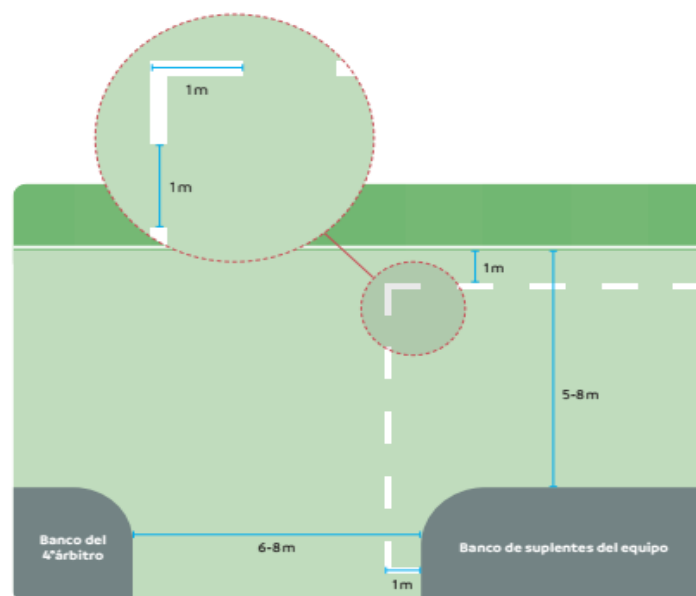


Figura 2.9. Distancias reglamentarias del banco de suplentes al campo de juego y entre banco del 4° árbitro y banco de suplentes (Fuente: Manual de clubes 2023 para la copa Conmebol libertadores).

Vallas publicitarias alrededor del campo de juego

Al realizar el vallado perimetral publicitario se requiere un espacio mínimo entre las líneas del campo de juego y las vallas. Además, como máximo debe tener las siguientes medidas (ver Figura 2.10):

- Detrás de los arcos: 5 m.
- Detrás de las líneas laterales: 4 m.



Figura 2.10. Distancias reglamentarias entre las líneas del terreno de juego y las vallas publicitarias (Fuente: Manual de clubes 2023 para la copa Conmebol libertadores).

Según AFA

El terreno de juego deberá contar con las siguientes dimensiones:

- Longitud máxima: 105 m.
- Longitud mínima: 95 m.

- Ancho: 2/3 de longitud.

Área auxiliar para fotógrafos

A partir de puntos distantes de 5,50 metros de cada poste de arco y a 2 metros por detrás de la línea de gol se trazarán hacia el banderín de esquina, líneas paralelas a la misma, además, se deberá trazar hacia el arco, dos rectas de 2 metros de longitud formando así un ángulo externo de 150º con las indicadas anteriormente y uniendo los extremos de dichas rectas mediante una paralela a la línea de gol.

Banco de suplentes y área técnica

En el campo de juego existirán lugares destinados a directores y auxiliares técnicos y jugadores suplentes, que deberán reunir las siguientes características:

Ubicación: en los costados del campo de juego, entre la línea de toque y el alambre o foso perimetral. La cota del piso será de 0,50 m por debajo del campo de juego.

Cantidad: 2, uno para el equipo local y otro para el visitante, con banco con respaldo para 10 personas cada uno.

Distancia entre bancos: equidistantes no más de 3,50 m de la línea del centro del campo de juego. Entre ellos se ubicará un asiento a nivel del terreno para el asistente deportivo.

Cubierta: tendrá elementos rígidos de protección que cubran las partes posteriores y superiores, preferentemente transparentes.

Según WORLD RUGBY

La superficie del terreno de juego deberá contar con las siguientes medidas:

- Longitud máxima del campo de juego: 100 m.
- Longitud mínima del campo de juego: 94 m.
- Ancho máximo: 70 m.
- Ancho mínimo: 68 m.
- Largo máximo del "in-goal": 22 m.
- Largo mínimo del "in-goal": 6 m.

En la figura 2.11. se puede observar el sector de la cancha que corresponde al campo de juego y al "in-goal".

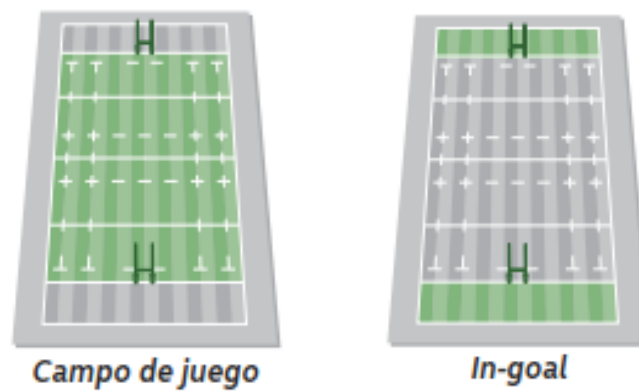


Figura 2.11. Sector de la cancha correspondiente al campo de juego y al “in-goal” (Fuente: Leyes del juego de rugby. WORLD RUGBY).

Finalmente, las distintas medidas necesarias para disputar un partido de rugby se pueden observar en la figura 2.12.

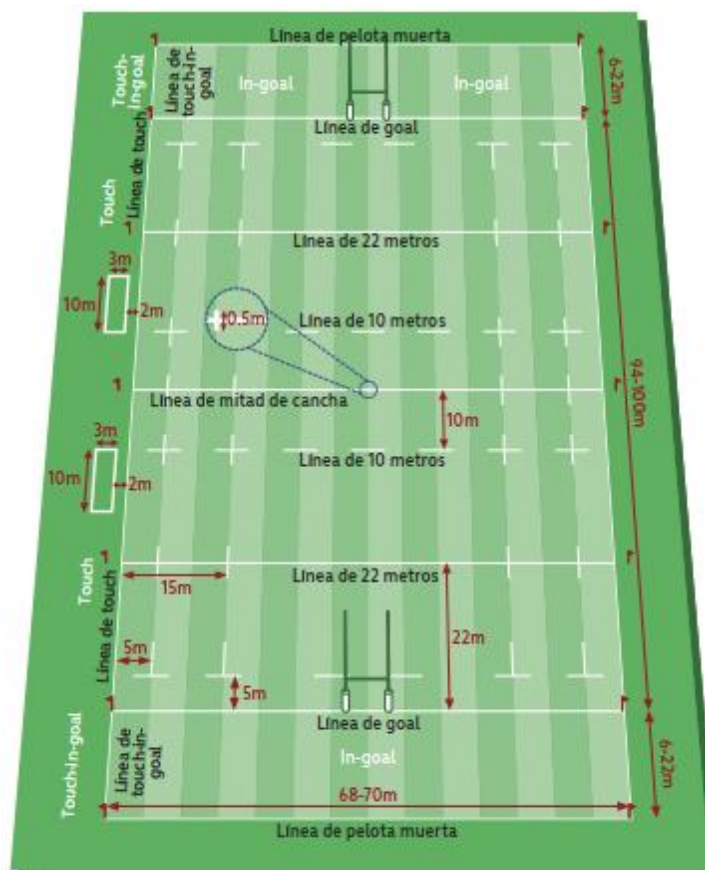


Figura 2.12. Medidas mínimas y máximas recomendadas para disputar un partido de rugby (Fuente: Leyes del juego de rugby. WORLD RUGBY).

2.1.3 Relacionada a la capacidad del estadio

Según FIFA

Para llevar a cabo un partido de la copa del mundo, el aforo mínimo para las diversas instancias debe ser de:

- Fase de grupos: 40.000 espectadores.
- Octavos de final: 40.000 espectadores.
- Cuartos de final: 40.000 espectadores.
- Semifinal: 60.000 espectadores.
- Final: 80.000 espectadores.
- Partido por el tercer puesto: 40.000 espectadores.

Según CONMEBOL

La capacidad mínima del estadio que exige la Conmebol está en función de la fase en la que participa el equipo. Las capacidades mínimas de espectadores para cada fase son las siguientes:

- Fase preliminar: 7.500 espectadores.
- Fase de grupos: 10.000 espectadores.
- Octavos de final: 20.000 espectadores.
- Cuartos de final: 20.000 espectadores.
- Semifinal: 30.000 espectadores.
- Final: 30.000 espectadores.

Según AFA

La cantidad de espectadores que exige el estatuto de la AFA está en función de la categoría de los equipos que participen del juego y de las disposiciones municipales

Primera:

- a) Hasta 5.000 ubicaciones para socios y hasta 4.000 para abonados a plateas y palcos.
- b) Como mínimo 15.000 ubicaciones para el público que compra boleto de entrada y 1.000 para el que adquiere adicionalmente platea o palco.

- Primera "B" Nacional y Primera "B":

- a) Hasta 2.400 ubicaciones para sus socios y hasta 1.900 para abonados a plateas y palcos.
- b) Como mínimo 7.200 ubicaciones para el público que compra boleto de entrada y 500 para el que adquiere adicionalmente platea o palco.

- Primera "C":

- a) Hasta 500 ubicaciones para socios y hasta 400 para abonados a plateas y palcos.
- b) Como mínimo 1.500 ubicaciones para el público que compra boleto de entrada y 100 para el que adquiere adicionalmente platea o palco.

Se debe tener en cuenta que al tratarse del anteproyecto de un estadio provincial únicamente se toma como referencia los ítems relacionados al público general y no los que hacen referencia a los socios de los clubes, ya que no se contarán con los mismos.

2.1.4 Relacionada a la separación del terreno de juego con los espectadores

Según FIFA

Según la FIFA es indispensable que los jugadores estén protegidos contra posibles intrusiones por parte de los espectadores, lo que puede lograrse de diferentes maneras, por ejemplo, tomando una o varias de las siguientes medidas:

- Personal de seguridad: la presencia de la policía o de personal de seguridad en el terreno de juego o cerca de este es la situación ideal.
- Configuración de los asientos: es conveniente una disposición de asientos que coloque a los espectadores de la primera fila a una altura desde la cual sea poco probable, o imposible, saltar al terreno de juego (ver Figura 2.13), pero con este método se presentan los peligros en cuanto a las posibilidades de utilizar la cancha como área de evacuación de emergencia.

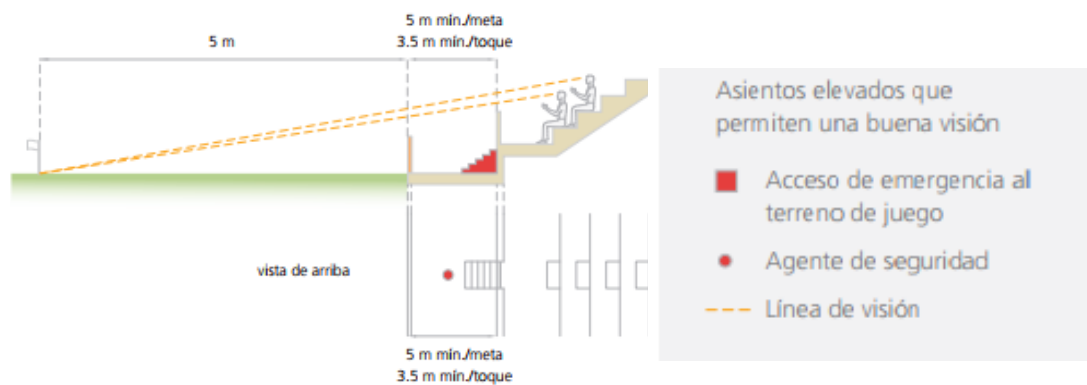


Figura 2.13. Medida de seguridad a través de la configuración de los asientos elevados (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

- Fosos: se podrán utilizar fosos de cierto ancho y profundidad para proteger el terreno de juego, los cuales tienen la ventaja sin crear el impacto visual negativo de las vallas de seguridad, pero la desventaja del riesgo de caídas (ver Figura 2.14). Para evitarlas se deberá colocar barreras suficientemente altas, tanto del lado de los espectadores como del lado del campo de juego y los fosos podrán considerarse solamente en estadios grandes y espaciosos.

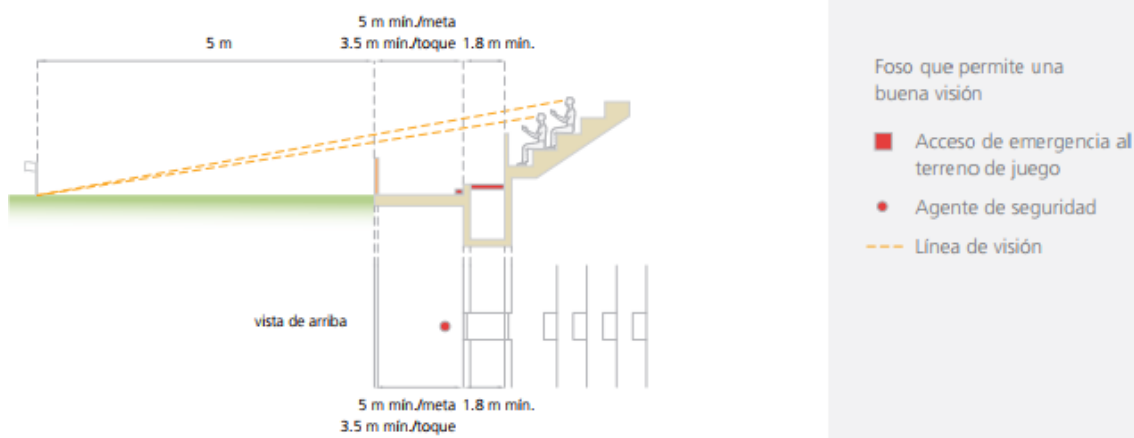


Figura 2.14. Medida de seguridad a través de foso (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

- Pantallas transparentes y cercas: se podrá utilizar pantallas transparentes o cercas infranqueables instaladas permanentemente, o de tal manera que puedan desmontarse siempre que se estime necesario para determinados partidos. En caso de utilizarlas, se deberá incorporar suficientes portones de evacuación para permitir que los espectadores puedan acceder al terreno de juego en caso de una evacuación de emergencia de las tribunas.

Cabe destacar que igualmente la FIFA se opone al uso de estas y rechaza su utilización como estrategia de protección del terreno de juego. En caso de insistir en utilizarlas, se debe ser consciente de que, al adoptar esta medida, se asume la responsabilidad de garantizar que no representen, en ningún momento, un peligro para los usuarios del estadio en cuestión.

Una solución alternativa a las vallas y pantallas infranqueables es el uso de vallas horizontales entre la tribuna de los espectadores y el área auxiliar del terreno del juego, su ventaja es que no suponen un peligro para la seguridad de los espectadores y pueden voltearse fácilmente por los agentes del orden en caso de emergencia.

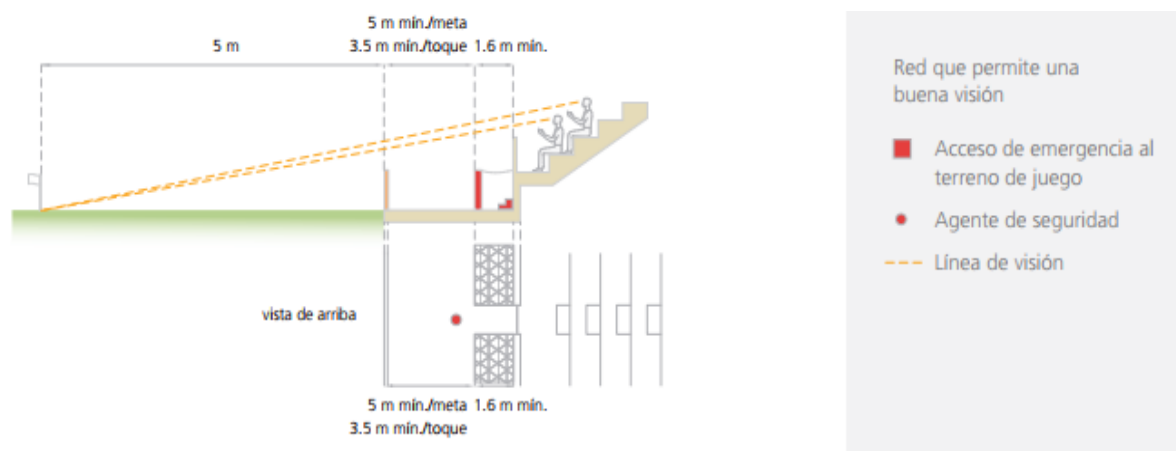


Figura 2.15. Medida de seguridad a través de red que permite una buena visión (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

Según AFA

La AFA brinda las siguientes alternativas para delimitar la zona de espectadores respecto al campo de juego:

- **Alambre tejido**

Altura: frente a graderías no debe ser menor a 3 m, mientras que frente a plateas bajas superara los 2 m.

La distancia entre postes será menor a 5 m y en la parte superior del cerco deberán colocarse tres hileras de alambres de púas, inclinadas a 30° hacia el exterior del campo de juego y separadas 0,30 m entre ellas.

- **Foso**

Deberá reunir las características necesarias para impedir el paso de personas, debiendo tener agua y una valla de alambre tejido de 0,80 m de altura mínima en el borde adyacente al campo de juego.

El cerco de alambre tejido o el borde interno del foso distarán de las líneas de toque, no menos de 2,50 m y de las líneas de gol, no menos de 3 m.

2.1.5 Relacionada a los locales a tener en cuenta

Según FIFA

- **Sala de control general**

Cada estadio deberá disponer de una sala de control con una vista general del interior del estadio, equipada con distintos elementos que permitan la correcta observación. Entre ellos se destaca que debe poseer pantalla de vídeo y monitores de vigilancia por circuito cerrado.

- **Centro de atención médica para los espectadores**

Cada estadio deberá tener uno o varios centros de atención médica para los espectadores que requieran asistencia, lo ideal es disponer, como mínimo, de un centro de atención médica por sector, sin embargo, se habrá de convenir con las autoridades sanitarias locales el número, las dimensiones y la ubicación de los mismos.

También deberá existir suficiente espacio para instalar desfibriladores en lugares accesibles distribuidos por todo el estadio.

Estos centros deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Estar ubicados en lugares de fácil acceso para los espectadores y vehículos de emergencia desde dentro y fuera del estadio.
- Tener puertas y pasillos que conduzcan a ellos y sean suficientemente anchos para permitir el acceso con camillas y sillas de ruedas.
- Disponer de un botiquín para medicamentos.
- Disponer de un lugar para almacenar camillas, mantas, almohadas y material de primeros auxilios.
- Estar claramente señalizados, tanto fuera como dentro del estadio.

- **Zonas de los equipos**

La zona de los equipos debe contar con los siguientes espacios (ver Figura 2.16):

- Deberán disponer de acceso directo y protegido a la zona de juego y ser inaccesibles para el público.
- Vestuarios (80 m²): los vestuarios deberán estar equipados con bancos para un mínimo de 25 personas, un refrigerador, una pizarra para instrucciones tácticas y se debe proveer un televisor sobre soporte mural.
- Sala de masajes (40 m²): la sala de masajes deberá estar separada del vestuario, pero contigua a este último comunicada mediante un pasillo interno o una puerta. Deberá contar con espacio para tres mesas de masajes, un escritorio, una mesa de utensilios y una máquina de hielo.
- Aseo e instalaciones sanitarias (50 m²): dichas instalaciones deberán ser contiguas al vestuario y tener un acceso privado directo desde allí. Cada vestuario deberá tener como mínimo 11 duchas, 5 lavabos con espejo, un sector para secarse con toalleros, 3 urinarios, 3 inodoros.
- Sala de los entrenadores (30 m²): estarán al lado de los vestuarios de los equipos y deberán disponer de una ducha, 4 armarios con llave, retrete y lavabo, una mesa, 5 sillas, una pizarra blanca y un teléfono.

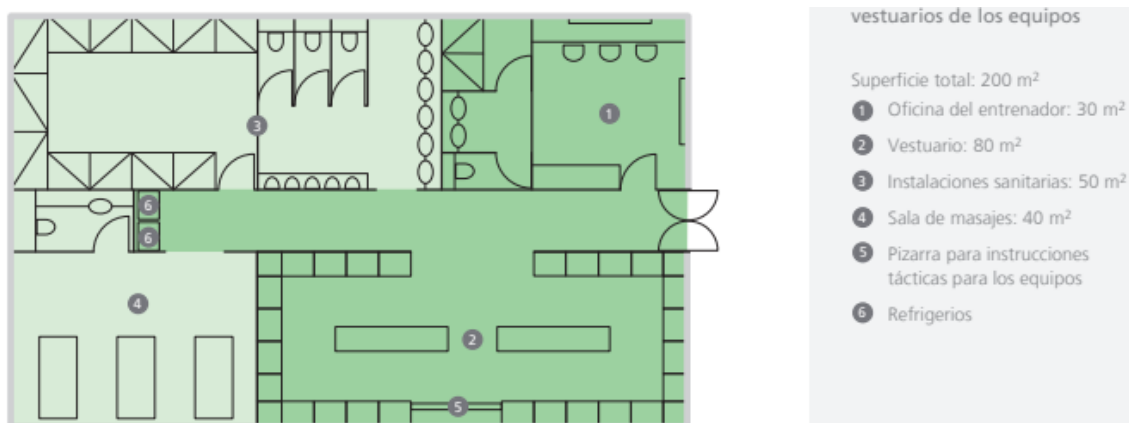


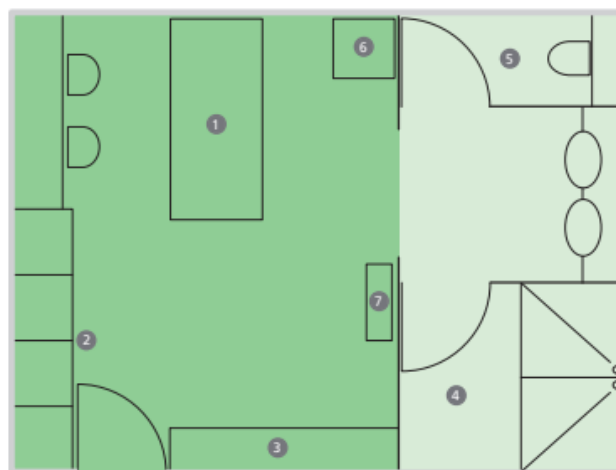
Figura 2.16. Medidas y elementos a tener en cuenta para los vestuarios de los equipos (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

- **Zona de los árbitros**

La superficie mínima que tendrá es de 24 m² (ver Figura 2.17). Deberá disponer de un acceso directo a la zona de juego, inaccesible para el público y separado de los vestuarios de los equipos, pero cerca de los mismos.

Esta zona deberá contar con:

- Percheros o armarios con llave para 4 personas, 4 sillas o bancos, una mesa con 2 sillas, una de masajes, un refrigerador, una pizarra para instrucciones tácticas, un teléfono (con líneas externa/interna) y una conexión para televisor.
- Los aseos e instalaciones sanitarias deberán ser contiguos al vestuario, con un acceso privado directo desde allí y deberán disponer como mínimo de 2 duchas, un lavabo con espejo, un urinario y un inodoro.



vestuario de los árbitros	
Superficie total: 24 m ²	
1	Mesa de masajes
2	Armarios con llave
3	Banco
4	Duchas
5	Retrete
6	Refrigerador
7	Televisión

Figura 2.17. Medidas y elementos a tener en cuenta para los vestuarios de los árbitros (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

- **Acceso al terreno de juego desde la zona de los jugadores**

Las zonas de los equipos deberán hallarse a ambos lados del túnel de los jugadores. El mismo debe tener una anchura mínima de 4 m y una altura mínima de 2,4 m.

El lugar en el cual los jugadores y los árbitros ingresan a la zona de juego deberá protegerse mediante un túnel telescópico no inflamable el cuál debe extenderse en el terreno de juego hasta una distancia suficiente para evitar el riesgo de que posibles proyectiles lanzados por los espectadores puedan lesionar a los protagonistas del partido.

- **Áreas de calentamiento**

Cómo se mencionó con anterioridad las áreas de calentamiento ubicadas en el exterior deberá tener una superficie de césped (se acepta la grama sintética), por otra parte, para áreas de calentamiento ubicadas en el interior se tendrá que contar con una superficie mínima de 100 m² (cada una) y ubicarse cerca a los vestuarios.

La superficie de las paredes deberá estar recubierta de material amortiguador de impactos para evitar lesiones por colisión y disponer de una red floja tendida debajo del techo, además estas zonas deberán ventilarse con aire fresco, disponer de aire acondicionado y estar bien iluminadas con lámparas protegidas contra los impactos del balón.

- **Sala de atención médica para los jugadores**

Debe ubicarse lo más cerca posible de la zona de los vestuarios de los equipos y del terreno de juego, con fácil acceso a la entrada exterior directamente a los vehículos de emergencia. Las puertas y corredores que conducen a dicha sala deberán ser lo suficientemente anchos para permitir el paso de camillas o sillas de ruedas.

La superficie de la sala, como mínimo deberá ser de 50 m² y contar con los siguientes elementos (ver Figura 2.18):

- Una cama para exámenes médicos.
- 2 camillas portátiles (además de las del campo de juego).
- Lavabo (con agua caliente).
- Pileta para los pies (con agua caliente).

- Botiquín de vidrio para los medicamentos y uno que no sea de vidrio y se pueda cerrar con llave.
- Una mesa para tratamientos.
- Desfibrilador con registro del ritmo cardíaco y demás señales vitales del paciente.
- Monitor cardíaco.
- Marcapasos externo.
- Un sistema y soporte de perfusión con todo el equipo necesario para inyecciones y perfusiones, incluidas cánulas intravenosas.

Por último, sala deberá tener muros o tabiques de separación que permitan dividirla en dos, en caso necesario.

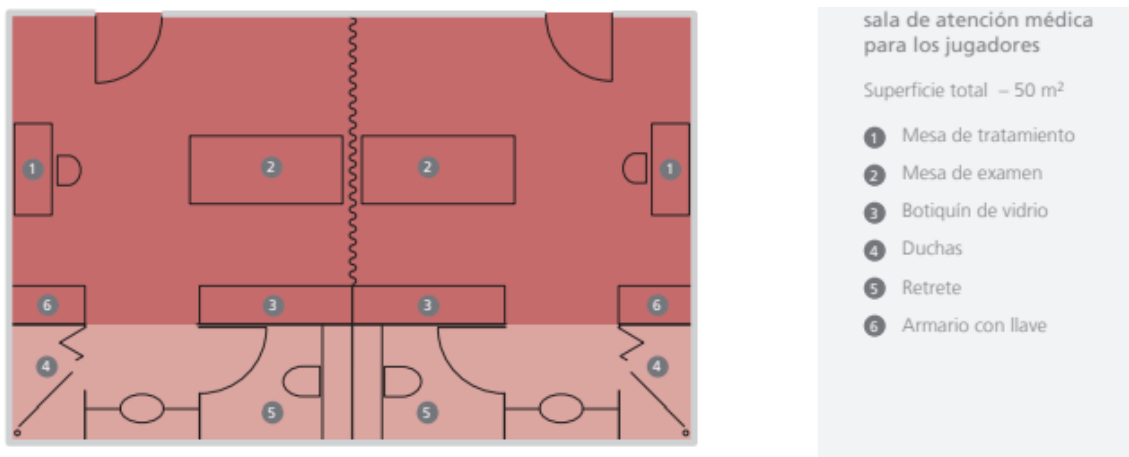


Figura 2.18. Medidas y elementos a tener en cuenta en la sala de atención médica para los jugadores (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

● Oficinas de gestión del evento

La superficie mínima de estos lugares deberá ser de 20 m² y ubicarse próxima a los vestuarios de los equipos y de los árbitros, preferentemente con un acceso a estos. Esta zona deberá contar con:

- Un escritorio o una mesa.
- Tres sillas.
- Un armario para la ropa.
- Teléfono (con líneas externa/interna).
- Fax.
- Fotocopiadora y un televisor.

El aseo y las instalaciones sanitarias deberán incluir un retrete y un lavabo con espejo.

● Vestuarios para los niños y niñas alcanza pelotas

La superficie mínima será de 40 m² (para cada sexo) y cada sector deberá contar con 2 retretes, 2 lavabos y 2 duchas.

● Sala del utilero

Contará con una superficie mínima de 25 m² y deberá disponer de un espacio para acomodar las maletas, preparar la ropa, además contar con dos mesas de trabajo, donde dicha sala tendrá que ubicarse cerca del vestuario de los jugadores y del área de servicio.

- **Aseos e instalaciones Sanitarias**

Deberá haber suficientes baños para ambos sexos y personas discapacitadas en el interior del perímetro de seguridad del estadio. dichos servicios deben contar con instalaciones sanitarias con lavabos y suficiente abastecimiento de toallas y/o secadores de manos.

El número mínimo recomendado de aseos y lavabos es de 28 y 14 respectivamente por cada 1.000 mujeres. Por otra parte, se deberá contar como mínimo con 3 aseos, 15 urinarios y 6 lavabos por cada 1.000 hombres (ver Figura 2.19) aplicándose las reglamentaciones de las autoridades locales si estas exigen un mayor número de instalaciones sanitarias.

A fin de evitar las congestiones de personas que ingresan y salen de los servicios, conviene prever un sistema de acceso en "una sola dirección" o, al menos, puertas suficientemente amplias para permitir la entrada y salida simultáneas.

Se deberán prever instalaciones sanitarias privadas en todo el estadio, compuestas por un retrete y un lavabo, en una proporción de 1 por cada 5.000 espectadores, para aquellos aficionados que requieran una asistencia especial, incluidas las personas discapacitadas y los niños.

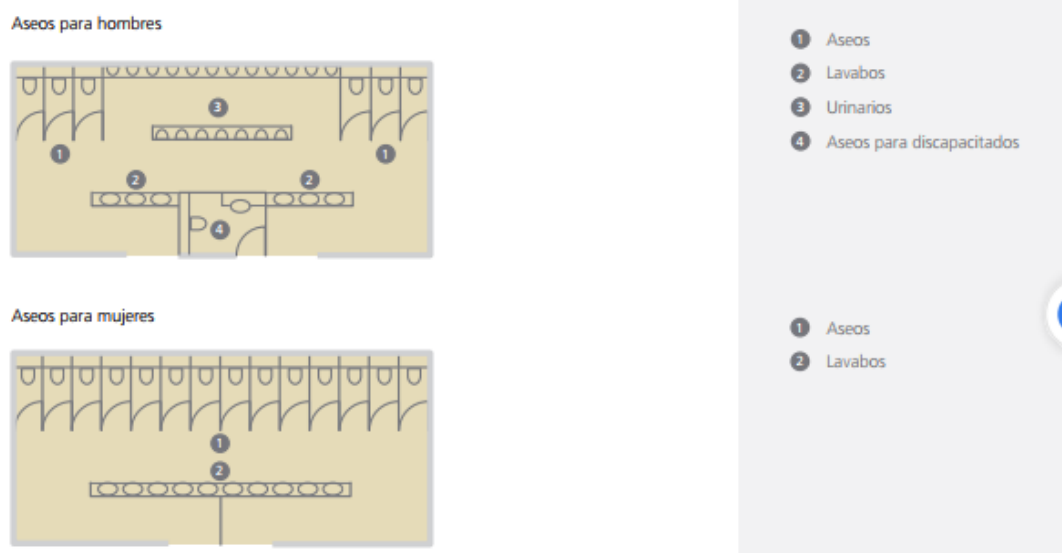


Figura.2.19. Ejemplo de distribución de los baños (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

- **Venta de comida:** Existen numerosos tipos de instalaciones en las que se venden y sirven comidas y bebidas en el estadio; estas son, por ejemplo, restaurantes en el interior y al aire libre, tiendas o bares con mesas y asientos. Cada uno de ellos puede ser una instalación permanente del estadio o bien temporal.

Se desarrollarán cuatro tipos diferentes de instalaciones: los concesionarios permanentes, los temporales, los puestos móviles y la venta ambulante.

Concesionarios permanentes

En general, por cada 250 plazas de espectadores en el estadio debería haber un puesto de venta permanente (caja registradora).

Tradicionalmente, los concesionarios deben tener entre seis y ocho puntos de venta, y el área de mostrador de cada uno de estos debería tener, en el caso ideal, una longitud de 10 m. Los puestos permanentes necesitan alrededor de 60 m² de espacio para alojar toda su infraestructura como, por ejemplo, extracción de aire, filtros de grasa, agua fría y caliente, sistema de aguas residuales, electricidad, teléfono (líneas de datos) e iluminación y también para la superficie de trabajo.

Concesionarios temporales

Los puestos temporales ofrecen una cierta flexibilidad mediante servicios suplementarios para el evento en zonas con una fuerte demanda, como las plazas, las zonas de ingreso y reunión, áreas de reposo y zonas de aficionados.

Para alcanzar la relación de un punto de venta por cada 250 espectadores, se pueden y se deben prever puestos temporales en la explanada del estadio (si no plantean problemas de seguridad o de congestión de público) o en el perímetro del mismo. Lo ideal sería que cada puesto temporal (tienda, camión, contenedor) tuviese de dos a tres puntos de venta y que el mostrador tuviera una longitud mínima de 4 m, dado que estos necesitan una superficie de 18 m², así como electricidad, agua e iluminación.

Puestos móviles

Los puestos móviles se utilizan para vender determinados productos y comidas listas para llevar.

Estos puestos son generalmente rodantes y pueden ubicarse en los lugares necesarios según el caso por lo que para ello se preverá un puesto móvil por cada 1000 asiento/espectadores con un mostrador de venta de 2 m de longitud.

Estos ocupan una superficie de alrededor de 4 m² y pueden necesitar electricidad e iluminación.

Venta ambulante

La idea de la venta ambulante es servir a los visitantes sentados en las tribunas antes del inicio del evento y durante el mismo, puesto que antes del inicio, los vendedores pueden complementar las ventas en lugares de gran demanda y sectores alejados, es por esto que deberán trabajar en las explanadas, las tribunas y el perímetro del estadio.

Lo ideal sería contar con un vendedor ambulante por cada 600 asientos/espectadores.

Logística, almacenamiento, instalaciones y exigencias centralizadas

Para la logística y el almacenamiento se deberá prever una zona centralizada a la que se podrá acceder por una entrada especial separada, además será necesario disponer de montacargas de uso reservado hasta todos los niveles del estadio donde se prestan servicios.

Por otro lado, se preverá un espacio que permita recibir, manipular y expedir unos 80 pallets por cada 10.000 espectadores. También será necesario contar con un depósito de almacenamiento con temperatura controlada (congelación y refrigeración) para unos 30 pallets por cada 10.000 espectadores, un almacén seco, un depósito de equipos de alrededor y depósitos para objetos diversos donde estos últimos tendrán una superficie de 25 m² cada uno.

Exigencias descentralizadas

Habrá que prever un depósito o un estacionamiento para los equipos/puestos de venta temporales completos en el exterior del estadio con contenedores de almacenamiento.

Se necesitarán dos depósitos de alimentos y bebidas para reabastecer los puestos de venta temporales al nivel en el que estos operan, generalmente la planta baja/el nivel de entrada al estadio. Otra posibilidad consiste en ubicar los puestos de venta móviles en cada nivel de actividad, con un espacio de almacenamiento para los equipos, alimentos y bebidas.

Oficina de acreditación

Se deberá facilitar un espacio para el procedimiento de acreditación. Podrá tratarse de un área relativamente pequeña, que incluso conste de un solo mostrador, situada a la entrada de los representantes de los medios informativos, siempre y cuando no constituya una obstrucción en caso de formarse filas.

Tribuna de prensa y plazas para comentaristas

La tribuna de los medios informativos deberá hallarse en una posición central de la tribuna principal, en la parte donde se encuentran las instalaciones de los medios, tendrá vista libre sobre el campo de juego y sin posibilidad de interferencias por parte de los espectadores. Los representantes de los medios deberán disponer de plazas con una excelente vista panorámica del terreno de juego. (ver Figura 2.20).

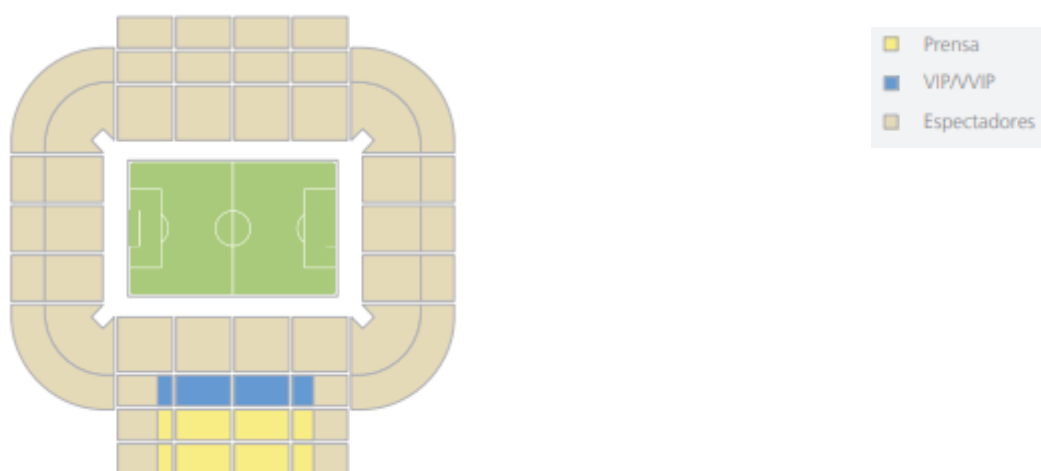


Figura.2.20. Ejemplo de distribución de los baños (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

Esta tribuna deberá tener fácil acceso a las demás instalaciones para los medios, tales como el centro de medios, la zona mixta y la sala de conferencias de prensa.

En los estadios, en los que se prevea jugar partidos de fútbol de alto nivel o celebrar eventos de gran envergadura, la tribuna de prensa deberá diseñarse de modo que su capacidad se pueda aumentar considerablemente en dichas ocasiones.

Posiciones de comentaristas de radio y televisión

El estadio deberá disponer de un mínimo de cinco puestos para comentaristas de televisión y cinco para comentaristas de radio.

Las posiciones de los comentaristas deberán estar en un lugar central en la tribuna principal y separadas del sector de los espectadores mediante un material apropiado para aislamiento acústico.

La sala de trabajo de los medios y la sala de conferencias de prensa deberán encontrarse próximas a los puestos de comentaristas.

El lugar de trabajo de los medios deberá hallarse en una zona cubierta de la tribuna principal.

Puestos para comentaristas y otros periodistas discapacitados

Se deberá contar con al menos dos asientos con mesas para comentaristas discapacitados.

Centro de medios en el estadio

La capacidad del centro de medios en un estadio se basará en el volumen de la tribuna de prensa.

Como regla general, la cantidad de puestos de trabajo en el centro de medios será igual al 25% del total de plazas de la tribuna de prensa.

En estos se habrán de reservar espacios para:

- ❖ Mostrador de bienvenida.
- ❖ Mostrador de servicios informáticos y telefónicos.
- ❖ Servicio de reparación de cámaras.
- ❖ Servicio de fotocopias y telefax.
- ❖ Cafetería.
- ❖ Casilleros para informaciones.
- ❖ Mostrador informativo de la ciudad anfitriona.
- ❖ Áreas de trabajo de los medios.
- ❖ Áreas de trabajo de fotógrafos.
- ❖ Armarios.
- ❖ Dos mostradores para la entrega de entradas (uno para fotógrafos y uno para los periodistas de prensa).
- ❖ Oficinas para la gestión de medios de comunicación.

Por último, se deberá prever suficiente espacio para la distribución de entradas, con espacio suficiente para hacer colas, las cuales no deberán obstruir la entrada.

Sala de conferencias de prensa, zona mixta y lugares para entrevistas breves

Sala de conferencias de prensa

La sala de conferencias de prensa tendrá como mínimo 200 m², contar con 100 plazas para periodistas y estar equipada con un sistema de sonido adecuado, donde deberá tener fácil acceso desde los vestuarios y estar construida como un pequeño teatro, con las filas elevadas en forma de galería. (ver Figura 2.21).

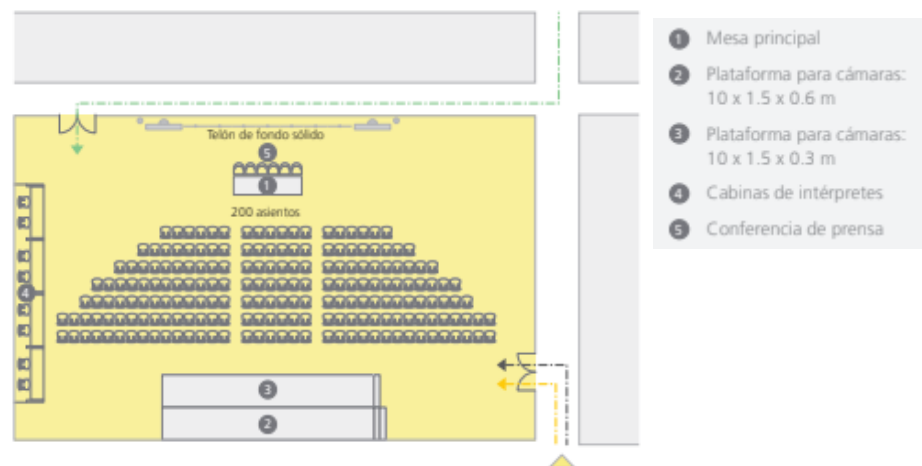


Figura.2.21. Distribución de sala de conferencia (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

Zona mixta

En todo estadio nuevo se habrá de planificar una zona mixta, la cual será amplia y despejada entre los vestuarios y la salida privada del recinto, por la cual deberán pasar los jugadores para llegar a sus autobuses. La finalidad de este sector es permitir que los representantes de los medios puedan hablar y entrevistar a los deportistas a medida que van abandonando el estadio.

Es esencial que existan entradas separadas a dicha zona, para los medios y para los jugadores. Además, deberá tener capacidad para aproximadamente 250 representantes de los medios y ser inaccesible para el público.

El espacio requerido variará según la importancia de los partidos, pero deberá ser como mínimo de 200 m² (ver Figura 2.22).

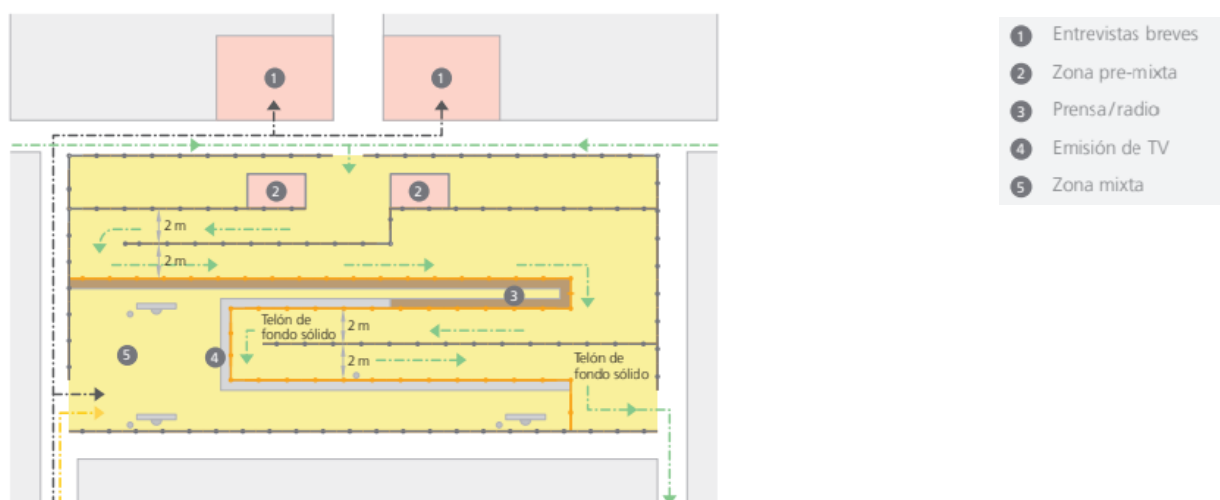


Figura.2.22. Ejemplo de distribución de los baños (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

Posiciones para entrevistas breves

Dichas áreas son para entrevistas en vivo y en directo inmediatamente después del partido, o bien entrevistas con entrenadores al inicio o al final de la pausa de medio tiempo, las mismas deberán hallarse entre los vestuarios y el terreno de juego.

Áreas de los fotógrafos

El primer requisito son lugares adecuados de estacionamiento y descarga de los equipos fotográficos, donde deberá contarse con una sala de recepción para fotógrafos al nivel del terreno de juego y se necesitarán armarios amplios para que los estos puedan guardar sus equipos.

Estudios

❖ Estudios de televisión

Se deberán prever al menos tres estudios de televisión para partidos de alto nivel, cada uno con una superficie mínima de 25 m² y una altura no menor a tres metros para poder instalar el equipo necesario y la iluminación. Dichos estudios deberán encontrarse en un sitio al cual los jugadores y entrenadores puedan llegar fácilmente desde los vestuarios al final del partido.

❖ Estudios de presentación

Adicionalmente, deberá haber un estudio con una vista panorámica del terreno de juego, donde para eventos internacionales de trascendencia se requerirán hasta cuatro estudios de este tipo.

Según CONMEBOL

● Vestuarios de los equipos

El estadio deberá contar con vestuarios para los equipos, que tengan como mínimo la siguiente estructura:

- ❖ Bancos con perchas para acomodar a 25 jugadores (preferencialmente armarios individuales).
- ❖ Espacio para acomodar a 12 miembros de la comisión técnica.
- ❖ 5 duchas con agua caliente.
- ❖ 2 inodoros.
- ❖ 1 camilla.
- ❖ 1 pizarra táctica.

● Vestuarios de arbitraje

Deberá estar disponible para los árbitros designados para el partido un vestuario con:

- ❖ Bancos con ganchos para perchas para acomodar confortablemente a 4 árbitros y hasta 4 árbitros VAR, en caso de utilizarse la herramienta tecnológica en el partido (preferencialmente asientos y armarios individuales).
- ❖ 2 duchas con agua caliente
- ❖ 2 inodoros.
- ❖ Espacio de trabajo con mesa y al menos 4 sillas.
- ❖ 1 espejo.

- ❖ 1 camilla.

Sala médica: el estadio indicado por el club local debe estar equipado con sala(s) médica(s) de primeros auxilios cerca de los vestuarios, para atender a los jugadores, oficiales y espectadores del partido en el caso de que necesiten asistencia. (ver Figura 2.23).

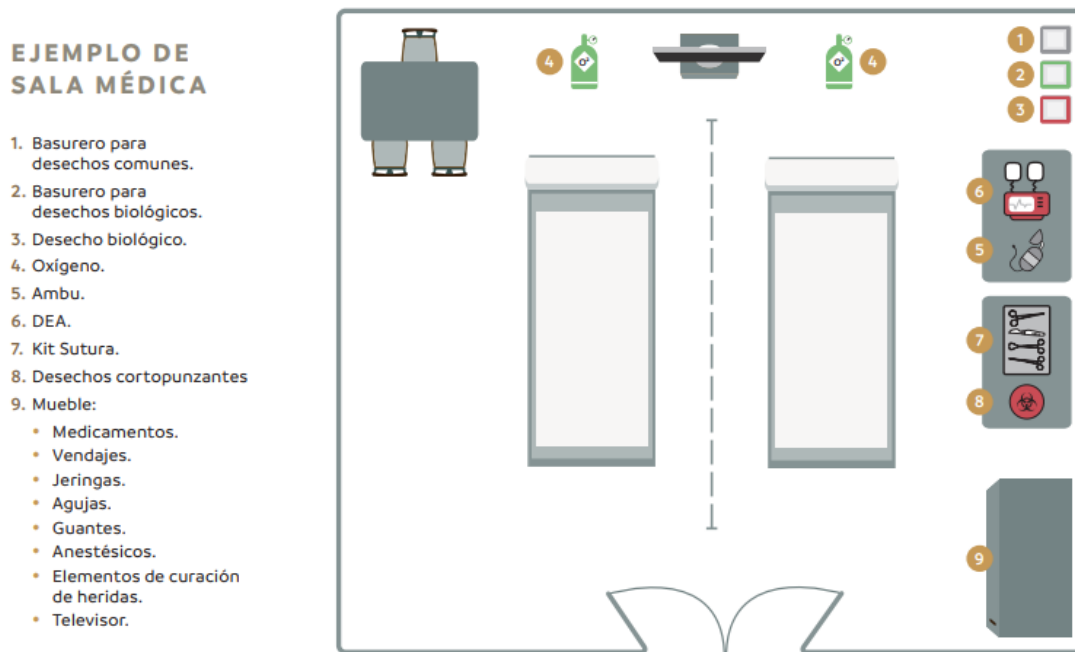


Figura 2.23. Ejemplo de sala médica (Fuente: Reglamento CONMEBOL).

La sala médica deberá ser lo suficientemente grande para el acceso de camillas y fácil acceso a las salidas del estadio o al sector de ambulancias para el caso de un traslado.

Esta sala deberá contar con equipamiento médicos necesario, para brindar asistencia a jugadores y oficiales, los cuales son:

- ❖ Mesa de exploración y tratamiento(camillas).
- ❖ Silla de rueda.
- ❖ 1 desfibrilador externo automático (DEA).
- ❖ Tubos de oxígeno.
- ❖ Medicamentos básicos.
- ❖ Material para suturas de filamentos de varios tamaños.
- ❖ Kit de sutura.
- ❖ Cajas para desechos punzantes.
- ❖ Gel de manos.
- ❖ Vendajes.
- ❖ Anestésicos locales.
- ❖ Jeringas.

- ❖ Aguja.
- ❖ Guantes.
- ❖ Elementos para limpieza y curación de heridas.

Estación antidopaje

Los estadios donde se disputen los partidos deberán contar obligatoriamente con una sala asignada exclusivamente para la realización de los controles antidopaje (ver Figura 2.24).

Esta deberá garantizar la privacidad del jugador, estar preferentemente equidistante entre los vestuarios de ambos equipos, sin acceso de público ni medios de comunicación.

La sala deberá estar a una corta distancia del campo de juego, evitando en el trayecto tener que circular por la zona mixta, sector de prensa.

La puerta de acceso a la estación antidopaje deberá contar con llave y en la entrada una señalética que indique "Estación antidopaje".

Sala de espera de los jugadores

Corresponde al área común donde esperan los jugadores y personal de apoyo, donde la misma deberá contar con:

- ❖ Mesa de exploración y tratamiento(camillas).
- ❖ Silla de Rueda.
- ❖ 1 desfibrilador Externo Automático (DEA).
- ❖ Tubos de oxígeno.
- ❖ Medicamentos básicos.
- ❖ Material para suturas de filamentos de varios tamaños.
- ❖ Kit de sutura.
- ❖ Cajas para desechos punzantes.
- ❖ Gel de manos.
- ❖ Vendajes.
- ❖ Anestésicos locales.
- ❖ Jeringas.
- ❖ Aguja.
- ❖ Guantes.
- ❖ Elementos para limpieza y curación de heridas.
- ❖ 6 sillones o sillas cómodas para los jugadores seleccionados para el control.
- ❖ 1 basurero grande con bolsa desechable.
- ❖ Aire acondicionado en funcionamiento.
- ❖ 1 heladera/Refrigerador.
- ❖ Hidratación para los jugadores en botellas de entre 250 y 500ml.
- ❖ TV con señal de transmisión oficial del partido WiFi.

Sala de control

- ❖ 2 mesas (tipo escritorio).
- ❖ 1 mesa de apoyo (pequeña).
- ❖ 6 sillas.
- ❖ Aire acondicionado en funcionamiento.
- ❖ 2 basureros grandes con bolsa de desechos biológicos.
- ❖ WiFi e internet cableado.

Baño

- ❖ Mingitorio.
- ❖ Inodoro.
- ❖ Espejo instalado encima del inodoro (para observación de recolección de muestra).
- ❖ Ducha (agua caliente y fría).
- ❖ Lavamanos.
- ❖ Basurero con bolsa descartable.
- ❖ Papel higiénico y papel o máquina secadora de manos.
- ❖ Jabón

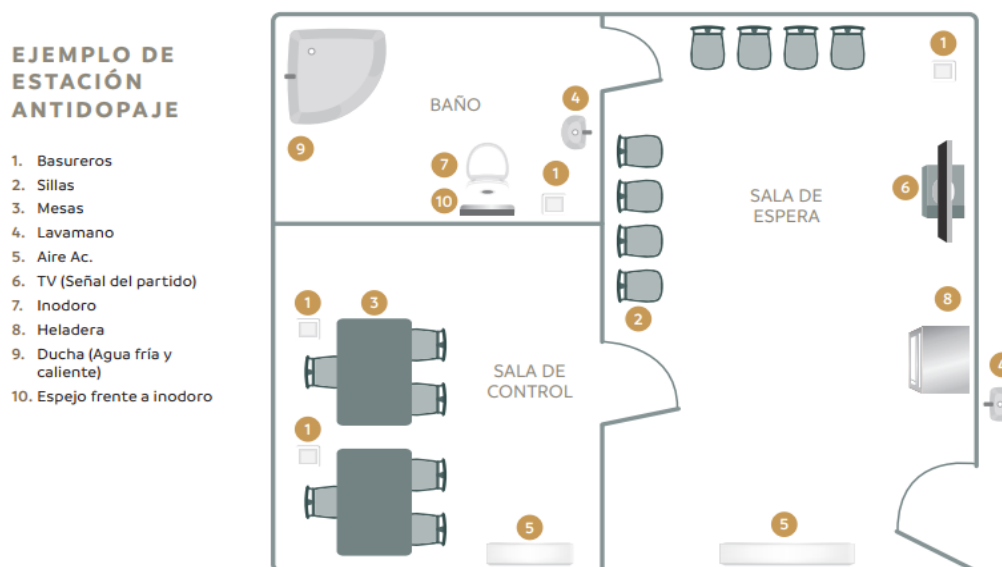


Figura 2.24. Ejemplo de estación antidopaje (Fuente: Reglamento CONMEBOL).

● Sala de seguridad

Cada estadio debe tener una sala de control, con sistema de circuito cerrado, que garantice una vista general del interior del estadio de acuerdo con las disposiciones de la legislación aplicable o los requisitos del cedente de la licencia, tras haber consultado al organismo civil adecuado.

- **Posición de comentaristas**

Estas posiciones, de uso exclusivo para los titulares de derechos, se componen de mesas y sillas, generalmente con tres posiciones por emisora, localizadas en el área conocida como tribuna de prensa.

El número de posiciones necesarias para comentaristas de las emisoras de la CONMEBOL varía de acuerdo con la popularidad del partido.

Los clubes deben prever tener espacios suficientes disponibles para al menos 5 posiciones de comentaristas para todos los partidos de todas las fases del torneo, las cuales deben:

- a. Estar en una ubicación central.
- b. Estar ubicadas en el mismo lado que la cámara principal y proveer una vista ininterrumpida del área de juego completa.
- c. Tener fácil acceso al área de trabajo de prensa, a la sala de conferencia de prensa y la zona mixta.
- d. Tener espacio para colocar una cámara frente a los comentaristas y relator, para aquellos titulares de derechos que soliciten dicho servicio.
- e. Estar equipadas con energía, iluminación y conexión a internet cableada y WiFi.

- **Cabinas de transmisión**

Entre los espacios que debe proporcionar el estadio se incluyen las cabinas de transmisión para ser utilizados por los titulares de derechos.

Las cabinas deben estar siempre del mismo lado que las cámaras principales.

Estas deben contar con energía eléctrica, iluminación, sillas y WiFi, y estar totalmente libres, es decir, sin equipamiento técnico, material de trabajo, objetos personales, etc.

- **Sala de conferencia de prensa**

Es obligatorio que el estadio disponga de una sala para la realización de la conferencia de prensa, la cual debe estar lo suficientemente equipada.

Según AFA

- **Ingreso a campo de juego**

Función: comunicar directamente los vestuarios con el campo de juego, impidiendo todo contacto de los participantes con el público.

Destino: árbitros, árbitros asistentes, jugadores y auxiliares técnicos.

Dimensiones: ancho no menor a 1 m y altura mínima 2 m.

Ubicación: preferentemente subterránea (túnel), en donde el perímetro de la boca de salida no podrá invadir una línea paralela a la de toque distante 1,50 m de la misma.

Piso: antideslizante.

Cerramiento: la boca de salida estará provista de su correspondiente elemento de cerramiento que la mantendrá clausurada durante la disputa de los partidos.

Protección: para proteger a los jugadores, árbitros, árbitros asistentes y auxiliares técnicos en el momento de ingresar o egresar, se deberá colocar un elemento desplazable rígido o plegable.

- **Recinto para periodistas**

Deberá estar ubicado en un lugar preferencial, con buena visibilidad, cubierto e independiente de los demás sectores, cuyo acceso deberá mantenerse siempre libre.

- **Cabina de transmisión para radio, televisión y filmación**

Los estadios contarán con cabinas para transmisión, cubiertas, con buena visibilidad, debidamente ventiladas y con accesos independientes de los otros sectores.

Se deberá contar con un mínimo de 6 cabinas para radios y 1 para televisión.

- **Boleterías**

Como mínimo deberán ser 3, con un lado de al menos 1,50 m y una altura interior no menor a 2,10 m, la cuales responderán a la proporción de una ventanilla por cada 1.000 localidades, de acuerdo con la capacidad del estadio.

- **Vestuarios**

- ❖ Cantidad: 3 (mínimo).
- ❖ Destinos: jugadores locales; jugadores visitantes; árbitros y árbitros asistentes.
- ❖ Características generales: serán independientes entre sí, y durante el invierno, todos los vestuarios deberán dotarse de elementos de calefacción, cualquiera sea su tipo.
- ❖ Vestuarios de jugadores: la superficie mínima debe ser de 35 m², con una altura libre interior no menor a 3m.
- ❖ Características constructivas: los pisos deberán ser antideslizantes, la iluminación y ventilación, tendrán que respetar las disposiciones municipales. Por otro lado, las aberturas al exterior o con acceso al público deberán estar provistas de rejas y vidrios armados.
- ❖ Vestuarios para árbitros y árbitros asistentes: la superficie mínima debe ser 7,50 m² y una altura libre interior no menor a 3 m.

- **Servicios sanitarios**

Las instalaciones deberán cumplir las disposiciones municipales y de Obras Sanitarias de las Nación (OSN).

Cada estadio contará con servicios sanitarios independientes para público, jugadores locales, jugadores visitantes, árbitros y árbitros asistentes.

- ❖ **Público**

A) Hombres:

a) Orinales: 3 por cada 1.000 localidades hasta 20.000 asistentes, luego se aumentará su cantidad en 2 por cada 1.000 excedente.

b) Retretes: 1/3 de la cantidad de orinales.

c) Lavabos: 1/6 de la cantidad de orinales.

B) Mujeres:

a) Retretes: 1/3 de la cantidad de retretes para hombres.

b) Lavabos: 1/6 de la cantidad de retretes para hombres.

C) Ubicación:

Los servicios sanitarios destinados al público estarán distribuidos en distintos sectores del estadio en forma proporcional a la cantidad de estos.

❖ Jugadores locales y visitantes

A) Orinales: 3.

B) Retretes: 3.

C) Lavabos: 3.

D) Duchas: 6 (mínimo).

❖ Árbitros y árbitros asistentes

A) Orinales: 1.

B) Retretes: 1.

C) Lavabos: 1.

D) Duchas: 2.

❖ Características constructivas

Revestimientos impermeables hasta 1,80 m de altura, pisos impermeables y antideslizantes. Tendrá que contar con provisión de agua fría y caliente en duchas, donde la altura mínima de los locales deberá ser 2,70 m además de contar con iluminación y ventilación de acuerdo a las disposiciones municipales.

❖ Ubicación

Los servicios sanitarios destinados a jugadores y a árbitros serán contiguos a los respectivos vestuarios.

● **Servicio de seguridad**

❖ Sala de Primeros Auxilios

Cada estadio deberá contar obligatoriamente con una sala de primeros auxilios, con guardia médica permanente durante la realización de los partidos. La misma deberá poseer los siguientes elementos:

A) Camilla de examen.

B) Camilla para transporte de enfermos o lesionados que deberán estar durante el desarrollo de los partidos en el campo de juego.

C) Carrito de curaciones.

D) Vitrinas con medicamentos.

E) Tubo de oxígeno con las máscaras correspondientes.

F) Elementos para inmovilizar provisionalmente una fractura.

G) Aparatos de tensión arterial.

H) Hervidor para jeringas o instrumental.

2.1.6. Relacionado con los accesos al estadio

Según FIFA

Un estadio moderno deberá estar rodeado de una valla perimetral exterior, montada a cierta distancia del mismo, la cual se utilizará para efectuar los primeros controles de seguridad del público, con cacheo individual en caso necesario. El segundo control se realizará en los molinetes de entrada al estadio, en donde deberá haber suficiente espacio entre la valla perimetral exterior y los molinetes para permitir que el público pueda desplazarse libremente. Las puertas y portones de salida del estadio y los que conducen del sector de espectadores a la zona de juego deberán abrirse hacia fuera, en dirección opuesta a los espectadores y no deberán estar nunca cerrados con llave mientras estos se encuentren en el estadio. No obstante, a fin de evitar entradas ilegales o intrusiones cuando no se disputan partidos, deberán tener un dispositivo de cierre que pueda ser manejado fácil y rápidamente por cualquier persona desde el interior.

Según AFA

- ❖ Puertas de ingreso y egreso del estadio: se ajustarán a las exigencias de la municipalidad del lugar en qué está ubicado el estadio y habrá puertas de acceso destinadas exclusivamente para poseedores de credenciales de libre acceso (Arts. 65 y 66 del Reglamento General de la AFA).
- ❖ Cerco exterior: separará debidamente el estadio de las propiedades y/o vías públicas linderas.

2.1.7 Relacionada con el estacionamiento

Según FIFA

El estacionamiento para espectadores deberá hallarse cerca para que los mismos ingresen directamente al estadio. Dichos sitios deberán tener una iluminación adecuada, números o letras en los diferentes sectores y estar protegidos contra cualquier tipo de intrusión.

Es esencial que el acceso y la salida de los estacionamientos sean rápidos y fluidos, previendo rutas directas a las carreteras más cercanas. La ubicación de los mismos para autobuses y automóviles debe ser tal que los aficionados de ambos equipos dispongan de diferentes estacionamientos.

En aquellos lugares donde no sea posible ofrecer suficientes estacionamientos en el área del estadio, habrá que cerciorarse de que los lugares adjudicados no estén a más de 1.500 metros de distancia del mismo.

Estacionamiento de hospitalidad corporativa

El estacionamiento de hospitalidad corporativa es un componente particularmente importante del programa de mercadotecnia. Es de suma importancia disponer cerca del estadio de suficientes lugares de estacionamiento para los invitados con entradas de hospitalidad.

Se deberán reservar suficientes lugares para los autobuses y automóviles de los invitados VIP cerca de la entrada reservada para los mismos y separados del sector público.

Estacionamiento para equipos, árbitros y personal del estadio

Deberá existir un área de estacionamiento para un mínimo de cuatro autobuses y 14 vehículos. Esta área estará ubicada dentro del estadio, inmediatamente en las afueras de los vestuarios y aislada del público.

Los jugadores y los árbitros deberán poder descender de sus vehículos y entrar directamente a los vestuarios sin tener contacto con el público.

Se deberá prever suficiente espacio para el estacionamiento de los vehículos del personal de servicio, tales como personal de seguridad y portería, acomodadores y encargados de los servicios de abastecimiento de bebidas y comidas.

Si se usan escoltas policiales para seguridad y para un ingreso eficiente al estadio de los equipos y árbitros, habrá que prever plazas de estacionamiento para ese personal tan cerca como sea posible de los vehículos que deben escoltar.

Los jugadores y los árbitros deberán tener acceso a los vestuarios desde las áreas de llegada, sin cruzarse con invitados VIP y espectadores.

Estacionamiento para los medios de comunicación

En el perímetro del estadio deberá haber una entrada para los medios informativos, con una sala o mostrador de recepción para recoger las acreditaciones/información de prensa en un área no mayor de 30 m².

Se habrá de tener especial consideración con los fotógrafos y las unidades móviles que portan equipos de cámaras pesados. Se les deberá reservar un lugar de estacionamiento lo más cercano posible a su punto de acceso o se deberá designar un lugar determinado para que descarguen sus equipos de los vehículos.

Se deberá poder circular con facilidad entre las distintas áreas de trabajo de los medios, la tribuna de prensa y sala de prensa, las posiciones de los comentaristas de TV y radio, la zona mixta y el campo de juego.

El acceso al área de estacionamiento para los medios deberá ser preferentemente de hormigón, asfalto o materiales similares para disponer de un acceso nivelado, estable y con un drenaje adecuado, bajo todas las condiciones meteorológicas.

Para todos los representantes de los medios informativos se habrán de reservar estacionamientos separados de los del público, ubicados lo más cerca posible de sus áreas de trabajo.

Estacionamiento para servicios de emergencia y espectadores discapacitados

Se deberán prever estacionamientos adyacentes al estadio y dentro del mismo para los vehículos de la policía, bomberos, ambulancias y otros servicios de emergencia, así como para los vehículos de espectadores discapacitados. Estos estacionamientos estarán ubicados de tal manera que permitan un ingreso y egreso directo sin obstáculos del estadio.

Finalmente todos estos sectores descritos se puede apreciar en la figura 2.25.



Figura 2.25. Ejemplo de distribución de estacionamientos (Fuente: Reglamento FIFA).

2.2 Estudio de reglamentaciones municipales

A continuación, se desarrolla lo expresado en el código de edificación y el código de planeamiento urbano de la ciudad de Corrientes.

2.2.1 Análisis Código de Planeamiento Urbano de la Ciudad de Corrientes

A la hora de seleccionar el terreno donde se construirá el estadio, se preseleccionarán 3 terrenos dispuestos en la ciudad de Corrientes para posteriormente elegir el indicado a través del análisis multicriterio.

A continuación, se encuentra la zonificación de los terrenos preseleccionados y sus usos de suelo correspondientes (ver Figura 2.26).

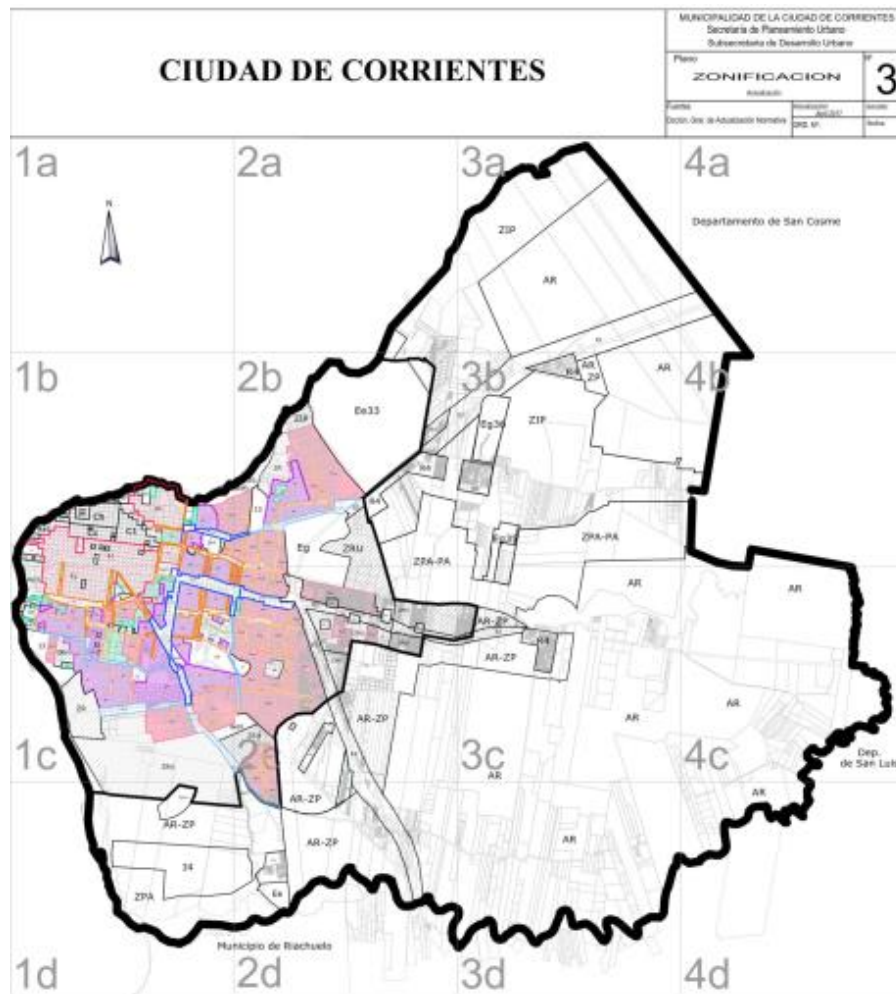


Figura 2.26. Zonificación de la ciudad de Corrientes (Fuente: código de planeamiento urbano de la ciudad de Corrientes).

Terreno 1

Barrio: Santa Catalina.

Ubicación: Av. Santa Catalina y Damasio Esquivel.

Distrito: ZRU (ver Figura 2.27 y 2.28).



79

F.O.T máximo = 0,50

Usos: vivienda unifamiliar, instalaciones adecuadas a usos agropecuarios o de industrias, derivados de los mismos.

Terreno 2

Barrio: Barrio UNNE - Campus Universitario.

Ubicación: Ubicado entre la av. Libertad y la Ruta Nacional N°12.

Distrito: E1.b (ver Figura 2.29 y 2.30)

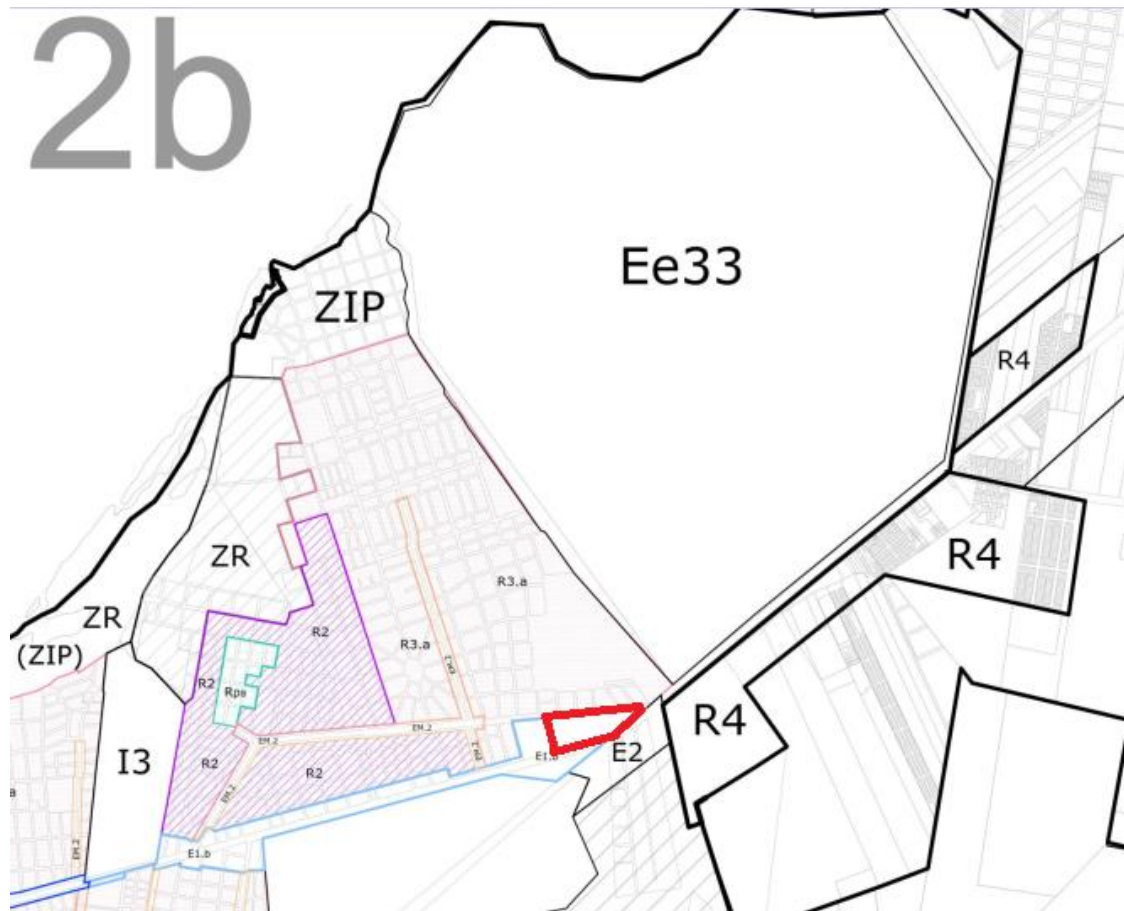


Figura 2.29. Zonificación de la ciudad de Corrientes (Fuente: código de planeamiento urbano de la ciudad de Corrientes).

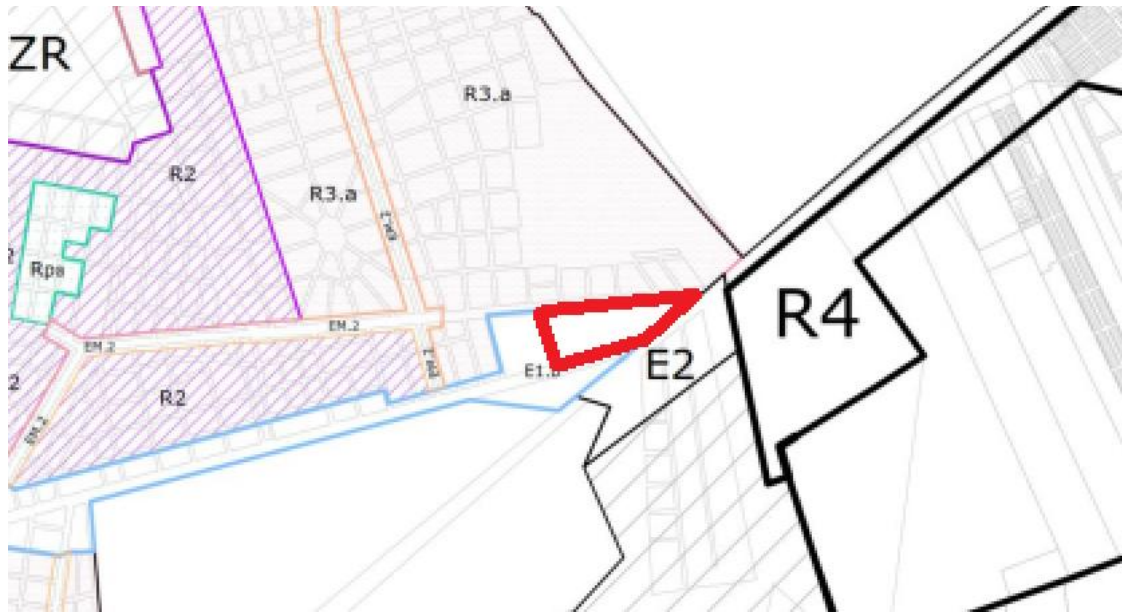


Figura 2.30. Zonificación de la ciudad de Corrientes (Fuente: código de planeamiento urbano de la ciudad de Corrientes).

Distrito E.1.b

F.O.T máximo = uso residencial= 3.

Uso complementario= 5.

F.O.S = 0,7.

Terreno 3

Barrio: Paraje Perichón.

Ubicación: ubicado entre el corsódromo de la ciudad de Corrientes y la Ruta Nacional N°12.

Distrito: R4 (ver Figura 2.31 y 2.32)

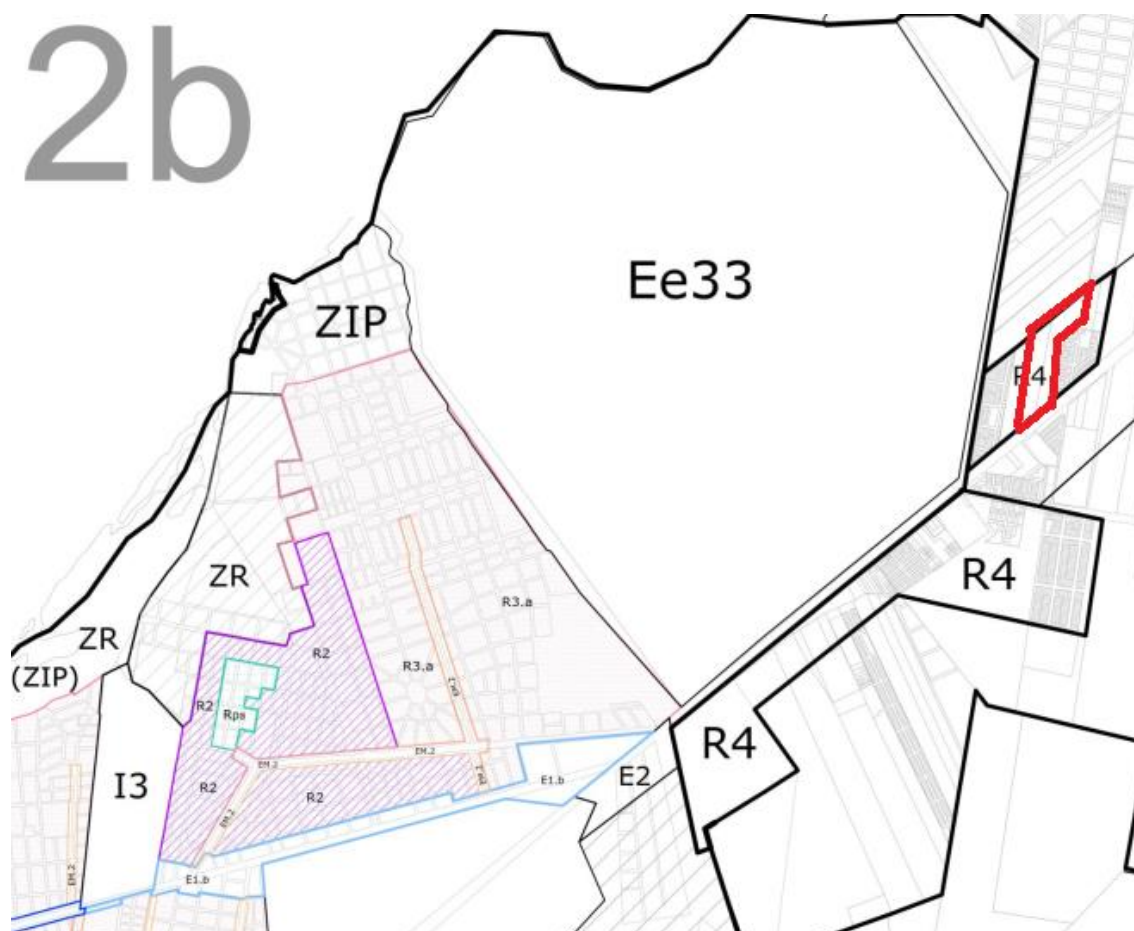


Figura 2.31. Zonificación de la ciudad de Corrientes (Fuente: código de planeamiento urbano de la ciudad de Corrientes).

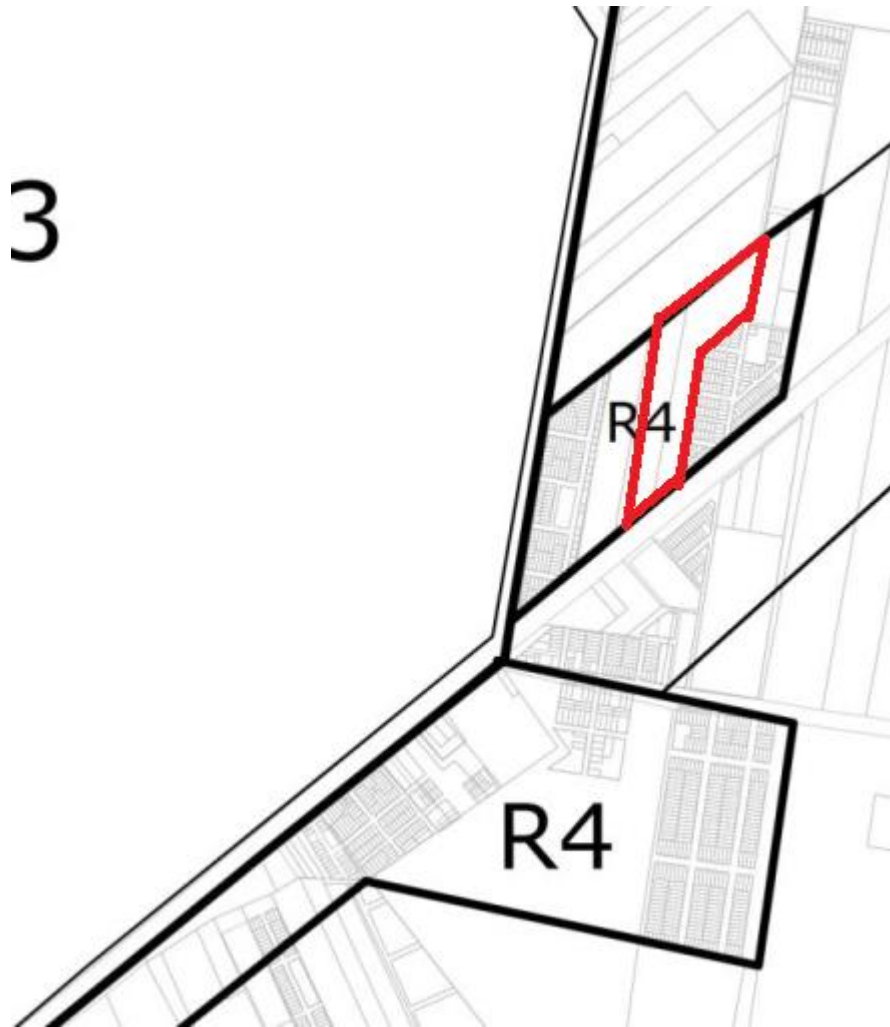


Figura 2.32. Zonificación de la ciudad de Corrientes (Fuente: código de planeamiento urbano de la ciudad de Corrientes).

F.O.T máximo =0,6.

F.O.S máximo =0,6.

2.2.2 Código de Edificación de la ciudad de Corrientes

- **Análisis estructural**

Es el conjunto de operaciones que permite llegar a la determinación de las solicitaciones a las que estarán sometidos los elementos estructurales, con el objeto de proceder a su posterior dimensionamiento.

Análisis de cargas

a) En todos los casos para los análisis de cargas se adoptarán obligatoriamente los siguientes reglamentos CIRSOC (y sus modificaciones):

- ❖ N°101: "Cargas y sobrecargas gravitatorias para el cálculo de las estructuras de los edificios".
- ❖ N°102: "Acción del viento sobre las construcciones".
- ❖ N°103: "Normas Argentinas para construcciones sismo resistentes". Con carácter optativo las siguientes recomendaciones:

Calculo estructural

a) El cálculo estructural se realizará utilizando los métodos elásticos con las simplificaciones o modificaciones permitidos en los respectivos reglamentos CIRSOC.

Deberá reflejar fielmente el comportamiento de la estructura, ya definido en el diseño estructural, respetando las condiciones de cálculo supuestas y asegurando la estabilidad de las mismas.

b) Solicitaciones o cargas: el cálculo estructural deberá efectuarse de modo tal que proporcione las máximas solicitaciones a las que estarán sometidos los diferentes elementos resistentes, considerando los distintos estados de carga y sus combinaciones que en todos los casos se definirán tomando como mínimo las siguientes consideraciones:

1. Cargas gravitatorias: en estructuras corrientes, es suficiente considerar un solo estado, compuesto por los pesos propios permanentes y las sobrecargas de uso.

En estructuras donde la incidencia de la sobrecarga es de importancia con respecto al peso propio y permanente, para la determinación de las máximas solicitaciones, se utilizarán los diagramas envolventes.

2. Cargas de viento: serán de evaluación obligatoria en las estructuras de cubiertas livianas, entendiéndose por tales, aquellas cuyo peso total incluido eventuales cargas permanentes y sobrecargas sea inferior a 150 kg/m² (1,5 KN/m²).

En las estructuras corrientes, será obligatorio el análisis de las cargas de viento, cuando la altura de la construcción medida desde el nivel del terreno natural supere tres niveles o 10 m.

3. Cargas accidentales: se consideran como tales, aquellas debidas a choques, aparejos de levantamiento de grandes pesos, etc. y serán consideradas en la superposición de efectos debido a cargas gravitatorias y/o de viento.

Dimensionamiento estructural

Estructuras de hormigón armado

Normativa a utilizar: El cálculo de las estructuras de Hormigón Armado se realizará en un todo de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento CIRSOC N°201 y modificaciones posteriores "PROYECTO, CÁLCULO Y EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO Y PRETENSADO" y RECOMENDACIÓN 201.1 "ACERO PARA HORMIGÓN ARMADO".

Para casos no previstos en la norma citada, el profesional deberá consignar la metodología y bibliografía utilizadas.

Planos y planillas de cálculos: en todos los casos los proyectos de edificación con estructuras parcial o total de H°Aº, se presentarán acompañados de los planos y planillas de cálculos respectivos, completando todos los datos de información que la técnica prescribe para este material.

Estudio de suelos

Información mínima: en todas las construcciones se adjuntará a la documentación e información sobre el suelo de fundación, que como mínimo incluirá lo siguiente:

- ❖ Cota de fundación de las distintas estructuras (en el mismo plano).
- ❖ Tipo de suelo de fundación.
- ❖ Tensiones con las cuales ha sido calculada la estructura de fundación.
- ❖ Tensiones admisibles del terreno.
- ❖ Tensiones fricción.
- ❖ Empujes.

Los trabajos de campaña y laboratorios necesarios, para llegar a esta información mínima, deberán ser fiscalizados por profesionales con título habilitante, entendiéndose como tales aquellos que poseen títulos otorgados por Universidades Estatales o Privadas debidamente reconocidas por el Ministerio de Educación y Justicia de la Nación.

Estos serán: Ingenieros Civiles, Ingenieros en Construcciones, Ingenieros Hidráulicos, Ingenieros Viales, Ingenieros en Minas e Ingenieros en Geología.

Playa de estacionamiento descubierta

Toda solicitud de permiso de obra correspondiente a una playa de estacionamiento descubierta deberá ser acompañada por un plano de la misma, en el que se indicará claramente a escala 1:100 la ubicación de los accesos y de los distintos módulos de estacionamiento, así como las elevaciones de todos los lados de su perímetro, debidamente acotados, señalando la silueta de los cercos y muros divisorios en toda su extensión y altura.

Prescripciones constructivas

Una playa de estacionamiento descubierta deberá satisfacer las siguientes condiciones en todo momento.

- a) **Parcela apta:** el ancho de la parcela apta para ese fin no podrá ser menor de 8 m (ocho).
- b) **Solado:** deberá estar íntegramente pavimentado y provisto de desagües pluviales reglamentarios y canaletas cubiertas con rejas en la L.M. coincidiendo con los accesos.

Sobre el pavimento deberá estar claramente demarcada la distribución de accesos y módulos de estacionamiento, en concordancia con el plano presentado para gestionar el permiso de obra.

- c) **Muros perimetrales:** los muros, cercos y muretes perimetrales separativos con otras unidades de uso independientes, sean o no de la misma parcela, deberán aparecer perfectamente planos con todos sus parámetros en toda su extensión y altura libre de marco, hueco y protuberancias originadas en oportunidad de la o las demoliciones de edificaciones, estructuras o instalaciones de cualquier índole que hubieran existido en la parcela.

Deberán estar protegidos por defensas adecuadas a la altura de los paragolpes de los vehículos o mediante un cordón de 15 cm de altura distante a 1 m de la misma, pudiendo construir acera o parquizar el sector resultante.

Se revestirán hasta una altura mínima de 2,70 m en todo el perímetro con ladrillo o plaqueta de ladrillo a la vista con juntas rehundidas y con color natural, debiendo el resto, por encima del revestimiento, estar revocado o pintado de blanco hasta una altura mínima de 10 m.

- d) **Local de control:** toda la playa de estacionamiento descubierta deberá contar con un local para resguardar del control, cuidado de la misma y para atención del público, que a efectos de sus dimensiones se considera como de 5º clase y cumplirá con el servicio mínimo de salubridad en locales o edificios públicos, comerciales e industriales.

En parcelas menores a 12 m de frente, el local deberá estar ubicado sobre la L.M. y adosada a uno de los muros perimetrales, con altura fija de 2,70 m desde el nivel del solado, con frente mínimo de 2 m medido sobre la L.M.

La construcción se realizará con mampostería de ladrillo aparente o revestido con plaquetas de ladrillos, al igual que el murete del cerco con el que integrará una unidad de tratamiento arquitectónico.

- e) **Accesos:** tendrá ancho uniforme mínimo de 3 m y su eje no podrá estar ubicado a menos de 15 m del punto de intersección de las líneas municipales en la esquina.

Cuando la capacidad de la playa supere los 50 módulos de estacionamiento será obligatorio, además del acceso, una salida de similares características independientes entre sí, aunque sean contiguas.

Instalaciones sanitarias para el público

En los campos deportivos cada sector tendrá los siguientes servicios exigidos, donde se considerará que el 50% del público es masculino y el otro 50% es femenino:

Retretes: cuatro como mínimo y uno por cada mil espectadores o fracción a partir de cinco mil.

Orinales: cuatro por cada mil espectadores hasta veinte mil, y superado este valor dos por cada mil.

Lavabos: uno por cada cinco retretes.

Capítulo 3 – Ubicación y determinación de la capacidad

Se desarrolla el estudio y análisis de las distintas posibilidades de locación de implantación del estadio dentro de Corrientes, donde se tendrán en cuenta diversos aspectos de importancia para la toma de decisión.

Además, se define la capacidad que tendrá el estadio lo cual influirá en el diseño arquitectónico y estructural del mismo, por lo que, se buscará no solo establecer un lugar físico para la construcción del estadio, sino también definir su capacidad de manera estratégica y reflexiva.

3.1 Introducción al análisis multicriterio

Para llevar a cabo el diseño arquitectónico y estructural del estadio se debe conocer previamente las características y parámetros del lugar de implantación del mismo, ya que en base a esto es posible determinar la orientación óptima respecto al sol, saber las distintas infraestructuras con las que se cuenta en el sitio, adoptar el tipo de fundación más adecuado según las características del suelo, etc.; por lo cual se seleccionaron tres terrenos dentro de la ciudad de Corrientes como potenciales ubicaciones del proyecto teniendo en cuenta que los mismos posean la superficie necesaria para el desarrollo de todos los espacios requeridos en este tipo de infraestructuras.

Al momento de elegir una opción entre varias se deben tener en cuenta distintos aspectos para el análisis, lo cual se transforma en una tarea difícil a la hora de evaluarlos de manera simultánea y en fuente de potenciales conflictos, sin embargo, la problemática desaparece al adoptar como metodología del análisis la comparación paritaria, la cual consta de realizar comparaciones entre dos aspectos a la vez.

Esto se aplica en el método del análisis jerárquico, el cual se utiliza para determinar la ubicación óptima del estadio ya que minimiza la influencia de subjetividades en el proceso y para ello se parte de la comparación de cinco aspectos relevantes, los cuales se detallan a continuación:

- **Accesibilidad:** contempla la existencia de vías de comunicación aledañas al predio, ya que las mismas serán de vital importancia para lograr un flujo vehicular que no interrumpa el tránsito ni genere congestionamientos. Otra cuestión significativa a observar en este punto es la existencia de transporte público que llegue a la zona analizada en cuestión, ya que esto facilitaría que los espectadores puedan concurrir al estadio sin necesidad de contar con un vehículo particular.
Este parámetro es sumamente importante, ya que en caso de no ser analizado de manera correcta se pueden generar serios inconvenientes en cuanto al tránsito mencionado, afectando así directamente a la sociedad.
- **Cercanía a servicios complementarios:** tiene en cuenta la existencia y ubicación cercana al terreno analizado de servicios complementarios tales como: hospitales,

hoteles, aeropuerto, restaurantes, entre otros. Parámetro de importancia relativamente baja.

- **Dimensión del predio:** según la FIFA el estadio deberá estar situado en un lugar suficientemente amplio, que permita contar con espaciosa y seguras áreas externas de circulación y actividades públicas, así como también la necesidad de disponer de un espacio lo suficientemente extenso para el estacionamiento de los vehículos. Por lo que este parámetro se vuelve de fundamental importancia.
- **Infraestructura existente:** contempla la disponibilidad de desagües cloacales, energía eléctrica, suministro de agua potable, entre otros. Este parámetro tiene una importancia media ya que la existencia de dicha infraestructura evita tener que realizar la construcción desde cero adicionando un costo extra a la obra, además dichos suministros son necesarios para la implementación de las distintas instalaciones que se requieren para el correcto funcionamiento del estadio.
- **Densificación urbana del entorno:** tiene en cuenta las construcciones existentes aledañas al lugar de implantación, ya que se busca evitar que el estadio a construir quede rodeado de distintas edificaciones donde habiten personas. Se plantea este parámetro desde un punto de vista donde se podría generar conflictos con los vecinos, tanto por ruidos molestos, que se producen en eventos deportivos y culturales, como por la gran cantidad de personas que se concentrarían en torno al estadio.

3.2 Análisis de los sitios de implantación

Para la elección del terreno donde se llevará a cabo el proyecto, se realizó un estudio profundo de diversos sectores de la ciudad de Corrientes, donde finalmente se propusieron 3 sitios como posibles alternativas (ver Figura 3.1).



Figura 3.1. Imagen satelital de los terrenos propuestos (Fuente: Google Earth (2023)).

Con las propuestas de los potenciales lugares, se procede a realizar el análisis jerárquico para la selección del terreno más óptimo.

Terreno 1



Figura 3.2. Imagen satelital del barrio Santa Catalina-Corrientes (Fuente: Google Earth (2023)).

Barrio: Santa Catalina.

Ubicación: Av. Santa Catalina y Damasio Esquivel.

Superficie: aproximadamente 38 ha.

Propiedad: terreno municipal.

Infraestructura existente: no se observan construcciones en el sitio. Por encontrarse dentro de un barrio, cuenta con red cloacal y pluvial, así como provisión de agua potable y tendido eléctrico, por lo cual únicamente se debe solicitar las correspondientes conexiones de los sistemas al predio en estudio.

Accesibilidad: el predio se encuentra alejado de la zona céntrica, lo cual es una ventaja al momento de que se realicen eventos multitudinarios.

El mismo posee conexión directa con la av. Santa Catalina la cual se empalma con la av. Maipú hacia el norte y a través de esta se llega al centro de la ciudad. Por otro lado, el predio también se conecta por medio de la calle Damasio Esquivel con la av. Maipú, la cual posee relación directa con la ruta nacional N°12 hacia el sureste y con el centro de la ciudad hacia el norte.

Terreno 2



Figura 3.3. Imagen satelital del campus de la UNNE en Corrientes (Fuente: Google Earth (2023)).

Barrio: Barrio UNNE - Campus Universitario.

Ubicación: ubicado entre la av. Libertad y la Ruta Nacional N°12.

Superficie: aproximadamente 27 ha.

Propiedad: privada, sin construcciones existentes.

Infraestructura existente: el predio posee redes de agua potable, cloacas y energía eléctrica, con la posibilidad de realizar futuras conexiones a servicios de telefonía, internet y televisión.

Accesibilidad: al norte del predio se encuentra la avenida Libertad, la cual es la continuación de la avenida Armenia, que a su vez se conecta con la avenida Gobernador Ruiz, donde a través de la rotonda Poncho Verde, se conecta al centro de la ciudad. Al sur se encuentra la Ruta Nacional N°12, la cual se conecta a la rotonda de la Virgen, con la av. Independencia, siendo esta el último tramo del corredor Manuel Belgrano, conectando a la ciudad desde el oeste al este.

Terreno 3



Figura 3.4. Imagen satelital del terreno 3 (Fuente: Google Earth (2023)).

Barrio: Paraje Perichón.

Ubicación: ubicado entre el corsódromo de la ciudad de Corrientes y la Ruta Nacional N°12.

Superficie: aproximadamente 18 ha.

Propiedad: terreno municipal.

Infraestructura existente: no se observan construcciones existentes en el sitio. El predio posee redes de agua potable y energía eléctrica, con la posibilidad de realizar futuras conexiones a servicios de telefonía, internet y televisión, pero a su vez no cuenta con red cloacal y pluvial.

Accesibilidad: el predio se encuentra alejado de la zona céntrica, lo cual es una ventaja al momento de que se realicen eventos multitudinarios. Se puede acceder al predio a través de la Ruta Nacional N°12, siendo esta una conexión directa con las avenidas principales de la ciudad de Corrientes.

3.3 Aplicación del método de análisis jerárquico

Se presenta a continuación la matriz de la Tabla N°3.1 conocida como "Matriz de comparaciones" donde se detalla el resultado obtenido a partir de la comparación de a pares de los aspectos mencionados.

Para la puntuación asignada se adopta una escala numérica del uno al nueve (ver Tabla N°3.2), donde el menor valor representa que la comparación entre ambos factores es lo mismo y la

mayor puntuación representa que la importancia de uno respecto a el otro es absolutamente mayor.

Tabla N°3.1. Comparación de a pares de los parámetros de importancia para la toma de decisión (Fuente: elaboración propia).

	Accesibilidad	Cercanías a servicios complementarios	Dimensiones del predio	Infraestructura existente	Densificación urbana del entorno
Accesibilidad	1	5	2	3	3
Cercanía a servicios complementarios	0,2	1	0,4	0,6	0,6
Dimensiones del predio	0,5	2,5	1	1,5	1,5
Infraestructura existente	0,3	1,7	0,7	1	1
Densificación urbana del entorno	0,3	1,7	0,7	1	1,0
Sumatoria	2,37	11,83	4,73	7,10	7,10
1/Sumatoria	0,42	0,08	0,21	0,14	0,14
Valor normalizado	0,42	0,08	0,21	0,14	0,14

Tabla N°3.2 Escala numérica de la puntuación adoptada (Fuente: elaboración propia).

Puntuación adoptada	
1:	<i>Es lo mismo</i>
3:	<i>Un poco más importante</i>
5:	<i>Mucho más importante</i>
7:	<i>Fuertemente más importante</i>
9:	<i>Absolutamente más importante</i>

La última línea de la Tabla N°3.1 denominada "valor normalizado" representa el valor aproximado de las distintas influencias que tienen cada uno de los factores con respecto a la percepción del problema, por lo tanto, la accesibilidad influye 42% en relación a la toma de decisión del terreno a utilizar, la cercanía a servicios complementarios 8%, las dimensiones del predio 21%, y tanto la infraestructura existente como la densificación urbana del entorno 14%. ($0,42 + 0,08 + 0,21 + 0,14 + 0,14 = 1$).

A continuación, se presentan las tablas de las distintas matrices, donde se compara de a pares cada uno de los potenciales terrenos T1, T2 y T3, según cada uno de los factores de importancia, seleccionados por los integrantes, que influyen en la toma de decisión.

Tabla N°3.3. Matriz de comparación según accesibilidad (Fuente: elaboración propia).

	Comparación según Accesibilidad		
	T1	T2	T3
T1	1	0,2	0,14
T2	5	1	0,7
T3	7	1,4	1
Sumat.	13	2,6	1,9
1 / Sumat.	0,1	0,4	0,5
Norm.	0,1	0,4	0,5

Tabla N°3.4. Matriz de comparación según cercanía a servicios complementarios (Fuente: elaboración propia).

	Comparación según cercanía a servicios complementarios		
	T1	T2	T3
T1	1	0,14	0,33
T2	7	1	2,3
T3	3	0,4	1
Sumat.	11	1,6	3,7
1 / Sumat.	0,1	0,6	0,3
Norm.	0,1	0,6	0,3

Tabla N°3.5. Matriz de comparación según dimensiones del predio (Fuente: elaboración propia).

	Comparación según dimensiones del predio		
	T1	T2	T3
T1	1	4	7
T2	0,3	1	1,8
T3	0,14	0,6	1
Sumat.	1	5,6	9,8
1 / Sumat.	0,7	0,2	0,1
Norm.	0,7	0,2	0,1

Tabla N°3.6. Matriz de comparación según infraestructura existente (Fuente: elaboración propia).

	Comparación según infraestructura existente		
	T1	T2	T3
T1	1	1	5
T2	1	1	5,0
T3	0,2	0,2	1
Sumat.	2,2	2,2	11
1 / Sumat.	0,5	0,5	0,1
Norm.	0,5	0,5	0,1

Tabla N°3.7. Matriz de comparación según densificación urbana del entorno (Fuente: elaboración propia).

	Comparación según densificación urbana del entorno		
	T1	T2	T3
T1	1	0,3	0,2
T2	3	1	0,6
T3	5	1,7	1
Sumat.	9	3	2
1 / Sumat.	0,11	0,33	0,56
Norm.	0,11	0,33	0,56

Luego se debe integrar todas las matrices expuestas con anterioridad para poder atribuir una valoración final a los terrenos analizados, teniendo en cuenta los factores designados y la importancia que se juzga como relevante para la toma de decisión final.

Para esto se procede con el armado de una nueva matriz denominada "Matriz de preferencias" (ver Tabla N°3.8) en donde se coloca como columnas los valores obtenidos de las ultimas filas de cada una de las matrices realizadas con anterioridad.

Para conocer la calificación final de cada potencial terreno a utilizar, se realiza la suma de los productos de cada fila de dicha matriz por el valor de ponderación correspondiente de cada factor (ver Figura N°3.5).

Tabla N°3.8. Matriz de preferencias por terrenos y por factores (Fuente: elaboración propia).

	Accesabilidad	Cercanía a servicios comp.	Dimensiones	Infraestructura existente	Densificación urbana
T1	0,08	0,09	0,72	0,45	0,11
T2	0,38	0,64	0,18	0,45	0,33
T3	0,54	0,27	0,10	0,09	0,56

	Accesabilidad	Cercanía a servicios comp.	Dimensiones	Infraestructura existente	Densificación urbana		0,42		
T1	0,08	0,09	0,72	0,45	0,11		0,08		0,272
T2	0,38	0,64	0,18	0,45	0,33	x	0,21	=	0,365
T3	0,54	0,27	0,10	0,09	0,56		0,14		0,363
							0,14		

Figura 3.5. Producto entre matriz de preferencias y ponderación de cada factor (Fuente: elaboración propia).

Finalmente se obtuvieron los resultados reflejados en la tabla N°3.9, donde se puede observar que existe un empate técnico de valoración entre la opción 2 y la opción 3.

Tabla N°3.9. Valoración final sobre el terreno más conveniente para emplazamiento del estadio (Fuente: Elaboración propia).

	Valoración	Ranking
T1	0,27	3
T2	0,37	1
T3	0,36	2

En base a los resultados obtenidos en los distintos aspectos, se tomó la decisión de elegir como lugar de emplazamiento del estadio el terreno ubicado en el barrio del campus universitario (ver Plano N°1 en el Anexo V), ya que el mismo cuenta con red de agua potable, red cloacal, servicios de telecomunicaciones, mejor cercanía a hoteles y ofertas gastronómicas, y demás rasgos que en comparación con el predio del barrio "Paraje Perichón" es muy superior en todos los aspectos mencionados, proporcionando la ventaja que para la ejecución del proyecto no sean necesarios gastos extras para la provisión de los mismos.

3.4 Determinación de la capacidad del estadio

Al proyectar un estadio de fútbol por parte del gobierno provincial, se debe tener en cuenta que el mismo se diseñará para albergar partidos de fútbol, rugby y eventos culturales tanto regionales como nacionales.

Para determinar la capacidad de espectadores que podría asistir al estadio, se tuvo en cuenta los estadios provinciales existentes en la Argentina (ver Tabla 3.10) y la tasa poblacional de la ciudad de Corrientes.

Para realizar el cálculo, se tomó como referencia los siguientes puntos:

- El estadio está proyectado para un plazo de 6 años de construcción.
- La tasa de crecimiento para dicho periodo será de 9,18%, valor obtenido a partir del estudio de los datos arrojados por los censos de 2010 y 2022.
- La relación $\frac{\text{capacidad}}{\text{población}}$ de las ciudades donde se encuentran los estadios provinciales en los distintos puntos del país (ver Tabla 3.10).

Cálculo de la población futura

$$P_n = P_o \cdot (1 + i \cdot n)$$

Donde:

- i = factor de crecimiento poblacional.
- P_n = población final.
- n = lapso de tiempo.
- P_o = población inicial.

Por lo tanto la población para la Ciudad de Corrientes para el año 2030 será de:

$$P_n = 432.192 * (1 + 0,0153 * 6) = 471.867$$

Teniendo en cuenta que Corrientes tuvo un aumento de su población entre 2010 a 2022 de 79.546 habitantes, aumentando 18,4%, se toma como promedio un crecimiento anual de 1,53%.

Partiendo del promedio de la relación $\frac{\text{capacidad}}{\text{población}}$ de los estadios provinciales en los distintos puntos del país (ver Tabla 3.10) y aplicando ese porcentaje a la población futura, obtendremos la capacidad óptima del estadio.

$$P_n: 471.867$$

$$\text{Porcentaje de } \frac{\text{capacidad}}{\text{población}} : 9,57\%$$

$$\text{Capacidad: } 471.867 * 9,57\% = 45.157 \text{ personas.}$$

Cabe destacar que en una primera etapa se optó por la construcción de un estadio con una capacidad inicial de 30.000 espectadores, con la posibilidad de ampliar el aforo del mismo a la cifra calculada anteriormente en una segunda etapa.

Tabla. N°3.10. Determinación relación capacidad/población.

Provincias	Población	Estadio	Capacidad	Población ciudad del Estadio	Relación
					Capacidad/ Población
Ciudad Autónoma de Buenos Aires	3.120.612	Carlos Barraza	10.000	3.120.612	0,32%
Buenos Aires	17.569.053	Único de La Plata	53.000	772.618	6,86%
Catamarca	429.556	Estadio del Bicentenario	27.000	188.489	14,32%
Chubut	603.120	Estadio municipal de Comodoro Rivadavia	8.300	127.914	6,49%
Córdoba	3.978.984	Mario Alberto Kempes	57.000	1.565.112	3,64%
Formosa	606.041	Antonio Romero	25.000	271.112	9,22%
Jujuy	797.955	Estadio La Tablada	4.000	315.491	1,27%
La Rioja	384.607	Estadio de Vargas	30.000	211.097	14,21%
Mendoza	2.014.533	Malvinas Argentinas	42.500	122.840	34,60%
Salta	1.440.672	Estadio Padre Ernesto Martearena	20.408	627.107	3,25%
San Juan	818.234	Estadio del Bicentenario	25.000	113.773	21,97%
San Luis	540.905	Estadio la Pedrera	30.000	150.038	19,99%
Santa Cruz	333.473	Municipal Perito Moreno	600	12.618	4,76%
Santa Fe	3.556.522	Estadio Fortín de Ludueña	10.000	1.342.619	0,74%
Santiago del Estero	1.054.028	Madre de Ciudades	30.000	329.084	9,12%
Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (2)	190.641	Hugo Lumbreras	2.000	82.612	2,42%
Total país	46.044.703			PROMEDIO	9,57%

Capítulo 4 - Diseño arquitectónico

Teniendo elegido el terreno sobre el cuál se emplazará el estadio y con el estudio de las distintas reglamentaciones se procede al diseño arquitectónico, tanto del estadio en sí como de su entorno.

4.1 Diseño del partido arquitectónico

En primer lugar, se partió de un estudio profundo del terreno y se realizó la propuesta de lo que se conoce como partido arquitectónico, el cual consiste en la primera manifestación de ideas espaciales, estéticas y funcionales que se desarrollarán en el proyecto, es decir, la intención inicial del mismo. Luego se prosiguió realizando de manera esquemática 3 alternativas distintas del diseño del estadio y su entorno para, finalmente, fusionar a dichas ideas logrando obtener de manera más detallada el partido arquitectónico final (ver Figura 4.1).

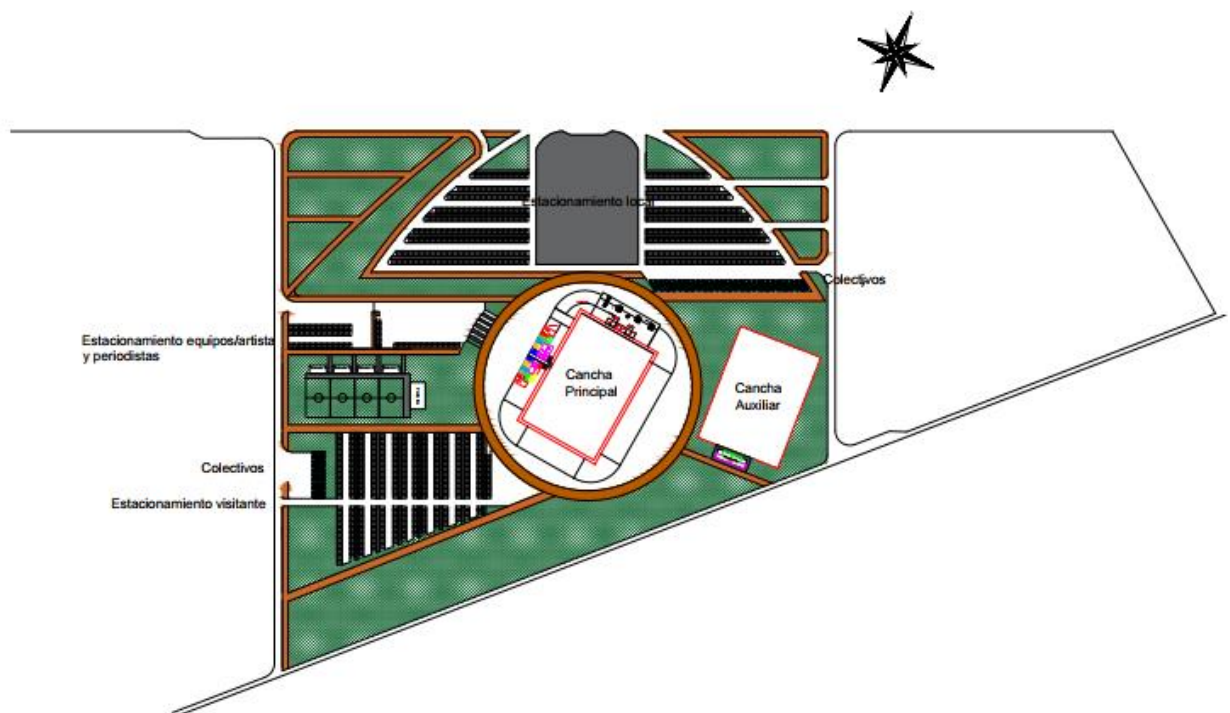


Figura 4.1. Partido arquitectónico final (Fuente: elaboración propia).

Para poder lograr el diseño del partido expuesto, se usó solo un sector de la totalidad del terreno y, en primera instancia, se partió de las dimensiones reglamentarias de la cancha de fútbol, las cuales se usaron tanto para la principal como la secundaria, además dentro de las reglamentaciones estudiadas, una de las premisas es que las canchas deben tener orientación norte-sur, por lo que se orientó en dicha dirección a las mismas.

En la propuesta del partido se buscó generar un impacto visual agradable, donde prevalezcan los espacios verdes, intentando reducir al mínimo los sectores que se encuentran contruidos. También se propuso el diseño de una plaza en el frente del terreno, limitando con la avenida Libertad. Además, por otro lado, se diseñó la red de caminos internos, los distintos estacionamientos y un sector destinado para la ubicación de canchas de fútbol 5, con sus respectivos quinchos (ver Plano N°2 del Anexo V).

Todos estos espacios mencionados serán desarrollados y expuestos en profundidad a lo largo del presente capítulo.

4.2 Organigramas funcionales

A partir del estudio realizado en las reglamentaciones, se procedió a realizar distintos organigramas funcionales de diferentes sectores donde se pudieron distinguir diferentes zonas en el anteproyecto.

Organigrama general

Es el organigrama que relaciona los distintos sectores generales incluyendo desde los espacios que rodean al estadio, hasta sectores que se encuentran dentro del mismo:

- a) Acceso al predio: implica el acceso al predio donde se encuentra emplazado el estadio.
- b) Estacionamiento: tiene en cuenta tanto los estacionamientos públicos destinados a las personas que asisten en calidad de espectadores como el estacionamiento privado reservado para los jugadores, artistas, prensa, invitados especiales, etc.
- c) Esparcimiento: engloba el entorno del estadio donde se desarrollan diversas actividades como canchas de fútbol 5 para recreación, cancha auxiliar para entrenamientos o partidos recreativos, la circulación peatonal para poder acceder al estadio o los distintos sectores de predio.
- d) Acceso al estadio: implica el acceso al estadio en cuestión, donde al ingresar contará con un hall de acceso desde el cuál se realizará la distribución a las distintas zonas dentro del estadio como ser museo deportivo, baños públicos, locales comerciales, patio de comida, sala de primeros auxilios y las tribunas para poder visualizar el evento.
- e) Zona mixta: es el espacio destinado a ser ocupado por diferentes partes como los jugadores, los representantes de los medios de comunicación y los invitados especiales.
- f) Acceso al campo: corresponde al sector por el cual se ingresa al terreno de juego.

Estás áreas se encuentran relacionadas entre sí de distintas maneras según sus usos, lo cual se puede apreciar en la Figura 4.2.

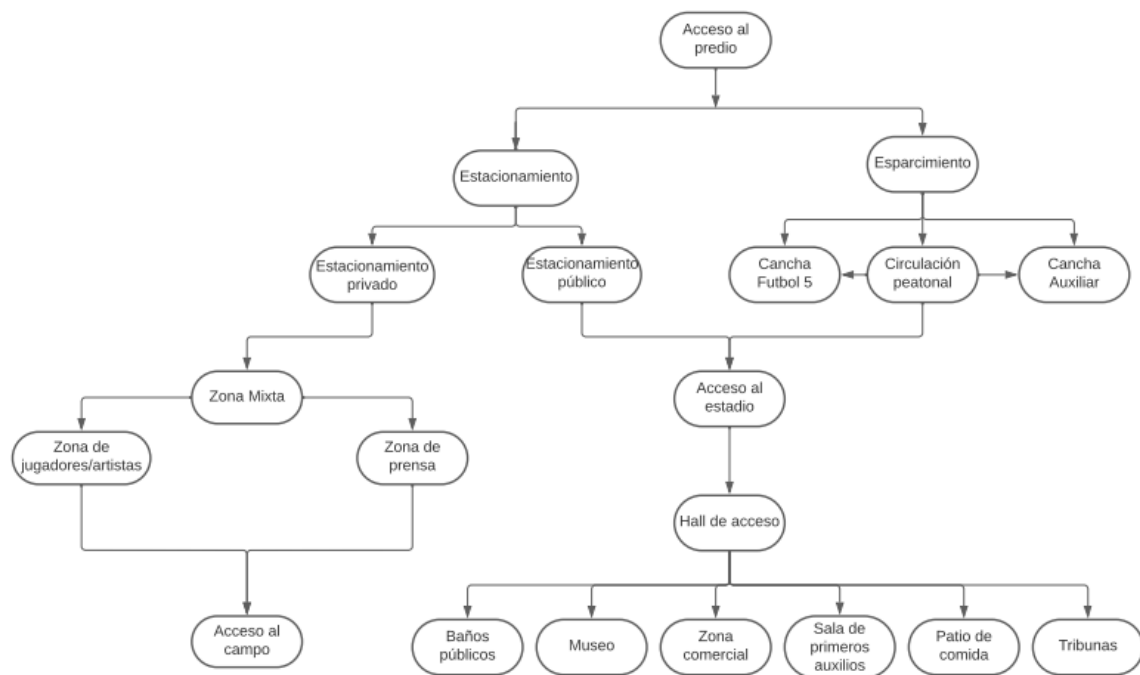


Figura 4.2. Organigrama funcional general (Fuente: elaboración propia).

Organigrama de zona de jugadores/artistas

Por otro lado, se desarrolló el organigrama correspondiente a la zona de jugadores y artistas, donde se encuentran expuestos los distintos sectores necesarios para ambos como así también para todas aquellas personas partícipes del evento como ser árbitros, personal encargado de gestionar y controlar el evento, etc.

- a) Zona de circulación: sector que comunica los distintos espacios entre sí.
- b) Vestuarios de jugadores/artistas: implica el lugar destinado al cambio de vestuario, aseo y descanso de los jugadores o artistas. Posee su propio organigrama que se desarrollará posteriormente.
- c) Gestión de eventos: local destinado para las personas encargadas de la logística y gestión del evento ya sea deportivo o artístico.
- d) Vestuario de árbitros: implica el lugar destinado al cambio de vestuario, aseo y descanso de los árbitros.
- e) Sala de dopaje: zona destinada al control de dopaje de los jugadores.
- f) Vestuarios alcanza pelotas: espacio que pide como requisito la FIFA, el cual está destinado a servir como lugar para el cambio de vestuario, aseo y descanso para los alcanza pelotas del partido.

La relación entre las áreas que se desarrollan en la zona de jugadores/artistas se puede observar en la Figura 4.3.

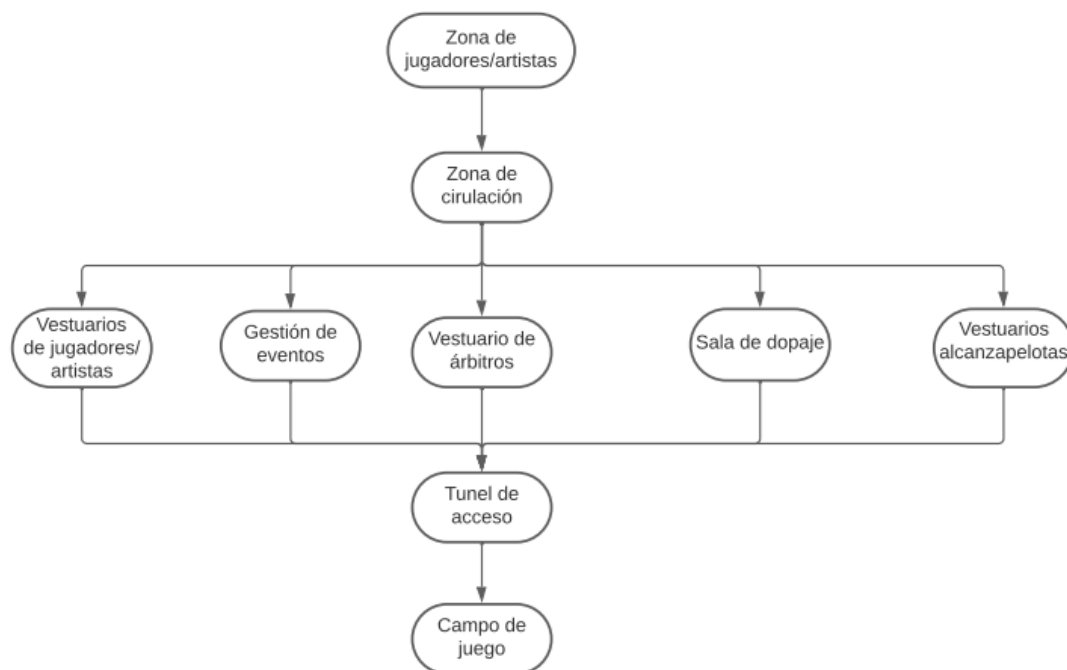


Figura 4.3. Organigrama funcional de la zona de jugadores/artistas (Fuente: elaboración propia).

Organigrama vestuarios

Para ambos equipos, tanto el que oficia de local como el que lo hace de visitante, valen las siguientes relaciones entre los distintos sectores ubicados en la zona de vestuarios:

- a) Zona de calentamiento: es el sector destinado a realizar los calentamientos previos al encuentro.
- b) Sala de masajes: implica el sector en donde se realizan los masajes a los deportistas, ya sea de manera previa como posterior al partido.
- c) Atención médica: espacio destinado a la atención médica de los deportistas o artistas.
- d) Utilería: lugar donde se guardan diversos elementos como indumentaria para llevar a cabo la actividad física, pelotas, objetos usados por los preparadores físicos, etc.
- e) Sala de entrenadores: es la zona que actúa como vestuario de los entrenadores y el cuerpo técnico de los equipos.
- f) Túnel de acceso: espacio que conecta a los vestuarios con el campo de juego y que, entre otras, tiene la función de que se realice la formación de los equipos previo al acceso al terreno.

En la Figura 4.4. se puede observar cómo se da la relación entre los distintos sectores mencionados anteriormente.

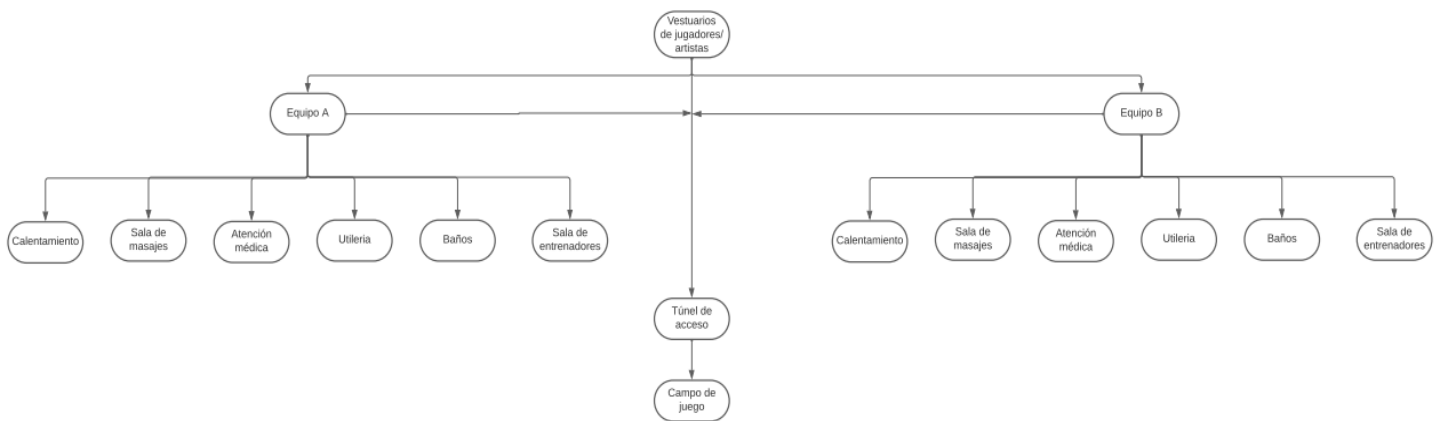


Figura 4.4. Organigrama funcional de los vestuarios (Fuente: elaboración propia).

4.3 Diseño arquitectónico del estadio

Luego de realizar la propuesta del partido arquitectónico, habiendo planteado las distintas relaciones de áreas según sus usos y teniendo establecido con qué espacios debe contar el estadio, se prosiguió con el diseño de cada uno de ellos.

4.3.1 Campo de juego

Como se mencionó en el apartado anterior, el primer espacio a diseñar fue el campo de juego, el cuál será utilizado tanto para eventos deportivos como eventos culturales. Es el punto inicial del diseño ya que de él dependerán tanto las dimensiones del resto del estadio como la orientación del mismo.

Para determinar las dimensiones del terreno se tuvieron en cuenta los eventos deportivos, ya que los mismos cuentan con dimensiones mínimas reglamentarias para poder desarrollarse.

A partir del análisis de los reglamentos (ver Capítulo 2) resultó ser el que mayores dimensiones requiere para el terreno de juego la cancha de fútbol según la reglamentación FIFA, que de acuerdo a dicho reglamento se necesita entre 90 metros y 120 metros de longitud y entre 45 metros y 90 metros de ancho, recomendando adoptarse 105 metros de longitud y 65 metros de ancho.

Finalmente, con las medidas del área auxiliar incluidas, se proyecta un campo de juego de 125 metros de longitud y 85 metros de ancho (ver Figuras 4.5 y 4.6), medidas que cumplen con las distintas reglamentaciones de fútbol y también con la de rugby.



Figura 4.5. Dimensiones recomendadas del terreno de juego más área auxiliar (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos FIFA).

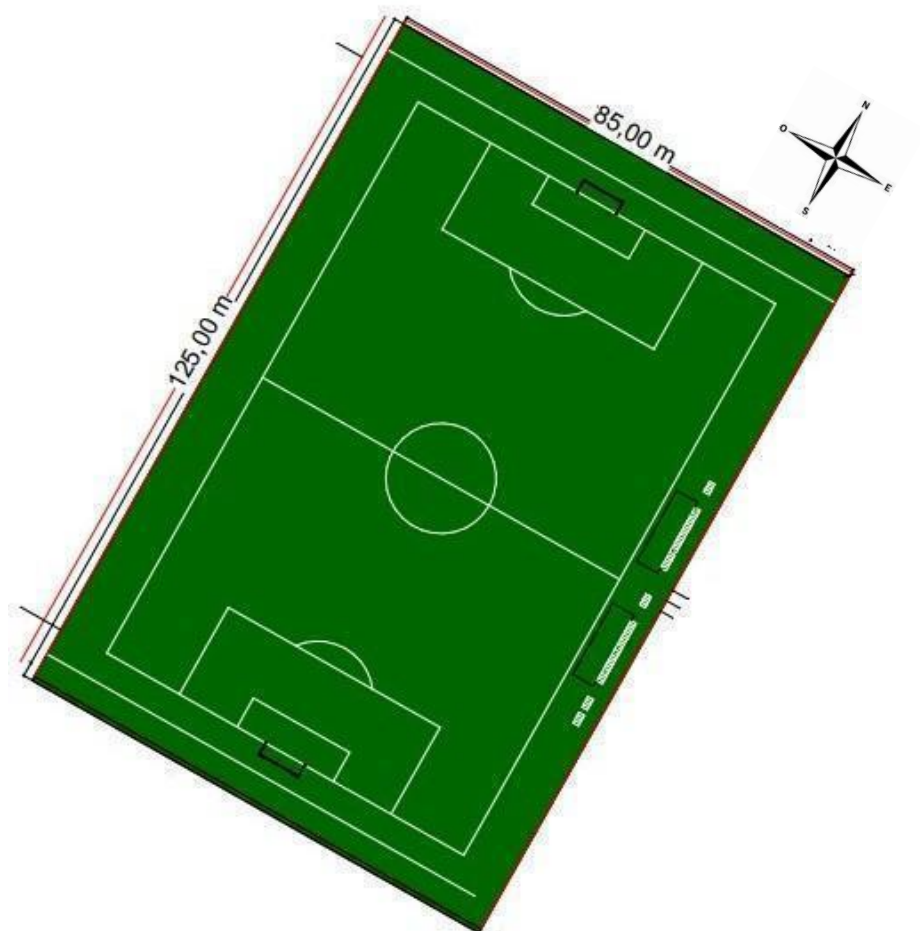


Figura 4.6. Dimensiones proyectadas para el campo de juego con orientación norte-sur (Fuente: elaboración propia).

Por otro lado, como se mencionó al comienzo del capítulo y en el capítulo 2, la orientación es un aspecto a tener en cuenta, ya que influirá en el confort de los espectadores el ángulo de ubicación del terreno en relación con el sol, por lo que se considera como orientación ideal del campo de juego la dirección norte-sur (ver Figura 4.6).

4.3.2 Tribunas

El siguiente sitio a diseñar fueron las tribunas, las cuáles en primera instancia dependen de las medidas del campo de juego anteriormente expuestas y en segundo lugar de la capacidad que se proyectó que tendrá el estadio, a lo largo del capítulo 3.

Teniendo en cuenta que las gradas contarán con codos en las esquinas, las medidas quedaron conformadas, para el perímetro inferior, en 120 metros para las tribunas de mayor longitud, 80 metros para las tribunas de menor longitud ubicadas detrás de los arcos, y 2,5 metros para los codos.

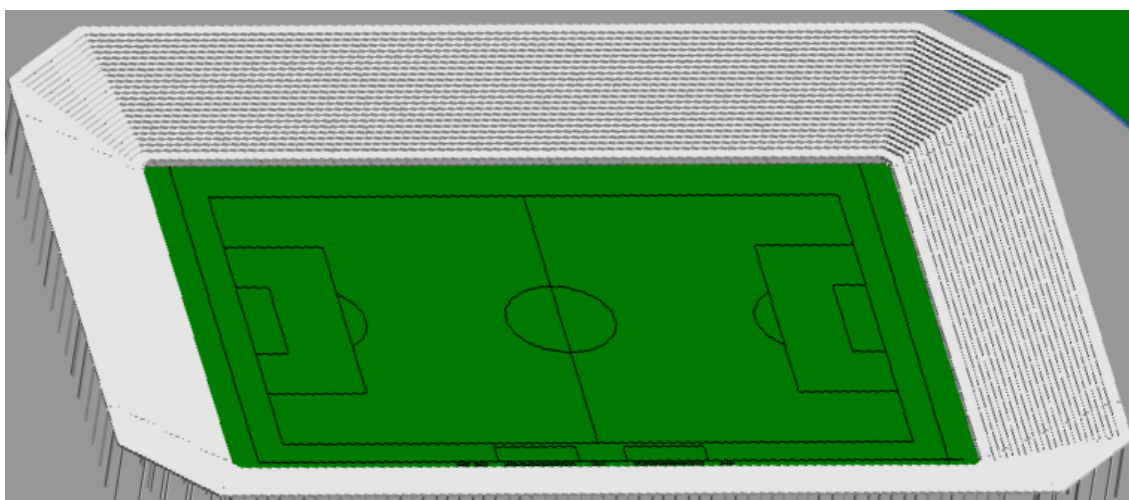


Figura 4.7. Primer diseño de las tribunas de la bandeja inferior (Fuente: elaboración propia).

Por otra parte, la capacidad propuesta para el estadio fue de 30.000 espectadores, por lo que se decidió proyectar el diseño de 2 bandejas de tribunas con distintas capacidades para las inferiores y superiores, valores que se abordarán más adelante. Además, se analizó qué espacio necesita cada espectador según distintas normativas, donde FIFA recomienda que la distancia que existe entre un respaldo a otro de 2 filas de asientos contiguas debe ser, como mínimo, de 80 cm lo que permitiría que existiera el espacio suficiente para que los espectadores puedan caminar entre las filas y también para evitar que las rodillas de los mismos choquen con el respaldo de las butacas de adelante.

Por otra parte, el ancho también influye en el confort de las personas, por lo que el valor mínimo recomendado por esta federación es de 50 cm, aumentando a 60 cm para los asientos destinados al sector VIP (ver Figura 4.8).

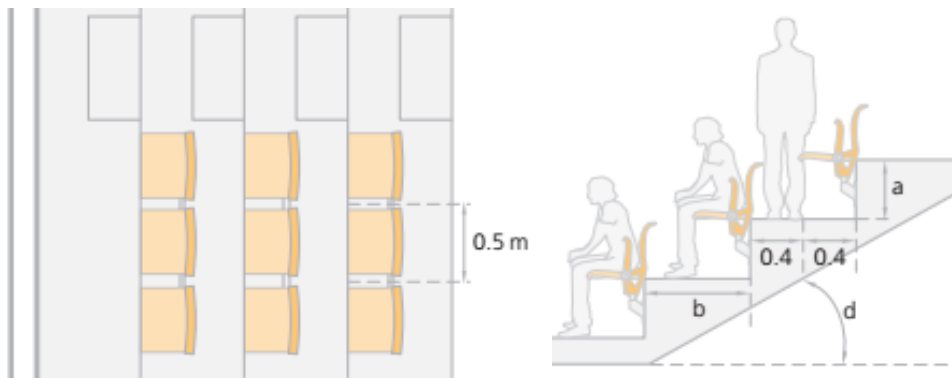


Figura 4.8. Distancias y dimensiones mínimas de los asientos según FIFA (Fuente: Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos. FIFA).

Además, el Código de Edificación de la ciudad de Corrientes exige para los casos como el de estudio, un área mínima de 0,5 m².

Finalmente, se optó por una distancia entre respaldos de butacas de 90 cm lo cual permitirá una circulación confortable de las personas, mientras que la altura de cada fila será de 51 cm (ver Figura 4.9) y el ancho de los asientos de 50 cm. Estos valores adoptados además de generar confort para los espectadores permiten proyectar en las tribunas escaleras de 30 cm de huella y 17 cm de contrahuella, pudiendo diseñarse 3 escalones por cada fila de asiento.

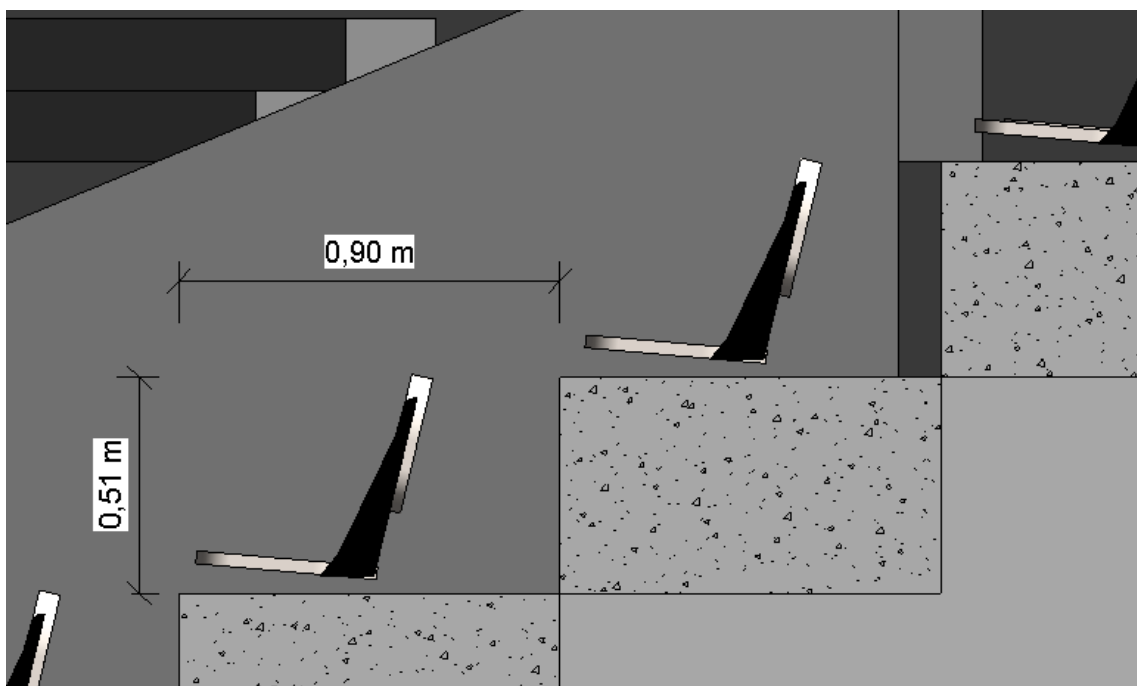


Figura 4.9. Dimensiones adoptadas para las filas (Fuente: elaboración propia).

Teniendo proyectado las dimensiones de las tribunas, se decidió que, para llegar al valor de capacidad de 30.000 espectadores, la distribución debería ser en 4 tribunas ubicadas tanto en planta baja como en planta alta. A su vez, éstas se encontrarán unidas entre sí mediante codos en cada una de sus esquinas, por lo que tendríamos la sectorización de las gradas (ver Imagen 4.10) conformado de la siguiente manera:

- Norte.
- Sur.
- Este.
- Oeste.
- Codo noroeste.
- Codo noreste.
- Codo sureste.
- Codo suroeste.

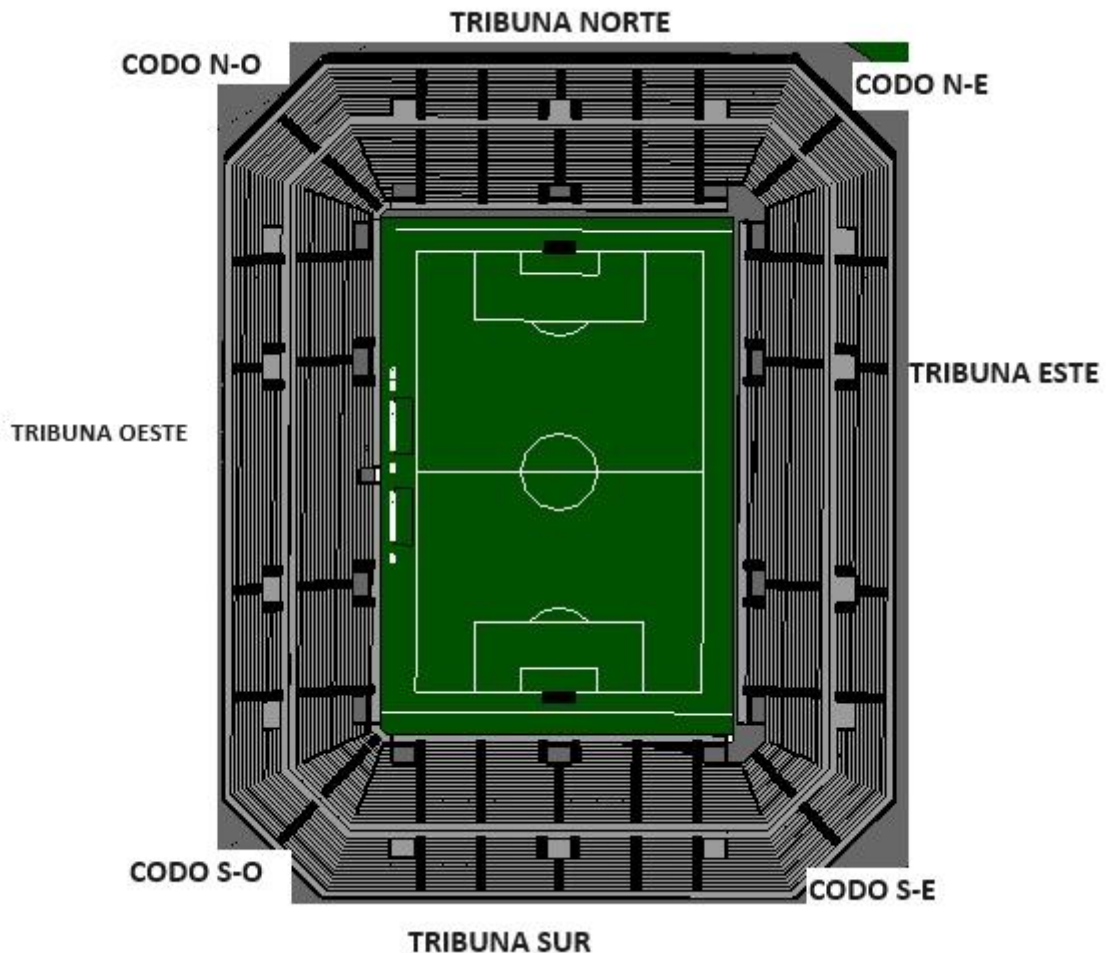


Figura 4.10. Sectorización de las tribunas (Fuente: elaboración propia).

Para la planta baja, las tribunas se desarrollan a lo largo de 21 filas, con las dimensiones descritas anteriormente, comenzando la primera a una altura de 1,87 m desde el nivel de piso, y llegando la última hasta una altura de 12,07 m (ver Figura 4.11), desde allí se producirá un salto de 4 m donde comenzará la losa de circulación inferior de las tribunas de planta alta (ver

Figura 4.12). La primera fila de las tribunas superiores tendrá un alto de 16,58 m respecto al nivel de calzada terminado, prosiguiendo con el desarrollo de las gradas superiores hasta llegar a una altura final de 23,21 m (ver Figura 4.13) donde se encontrará la última fila, contabilizando así 14 hileras de asientos para las tribunas de planta alta.

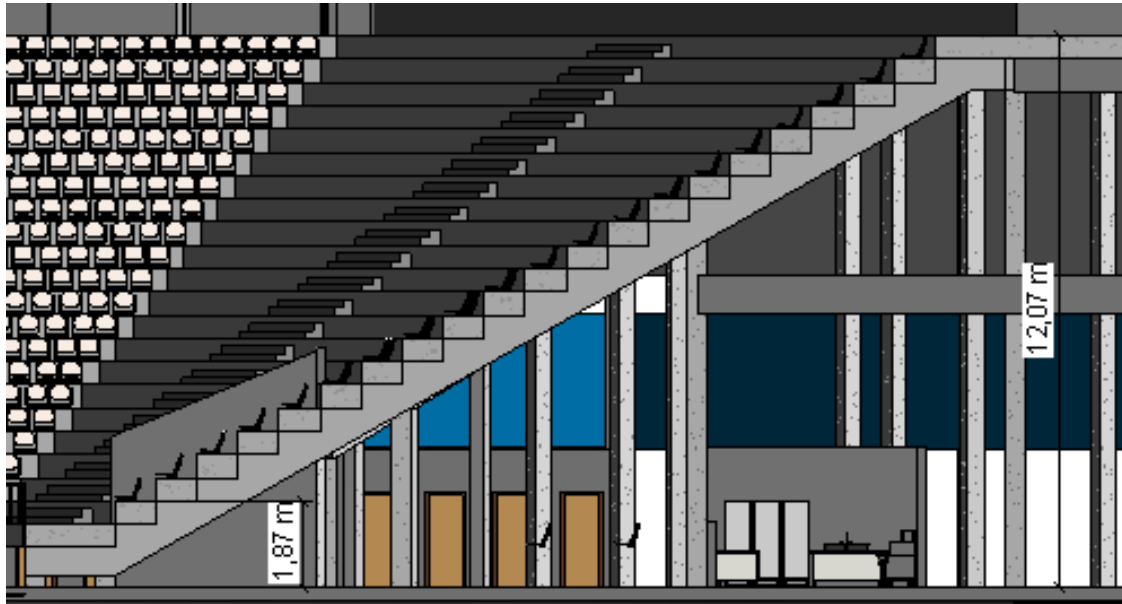


Figura 4.11. Altura de la tribuna inferior. (Fuente: elaboración propia).

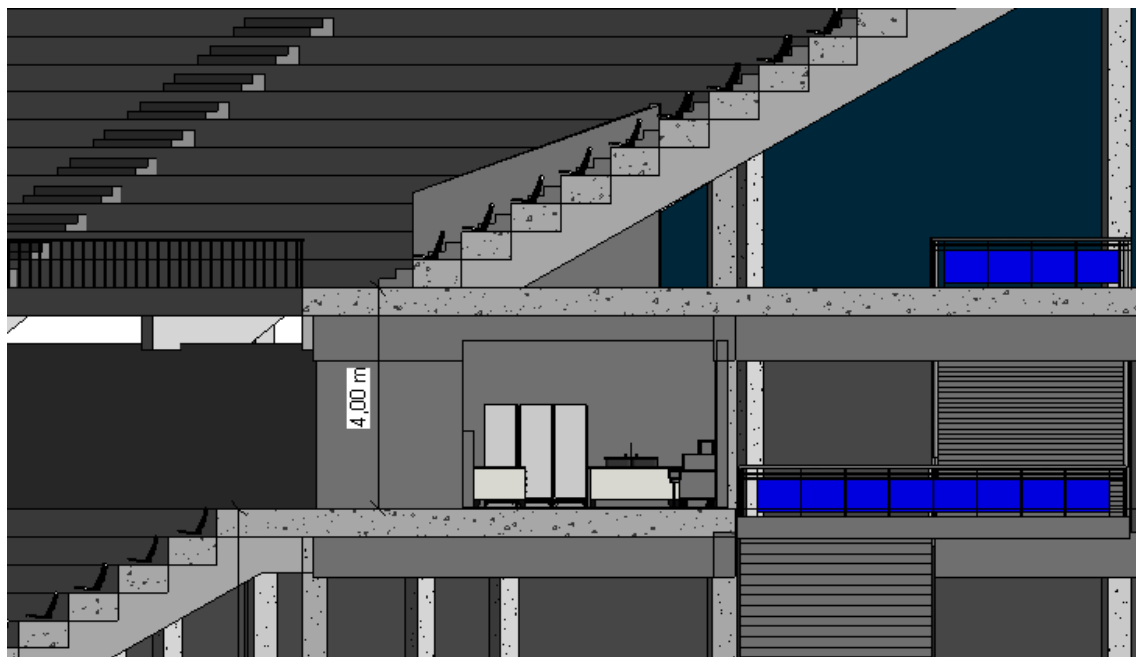


Figura 4.12. Diferencia de altura entre la tribuna inferior y superior (Fuente: elaboración propia).

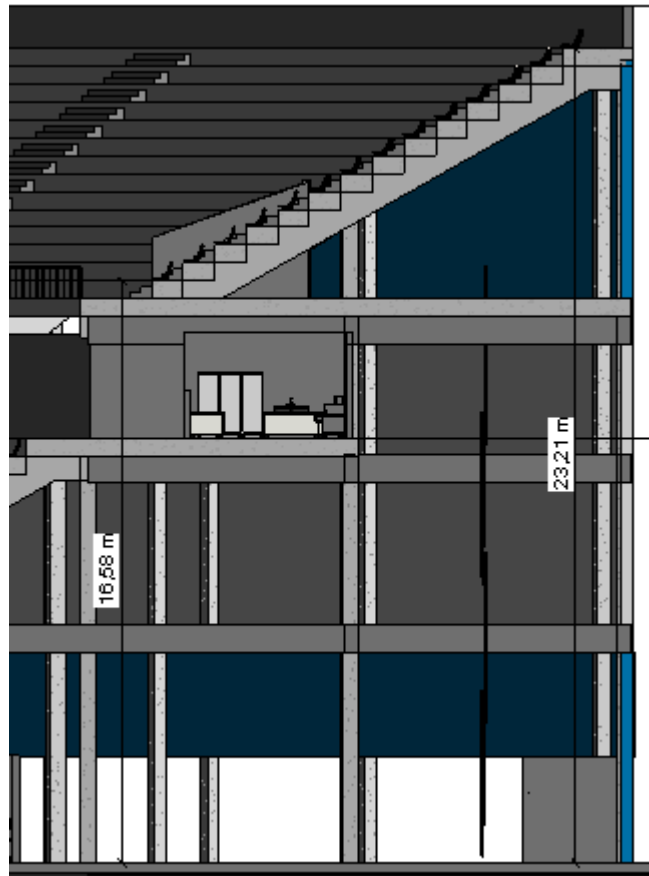


Figura 4.13. Altura de la tribuna superior (Fuente: elaboración propia).

4.3.3 Capacidad final del estadio

Habiendo definido las dimensiones y la cantidad de filas de las tribunas, así como la sectorización, se procedió con el cálculo de la capacidad final y real del estadio.

Para poder obtener el valor del aforo total, en primera instancia se midió la longitud que posee cada una de las filas, luego se tomó el ancho que tiene cada butaca y realizando el cociente entre la longitud y el ancho se obtuvo la cantidad de asientos que entran en una fila. Luego se realizó el descuento debido a los accesos y escaleras de circulación de las tribunas, obteniendo así finalmente el total de butacas que entran, cuyos valores serán reflejados a continuación:

4.3.3.1 Tribunas inferiores

Norte y sur

Las tribunas norte y sur (ver Figura 4.14) ubicadas en planta baja, serán simétricas en cuanto a geometría y tendrán una capacidad individual de 3.044 asientos, que sumando ambas llegará al valor de 6.088 asientos, valores reflejados en la tabla 4.1.

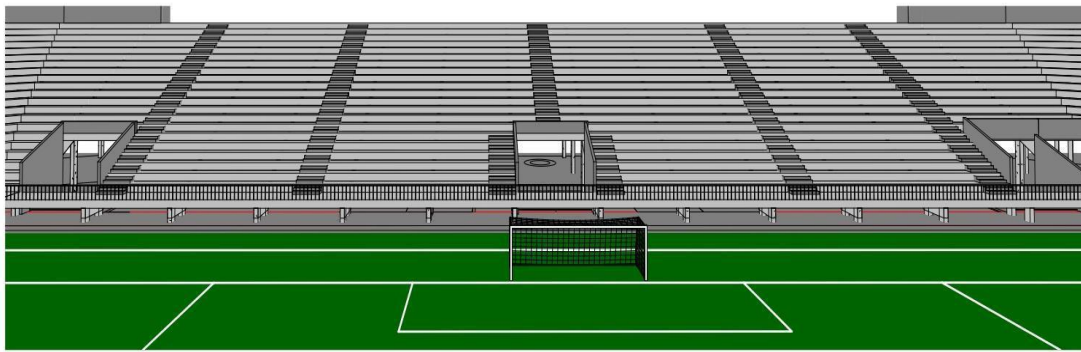


Figura 4.14. Tribuna inferior norte/sur (Fuente: elaboración propia).

Tabla N°4.1. Cantidad de asientos que entran en las tribunas inferiores norte y sur (Fuente: elaboración propia).

Numero de fila	Longitud de fila (m)	Butacas que entran	Numero de accesos
1	83,83	139,71	3
2	84,57	140,95	
3	85,31	142,19	
4	86,06	143,44	
5	86,81	144,68	
6	87,56	145,93	
7	88,31	147,18	
8	89,04	148,40	
9	89,79	149,65	
10	90,54	150,90	
11	91,28	152,14	
12	92,03	153,38	
13	92,77	154,62	
14	93,52	155,87	
15	94,27	157,11	
16	95,01	158,35	
17	95,76	159,59	
18	96,50	160,84	
19	97,25	162,08	
20	97,99	163,32	
21	98,74	164,56	
Descuento x accesos		-150	
Total de butacas en una tribuna		3.044	
Total de butacas en ambas tribunas		6.088	

Este

En esta tribuna podrán ingresar un total de 4.361 espectadores cuyos valores pueden observarse en la tabla N°4.2. y en la figura 4.15 se puede visualizar la tribuna este.

Tabla N°4.2. Cantidad de asientos que entran en las tribunas inferiores este y oeste (Fuente: elaboración propia).

ESTE			
Numero de fila	Longitud de fila (m)	Butacas que entran	Numero de accesos
1	123,83	206,38	4
2	124,57	207,62	
3	125,32	208,86	
4	126,06	210,11	
5	126,81	211,35	
6	127,56	212,59	
7	128,30	213,83	
8	129,05	215,08	
9	129,79	216,32	
10	130,54	217,56	
11	131,28	218,81	
12	132,03	220,05	
13	132,77	221,29	
14	133,52	222,53	
15	134,27	223,78	
16	135,01	225,02	
17	135,77	226,28	
18	136,50	227,50	
19	137,24	228,74	
20	137,99	229,99	
21	138,74	231,23	
Descuento x accesos		-233	
Total de butacas en tribuna		4.361	

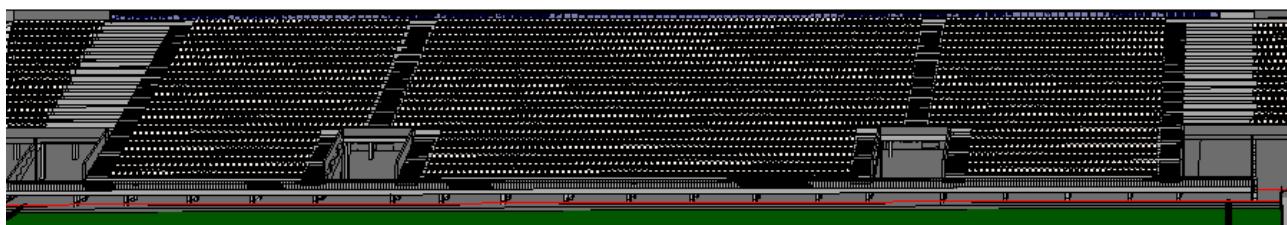


Figura 4.15. Tribuna inferior este con sus 4 accesos (Fuente: elaboración propia).

Oeste

En la bandeja inferior de la tribuna oeste podrán ingresar hasta 4.341 personas, cálculo que puede contemplar en la tabla N°4.3.

Si bien las tribunas este y oeste son simétricas en cuanto a geometría, la diferencia numérica de capacidad entre ambas radica en que el sector oeste cuenta con un espacio vacío disponible para el ingreso de los jugadores al campo de juego (ver Figura 4.16), lo cual no tiene la tribuna este.

Tabla N°4.3. Cantidad de asientos que entran en las tribunas inferiores oeste (Fuente: elaboración propia).

OESTE				
Numero de fila	Longitud de fila (m)	Butacas que entran	Numero de accesos a tribuna	Acceso a cancha
1	123,83	206,38	4	1
2	124,57	207,62		
3	125,32	208,86		
4	126,06	210,11		
5	126,81	211,35		
6	127,56	212,59		
7	128,30	213,83		
8	129,05	215,08		
9	129,79	216,32		
10	130,54	217,56		
11	131,28	218,81		
12	132,03	220,05		
13	132,77	221,29		
14	133,52	222,53		
15	134,27	223,78		
16	135,01	225,02		
17	135,77	226,28		
18	136,50	227,50		
19	137,24	228,74		
20	137,99	229,99		
21	138,74	231,23		
Descuento x accesos		-253		
Total de butacas en tribuna		4.341		

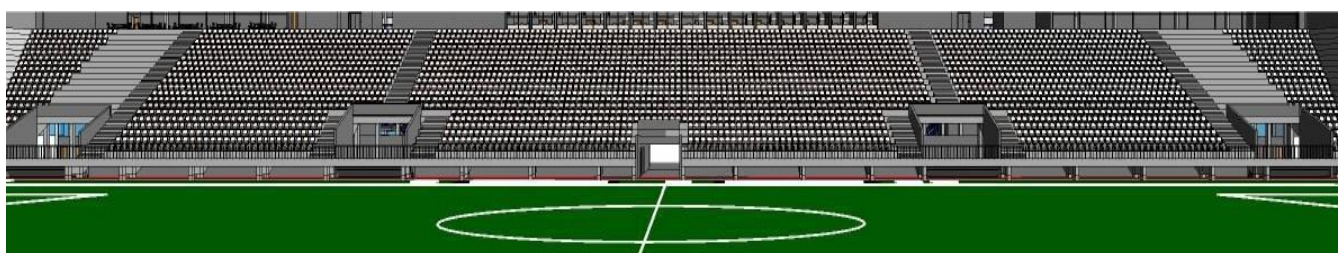


Figura. 4.16. Tribuna inferior oeste con sus 4 accesos a las gradas y acceso al campo de juego (Fuente: elaboración propia).

Codos

Para completar la capacidad de planta baja, se analizó la cantidad de personas que podrían entrar en los codos, obteniendo un valor de 1.442 espectadores para los 4, donde individualmente en los ubicados en el sector noreste y sureste podrán ingresar hasta 333 personas (ver Tabla N°4.4) mientras que los codos noroeste y suroeste tendrán capacidad de 388 espectadores cada uno (ver Tabla N°4.5). Esta diferencia se debe a que la entrada a los codos se realiza directamente desde los ingresos provistos en las tribunas aledañas, por lo que no se realiza descuentos por accesos, pero si se debe descontar en las esquinas noreste y sureste el espacio que se dejó previsto para el ingreso de ambulancias (ver Figura 4.17), por lo que en dichos sectores se descontará 6 filas de asientos.

Tabla N°4.4. Cantidad de asientos que entran en los codos noreste y sureste de las tribunas inferiores (Fuente: elaboración propia).

CODOS NORESTE Y SURESTE			
Numero de fila	Longitud de fila (m)	Butacas que entran	Accesos para ambulancias
1	0,00	0,00	0
2	0,00	0,00	
3	0,00	0,00	
4	0,00	0,00	
5	0,00	0,00	
6	0,00	0,00	
7	8,13	13,55	
8	8,88	14,79	
9	9,62	16,04	
10	10,37	17,28	
11	11,11	18,52	
12	11,86	19,77	
13	12,60	21,01	
14	13,35	22,25	
15	14,10	23,49	
16	14,84	24,74	
17	15,59	25,98	
18	16,33	27,22	
19	17,08	28,46	
20	17,82	29,71	
21	18,57	30,95	
Descuento x accesos		0	
Total de butacas en un codo		333	
Total de butacas en los 2 codos		666	

Tabla N°4.5. Cantidad de asientos que entran en los codos noroeste y suroeste de las tribunas inferiores (Fuente: elaboración propia).

CODOS NOROESTE Y SUROESTE			
Numero de fila	Longitud de fila (m)	Butacas que entran	Accesos para ambulancias
1	3,66	6,10	0
2	4,40	7,34	
3	5,15	8,58	
4	5,89	9,82	
5	6,64	11,07	
6	7,39	12,31	
7	8,13	13,55	
8	8,88	14,79	
9	9,62	16,04	
10	10,37	17,28	
11	11,11	18,52	
12	11,86	19,77	
13	12,60	21,01	
14	13,35	22,25	
15	14,10	23,49	
16	14,84	24,74	
17	15,59	25,98	
18	16,33	27,22	
19	17,08	28,46	
20	17,82	29,71	
21	18,57	30,95	
Descuento x accesos		0	
Total de butacas en un codo		388	
Total de butacas en los 2 codos		776	

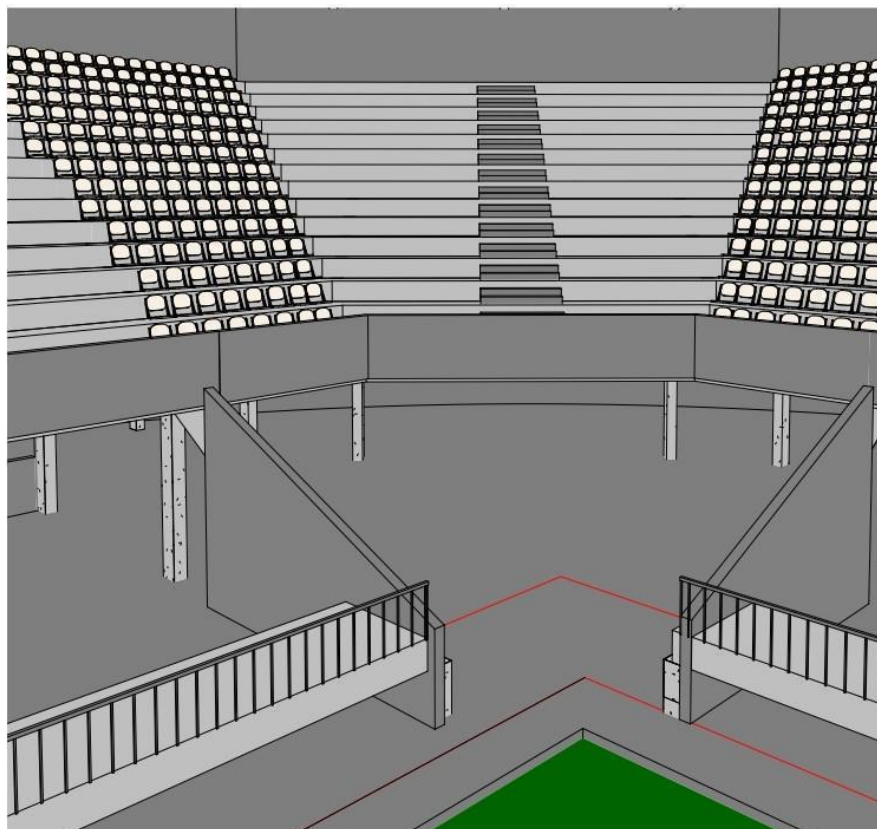


Figura 4.17. Codo inferior noreste con acceso para ambulancia (Fuente: elaboración propia).

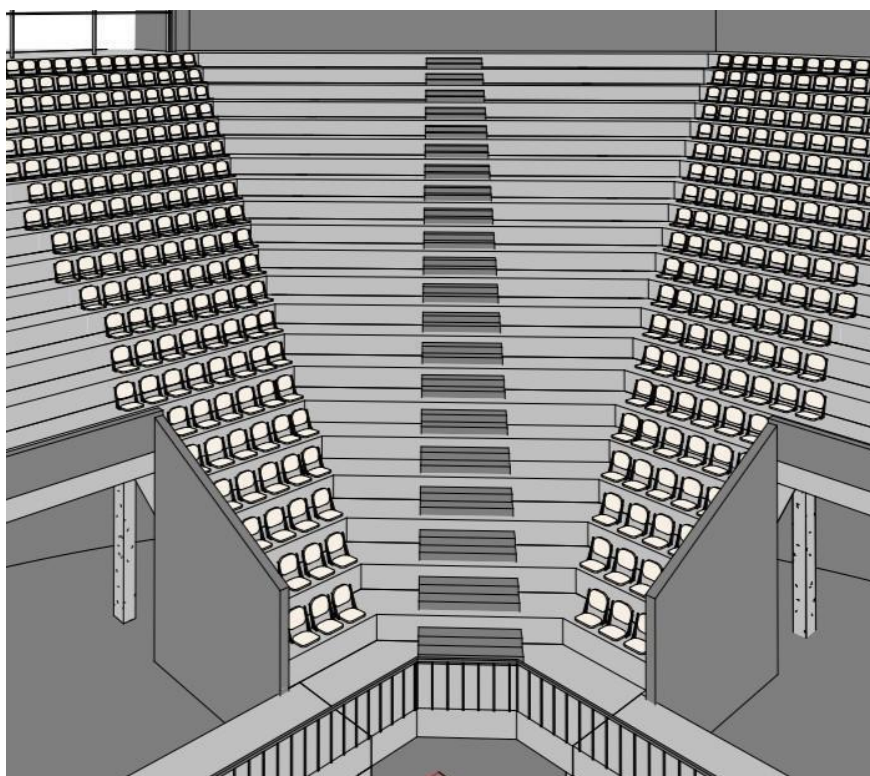


Figura 4.18 Codo inferior noroeste sin acceso para ambulancia (Fuente: elaboración propia).

Así, la capacidad total de personas que pueden ingresar a las tribunas de la bandeja inferior es de 15.998 espectadores.

4.3.3.2 Tribunas superiores

Para el caso de las tribunas ubicados en planta alta, tendrán menor capacidad que las de planta baja, contando con 14 filas de asientos.

Norte y sur

Ambas tribunas serán simétricas en cuanto a geometría y capacidad, donde individualmente tendrán espacio disponible para 2.305 espectadores dando una totalidad de 4.610 entre las dos, además cada tribuna contará con 3 accesos posibles según la ubicación que tenga la persona, por lo que se realizaron los descuentos de espacio disponible debido a dichos ingresos. Estos valores se ven reflejados en la tabla N°4.6.

Tabla N°4.6. Cantidad de asientos que entran en las tribunas superiores norte y sur (Fuente: elaboración propia).

NORTE Y SUR			
Numero de fila	Longitud de fila (m)	Butacas que entran	Numero de accesos
1	100,4	167,29	3
2	101,1	168,53	
3	101,9	169,77	
4	102,6	171,02	
5	103,4	172,26	
6	104,1	173,50	
7	104,8	174,74	
8	105,6	175,99	
9	106,3	177,23	
10	107,1	178,47	
11	107,8	179,72	
12	108,6	180,96	
13	109,3	182,20	
14	110,1	183,45	
		-150,00	
Total de butacas en una tribuna		2.305	
Total de butacas en ambas tribunas		4.610	

Este y oeste

Estas tribunas serán iguales en cuanto a capacidad, dimensiones y número de accesos, contabilizando en total 6.426 espectadores que podrían ingresar en ambas, valores que quedan reflejados en la tabla N°4.7.

Tabla N°4.7. Cantidad de asientos que entran en las tribunas superiores este y oeste (Fuente: elaboración propia).

ESTE Y OESTE			
Numero de fila	Longitud de fila (m)	Butacas que entran	Numero de accesos
1	140,4	233,99	3
2	141,1	235,24	
3	141,9	236,48	
4	142,6	237,72	
5	143,4	238,96	
6	144,1	240,21	
7	144,9	241,45	
8	145,6	242,69	
9	146,4	243,93	
10	147,1	245,18	
11	147,9	246,42	
12	148,6	247,66	
13	149,3	248,90	
14	150,1	250,13	
		-175,00	
Total de butacas en una tribuna		3.213	
Total de butacas en ambas tribunas		6.426	

Codos

La capacidad individual con la que contará cada codo ubicado en la parte superior del estadio será de 636, donde sumando los 4 se obtiene una totalidad de 2.544 (ver tabla N°4.8). En el caso de los que se encuentran ubicados en las tribunas superiores sucederá lo mismo que en las inferiores en cuanto a los accesos, es decir que no habrá descuento por los mismos ya que para el ingreso de los espectadores se aprovechará los accesos dispuestos en las tribunas.

Tabla N°4.8. Cantidad de asientos que entran en los codos de la tribuna superior (Fuente: elaboración propia).

CODOS			
Numero de fila	Longitud de fila (m)	Butacas que entran	Numero de accesos
1	22,4	37,36	0
2	23,2	38,62	
3	23,9	39,85	
4	24,7	41,09	
5	25,4	42,33	
6	26,1	43,58	
7	26,9	44,82	
8	27,6	46,06	
9	28,4	47,31	
10	29,1	48,55	
11	29,9	49,79	
12	30,6	51,03	
13	31,4	52,28	
14	32,1	53,52	
		0,00	
Total de butacas en un codo		636	
Total de butacas en los 4 codos		2.544	

Capacidad total

Finalmente, el estadio contará con una capacidad para 29.812 espectadores sentados incluyendo los espacios destinados a personas con movilidad reducida.

Tabla N°4.9. Tabla resumen de capacidad del estadio (Fuente: elaboración propia).

Capacidad en tribunas inferiores	16.232
Capacidad en tribunas superiores	13.580
Capacidad total del estadio	29.812

4.3.4 Accesos a las tribunas

Una vez diseñadas las tribunas tanto su forma como sus dimensiones, se procedió a diseñar los accesos a las mismas. Para esto se basó en lo descrito en el código de edificación de la ciudad de Corrientes en el capítulo 4 "Del proyecto de las obras", más específicamente en la sección 4.7.2 b "ANCHO DE PASOS, PASAJES O CORREDORES DE SALIDA".

En el mismo se establece que para el cálculo de las dimensiones de los accesos primero se debe determinar un factor denominado UAS (unidades de ancho de salida), que tendrán para las dos primeras 0,55 m y para las siguientes 0,45 m con la siguiente expresión:

$$n=N/100$$

Donde:

- n: número de unidades de ancho de salida.
- N: número total de personas a ser evacuadas del edificio.
- 100: constante que es el producto de 40 personas que evacuan por UAS a una velocidad de 2,5 m/s

Para la aplicación de la expresión, primero se determinó la capacidad de cada tribuna y además se predeterminó el número de accesos en cada una de ellas y en función de estas 2 variables se calculó el "n" correspondiente a cada acceso. El cálculo del mismo queda resumido en las siguientes tablas:

Tabla 4.10. Dimensiones de los accesos a las tribunas (Fuente: elaboración propia).

Tribunas	Capacidad	N° pasillos	Personas por pasillos	UAS	Ancho mínimo	Ancho adoptado
Norte Inferior	3.044	3	1.015	11	5,15	5,7
Sur Inferior	3.044	3	1.015	11	5,15	5,7
Este Inferior	4.361	4	1.091	11	5,15	6,6
Oeste Inferior	4.361	4	1.091	11	5,15	6,6

Tabla 4.11. Dimensiones de los accesos a las tribunas (Fuente: elaboración propia).

Tribunas	Capacidad	N° pasillos	Personas por pasillos	UAS	Ancho mínimo	Ancho adoptado
Norte Superior	2.305	3	769	8	3,8	5,7
Sur Superior	2.305	3	769	8	3,8	5,7
Este Superior	3.388	4	847	9	4,25	6,6
Oeste Superior	3.388	4	847	9	4,25	6,6

Donde los valores adoptados por cálculo se pueden apreciar en las figuras 4.19 y 4.20.

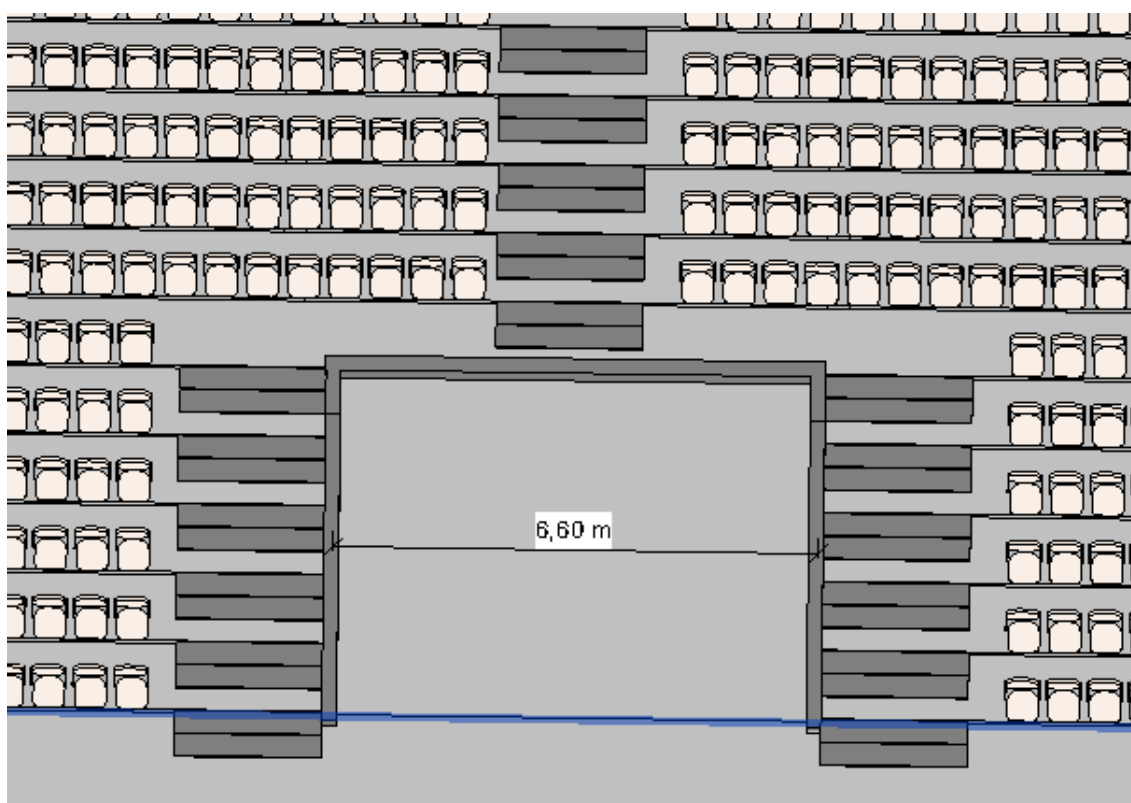


Figura 4.19. Dimensiones adoptadas para los accesos de las tribunas oeste y este (Fuente: elaboración propia).

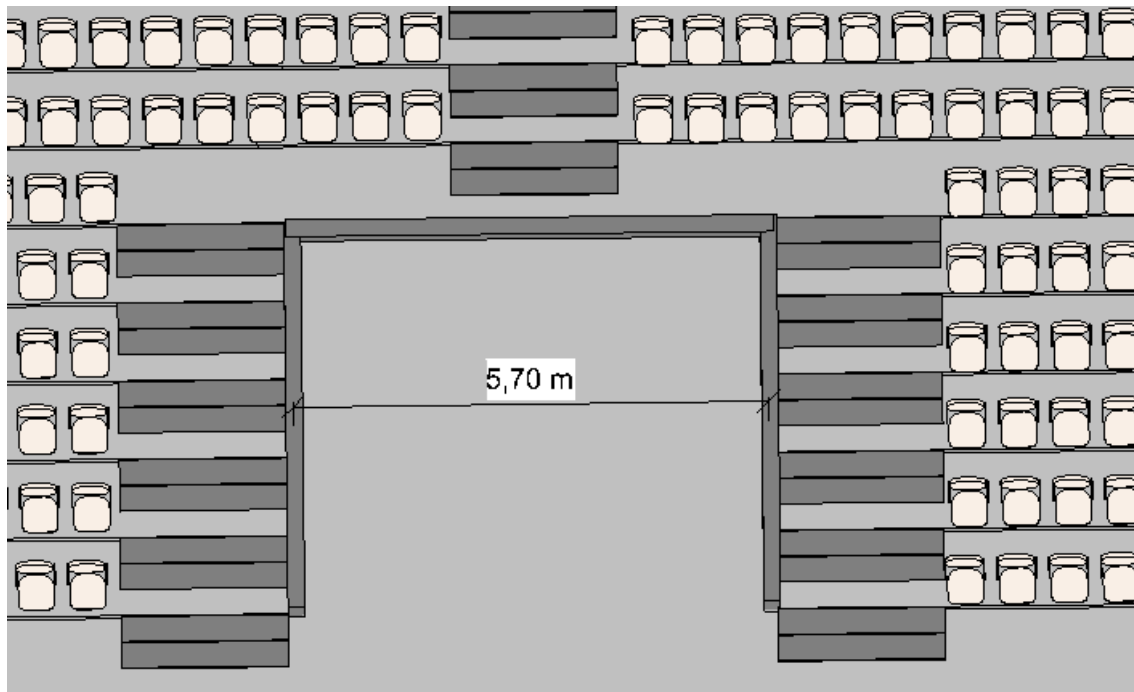


Figura 4.20. Dimensiones adoptadas para los accesos de las tribunas norte y sur (Fuente: elaboración propia).

Para verificar el número de accesos preestablecidos, se siguió lo expresado en el código de edificación de la ciudad de Corrientes, donde establece que, cuando por cálculo corresponda 4 o más unidades de ancho de salida (UAS), la cantidad de medios de escape se obtiene como:

$$\text{Número de medios de escape} = (n + 1) / 4$$

Siendo:

n: cantidad de unidades de anchos de salida.

Siendo el mayor valor de UAS = 11, se verificó todos los accesos con ese valor, dando como número mínimo de accesos 3, cumpliendo así todas las condiciones.

4.3.5 Escaleras entre las filas de asientos

Según lo establecido en el código de edificación de la ciudad de corrientes en el capítulo 4, más específicamente, en la sección 4.7.6.2 "ANCHO DE CORREDORES Y PASILLOS ENTRE GRUPOS DE ASIENTOS EN LUGARES DE ESPECTÁCULOS PÚBLICOS": Todo corredor o pasillo entre grupos de asientos conducirá directamente a la salida exigida a través de la línea natural de libre trayectoria y será ensanchado progresivamente en dirección a esa salida. En el caso de haber espectadores de un solo lado, el ancho mínimo será de 1 m y en el caso de haber de los dos lados será 1,20 m.

En este caso se adoptó un ancho de pasillo de 2 m, cumpliendo con la dimensión mínima (ver figura 4.21).

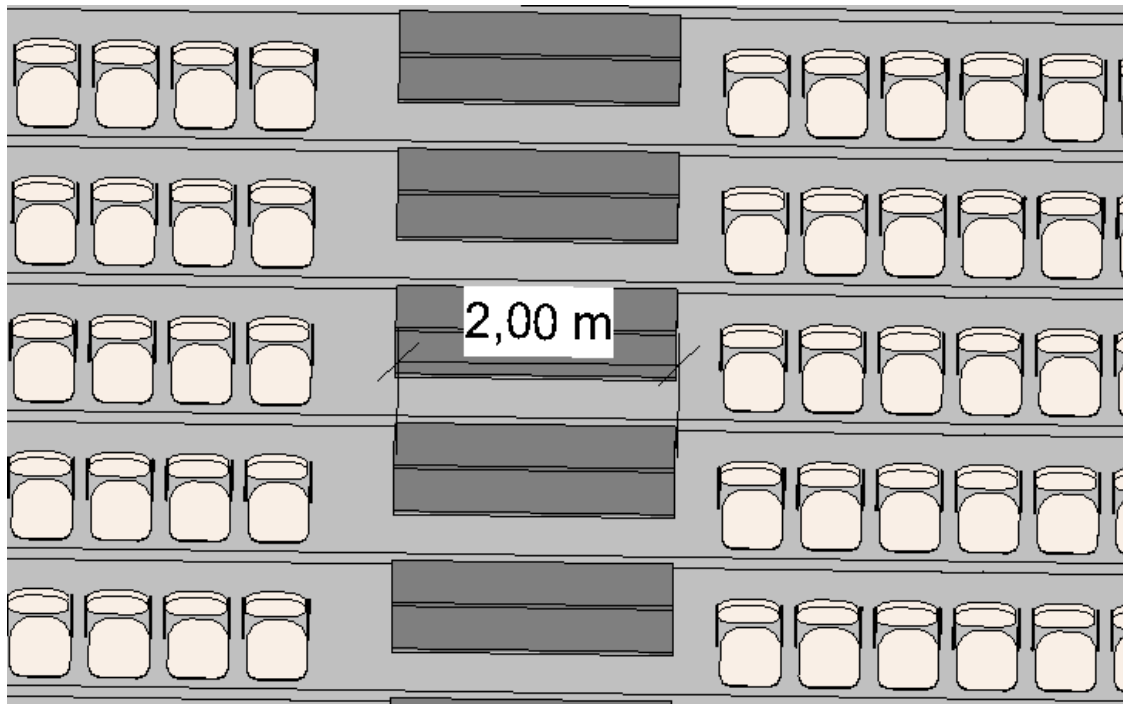


Figura 4.21. Dimensiones adoptadas para los pasillos de las tribunas (Fuente: elaboración propia).

4.3.6. Espacio bajo tribunas

Una vez diseñadas las tribunas, el siguiente paso fue el diseño de los espacios interiores debajo de las mismas. Como se mencionó más arriba, el estadio contará con 4 tribunas:

- Norte.
- Sur.
- Este.
- Oeste.

A su vez cada una de estas se encuentran conectadas en sus esquinas por codos, por lo que podríamos agregar a la sectorización los siguientes espacios:

- Codo noroeste.
- Codo noreste.
- Codo sureste.
- Codo suroeste.

El estadio contará con una planta baja ubicada a un nivel de 0,30 m y con una planta alta ubicada a 16,37 m, ambos desde el nivel de calzada. Además, se tendrá una planta intermedia a una altura de 12,37 m (ver Plano N°6 del Anexo V).

Las funciones, usos y locales existentes en cada planta se desarrollan a continuación.

4.3.6.1 Planta baja

En la planta baja se encuentran los accesos a las distintas instalaciones del estadio, como se mencionó con anterioridad, se cuenta con 4 tribunas por bandeja (ver Plano N°3 del Anexo V). En la misma se distribuyen las instalaciones como se observa a continuación.

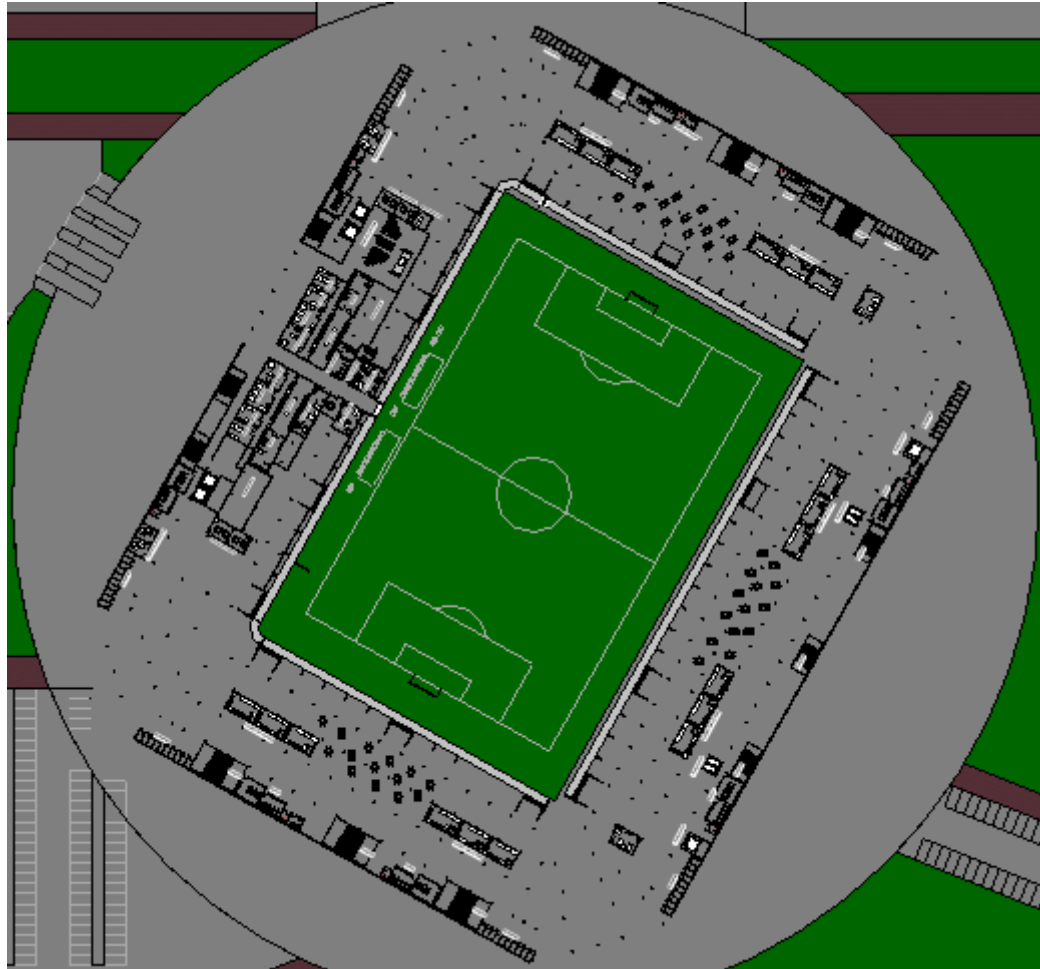


Figura 4.22. Distribución de las distintas instalaciones en la planta baja (Fuente: elaboración propia).

Tanto las dimensiones de los locales que se describirán como así su cantidad poseen los valores reglamentarios abordados a lo largo del capítulo 2 del presente trabajo.

4.3.6.2 Tribuna Oeste

A la hora de realizar la distribución de los espacios, se eligió a la tribuna oeste como la "principal", alojando debajo de la misma las distintas instalaciones correspondientes a:

- Vestuarios de los jugadores.
- Vestuarios de árbitros.
- Vestuarios de entrenadores.
- Salas de dopaje.
- Sala de atención médica.
- Sala de alcanza pelotas.
- Sala de conferencias.

Además, se contará con oficinas administrativas, salas de atención al público y una sala de monitoreo del estadio.

Estos espacios mencionados pueden verse en las figuras 4.23, 4.24 y 4.25. También en este sector se encuentra el acceso a la tribuna propiamente dicho.

Por otro lado, se diseñaron los baños para el público, los cuales fueron proyectados tanto para hombres como mujeres y para personas con movilidad reducida. La cantidad de los mismos se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4.12. Resumen de elementos sanitarios (Fuente: elaboración propia).

Baños	Inodoros	Mingitorios	Lavabos
Hombres	10	32	8
Mujeres	12	0	14
Personas con movilidad reducida	2	0	2



Figura 4.23. Distribución de las distintas instalaciones en la tribuna en la planta baja de la tribuna oeste (Fuente: elaboración propia).



Figura 4.24 Distribución de las distintas instalaciones en la tribuna en la planta baja de la tribuna oeste (Fuente: elaboración propia).

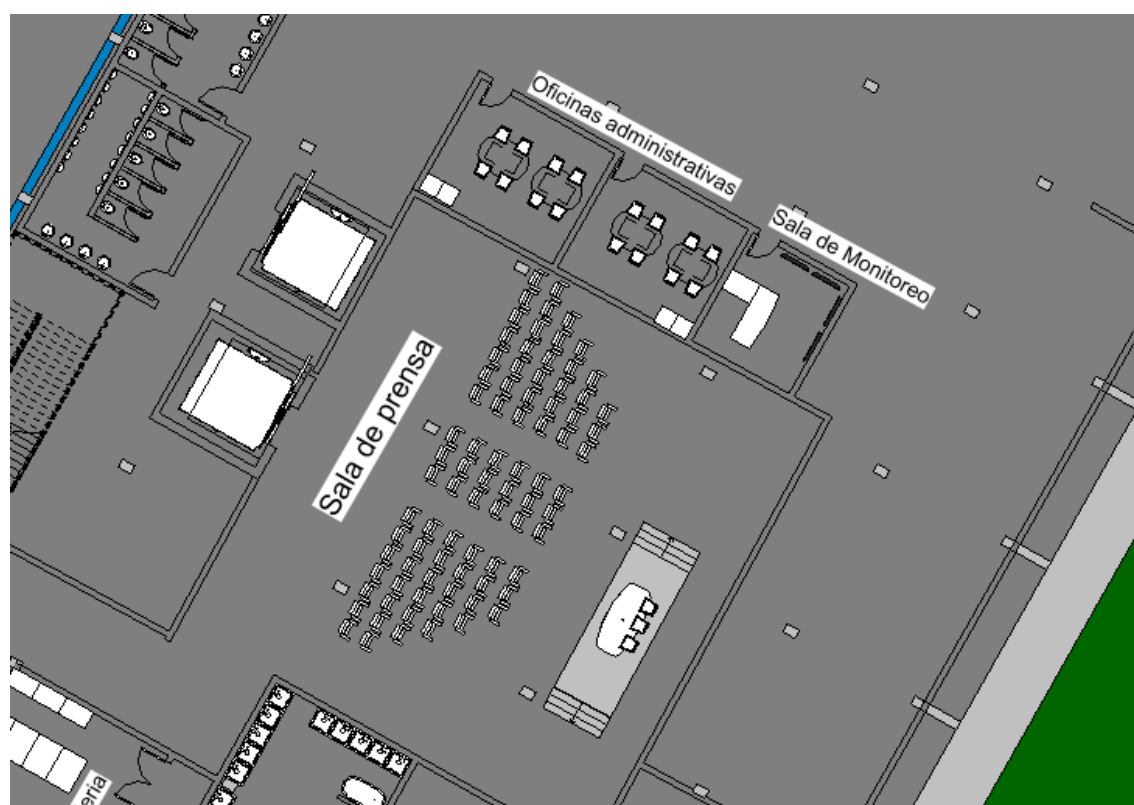


Figura 4.25 Distribución de las distintas instalaciones en la tribuna en la planta baja de la tribuna oeste (Fuente: elaboración propia).

4.3.6.3 Tribuna Este

Debajo de la tribuna este se encontrarán 6 locales de comida para el consumo del público de dicha tribuna, además se tendrán los baños tanto para mujeres como para hombres (ver Tabla 4.13) calculados en función de lo establecido en el capítulo 2 del presente trabajo, como así también baños para personas con movilidad reducida.

Además, se encontrarán las boleterías y estarán los accesos a la tribuna superior mediante 3 escaleras y 4 ascensores, de los cuales 2 son para uso exclusivo para personas con movilidad reducida. Por último, se dispondrán 2 salas médicas para el uso del público, dispuestas en cada extremo y cercanas al portón de acceso de la ambulancia para una rápida intervención y salida en caso de emergencia (ver Figuras 4.26 y 4.27).



Figura 4.26. Distribución de las distintas instalaciones en la tribuna en la planta baja de la tribuna este (Fuente: elaboración propia).

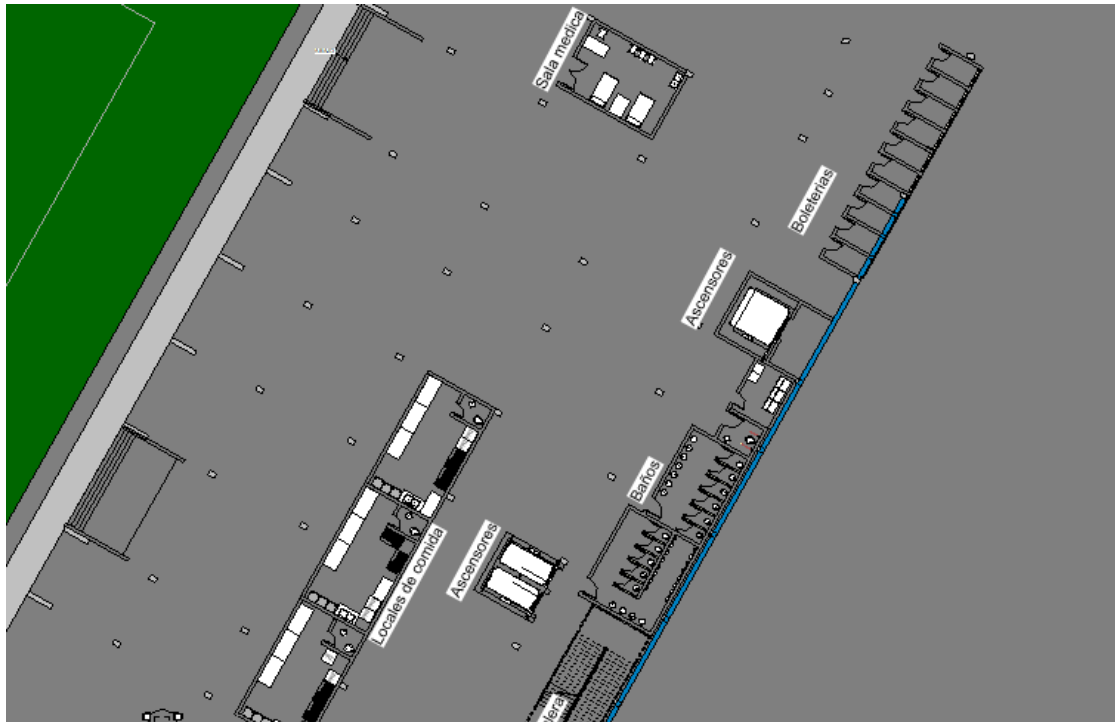


Figura 4.27. Distribución de las distintas instalaciones en la tribuna en la planta baja de la tribuna este (Fuente: elaboración propia).

Tabla 4.13. Resumen de elementos sanitarios (Fuente: elaboración propia).

Baños	Inodoros	Mingitorios	Lavabos
Hombres	10	32	8
Mujeres	12	0	14
Discapacitados	2	0	2

4.3.6.4 Tribuna Norte

Debajo de la tribuna norte se encontrarán 6 locales de comida para el consumo del público que se ubica en dicho sector. Por otra parte habrá baños tanto para mujeres como para hombres, como así también para personas con movilidad reducida cuyas cantidades se pueden apreciar en la tabla 4.14.

Por último, se encontrarán las boleterías y estarán los accesos a la tribuna superior mediante 3 escaleras (ver Figura 4.28 y 4.29).

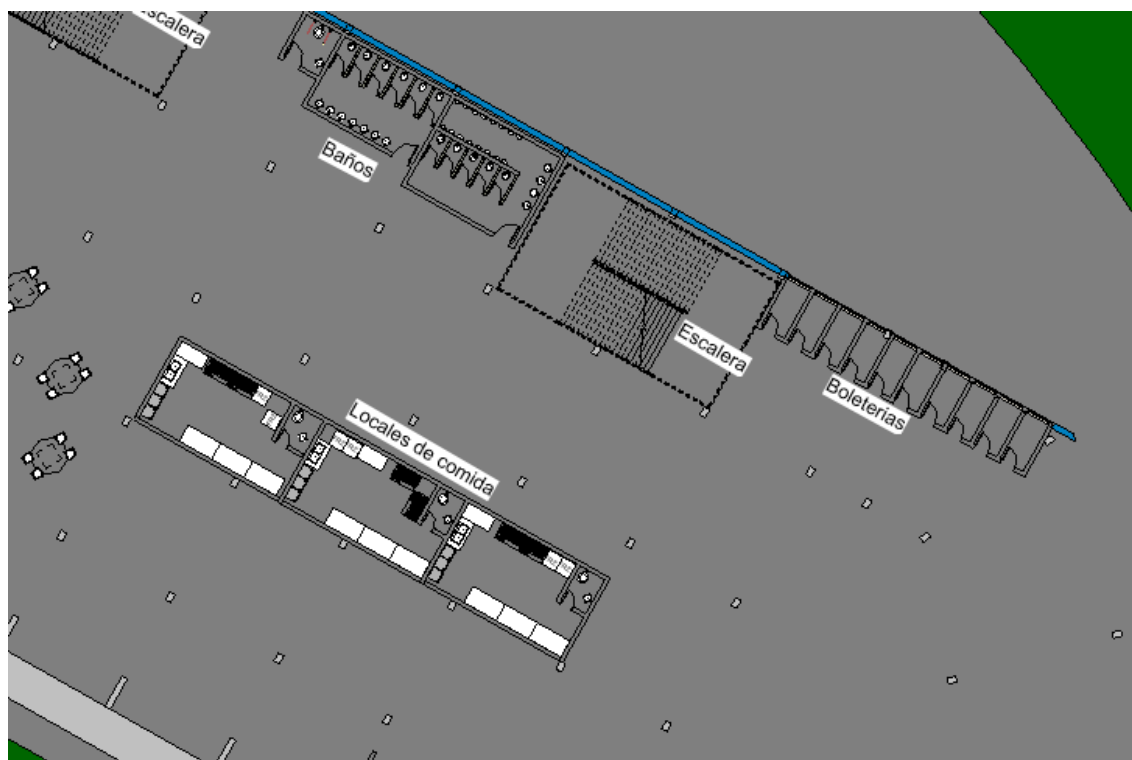


Figura 4.28. Distribución de las distintas instalaciones en la tribuna en la planta baja de la tribuna norte
(Fuente: elaboración propia).

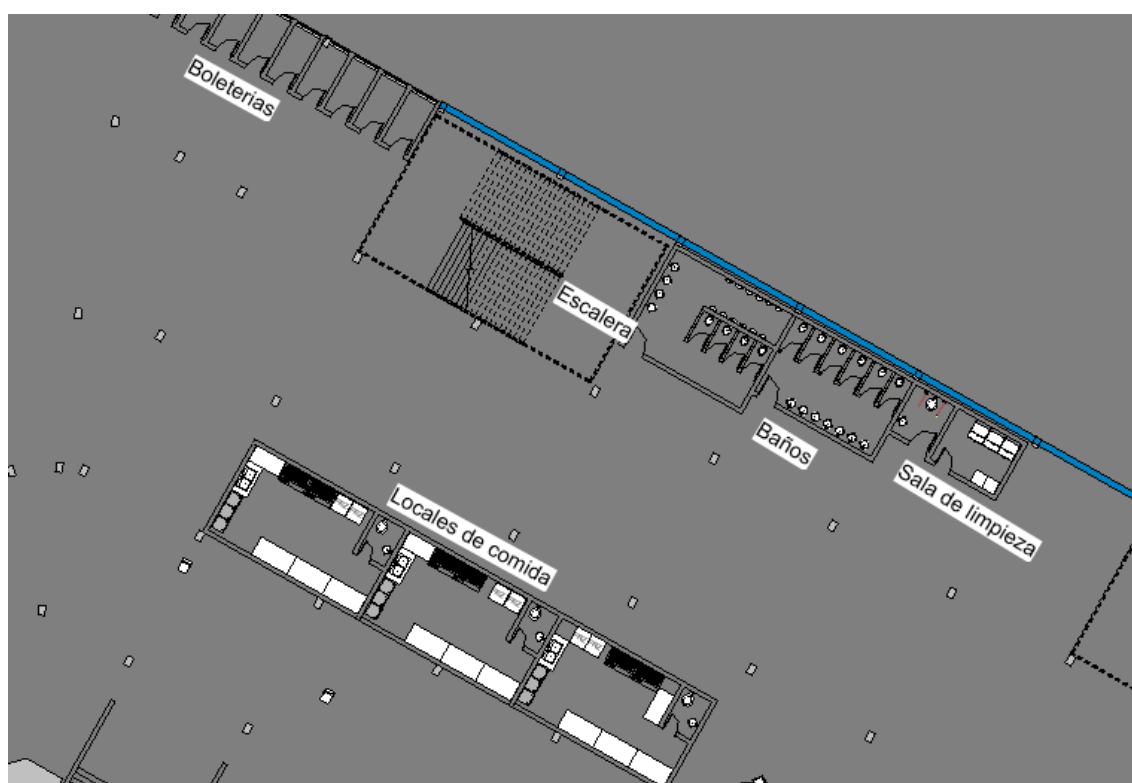


Figura 4.29. Distribución de las distintas instalaciones en la tribuna en la planta baja de la tribuna norte
(Fuente: elaboración propia).

Tabla 4.14. Resumen de elementos sanitarios (Fuente: elaboración propia).

Baños	Inodoros	Mingitorios	Lavabos
Hombres	10	32	8
Mujeres	12	0	14
Personas con movilidad reducida	2	0	2

4.3.6.5 Tribuna Sur

Debajo de la tribuna sur se encontrarán 6 locales de comida para el consumo del público que se ubica en dicho sector. Por otra parte habrá baños tanto para mujeres como para hombres, como así también para personas con movilidad reducida cuyas cantidades se pueden apreciar en la tabla 4.15.

Por último, se encontrarán las boleterías y estarán los accesos a la tribuna superior mediante 3 escaleras (ver Figura 4.30 y 4.31).

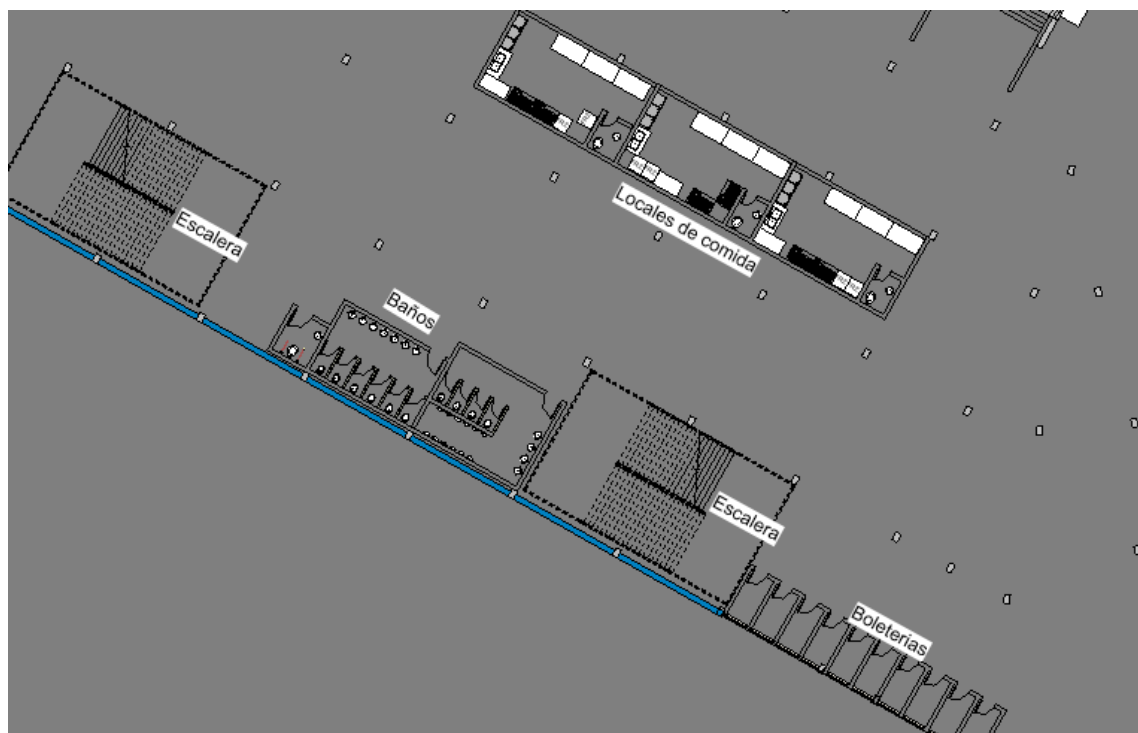


Figura 4.30. Distribución de las distintas instalaciones en la tribuna en la planta baja de la tribuna sur (Fuente: elaboración propia).

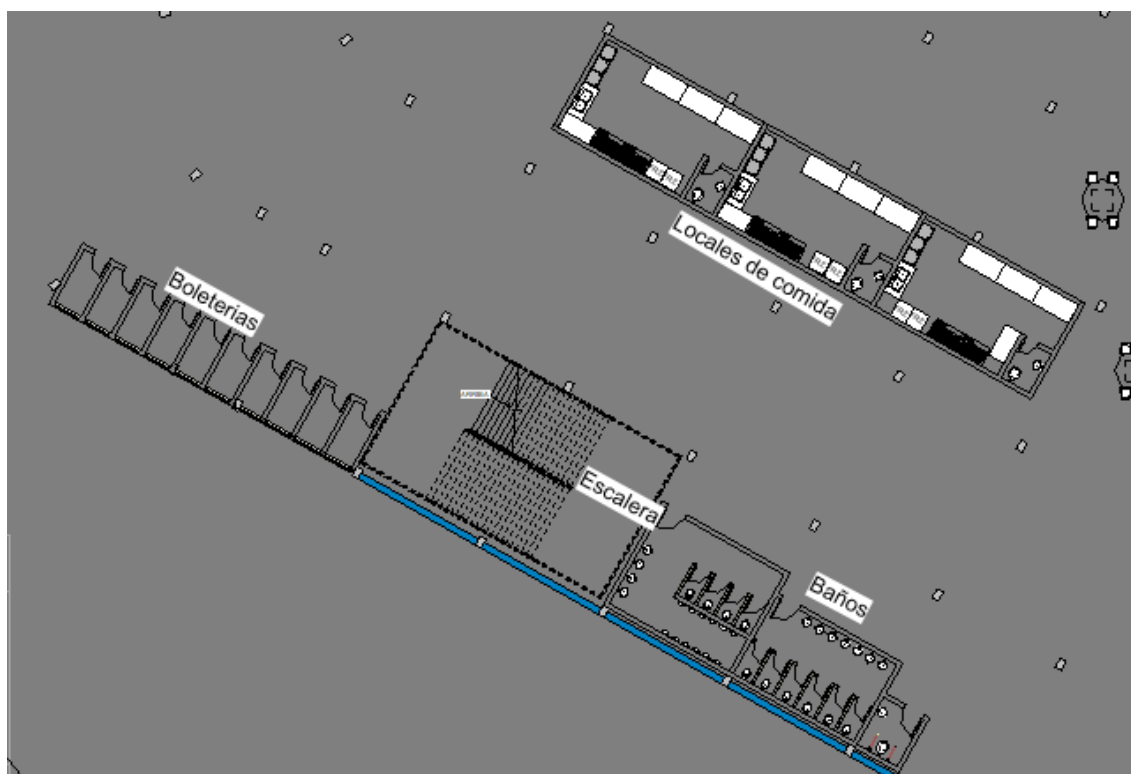


Figura 4.31. Distribución de las distintas instalaciones en la tribuna en la planta baja de la tribuna sur (Fuente: elaboración propia).

Tabla 4.15. Resumen de elementos sanitarios (Fuente: elaboración propia).

Baños	Inodoros	Mingitorios	Lavabos
Hombres	10	32	8
Mujeres	12	0	14
Personas con movilidad reducida	2	0	2

4.3.7 Planta Intermedia

Entre la planta baja y la planta alta, se encuentra la planta intermedia (ver Plano N°4 del Anexo V), donde a continuación se describirán los distintos espacios que se encuentran en la misma.

4.3.7.1 Tribuna Oeste

En la tribuna oeste se ubican las cabinas de transmisión para televisión y radio, el restaurante del estadio y un museo temático, a los mismos se accederá mediante ascensores o a través de

la tribuna de planta baja, y además se contará con instalaciones sanitarias y un sector de cantinas.

Cabinas de transmisión

Se construirán un total de 15 cabinas, con unas dimensiones de 2,80 m de ancho y 5,61 m de largo (ver Figura 4.32 y 4.33). Las mismas poseen una excelente visión al campo deportivo brindándole a los periodistas un espacio confortable para la realización de su trabajo.

Las paredes de estos recintos construirán con lana de vidrio para aislar acústicamente las cabinas entre sí y además la ventana de la misma será de vidrio DVH, de forma tal que el sonido exterior no afecte la transmisión de los partidos.



Figura 4.32. Distribución de las distintas instalaciones en la tribuna en la planta baja de la tribuna sur (Fuente: elaboración propia).

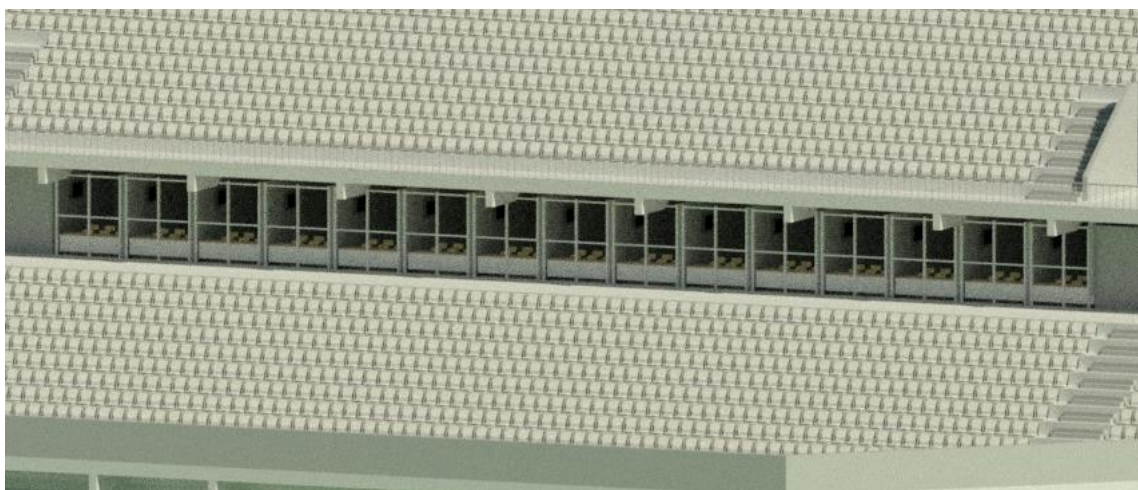


Figura 4.33. Vista del exterior de las cabinas de transmisión (Fuente: elaboración propia).

Museo Temático

Se contará con un museo temático de fútbol, en el cual se podrán encontrar hechos históricos del fútbol correntino con entrevistas, imágenes, videos, camisetas y estatuas de personalidades del deporte de la provincia, en el mismo se tendrá visión al campo de juego brindando al visitante una mejor experiencia.

Restaurante

Por último, se construirá un restaurante con una superficie de 310 m² (ver Figuras 4.34 y 4.35), en el cual se servirán comidas típicas regionales. Este contará con visión al campo deportivo mediante la colocación de un panel de vidrio a lo largo de su superficie y el local funcionará todos los días, exceptuando por aquellos que se lleve a cabo un evento musical.

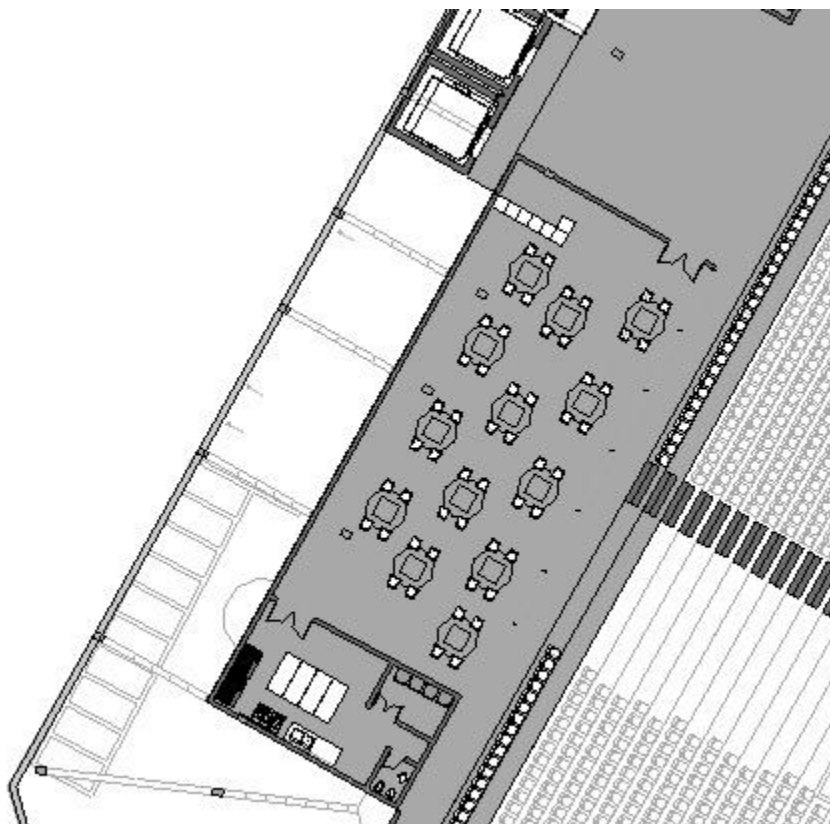


Figura 4.34. Distribución del restaurante (Fuente: elaboración propia).



Figura 4.35. Imagen 3D del restaurante (Fuente: elaboración propia).

4.3.7.2 Tribuna Este

En la misma se encontrarán los palcos del estadio, donde se contará con una cantidad de 13 palcos con medidas de 7,65 m de largo y 6 m de ancho (ver Figuras 4.36 y 4.37).

Los palcos tendrán capacidad para 10 personas, contarán con instalaciones sanitarias propias y minibar. Los mismos tendrán un espacio cerrado y un espacio abierto en el cual se encontrarán 10 butacas rebatibles brindándole al espectador el máximo confort.

Además, se contarán con cantinas para el consumo del público presente en ellos y se accederá mediante ascensores ubicados en la planta baja.

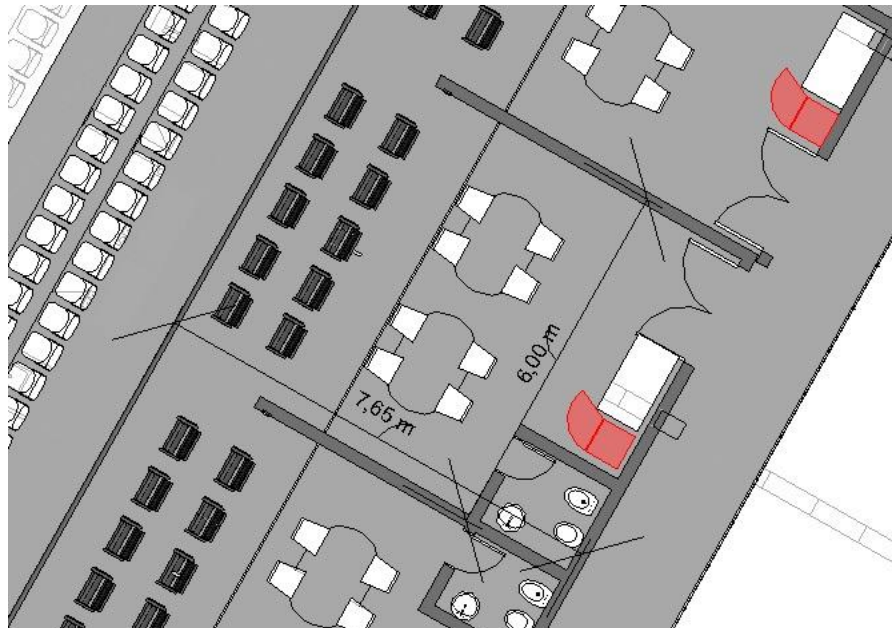


Figura 4.36. Dimensiones de los palcos (Fuente: elaboración propia).

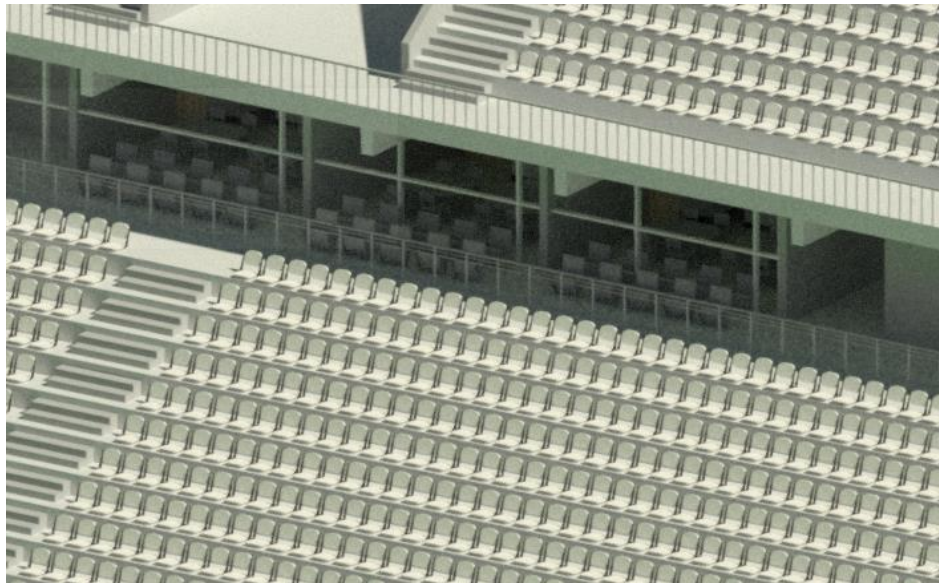


Figura 4.37. Vista desde el exterior de los palcos (Fuente: elaboración propia).

4.3.7.3 Tribuna Norte

En la tribuna norte se contarán con cantinas para el público contando con la opción de mesas para el consumo en el lugar (ver Figura 4.38). Se dispondrá de 6 de ellas, brindando distintos tipos de alimentos y además instalaciones sanitarias, cumpliendo con lo establecido en el reglamento.

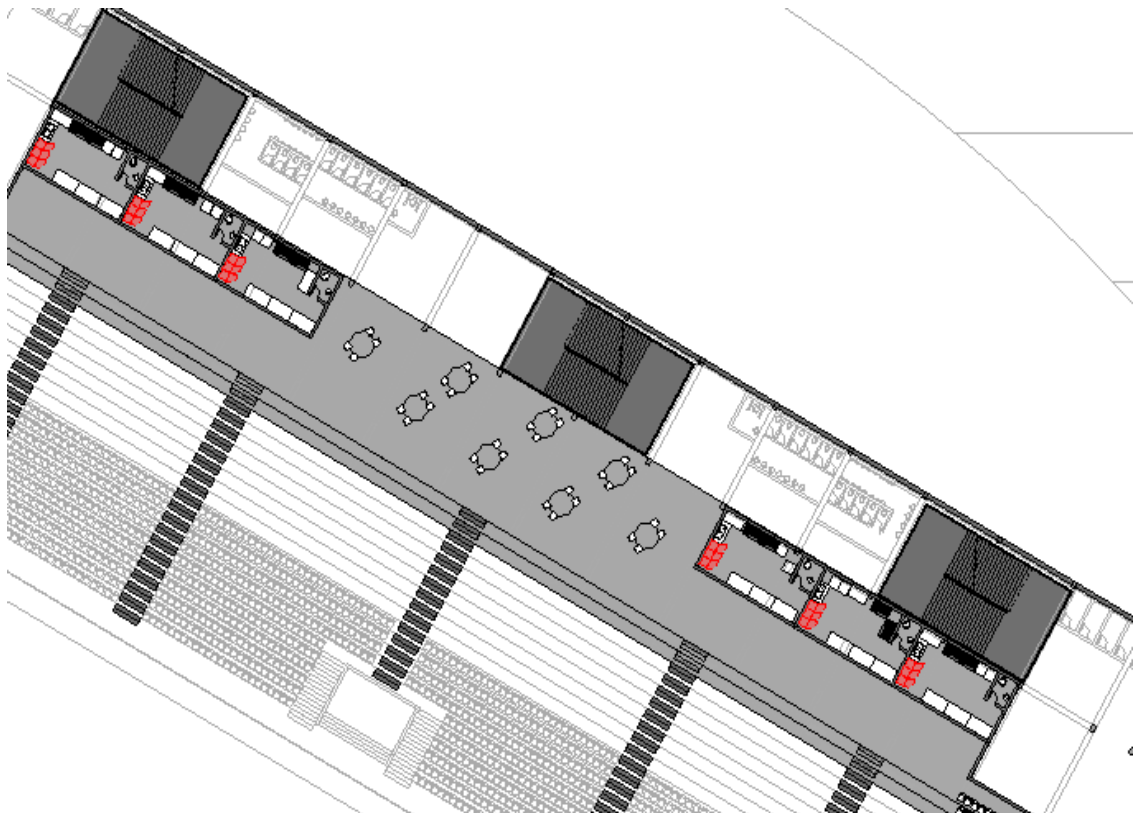


Figura 4.38. Distribución de la tribuna norte de la planta alta (Fuente: elaboración propia).

4.3.7.4 Tribuna Sur

En la tribuna sur se contarán con cantinas para el público contando con la opción de mesas para el consumo en el lugar (ver Figura 4.39). Se dispondrá de 6 de ellas, brindando distintos tipos de alimentos y además instalaciones sanitarias, cumpliendo con lo establecido en el reglamento.



Figura 4.39. Distribución de la tribuna sur de la planta alta (Fuente: elaboración propia).

4.3.8 Planta Alta

Por último, se encontrará la planta alta (ver Plano N°5 del Anexo V), donde en las 4 tribunas de las mismas se localizarán las instalaciones sanitarias para dichos sectores, donde a continuación se presentarán las tablas con las cantidades de artefactos sanitarios en cada tribuna.

Tabla 4.16. Resumen de los artefactos sanitarios de la tribuna oeste en la planta alta (Fuente: elaboración propia).

Baños	Inodoros	Mingitorios	Lavabos
Hombres	10	32	8
Mujeres	12	0	14
Personas con movilidad reducida	2	0	2

Tabla 4.17. Resumen de los artefactos sanitarios de la tribuna este en la planta alta (Fuente: elaboración propia).

Baños	Inodoros	Mingitorios	Lavabos
Hombres	10	32	8
Mujeres	12	0	14
Personas con movilidad reducida	2	0	2

Tabla 4.18. Resumen de los artefactos sanitarios de la tribuna norte en la planta alta (Fuente: elaboración propia).

Baños	Inodoros	Mingitorios	Lavabos
Hombres	10	32	8
Mujeres	12	0	14
Personas con movilidad reducida	2	0	2

Tabla 4.19. Resumen de los artefactos sanitarios de la tribuna sur en la planta alta (Fuente: elaboración propia).

Baños	Inodoros	Mingitorios	Lavabos
Hombres	10	32	8
Mujeres	12	0	14
Personas con movilidad reducida	2	0	2

4.4 Diseño del entorno

Una vez diseñado el estadio en sí, se procedió a desarrollar la distribución del entorno del mismo. El predio donde se emplazará el estadio cuenta con aproximadamente 27 hectáreas, de las cuales 3 fueron utilizadas para la construcción del mismo.

En las hectáreas restantes se desarrollaron los siguientes espacios:

- Plaza central.
- Espacios Verdes.
- Cancha auxiliar de fútbol 11.
- Complejo de canchas de fútbol 5.
- Estacionamientos.

A continuación, se desarrollarán los distintos espacios:

4.4.1 Plaza Central

El predio contará con una gran plaza central de aproximadamente 1 hectárea ubicada sobre la av. Libertad (ver Figura 4.40). La misma contará con distintos monumentos, fuentes de agua, juegos infantiles y una pista de salud con máquinas para ejercicios físicos, bebederos, bancos y mesas.

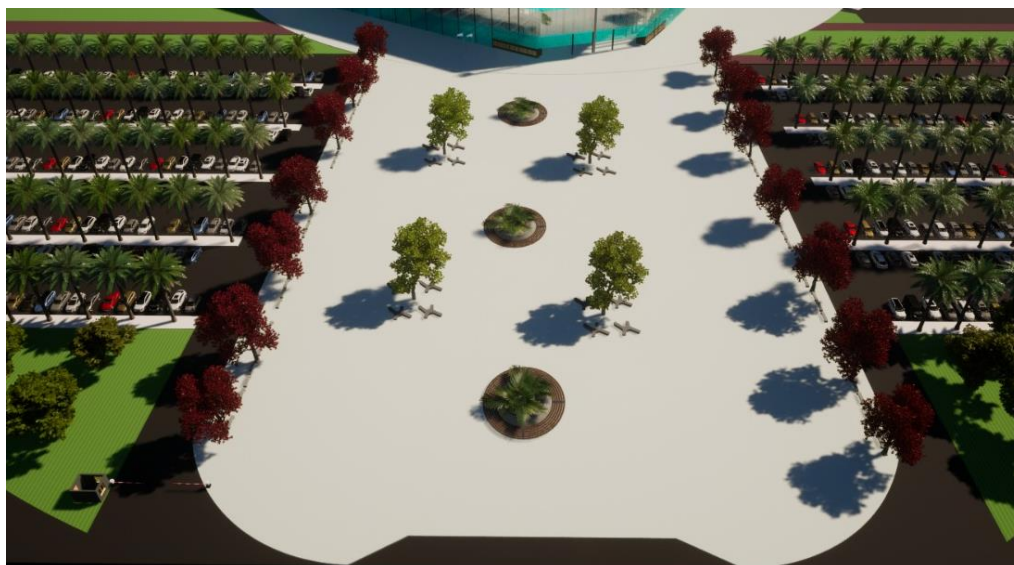


Figura 4.40. Imagen 3D de plaza central (Fuente: elaboración propia).

4.4.2 Espacios Verdes

Rodeando el estadio y los distintos espacios del predio, nos encontraremos con grandes espacios verdes cubiertos de césped natural y una gran distribución de árboles autóctonos, como, por ejemplo, ivirá pitá, palo borracho, palmera pindó, lapacho, jacarandá, entre otros.

Estos espacios verdes se podrán utilizar por el público para la realización de reuniones sociales, prácticas de actividades deportivas, paseos, etc. Además, se utilizará una hilera de árboles ubicada sobre la línea medianera que limita con el campus universitario Deodoro Roca como barrera acústica para reducir la contaminación sonora.

A continuación, se describen brevemente las especies mencionadas anteriormente:

- **Ivirá Pitá**

Originario de Brasil, Paraguay, Nordeste de Argentina y Uruguay, tiene además una madera semidura valorada en carpintería. Resiste bastante bien el frío, pero debe cuidarse los primeros años en zonas de heladas muy fuertes, cubriendo el tronco con varias capas de tela anti helada y su base con paja o chips de madera (ver Figura 4.41).

Es recomendable plantarlo en la primavera para permitirle establecerse durante los meses de calor y puede llegar a medir 25 m de altura y 15 m de diámetro.



Figura 4.41. Imagen del árbol Ivirá pitá (Fuente: <https://www.eneljardin.com/2011/02/ibira-pita-lo-vas-conocer-y-querer.html>:)

- **Palo borracho**

Esta especie proviene de regiones de climas tropicales y subtropicales, dependientes de lluvias estacionales. Su hábitat natural son las zonas boscosas cálidas y secas.

Es un árbol de gran tamaño, y uno de sus rasgos resaltantes es su tronco. Puede llegar a medir dos metros de diámetro en la parte media, donde exhibe un abultamiento semejante al de una botella.

En época de verano el palo borracho se llena de grandes y llamativas flores rosadas con un color blancuzco en el centro y salpicadas de rojo(ver Figura 4.42).



Figura 4.42. Imagen del árbol Palo Borracho (Fuente: <https://www.flores.ninja/palo-borracho/>)

- **Lapacho rosado**

Es un árbol de más de 30 m de altura con el tronco recto profundamente ramificado de corteza fisurada y color castaño-grisáceo. Su follaje, dispuesto de manera irregular, está constituido por hojas con cinco folíolos ligeramente aterciopelados, y su copa es de forma ovalada (ver Figura 4.43).

Sus raíces ayudan a estabilizar y consolidar terrenos erosionados, así como cauces hídricos o fluviales, evitando la saturación hídrica del suelo. Además, se emplea regularmente para la restauración de áreas intervenidas o degradadas, así como para proteger mantos acuíferos.



Figura 4.43. Imagen del árbol Lapacho Rosado (Fuente: <https://www.lifeder.com/lapacho-rosado/>)

- **Palmera Pindó**

Es una palmera de tallo largo, mide entre 10 y 15 m de alto o más y de 35 a 50 cm de diámetro. En general, la palmera tiene un aspecto de flecos desordenados (plumosos) ocasionados por los numerosos folíolos que forman sus hojas.

El tronco es gris y tiene cicatrices en forma de anillos producto de las hojas caídas (ver Figura 4.44).



Figura 4.44. Imagen del árbol palmera pindó (Fuente: <https://www.lifeder.com/palmera-pindo/>)

- **Jacarandá**

La estructura muestra numerosas ramificaciones y un follaje que llega a tener un radio de 10 a 12 metros aproximadamente, particularmente el crecimiento es lento, con algo peculiar y longevo, describiéndose que alcanza vivir por más de 100 años (ver Figura 4.45).



Figura 4.45. Imagen del árbol Jacarandá (Fuente: <https://nuestraflora.com/c-arboles/arbol-de-jacaranda/>)

4.4.3 Cancha auxiliar de fútbol 11

El predio, además de la cancha principal del estadio, contará con una cancha auxiliar de iguales dimensiones y su correspondiente vestuario, la cual podrá ser utilizada en caso de que no se pueda utilizar la cancha principal, para entrenamientos, por el público local mediante el alquiler de la misma, para la realización de distintos eventos, etc. (ver Figura 4.46).

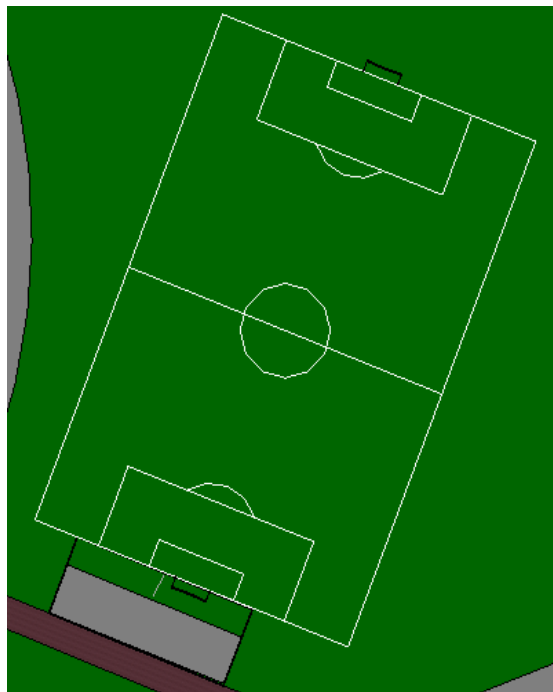


Figura 4.46. Distribución de las canchas de futbol 11 auxiliar (Fuente: elaboración propia)

4.4.4 Complejo de canchas de futbol 5

Además de la cancha principal y la auxiliar, el predio contará con 4 canchas de fútbol 5 con dimensiones de 25 m x 40 m. Las mismas contarán con césped artificial y con la posibilidad de

unificar varias canchas para formar una de mayor dimensión. Cada cancha contará con quinchos y vestuarios propios (ver Figura 4.47).

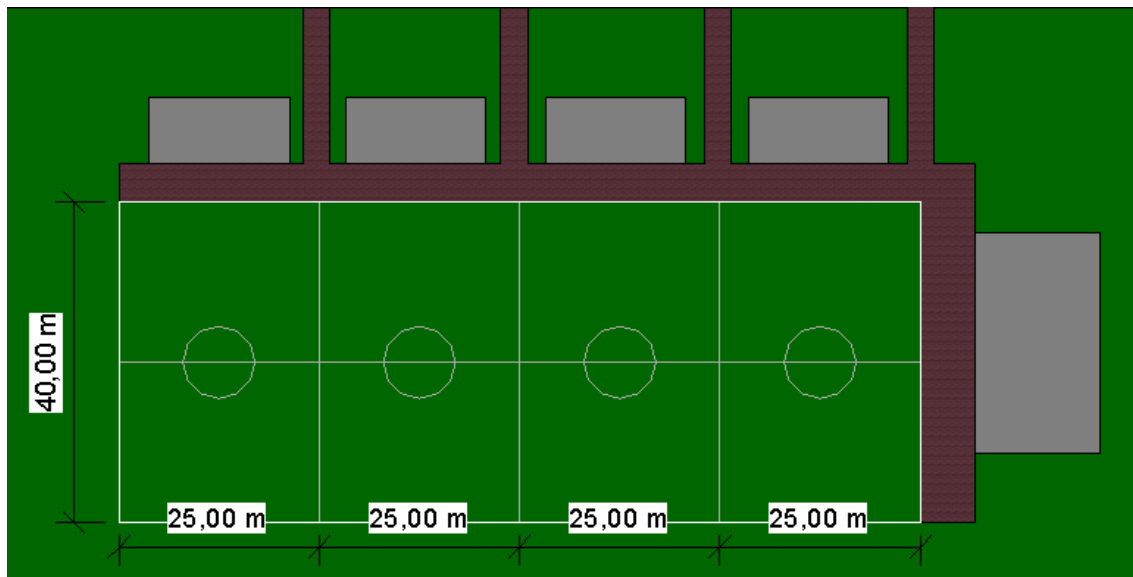


Figura 4.47. Distribución de las canchas de fútbol 5 (Fuente: elaboración propia).

4.4.5 Estacionamientos

El predio incluirá un espacio de estacionamiento amplio, tanto para el público local, visitante como así también para los jugadores de ambos equipos y los artistas en caso de que haya recitales (ver Figura 4.49). La cantidad de plazas de estacionamientos se distribuyó de la siguiente manera:

- Público local: 740 plazas para autos y 15 plazas para colectivos, el ingreso al sector local se realizará por la avenida Libertad.
- Público visitante: 248 plazas para autos y 8 plazas para colectivos, el ingreso al sector visitante se hará por la colectora de la RN N°12.
- Estacionamiento para jugadores, artistas y periodistas: 118 plazas para autos y 4 plazas para colectivos, el ingreso al mismo se realizará por la avenida Libertad.
- Público VIP: 30 plazas para autos, el ingreso a la misma es por la calle interna del predio.

Cada plaza para vehículos tendrá 2,50 m de ancho y 5,50 metros de largo con una separación entre plazas de 8 metros para permitir la circulación de vehículos en los 2 sentidos (ver Figura 4.48).

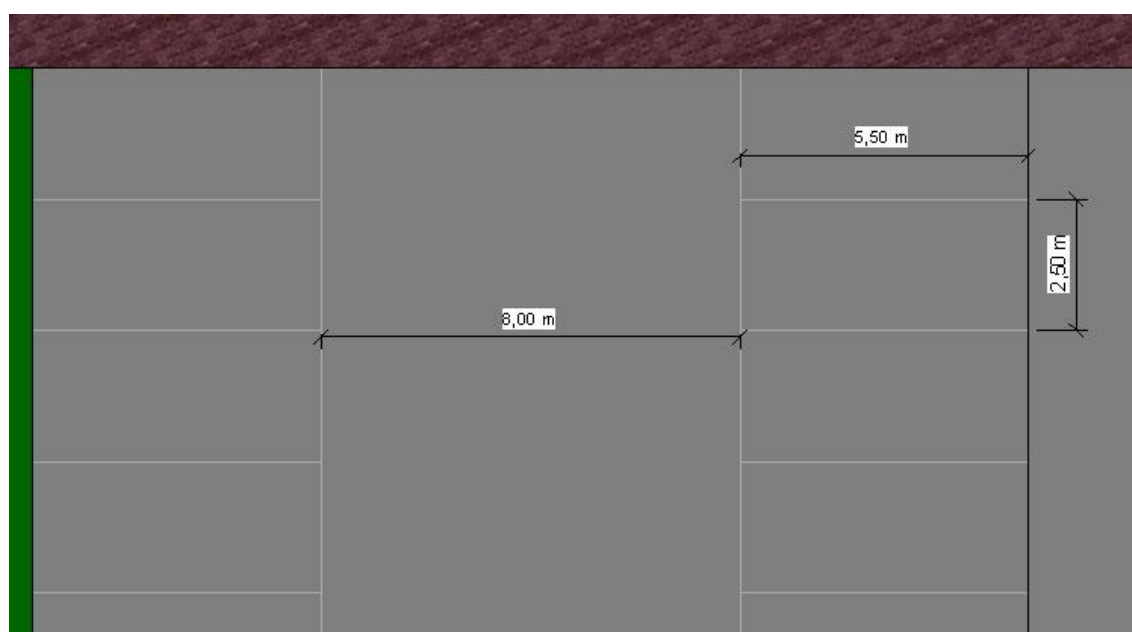


Figura 4.48. Medidas del estacionamiento (Fuente: elaboración propia).

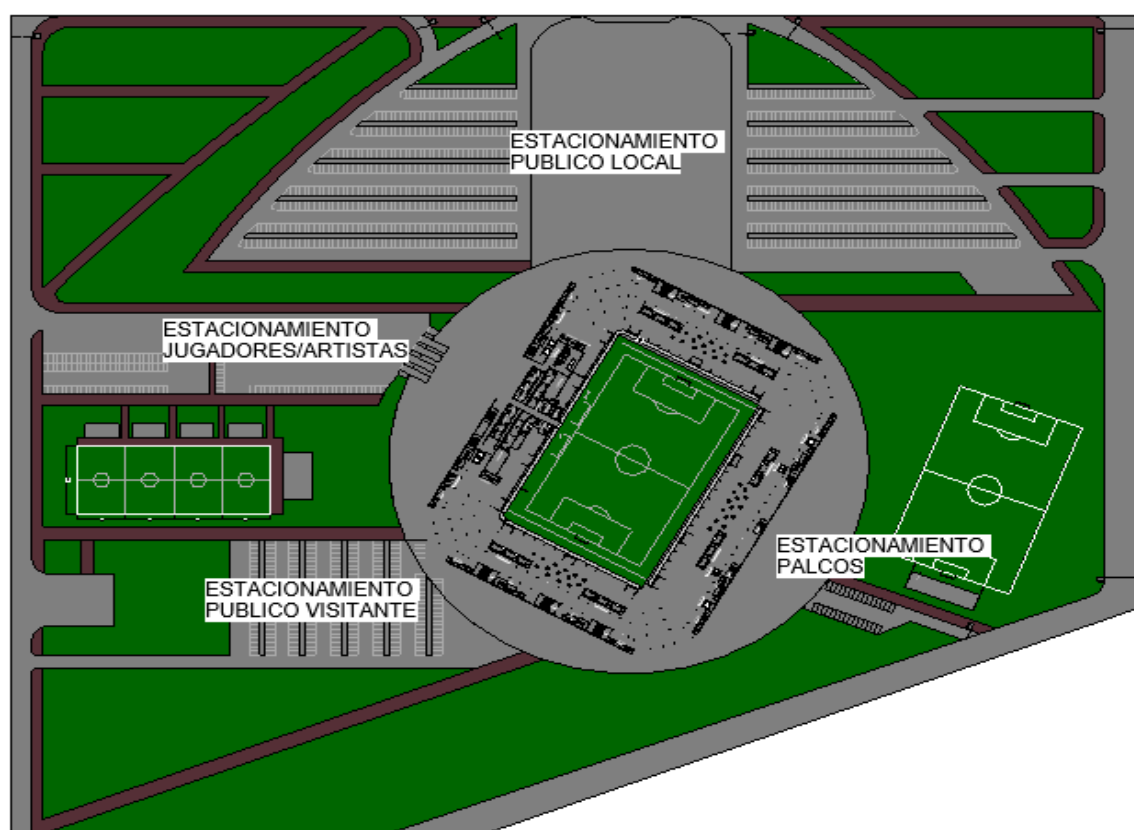


Figura 4.49. Distribución del estacionamiento en el predio (Fuente: elaboración propia).

Capítulo 5 - Diseño vial

5.1. Introducción

Como parte del diseño arquitectónico del estadio se propuso la refuncionalización del predio en donde se encuentra emplazado el mismo. Una vez orientado el estadio y habiendo ubicado la plaza principal de acceso junto con los estacionamientos, se procedió a la elaboración de la traza óptima para las vías de comunicación internas del terreno. Para la misma, se proyectó la construcción de dos nuevas calles principales del recinto, que cumplirán la función de comunicar las arterias principales de la ciudad con los estacionamientos propios del sitio. (ver Figura 5.1)

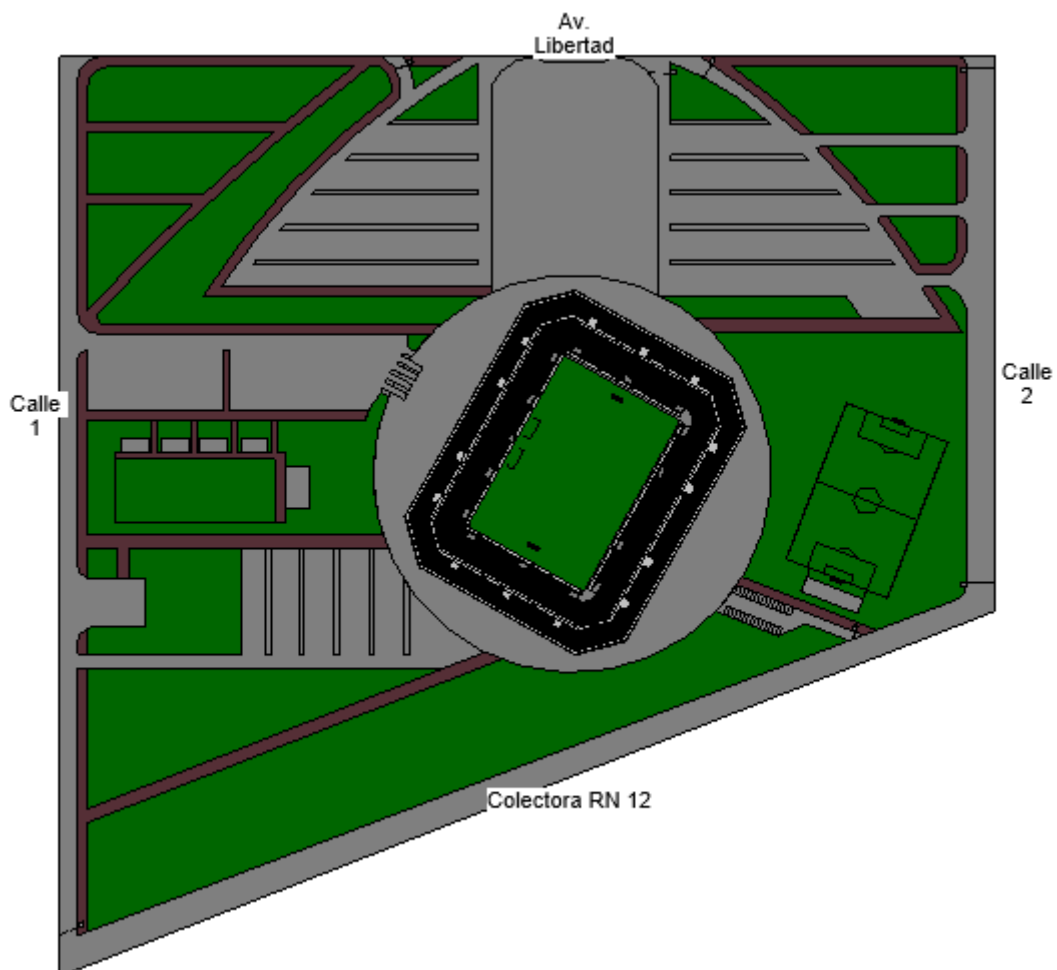


Figura 5.1. Diseño de circulación interna (Fuente: elaboración propia).

5.2. Elección del tipo de pavimento

Para el diseño propuesto se tuvo en cuenta el tránsito medio diario anual y el tipo de calzada utilizada en las vías de acceso al predio para tener de esta manera continuidad y uniformidad en la misma, por lo cual se optó por la construcción de un pavimento rígido compuesto por una base de suelo-arena-cemento y una calzada de hormigón para las calles internas del predio.

El pavimento de hormigón se encuentra conformado por una estructura rígida, la cual recibe y absorbe la mayor parte de las cargas provocadas por el tránsito urbano, las distribuye en una gran superficie produciendo bajas deflexiones y transmite bajas tensiones a la subrasante. Este tipo de pavimentos requieren de bases con un valor soporte uniforme, es por ello que generalmente se interpone entre el mismo y la subrasante una base de suelo previamente tratado, lo cual permite obtener la uniformidad deseada y satisface algunos o todos los requisitos necesarios en una calzada de este tipo, los cuales son:

- Prevenir la acción del bombeo.
- Reducir los efectos provocados por los cambios volumétricos del suelo.
- Controlar los efectos de la penetración por heladas.
- Mejorar el drenaje de la subrasante.
- Proveer una superficie estable y un soporte uniforme para el pavimento.

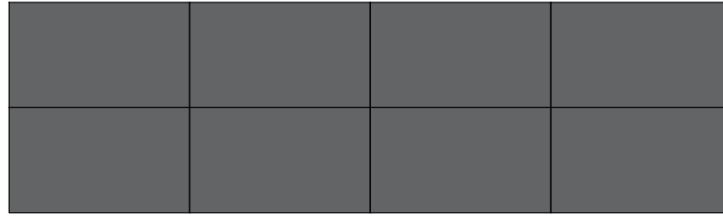
Por otro lado, este tipo de estructura es más ventajoso en zonas de estacionamientos o donde los vehículos se vean obligados a detenerse constantemente, lo cual es un punto de interés para este proyecto debido a las grandes superficies que posee el predio destinadas al aparcamiento de vehículos.

Existen diferentes tipos de pavimentos rígidos, los cuales son:

- **Hormigón simple con juntas:** este tipo de calzada se construye sin utilizar armadura de refuerzo dentro del hormigón y sin varillas de transferencia de cargas, ya que la misma se da únicamente por la trabazón de los agregados en las caras de unión de las losas continuas.
- **Hormigón simple con pasadores:** de igual manera que en el caso anterior, no se incorpora armadura de refuerzo dentro del hormigón, pero se adiciona el uso de varillas lisas en las juntas para mejorar la transferencia de cargas en las losas que conforman el pavimento.
- **Pavimento reforzado con juntas:** a diferencia de los casos anteriores, en estas estructuras se utiliza armadura de refuerzo y pasadores en las juntas, lo cual limita la formación de grietas o fisuras manteniéndolas prácticamente cerradas gracias a la armadura antes mencionada y además las varillas permiten una buena transferencia de cargas entre losas.

Para el caso en estudio se pretende utilizar un pavimento de hormigón simple con pasadores, la opción, casi con exclusividad, más empleada en nuestro país. Esto se debe a la confiabilidad de esta combinación y a su mejor relación costo-eficiencia ya que requieren de un bajo mantenimiento y su vida útil es más prolongada en comparación con otras alternativas (20 a 40 años). En estos casos, el pavimento se divide en paneles o losas mediante la ejecución de juntas transversales y longitudinales (ver Figura 5.2).

PLANTA



CORTE



Figura 5.2. Disposición de juntas (Fuente: manual de pavimentos urbanos de hormigón - ICPA).

Un factor importante que condiciona el desempeño de estos pavimentos es la transferencia de carga a través de las juntas hacia las losas contiguas, la cual puede lograrse por trabazón de agregados y el empleo de pasadores (ver Figura 5.3).

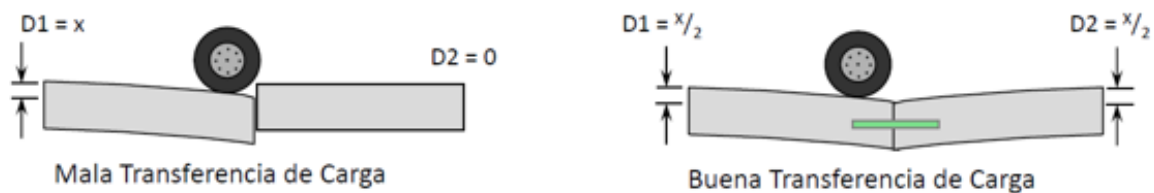


Figura 5.3. Transferencia de cargas (Fuente: manual de pavimentos urbanos de hormigón - ICPA).

Una mala transferencia de carga contribuye a problemas tales como el escalonamiento de las juntas, la erosión de las bases por eyección de agua con suelo fino (bombeo) y la rotura de esquinas.

Dentro de los fenómenos viales anteriormente mencionados, el que mayor importancia tiene es el de bombeo, ya que este puede desencadenar la generación de los otros dos. Este suceso genera la expulsión de la mezcla de suelo fino con agua a través de las distintas aberturas que puede poseer el pavimento (fisura, juntas y bordes), lo cual produce el lavado y desplazamiento del suelo que se encuentra por debajo del mismo, debido a esto la calzada pierde soporte y uniformidad en su estructura, ocasionando que disminuya en gran medida la vida útil de la misma (ver Figura 5.4).

Para que se produzca el bombeo deben darse tres condiciones simultáneas, las cuales son:

- Agua en la superficie de contacto losa - base.
- Existencia de suelo fino capaz de entrar en suspensión.
- Acción de tránsito pesado.

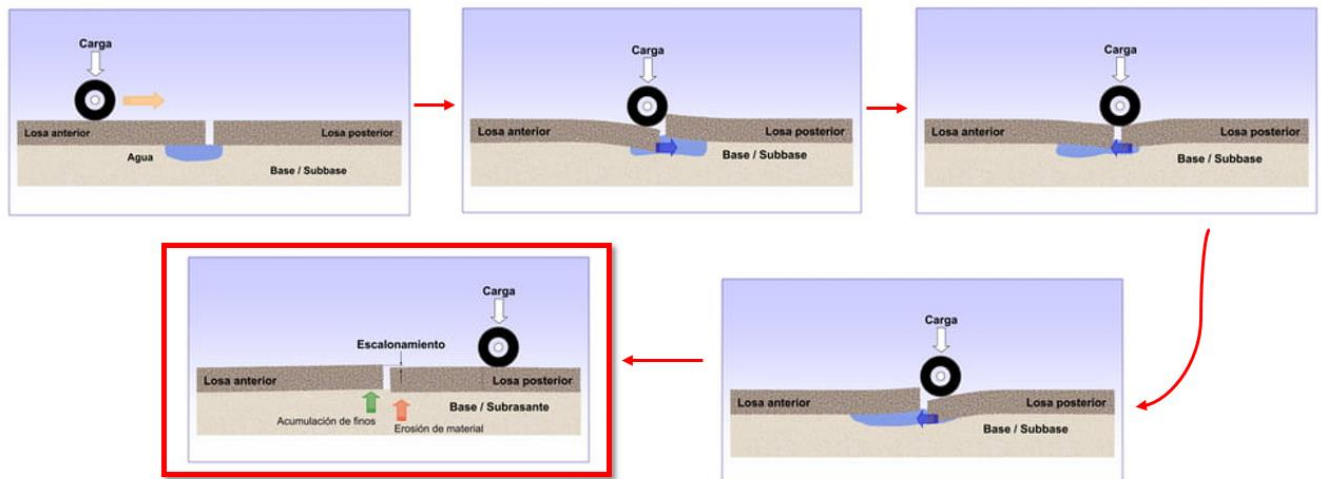


Figura 5.4. Secuencia de erosión por bombeo y escalonamiento (Fuente: Instituto del Cemento Portland Argentino).

En función del nivel de tránsito pesado que se tenga para la calzada en estudio, se pueden considerar distintas alternativas para la prevención del fenómeno antes mencionado, las cuales pueden ser:

- Utilizar adecuados mecanismos de transferencia de cargas (pasadores en juntas transversales).
- Utilizar una base resistente a la erosión.
- Tomar los recaudos necesarios para minimizar el ingreso de agua a través de las juntas y fisuras del pavimento.

El sistema que forma el paquete estructural del pavimento posee los siguientes componentes (ver Figura 5.5):

- **Calzada de hormigón:** es la capa superior del sistema que funciona como superficie de rodadura y brinda, en gran medida, la capacidad estructural requerida.
- **Base o sub-base:** está formada por una o más capas ubicadas inmediatamente debajo de la calzada. Su función principal es la prevención de la erosión de la interfaz losa-apoyo, además, permite distribuir mejor las cargas, favorece el drenaje subsuperficial, protege a la subrasante de la acción de las heladas, garantiza un soporte uniforme, y establece una plataforma de trabajo para la construcción de la calzada. La incorporación de la misma al paquete estructural del pavimento permite mejorar ampliamente el módulo de reacción combinado de la subrasante-base. Por otro lado, debe tenerse en cuenta que, si se pretende tratar a la misma con agentes estabilizantes, se debe considerar a la capa de suelo tratada como una sub-base separada.
- **Subrasante:** se denomina así al suelo natural o de relleno compactado utilizado como soporte para el paquete estructural del pavimento. La función principal de la misma es proporcionar un apoyo uniforme y durable a través del tiempo ante la acción del

tránsito y las condiciones climáticas adversas que pudieran ocasionar daños o ciertos fenómenos físicos en el suelo.

- **Juntas:** generalmente se ejecutan con una separación entre 3,5 m y 6 m, delimitan el tamaño de las losas, contribuyen en el proceso de transferencia de cargas, permiten el movimiento relativo de las losas y facilitan la división y sectorización de la construcción. Asimismo, permiten controlar la ubicación y formación de fisuras intermedias, tanto a edad temprana como en servicio, además, colaboran en la absorción de los movimientos de expansión y contracción del hormigón de la calzada.
- **Pasadores:** son barras lisas de acero, cuyo diámetro varía entre 25 mm y 38 mm, colocadas en las juntas transversales aproximadamente cada 30 cm para la transferencia de cargas, sin restringir el movimiento longitudinal de las losas. Colaboran con la disminución de las tensiones y las deflexiones, reducen la posibilidad de que se produzca escalonamiento, bombeo y roturas en esquinas.

La necesidad del empleo de pasadores en pavimentos urbanos se define a partir del volumen de tránsito pesado que circula por la vía. Comúnmente, en caminos donde el tránsito pesado es bajo o poco frecuente se puede prescindir del empleo de pasadores en las juntas transversales.

- **Barras de unión:** son barras de acero nervadas que se colocan en las juntas longitudinales para mantenerlas ancladas y de esta manera garantizar una transferencia de cargas eficiente por trabazón entre agregados (juntas de contracción) o machihembrada (juntas de construcción).
- **Cordón:** el empleo de cordones monolíticos/vinculados a la calzada de hormigón otorga un beneficio estructural adicional, al conferir un soporte complementario a los bordes del pavimento. De esta manera se reducen las tensiones y deflexiones generadas por la aplicación de las cargas del tránsito, permitiendo aumentar la capacidad de carga del pavimento o reducir los espesores mínimos necesarios.

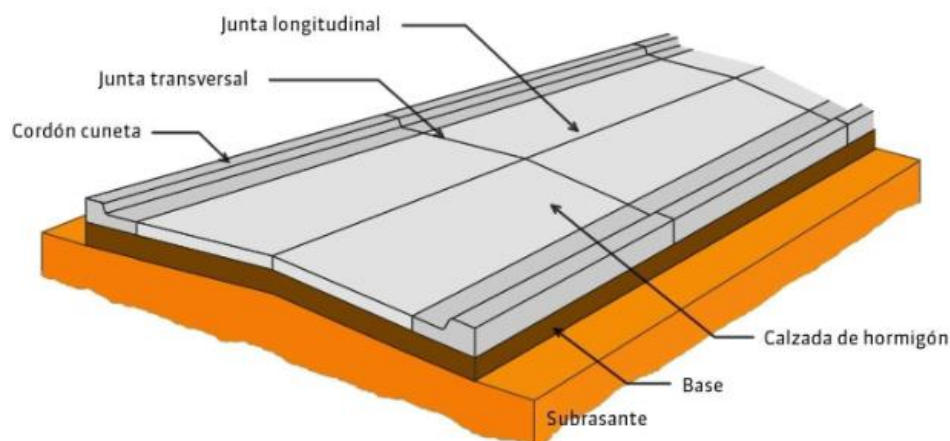


Figura 5.5. Estructura tipo de un pavimento urbano de hormigón (Fuente: manual de pavimentos urbanos de hormigón - ICPA).

5.3 Cálculo del paquete estructural

Para el diseño del paquete estructural se optó por utilizar el método de la PCA y/o del ACPA StreetPave (Portland Cement Association), el cual es ampliamente recomendado para aquellas vías de comunicación que estarán sometidas a un bajo volumen de tránsito pesado durante su vida útil. Este se centra en la verificación del paquete estructural según dos criterios: el de falla por fatiga y el de pérdida de soporte por erosión.

- El criterio de fatiga permite mantener los esfuerzos del pavimento dentro de los límites de seguridad, previniendo el agrietamiento del hormigón. Cuando se tiene mayoritariamente tránsito liviano, este criterio es el dominante en el diseño del paquete estructural del pavimento.
- El criterio de erosión limita la deflexión del pavimento en los bordes, juntas y esquinas de las losas, controlando de esta manera la erosión de los materiales de las capas inferiores del paquete estructural.

Para el desarrollo del método se deben determinar ciertos parámetros que están relacionados principalmente con el tipo de tránsito al que estará sometido la calzada, la interacción suelo-estructura y consideraciones estructurales a tener en cuenta para el predimensionado del pavimento, los cuales son:

- Valor soporte de la subrasante.
- Tipos, espesores y módulos de reacción de las capas que componen el paquete estructural.
- Propiedades mecánicas del hormigón.
- Periodo de diseño.
- Tránsito (TMDA, cargas por eje, porcentaje de evolución del tránsito pesado, etc.).
- Transferencia de cargas.
- Confiabilidad.

Este método es un procedimiento empírico-mecanicista el cual considera a las losas con dimensiones finitas y ubicaciones variables de las cargas producidas por el tránsito vehicular.

Para iniciar el cálculo del paquete estructural del pavimento se tuvo que determinar el módulo de reacción de la subrasante **K**, el cual representa la capacidad soporte de la misma, para ello se partió del tipo de suelo que abunda en la zona, que es un suelo limoso A-4 según la clasificación AASHTO, compuesto principalmente por limo y arena, el cual posee un CBR del 12% (ver Anexo II).

Teniendo en cuenta la premisa de que no se requiere una determinación exacta de la capacidad soporte de la subrasante, debido a la baja incidencia de su error en el diseño del pavimento, se optó por tomar como válido el valor obtenido de forma indirecta a partir del CBR para la misma, el cual dio **58,7 MPa/m** (ver Tabla 5.1).

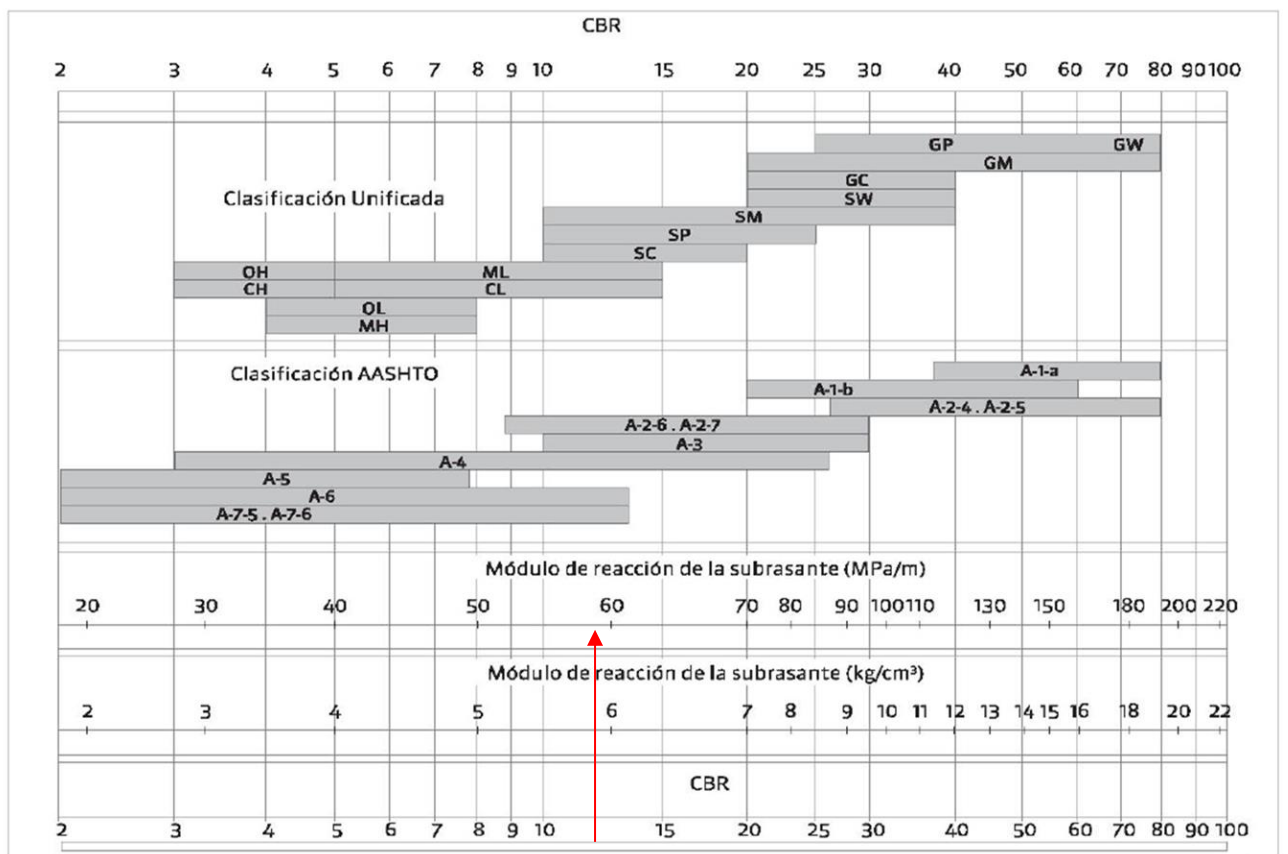


Tabla 5.1. Módulo de reacción de la subrasante (Fuente: manual de diseño de pavimentos AASHTO 1993).

En segunda instancia se procedió a determinar el tipo de base a utilizar, la cual, como se mencionó anteriormente, brinda un apoyo uniforme para el hormigón, previene la acción del fenómeno de bombeo, mejora las condiciones de drenaje y tiene como objetivo principal conseguir la estabilidad necesaria del suelo para poder afrontar los requerimientos de resistencia y deformación ante las cargas ejercidas sobre el pavimento.

Debido a que el suelo que abunda en la zona es limoso y de baja plasticidad, se decidió utilizar una base tratada con cemento, de 10 cm de espesor, la cual estaría compuesta por suelo-arena-cemento. Este tipo de bases generan cambios en las propiedades del suelo por efectos físicos-químicos mejorando sus aptitudes frente a las cargas del tránsito, poseen una consistencia más seca y se controlan mediante la compactación y la resistencia deseada.

En base a lo descrito anteriormente se continua el cálculo con la obtención del módulo de reacción combinado de la subrasante-base **Kc**, para lo cual el método brinda diferentes tablas en función del tipo de base a utilizar. Debido a que se decidió emplear un suelo mejorado con cemento el mismo dio un valor de **87,7 MPa/m** (ver Figura 5.6).

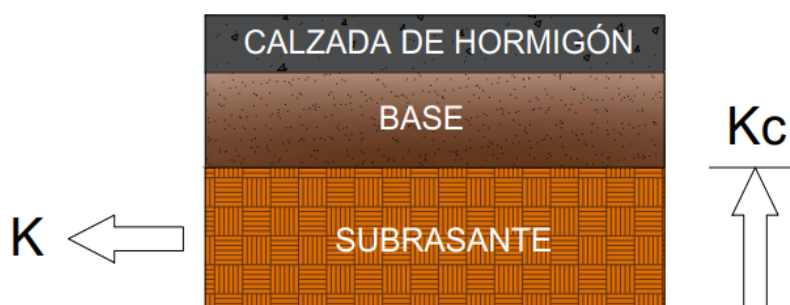


Figura 5.6. Módulo de reacción combinado subrasante-base (Fuente: elaboración propia).

Este módulo representa el incremento de la capacidad soporte de la estructura de apoyo de la losa de hormigón a partir de la incorporación de la base tratada.

5.3.1. Tránsito

En cuanto al tránsito que circulará por la calzada, interesa conocer la cantidad y la carga por eje durante el periodo de diseño de la misma ya que son los factores que mayor influencia tienen en el desempeño y espesor del pavimento. Para ello se definió el TMDA (tránsito medio diario anual), para lo cual se adoptó un tránsito de 104 v/día, de los cuales 100 son vehículos livianos y 4 son vehículos pesados, en estos últimos se consideraron 2 camiones conformados por 1 eje simple y 1 eje doble, y 2 colectivos de 1 eje simple y 2 ejes dobles en tándem. En base a esto se obtiene el volumen de vehículos pesados por día, el cual, según lo descrito anteriormente, representa el 4% del TMDA y se establecen los pesos máximos de cada ejemplar (ver Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Pesos máximos reglamentarios (Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/nuevas_configuraciones.pdf).

N°	TIPO DE VEHÍCULO	CONFIGURACIÓN N° DE EJES	LARGO (m)			PESO MÁXIMO (t)	Relación POT/PESO (CV/t) mín.
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)		
1		S1-D1	13,20	2,60	4,30	16,50	4,25
2		S1-D2	13,20	2,60	4,30	24,00	4,25

El tipo de tránsito adoptado tiene en cuenta el bajo volumen de tráfico al que estarán sometidas las calzadas durante los días sin eventos y, al mismo tiempo, permitirá obtener una estructura con suficiente rigidez y resistencia para soportar el elevado tránsito que se tendrá durante los eventos masivos.

Con el tránsito elegido se prosigue con la determinación del espectro de cargas, para el cual únicamente se consideran los vehículos pesados, la tipología de ejes de cada uno y las cargas transmitidas por los mismos en un intervalo de mil vehículos pesados. Para ello se determinan

las cargas máximas a soportar por cada eje según las distintas configuraciones de los mismos (ver Figura 5.7).



Figura 5.7. Peso máximo según el tipo de eje (Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/dnptcy_l_nuevos_vehiculos_modificaciones_normativas_may_2019.pdf).

En base a esto, se definieron las cargas máximas del tránsito pesado siguiendo la reglamentación nacional (ver Tabla 5.3). Para los camiones de 1 eje simple y 1 eje doble (ver Figura 5.8) se considera que el 39% del peso máximo (6 tn) es absorbido por el eje simple y el 61% (10,5 tn) restante por el doble. Para los colectivos que están conformados por 1 eje simple y 2 ejes dobles (ver Figura 5.9), se distribuye el 25% de la misma en el simple (6 tn) y el 75% restante en los 2 ejes dobles en tándem (18 tn; 9 tn en cada eje doble).

Tabla 5.3. Cargas máximas (Fuente: elaboración propia).

Tipo	Cant./día	Ejes	Pmax/eje (tn)	Pmax total (tn)
Camiones	2	S-1	6,5	16,5
		D-1	10	
Autobus	2	S-1	6	24
		D-2	18	



Figura 5.8. Camión tipo (Fuente: <https://www.shutterstock.com/es/image-vector/white-truck-art-design-template-driver-234850797>).



Figura 5.9. Colectivo tipo (Fuente: <https://www.camionesybuses.com.ar/volvo-presento-el-chasis-b450-6x2-en-argentina-su-bus-de-15-metros-de-largo-y-tercer-eje-direccional-20208240/>).

En el espectro de cargas, tanto para los camiones como para los colectivos, se tomó la consideración de que 10% del total de ejes simples y de ejes dobles transitarían con una carga mayor a la reglamentaria por eje, por otro lado 60% de los mismos llevarían cargas de hasta como máximo el 80% del límite estipulado y 30% restante tendrían cargas bajas de hasta 30% del peso máximo (ver Tabla 5.4).

Tabla 5.4. Espectro de Cargas (Fuente: elaboración propia).

CONFIGURACION DE CARGAS POR EJE			
Ejes por cada 1000 Vehículos Pesados			
(excluyendo todos los vehículos de 2 ejes-4 cubiertas)			
Ejes simples		Ejes Dobles	
Cargas (tn)	Cantidad de Ejes	Cargas (tn)	Cantidad de Ejes
7	50	20	100
7	50	11	50
5	300	14	600
5	300	8	300
2	150	5	300
2	150	3	150
Total simples:	1000	Total dobles:	1500

5.3.2. Espesor de calzada

Una vez definido el TMDA y el espectro de cargas, se procedió a calcular el espesor del pavimento teniendo en cuenta algunas consideraciones necesarias para llevar a cabo el mismo:

- **Resistencia a la compresión simple del hormigón:** este parámetro se define en función de las condiciones de durabilidad a las que estará sometido el pavimento, teniendo en cuenta el tipo de exposición que tendrá el mismo y las exigencias mínimas de relación agua-cemento (ver Tabla 5.5).

Tabla 5.5. Clase de hormigón según exposición (Fuente: manual de pavimentos urbanos de hormigón - ICPA).

Tipo de exposición	Relación a/c	Clase H*
Ambiente no agresivo / normal / cálido y húmedo	$\leq 0,50$	$\geq H-30$
Congelamiento y deshielo (sin sales descongelantes) *	$\leq 0,45$	$\geq H-30$
Congelamiento y deshielo (con sales descongelantes) *	$\leq 0,40$	$\geq H-35$
Exposición moderada a sulfatos solubles (0,10 a 0,20 % en masa)	$\leq 0,50$	$\geq H-30$
Exposición severa a sulfatos solubles (0,20 a 2,0 % en masa)	$\leq 0,45$	$\geq H-35$

Definido el tipo de hormigón a utilizar, se prosigue con la obtención del módulo de rotura MR ya que el pavimento está solicitado principalmente a flexión. Para ello el método brinda una fórmula para el cálculo del mismo y el manual de pavimentos urbanos del ICPA proporciona una tabla que se basa en la misma para una determinación más directa en función del tipo de hormigón y del agregado a utilizar (ver Tabla 5.6).

$$MR \text{ (MPa)} = K * f_{cm'} \text{ (MPa)}$$

$f_{cm'}$: resistencia media a la compresión simple del hormigón.

K: 0,7 para agregado natural (adoptado).

K: 0,8 para agregado triturado.

Tabla 5.6. Módulo de rotura a flexión (Fuente: manual de pavimentos urbanos de hormigón - ICPA).

Clase de Hormigón	Resistencia Media Compresión	Módulo de Rotura (MR)	
		Agregado Natural	Agregado Triturado
H-30	35 MPa	4,1 MPa	4,7 MPa
H-35	40 MPa	4,4 MPa	5,1 MPa
H-40	45 MPa	4,7 MPa	5,4 MPa

- **Tasa de crecimiento anual de vehículos pesados:** 2%.
- **Coeficiente de distribución por sentido de circulación:** 50%. Debido a que se tiene un carril de ida y uno de vuelta por cada calzada.
- **Coeficiente de distribución de vehículos pesados por carril:** 100%. Representa el total de los vehículos pesados que circulan en cada sentido por el carril derecho correspondiente al mismo.

- **Periodo de diseño:** 30 años.
- **Factor de seguridad de cargas:** 1. Debido a que se tiene un bajo volumen de tránsito pesado.

Con las consideraciones antes mencionadas, el espectro de cargas, el TMDA y los módulos K, se obtiene el paquete estructural que estará compuesto de la siguiente manera (ver Plano N°7 del Anexo V):

- Subrasante: suelo A-4; CBR= 12%.
K= 58.7 MPa/m; K: módulo de reacción de la subrasante
- Base: suelo-arena-cemento; e= 10 cm.
Kc= 87,7 MPa/m; Kc: módulo de reacción combinado subrasante-base
- Calzada de hormigón: H-30; e= 12 cm.

Este paquete debe verificar los criterios de fatiga y erosión anteriormente mencionados, para lo cual primero debe definirse la confiabilidad que posee esta estructura, la cual representa las probabilidades de que el pavimento alcance las condiciones previstas de diseño al final de su vida útil, lo cual está en función del tipo de vía (ver Tabla 5.7) y, además, debe determinarse el porcentaje aceptable de losas fisuradas al final del periodo de diseño (ver Tabla 5.8).

Tabla 5.7. Confiabilidad según el tipo de vía (Fuente: manual de pavimentos urbanos de hormigón - ICPA).

Clase de hormigón	Confiabilidad recomendada	
	Urbano	Rural
Interestatales, Autopistas	85 - 99	80 - 99
Arterias Principales	80 - 99	75 - 95
Calles Colectoras	80 - 95	75 - 95
Calles Residenciales y Rutas locales	50 - 80	50 - 80

Tabla 5.8. Porcentaje aceptable de losas fisuradas según el tipo de vía (Fuente: manual de pavimentos urbanos de hormigón - ICPA).

Tipo de camino	Porcentaje aceptable de losas fisuradas al final de su vida útil
Autopistas, Rutas	5 %
Arterias Menores	10 %
Calles Colectoras	15 %
Calles Residenciales	25 %

Con estos valores se procede al cálculo del porcentaje de losas fisuradas más probable, el cual se utiliza para definir la curva de fatiga a utilizar en la verificación.

$$LF_{probable} = \frac{(100\% - \text{Confiabilidad}) * LF}{50\%} = \frac{(100\% - 80\%) * 25\%}{50\%} = 10\%$$

Finalmente se calculan las repeticiones admisibles a la fatiga y a la erosión por cada tipo de eje y carga, para lo cual se adopta un espesor de hormigón de 12 cm por practicidad constructiva. La relación entre las repeticiones esperadas y las admisibles permiten establecer los consumos por fatiga y por erosión correspondientes a cada carga. Se suman todos los consumos para obtener el porcentaje total por fatiga y por erosión, y como ambos dieron por debajo del 100% se considera que el diseño del paquete estructural es satisfactorio (ver Anexo II).

Se utilizarán pasadores de acero liso tipo AL-220, de 25 mm de diámetro, dispuestos en las juntas transversales cada 30 cm y barras de unión de acero nervurado de 12 mm dispuestas en las juntas longitudinales colocadas cada 60 cm (ver Figura 5.10).

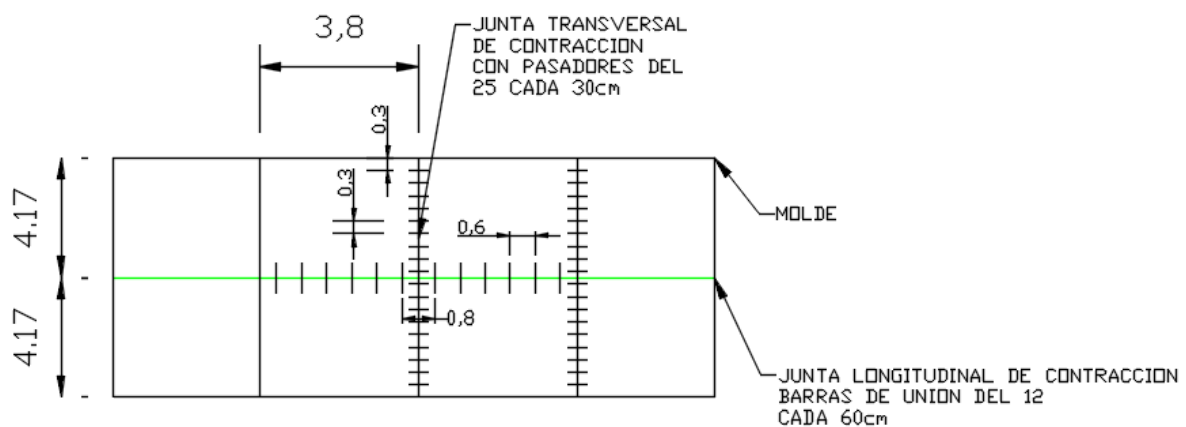


Figura 5.10. Distribución de juntas y elementos de unión (Fuente: elaboración propia).

5.4 Análisis alternativo de infraestructura vial

A causa de la gran superficie que ocupa el pavimento rígido, se generan 2 desventajas importantes, la primera de ellas, un gran costo para su construcción y la segunda, un aumento en el volumen de escurrimiento, debido a que la superficie pavimentada representa más del 40% del total del predio.

Para mitigar ambas, se evalúa el reemplazo del pavimento rígido en las zonas de estacionamientos por caminos de ripio, de esta forma además de reducir el costo del mismo, se aumenta la superficie drenante debido a la porosidad y a los espacios vacíos existentes entre las partículas de la piedra partida utilizada en el paquete estructural.

Se puede observar, en color marrón, en la figura 5.11 las superficies de ripio en los distintos sectores de estacionamiento, manteniendo únicamente los caminos de pavimento rígido en las calles laterales de acceso al predio.

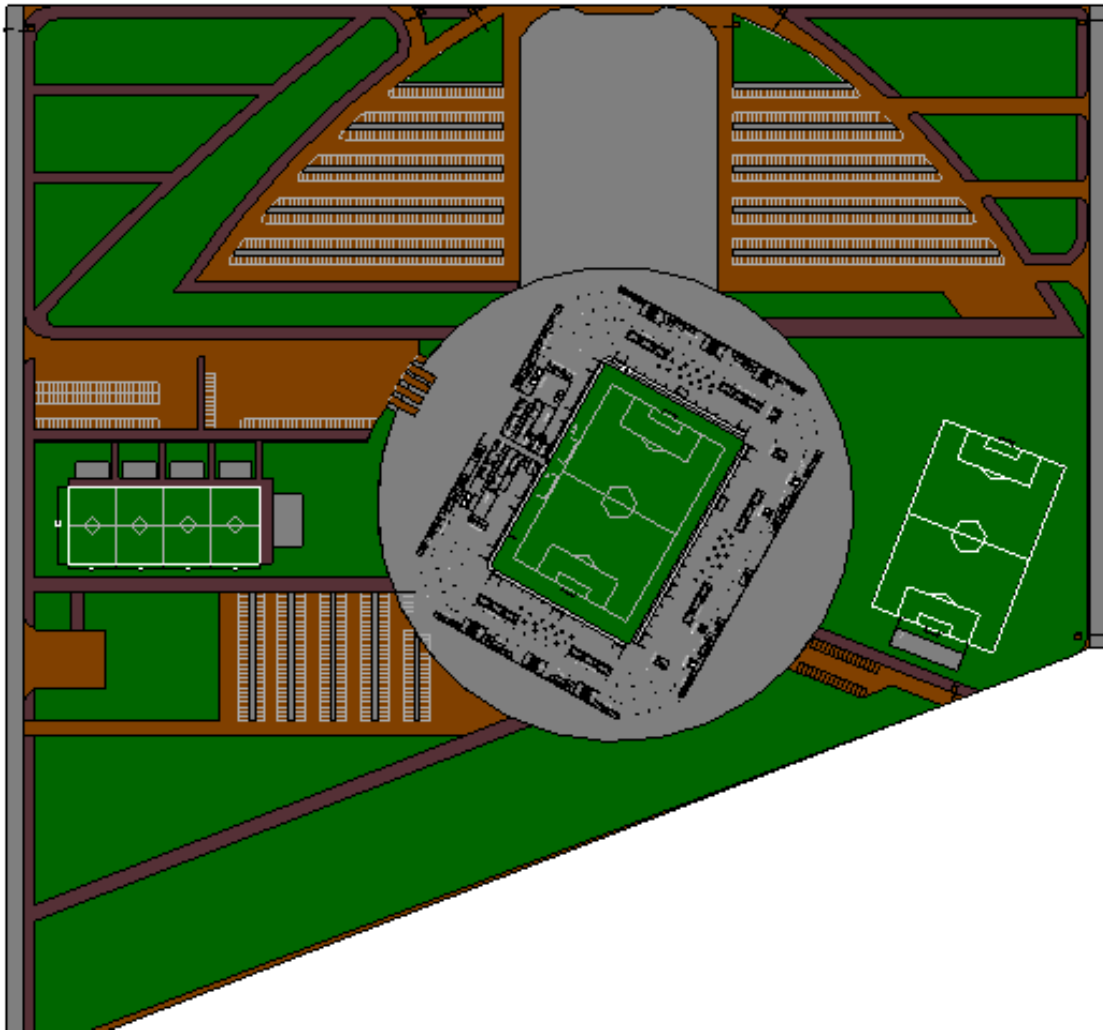


Figura 5.11. Distribución de los caminos de ripio en el predio (Fuente: elaboración propia).

5.4.1 Paquete estructural

El paquete estructural estará formado por un enripiado de agregado grueso de piedra basáltica, producto de la trituración y cribado, con una graduación granulométrica que varía de 5 mm a 25 mm y cuyo espesor es de 15 cm con una pendiente hacia los cordones del 1‰ y una base estabilizada de 20 cm (ver Plano N°8 del Anexo V).

El ripio o mezcla de ripio y suelo deberá responder a las siguientes exigencias de granulometría y plasticidad para lograr una superficie adecuada según el uso que se le va dar (ver Tabla 5.9). Además, el índice de plasticidad del mismo deberá encontrarse entre el 5 y 10%, así como también su límite líquido deberá ser menor a 35%.

Tabla 5.9. Graduación granulométrica de enripiado (Fuente: pliego de especificaciones técnicas generales - Vialidad Nacional).

Pasa Tamiz	%
1" (25mm)	100
Nº 4 (4,75mm)	50-90
Nº 40 (420µ)	20-50
Nº 200 (75µ)	10-25

5.4.2 Drenaje

El drenaje del mismo se describe con mayor profundidad en el capítulo siguiente, estará constituido por una serie de tuberías de PVC colocadas en los cordones, de forma tal de evacuar las aguas y trasladarlas hacia el canal lindero al terreno.

Capítulo 6 - Adecuación Hidráulica

Una vez lograda la distribución de los distintos espacios del predio, es necesario realizar una evaluación de la respuesta hidráulica que presentará el mismo, ya que se modificarán las condiciones de escurrimiento del terreno, para posteriormente realizar la adecuación correspondiente.

Previamente a la construcción del proyecto, el predio presenta en su totalidad 100% de cobertura vegetal, pasto y algunos árboles (ver Figura 6.1), logrando así una mayor retención del agua proveniente de las lluvias.

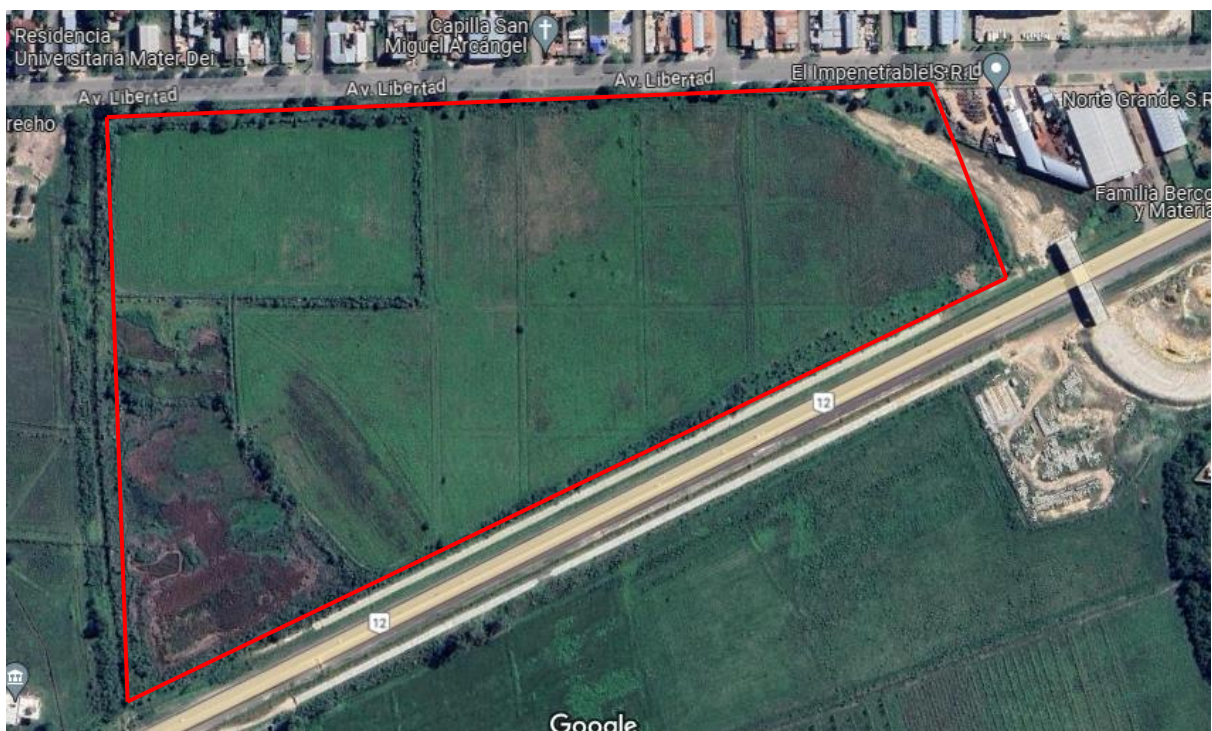


Figura 6.1. Cobertura del terreno en la situación actual (Fuente: Google earth).

Concluido el proyecto el predio sufrirá una importante modificación en su cobertura del terreno, logrando pasar de 100% de cobertura a vegetal a 48,45% (125.494 m²) y el restante 51,55% (133.541 m²) del terreno se encontrará cubierto por distintos materiales (hormigón, ripio, entre otros) (ver Figura 6.2).

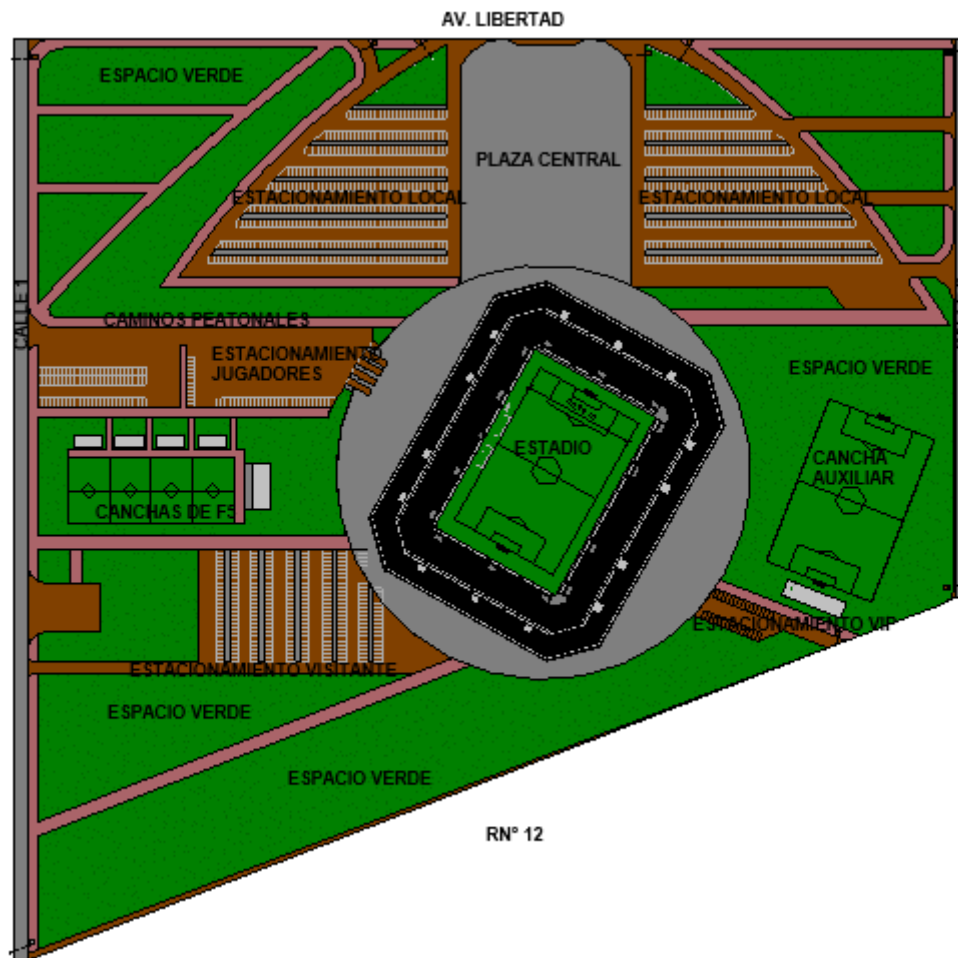


Figura 6.2. Cobertura del terreno en la situación de proyecto (Fuente: elaboración propia).

Los elementos que produjeron esta variación en el porcentaje de cobertura vegetal fueron la construcción del estadio en sí y su entorno, la pavimentación de las calles de acceso, los caminos de ripio de los sectores del estacionamiento, la plaza central y los caminos peatonales.

Otro factor que se tuvo en cuenta es que el terreno se encuentra encerrado por la curva de nivel 60 (ver Figura 6.4), además por planos catastrales brindados por la Dirección Provincial de Catastro Cartografía de la provincia de Corrientes (ver Figura 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 del Anexo III) se pueden observar puntos obtenidos por un relevamiento en la zona, donde los puntos 01-16 y 01-17 presentan ambos cota de 59,97 m, generando pendiente nula, los puntos 01-15 y 01-17 transversales al predio con cotas 60,01 m y 59,97 m respectivamente, separados entre sí aproximadamente 500 m, obteniendo pendiente de 0,00008 m/m y por lo último los puntos 01-15 y 01-16 separados entre sí 900 metros, obteniendo pendiente de 0,00004 m/m, demostrando lo plano que es el terreno.

Debido a falta de una mayor información topográfica y a los alcances del proyecto, se opta por una pendiente aproximada de 10 cm/km que responde a la pendiente de esta parte de la

ciudad, recomendando realizar un relevamiento topográfico en el lugar para obtener con exactitud la pendiente del predio.

Por lo aclarado anteriormente es necesario diseñar un sistema de desagüe pluviales de escurrimiento en exceso, pero debido al alcance de este trabajo sólo se realizará un predimensionado del mismo; para el mismo se optó por dividir el predio en 4 subcuencas (ver Figura 6.3), cada una con las siguientes áreas y estos distintos tipos de suelo:

Tabla N°6.1. División de subcuencas con sus áreas y tipos de suelo (Fuente: elaboración propia).

Áreas de aporte	Tipo de suelo	m ²	%	km ²
1	Césped	50.281,5	0,44	0,05
	Hormigón	19.151	0,17	0,019
	Camino peatonal	15.250	0,13	0,015
	Ripio	30.859	0,27	0,031
	Subtotal	115.541,5	1	0,115
2	Hormigón	15.132	1	0,015
	Subtotal	15.132	1	
3	Césped	47.589,5	0,51	0,048
	Hormigón	19.151	0,21	0,019
	Camino peatonal	7.518	0,08	0,008
	Ripio	18.458	0,2	0,018
	Subtotal	92.716,5	1	
4	Césped	27.623	0,98	0,028
	Camino peatonal	569	0,02	0,001
	Subtotal	28.192	1	0,029

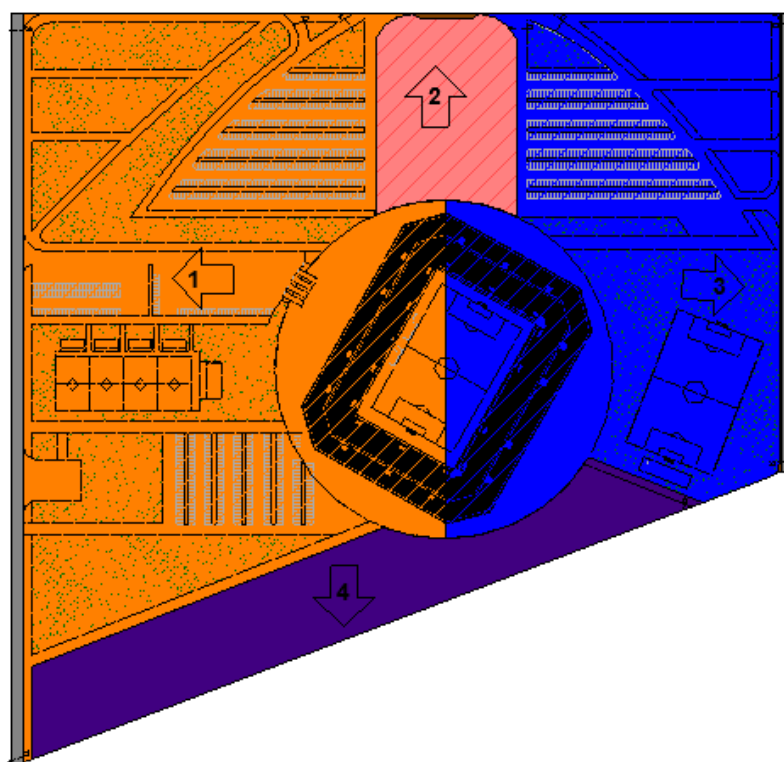


Figura 6.3. División de subcuencas dentro del predio (Fuente: elaboración propia).



Figura 6.4. Curvas de nivel del predio seleccionado (Fuente: Instituto Geográfico Nacional).

Para evaluar la modificación en el escurrimiento se procedió a calcular los hidrogramas en la condición actual, es decir con 100% de cobertura vegetal y posteriormente en la condición de proyecto con una cobertura vegetal de 48,45%, evaluando los caudales picos en ambas situaciones y el volumen en exceso.

Para la construcción del hidrograma, se procedió a emplear el programa HEC-HMS, que utiliza el método del número de curva "CN", realizando la transformación mediante el hidrograma adimensional de Delmarva.

Los parámetros utilizados fueron:

- El hietograma de diseño.
- El área de aporte (en km²).
- El número de curva ponderado.
- Porcentaje de área impermeable.
- Tiempo de retardo (TR: 0,6*Tiempo de concentración).

6.1 Determinación de parámetros

6.1.1 Tiempo de concentración

Se define al tiempo de concentración como el tiempo de flujo desde el punto más alejado de la cuenca hasta la salida o, dicho de otra forma, el tiempo en el cual toda la cuenca contribuye en el caudal de salida.

Para la obtención del tiempo de concentración existen varias fórmulas que consideran distintas variables, como por ejemplo Kirpich, la fórmula de California que es una adaptación de la fórmula de Kirpich para montañas, la fórmula de la onda cinemática del SCS, entre otras.

Para la determinación del tiempo de concentración se optó por el método de la onda cinemática, que es aquel que refleja de una manera más real lo ocurrido en nuestro predio debido a que se aplica con mayor exactitud a flujos en superficie, no encauzados:

$$tc = \frac{441 \cdot (L \cdot n)^{0.60}}{S^{0.30} i^{0.40}}$$

Donde:

L: Longitud del cauce (en km).

n: coeficiente de rugosidad de Manning.

S: pendiente del cauce (m/m).

i: intensidad de precipitación (mm/h).

Tc: Tiempo de concentración en minutos.

Para calcular los tiempos de concentración, se calcularon los mismos tanto para la situación actual como para las distintas subcuencas en la situación de proyecto.

Con el método de la onda cinemática, uno de los parámetros es la intensidad de precipitación, la cual se obtuvo a partir de las curvas IDF, debiendo entrar a las mismas con una duración de tormenta y el tiempo de retorno. Por lo tanto, se obtuvieron 2 duraciones de tormenta, una para la situación actual y otra para la situación de proyecto y para la obtención de las mismas se procedió a realizar un pre cálculo de un tiempo de concentración por el método de Kirpich ya que debido al tamaño de la cuenca se puede asimilar el tiempo de concentración al tiempo de duración de la tormenta.

Debido a que se dividió al predio en 4 subcuencas para la condición de proyecto, por simplificación se calculó el tiempo de concentración por Kirpich para la subcuenca que presenta mayor longitud, siendo la expresión de Kirpich igual a:

$$tc=0,0078*L^{0,77}*S^{-0,385}$$

Siendo:

L (Longitud en pies):

- Situación actual: 2138,58 pies.
- Situación proyecto: 725,94 pies.
- S (Pendiente): 0,001.

Obteniendo así:

- Tiempo de concentración por el método de Kirpich para la situación actual: 99,1 min.
- Tiempo de concentración por el método de Kirpich para la situación de proyecto: 43,2 min.

Por lo tanto, se adoptó una duración de tormenta de 120 minutos para la situación actual y una duración de tormenta de 60 minutos para la situación de proyecto.

Los coeficientes de rugosidad de Manning se obtuvieron de tabla (ver Tabla 6.1), adoptando:

- **Condición actual:** Para la totalidad del terreno $n= 0,090$ (Tierra con vegetación).
- **Condición de proyecto:** se optó por un coeficiente obtenido a través de la ponderación entre los coeficientes de Manning para los distintos tipos de superficies, pero debido a que estos valores son para canales, se los aumentó a criterio propio, siendo la superficie con cobertura de ripio ($n:0,070$), cubierto por vegetación ($n:0,090$) y cubierto por hormigón ($n:0,045$).

Se calculó así, el coeficiente de Manning para las distintas subcuencas:

$$n_1 = \frac{0,27*0,070+0,44*0,090+0,13*0,045+0,17*0,045}{1} = 0,0693$$

- $n_2 = \frac{1 \cdot 0,0450}{1} = 0,0450$
- $n_1 = \frac{0,51 \cdot 0,090 + 0,2 \cdot 0,070 + 0,08 \cdot 0,045 + 0,21 \cdot 0,045}{1} = 0,0730$
- $n_4 = \frac{0,98 \cdot 0,09 + 0,02 \cdot 0,070}{1} = 0,0891$

Tabla N°6.1. Coeficientes de Manning para los distintos tipos de superficie (Fuente: Hidráulica de tuberías y canales, Arturo Rocha).

SUPERFICIE	<i>n</i>
Superficie metálica, lisa, sin pintar	0,012
Superficie metálica, lisa, pintada	0,013
Superficie metálica, corrugada	0,025
Cemento liso	0,011
Mortero de cemento	0,013
Madera cepillada	0,012
Madera sin cepillar	0,013
Tablones sin cepillar	0,014
Concreto liso	0,013
Concreto bien acabado, usado	0,014
Concreto frotachado	0,015
Concreto sin terminar	0,017
Gunita (sección bien terminada)	0,019
Gunita (sección ondulada)	0,022
Superficie asfáltica lisa	0,013
Superficie asfáltica rugosa	0,016
Tierra, limpia, sección nueva	0,018
Tierra, limpia, sección antigua	0,022
Tierra gravosa	0,025
Tierra, con poca vegetación	0,027
Tierra, con vegetación	0,035
Tierra, con piedras	0,035
Tierra, con pedrones	0,040
Para secciones circulares (trabajando como canal)	
Metal, liso	0,010
Acero soldado	0,012
Acero riveteado	0,016
Fierro fundido	0,013 – 0,014
Cemento	0,011 – 0,013
Vidrio	0,010

Por último, reemplazando los parámetros calculados en la fórmula de onda cinemática vista más arriba se obtuvieron los tiempos de concentración para la condición actual como la condición de proyecto para las distintas subcuencas:

Tabla N°6.2. Tiempos de concentración por el método de la onda cinemática (Fuente: elaboración propia).

Area	Areas	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD (km)	ITERACION 1		ITERACION 2		ITERACION 3		ITERACION 4		ITERACION 5	
				I (mm/h)	Tc (min)	I (mm/h)	Tc (min)	I (mm/h)	Tc (min)	I (mm/h)	Tc (min)	I (mm/h)	Tc (min)
	Actual	0,0001	0,654	52,3	262,4	31	324,3	26	344,9	25	350,8	25	352,5
Area 1	Area 1	0,0001	0,222	78,5	99,7	59	112,0	55	115,3	54	116,2	53	67,9
Area 2	Area 2	0,0001	0,133	78,5	56,6	81	55,9	82	55,7	82	55,7	82	46,7
Area 3	Area 3	0,0001	0,158	78,5	83,8	65	90,4	62	92,0	62	92,4	62	52,3
Area 4	Area 4	0,0001	0,061	78,5	53,4	84	52,1	85	51,9	85	51,8	85	26,0

Se obtuvieron los siguientes valores:

- 1) Tiempo de concentración para situación actual: 352,5 minutos
- 2) Tiempo de concentración para situación de proyecto:
 - Área 1: 67,9 minutos.
 - Área 2: 46,7 minutos.
 - Área 3: 52,3 minutos.
 - Área 4: 26 minutos.

Adoptando finalmente una duración de tormenta para la situación actual de 360 minutos y manteniendo la duración de 60 minutos para la situación de proyecto.

6.1.2 Número de curva CN

Una vez calculado el tiempo de concentración del predio, se procedió a calcular el número de curva CN, este parámetro representa la capacidad de escurrimiento que tienen las diferentes coberturas del suelo, siendo CN = 100 para zonas pavimentadas y CN = 0 para el caso que no exista escurrimiento superficial.

El método establece tres condiciones de humedad antecedentes para una cuenca según el SCS:

- CN I: Suelo seco.
- CN II: Suelo medio, en capacidad de campo.
- CN III: Suelo húmedo, en saturación.

En este caso se optó por una condición de humedad tipo 3, debido a que se la considera para las etapas de diseño, obteniendo mayores caudales.

Luego se debe definir la condición de uso de suelo y la condición hidrológica donde la misma se clasifica en primera instancia en función de la densidad de vegetación en deficientes y buenas y en segunda instancia en función de su capacidad de transmitir agua (infiltración) en:

- A: intensidad alta de transmisión de agua.

- B: moderada.
- C: lenta.
- D: muy lenta.

Tabla N°6.3. Número de curva CN para una cuenca clase II (Fuente: Servicio de Conservación de Suelos de los EEUU).

Uso de la tierra o cubierta	Tratamiento o práctica	Condiciones hidrológicas	Grupo hidrológico			
			A	B	C	D
Barbecho	en surco	deficientes	77	86	91	94
Cultivos en líneas	en surco	deficientes	72	81	88	91
	en surco	buenas	67	78	85	89
	en fajas a nivel	deficientes	70	79	81	88
	en fajas a nivel	buenas	65	75	82	86
	en fajas a nivel & terreno	deficientes	66	74	80	82
	en fajas a nivel & terreno	buenas	62	71	78	81
Cereales	en surco	deficientes	65	76	84	88
	en surco	buenas	63	75	83	87
	en fajas a nivel	deficientes	63	74	82	85
	en fajas a nivel	buenas	61	73	81	85
	en fajas a nivel & terreno	deficientes	61	72	79	82
	en fajas a nivel & terreno	buenas	59	70	78	81
Leguminosa muy densas o praderas en rotación	en surco	deficientes	66	77	85	89
	en surco	buenas	58	72	81	85
	en fajas a nivel	deficientes	64	75	83	85
	en fajas a nivel	buenas	55	69	78	83
	en fajas a nivel & terreno	deficientes	63	73	80	83
	en fajas a nivel & terreno	buenas	51	67	76	80
Pastos		deficientes	68	79	86	89
		regulares	49	69	79	84
		buenas	39	61	74	80
	en faja a nivel	deficientes	47	67	81	88
	en faja a nivel	regulares	25	59	75	83
	en faja a nivel	buenas	6	35	70	79
Praderas (permanentes)		Buenas	30	58	71	78
Bosques		deficientes	45	66	77	83
		regulares	36	60	73	79
		buenas	25	55	70	77
Granjas			59	74	82	86
Carreteras sin afirmar			72	82	87	89
Carreteras afirmadas			74	84	90	92

Una vez obtenido el CN II, se debe realizar la conversión a la curva número correspondiente a la cuenca en estudio, dicha conversión se realiza mediante una tabla (ver Tabla 6.4) o mediante fórmulas empíricas.

Tabla N°6.4. Conversión de Condición de Humedad Antecedente Clase II a Clases I y III (Fuente: Servicio de Conservación de Suelos de los EEUU).

CN para la condición II	CN para la condición		Valores de S [pulgadas]	La curva empieza donde P [pulgadas]
	I	III		
100	100	100	0.00	0.00
98	95	99	0.20	0.04
96	91	98	0.42	0.08
94	87	97	0.64	0.13
92	83	96	0.87	0.17
90	79	95	1.11	0.22
88	75	94	1.36	0.27
86	72	93	1.63	0.33
84	69	92	1.90	0.38
82	66	91	2.20	0.44
80	63	90	2.50	0.50
78	60	89	2.82	0.56
76	57	88	3.16	0.63
74	54	87	3.51	0.70
72	52	86	3.89	0.78
70	49	84	4.29	0.86
68	47	83	4.71	0.94
66	45	82	5.15	1.03
64	43	80	5.63	1.13
62	41	79	6.13	1.23
60	39	78	6.67	1.33
58	37	76	7.24	1.45
56	35	75	7.86	1.57
54	33	73	8.52	1.70
52	31	71	9.23	1.85
50	30	70	10.00	2.00
48	28	68	10.83	2.17
46	26	66	11.74	2.35
44	25	64	12.73	2.55
42	23	62	13.81	2.76
40	22	61	15.00	3.00
38	20	59	16.32	3.28
36	19	56	17.78	3.56
34	18	54	19.41	3.88
32	17	52	21.25	4.25
30	15	50	23.33	4.67
25	12	43	30.00	6.00
20	10	37	40.00	8.00
15	7	29	56.67	11.33
10	4	20	90.00	18.00
5	2	11	190.00	38.00
0	0	0	Infinito	Infinito

Como se mencionó en el apartado del tiempo de concentración, el número de curva se deberá calcular tanto para la condición actual como para la condición de proyecto, obteniendo así:

Tabla N°6.5. Curva Número para la condición actual (Fuente: elaboración propia).

Condición actual						
Uso de la tierra	Practica	Cond Hidrológica	Grupo Hidrológico	% de superf.	CNII	CN pond.
Pastizal		Buenas	A	100	39	39
CNIII	61					

Tabla N°6.6. Curva Número para la condición de proyecto para el área 1 (Fuente: elaboración propia).

Condición proyecto		Área 1				
uso de la tierra	Practica	Cond. Hidrológica	Grupo Hidrológica	% de superf.	CNII	CN pond.
Pastizal		Buenas	A		39	0,0
Ripio				100	76	76,0
Hormigón					92	0,0
Total				100		76,0
CNIII	80					

Tabla N°6.7. Curva Número para la condición de proyecto para el área 2 (Fuente: elaboración propia).

Condición proyecto		Área 2				
uso de la tierra	Practica	Cond. Hidrológica	Grupo Hidrológica	% de superf.	CNII	CN pond.
Hormigón				100	92	92,0
Total						92,0
CNIII	96					

Tabla N°6.8. Curva Número para la condición de proyecto para el área 3 (Fuente: elaboración propia).

Condición proyecto		Área 3				
uso de la tierra	Practica	Cond. Hidrológica	Grupo Hidrológica	% de superf.	CNII	CN pond.
Pastizal		Buenas	A	51,3	39	20,0
Ripio				19,9	76	15,1
Hormigón				28,8	92	26,5
Total				100		61,6
CNIII	79					

Tabla N°6.9. Curva Número para la condición de proyecto para el área 4 (Fuente: elaboración propia).

Condición proyecto		Área 4				
uso de la tierra	Practica	Cond. Hidrológica	Grupo Hidrológica	% de superf.	CNII	CN pond.
Pastizal		Buenas	A	98	39	38,2
Hormigón				2	92	1,8
Total						40,1
CNIII	61					

6.1.3 Hietograma de lluvia de diseño

Para la obtención de la lluvia de diseño se utilizó el "Método de los bloques alternos" mediante la utilización de la curva de intensidad-duración-frecuencia.

Este método brinda un hietograma de diseño indicando la profundidad de precipitación que ocurre en "n" intervalos de tiempos sucesivos hasta completar la duración total, donde la misma debe ser como mínimo igual al tiempo de concentración de la cuenca, por lo tanto, se calcularon dos lluvias de diseño, una usando una duración de 360 minutos para la situación actual y otra usando una duración de 60 minutos para la situación de proyecto.

Una vez seleccionado el tiempo de retorno de diseño, que se define como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada, se lee la intensidad en una curva IDF o mediante una expresión que responde a dicha curva se obtiene una intensidad y la precipitación se consigue multiplicando dicha intensidad por la duración del intervalo de lluvia.

La expresión que responde a la curva IDF es:

$$I_p \text{ (mm/h)} = \frac{A}{(B+Td)^C}$$

Donde, A, B y C son parámetros que dependen del tiempo de retorno y Td es la duración de la tormenta en minutos.

Tabla N°6.10. Parámetros de la curva IDF (Fuente: Administración Provincial del Agua).

TR (Años)	Parámetros		
	A	B	C
2	2711,63	29,74	0,87
5	2725,37	29,43	0,82
10	2740,19	29,19	0,79
25	2760,34	28,98	0,75
50	2786,49	28,75	0,74

Luego restando valores de precipitación sucesivos se obtiene la precipitación incremental a añadir por cada intervalo de tiempo (ver Figura 6.5). Para este tipo de proyecto se optó por un tiempo de recurrencia de 10 años, que es el usual para las cuencas de tipo urbanas.

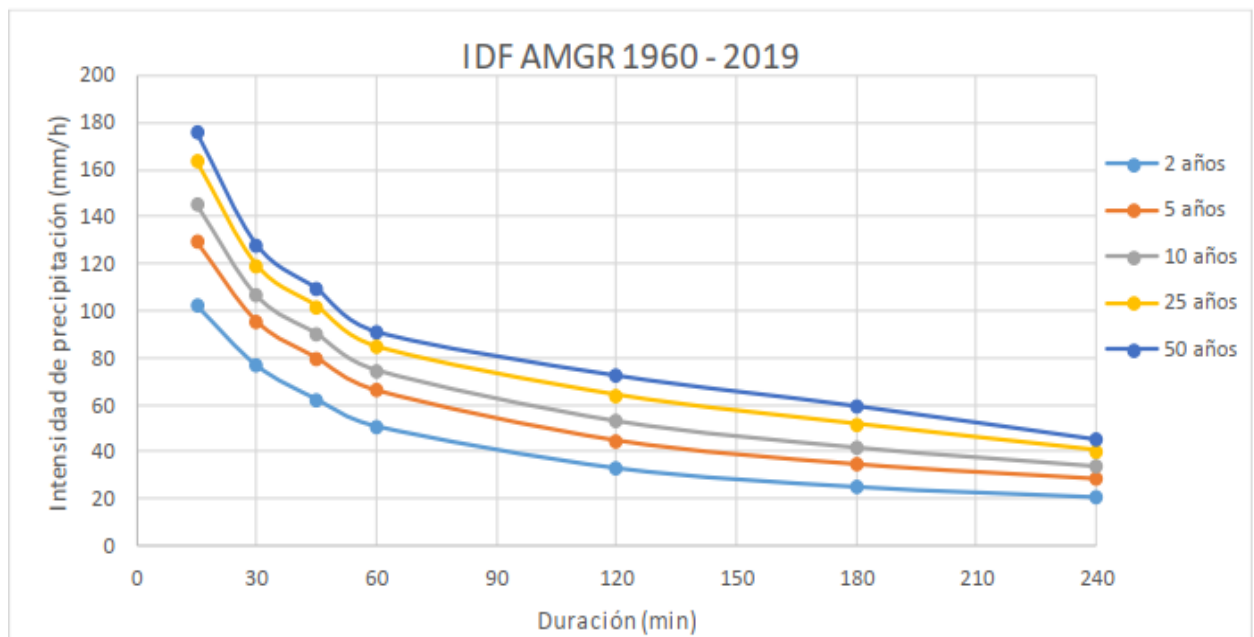


Figura 6.5. Curvas intensidad-duración-frecuencia (Fuente: Administración Provincial del Agua del Chaco).

Una vez obtenidos los intervalos de tiempo se los reordenan de forma tal que la precipitación máxima se encuentre en el centro y los demás valores se ordenan de manera descendente a la derecha e izquierda de la misma (ver Tabla 6.11 y 6.12).

Tabla N°6.11. Hietograma de lluvia de diseño para una duración de 360 minutos (Fuente: elaboración propia).

METODO DE LOS BLOQUES ALTERNOS						
DURACION (min)	INTENSIDAD (mm/h)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (min)		PRECIPITACION (mm)
5	167,7	14,0	14,0	0	5	0,6
10	150,5	25,1	11,1	5	10	0,6
15	136,9	34,2	9,1	10	15	0,6
20	125,7	41,9	7,7	15	20	0,6
25	116,5	48,5	6,6	20	25	0,6
30	108,6	54,3	5,8	25	30	0,6
35	101,9	59,4	5,1	30	35	0,7
40	96,0	64,0	4,6	35	40	0,7
45	90,9	68,1	4,1	40	45	0,7
50	86,3	71,9	3,8	45	50	0,7
55	82,2	75,4	3,5	50	55	0,8
60	78,5	78,5	3,2	55	60	0,8
65	75,2	81,5	3,0	60	65	0,8
70	72,2	84,2	2,8	65	70	0,9

75	69,5	86,8	2,6	70	75	0,9
80	66,9	89,2	2,4	75	80	0,9
85	64,6	91,5	2,3	80	85	1,0
90	62,4	93,7	2,2	85	90	1,1
95	60,4	95,7	2,0	90	95	1,1
100	58,6	97,6	1,9	95	100	1,2
105	56,9	99,5	1,8	100	105	1,3
110	55,2	101,3	1,8	105	110	1,3
115	53,7	102,9	1,7	110	115	1,4
120	52,3	104,6	1,6	115	120	1,6
125	50,9	106,1	1,6	120	125	1,7
130	49,7	107,6	1,5	125	130	1,8
135	48,5	109,0	1,4	130	135	2,0
140	47,3	110,4	1,4	135	140	2,3
145	46,3	111,8	1,3	140	145	2,6
150	45,2	113,1	1,3	145	150	3,0
155	44,3	114,3	1,3	150	155	3,5
160	43,3	115,5	1,2	155	160	4,1
165	42,4	116,7	1,2	160	165	5,1
170	41,6	117,9	1,1	165	170	6,6
175	40,8	119,0	1,1	170	175	9,1
180	40,0	120,0	1,1	175	180	14,0
185	39,3	121,1	1,1	180	185	11,1
190	38,6	122,1	1,0	185	190	7,7
195	37,9	123,1	1,0	190	195	5,8
200	37,2	124,1	1,0	195	200	4,6
205	36,6	125,0	0,9	200	205	3,8
210	36,0	126,0	0,9	205	210	3,2
215	35,4	126,9	0,9	210	215	2,8
220	34,8	127,8	0,9	215	220	2,4
225	34,3	128,6	0,9	220	225	2,2
230	33,8	129,5	0,8	225	230	1,9
235	33,3	130,3	0,8	230	235	1,8
240	32,8	131,1	0,8	235	240	1,6
245	32,3	131,9	0,8	240	245	1,5
250	31,8	132,7	0,8	245	250	1,4
255	31,4	133,5	0,8	250	255	1,3
260	31,0	134,2	0,8	255	260	1,2
265	30,6	135,0	0,7	260	265	1,1
270	30,2	135,7	0,7	265	270	1,1
275	29,8	136,4	0,7	270	275	1,0
280	29,4	137,1	0,7	275	280	1,0

285	29,0	137,8	0,7	280	285	0,9
290	28,6	138,5	0,7	285	290	0,9
295	28,3	139,1	0,7	290	295	0,8
300	28,0	139,8	0,7	295	300	0,8
305	27,6	140,4	0,6	300	305	0,8
310	27,3	141,1	0,6	305	310	0,8
315	27,0	141,7	0,6	310	315	0,7
320	26,7	142,3	0,6	315	320	0,7
325	26,4	142,9	0,6	320	325	0,7
330	26,1	143,5	0,6	325	330	0,7
335	25,8	144,1	0,6	330	335	0,6
340	25,5	144,7	0,6	335	340	0,6
345	25,3	145,3	0,6	340	345	0,6
350	25,0	145,8	0,6	345	350	0,6
355	24,7	146,4	0,6	350	355	0,6
360	24,5	146,9	0,6	355	360	0,6

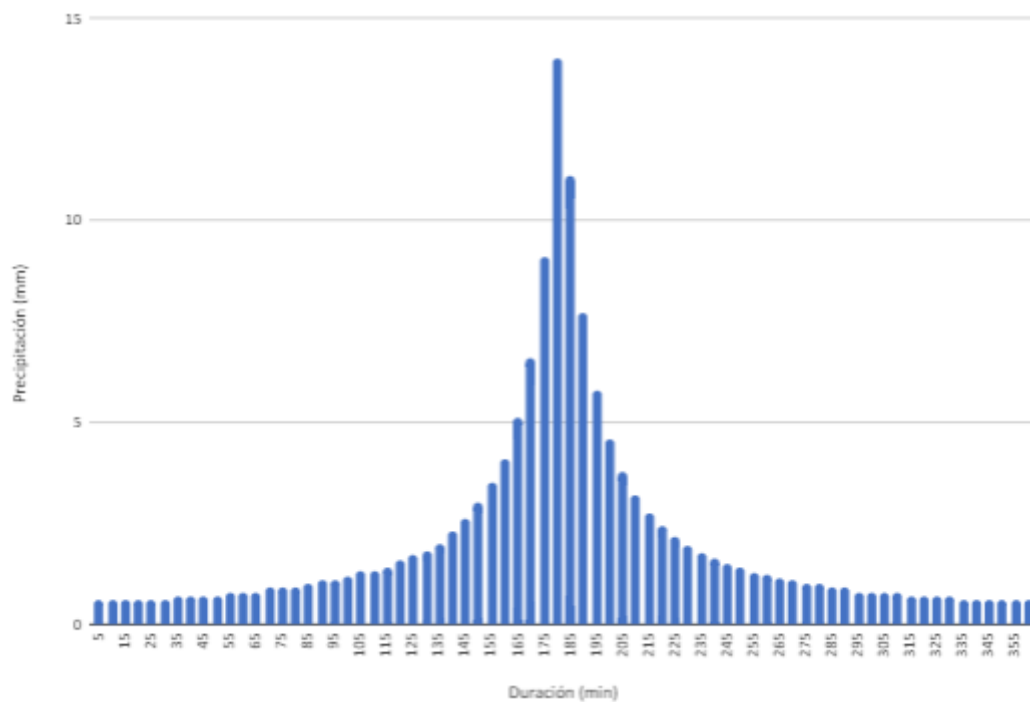


Figura 6.6. Hietograma de la lluvia de diseño de 360 minutos (Fuente: elaboración propia).

Tabla N°6.12. Hietograma de lluvia de diseño para una duración de 60 minutos (Fuente: elaboración propia).

METODO DE LOS BLOQUES ALTERNOS						
DURACION (min)	INTENSIDAD (mm/h)	PROFUNDIDAD ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTAL (mm)	TIEMPO (min)		PRECIPITACION (mm)
5	167,7	14,0	14,0	0	5	3,5
10	150,5	25,1	11,1	5	10	4,1
15	136,9	34,2	9,1	10	15	5,1
20	125,7	41,9	7,7	15	20	6,6
25	116,5	48,5	6,6	20	25	9,1
30	108,6	54,3	5,8	25	30	14,1
35	101,9	59,4	5,1	30	35	11,1
40	96,0	64,0	4,6	35	40	7,7
45	90,9	68,1	4,1	40	45	5,8
50	86,3	71,9	3,8	45	50	4,6
55	82,2	75,4	3,5	50	55	3,8
60	78,5	78,5	3,2	55	60	3,2

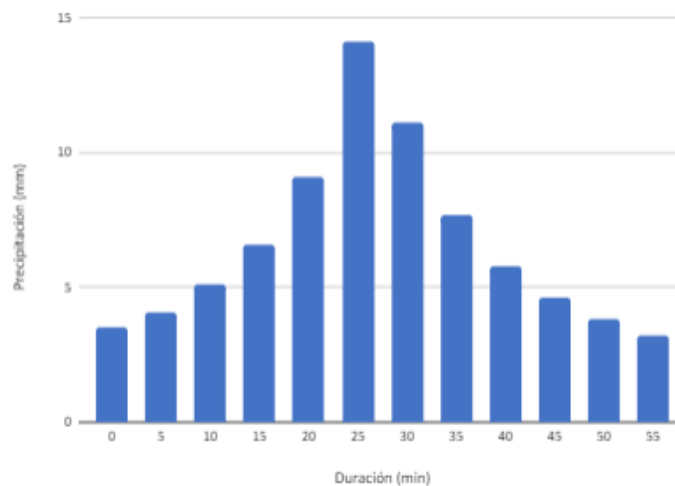


Figura 6.7. Hietograma de la lluvia de diseño de 60 minutos (Fuente: elaboración propia).

Posteriormente, con el hietograma de lluvia y teniendo los demás parámetros ya calculados, se procede a la obtención del hidrograma de la cuenca mediante el programa HEC-HMS.

6.2 Modelación y análisis de resultados

Una vez obtenidos los parámetros necesarios para la modelación, se procedió a cargarlos en el programa HEC-HMS, obteniendo así los hidrogramas de salida para la condición actual y para la de proyecto.

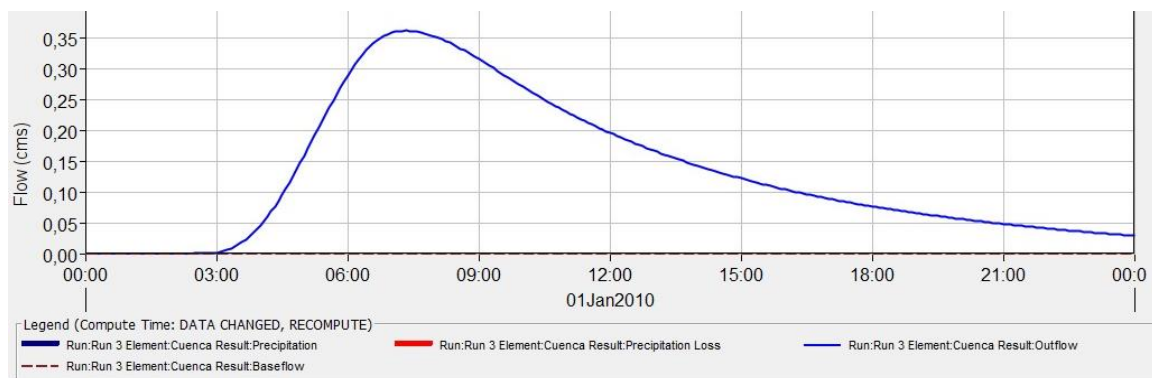


Figura 6.8. Hidrograma de salida actual para un tiempo de retorno de 10 años (Fuente: Programa HEC-HMS).

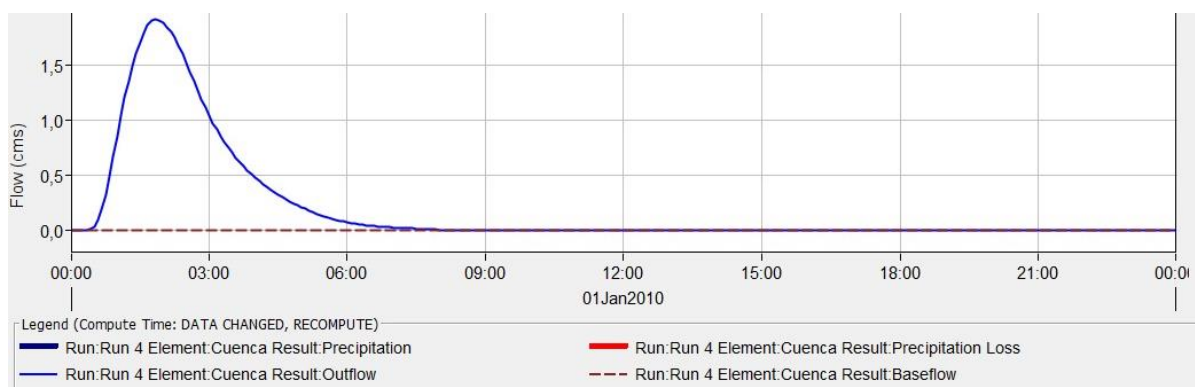


Figura 6.9. Hidrograma de salida del proyecto para un tiempo de retorno de 10 años (Fuente: Programa HEC-HMS)

Además, se calcularon los hidrogramas de las subcuencas en la situación de proyecto, obteniendo así:

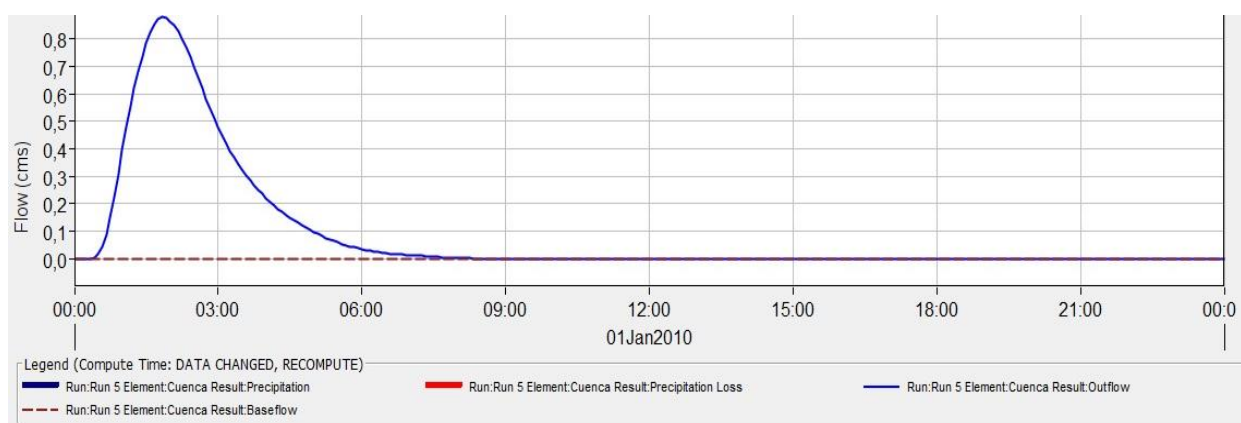


Figura 6.10 Hidrograma de salida del proyecto para un tiempo de retorno de 10 años para el área 1 (Fuente: Programa HEC-HMS).

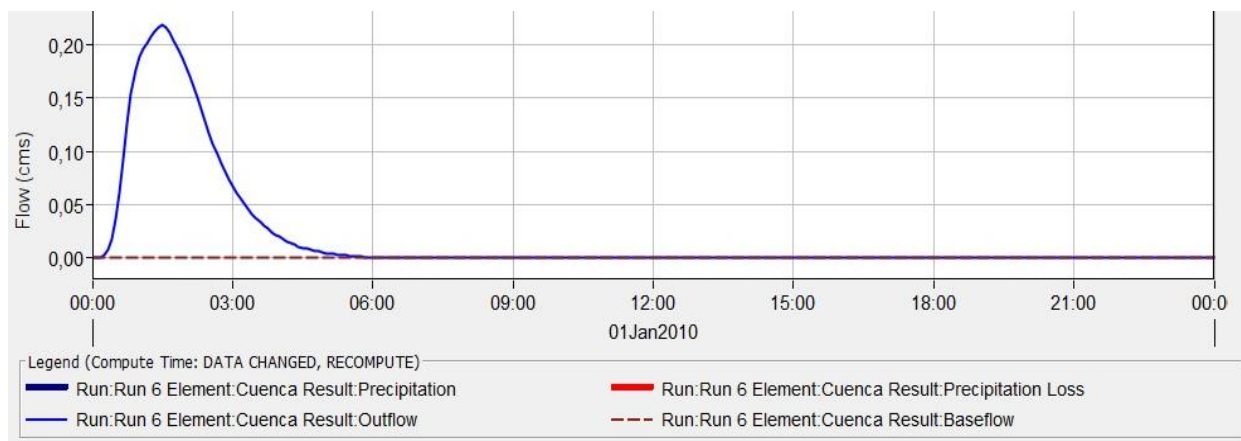


Figura 6.11 Hidrograma de salida del proyecto para un tiempo de retorno de 10 años para el área 2 (Fuente: Programa HEC-HMS).

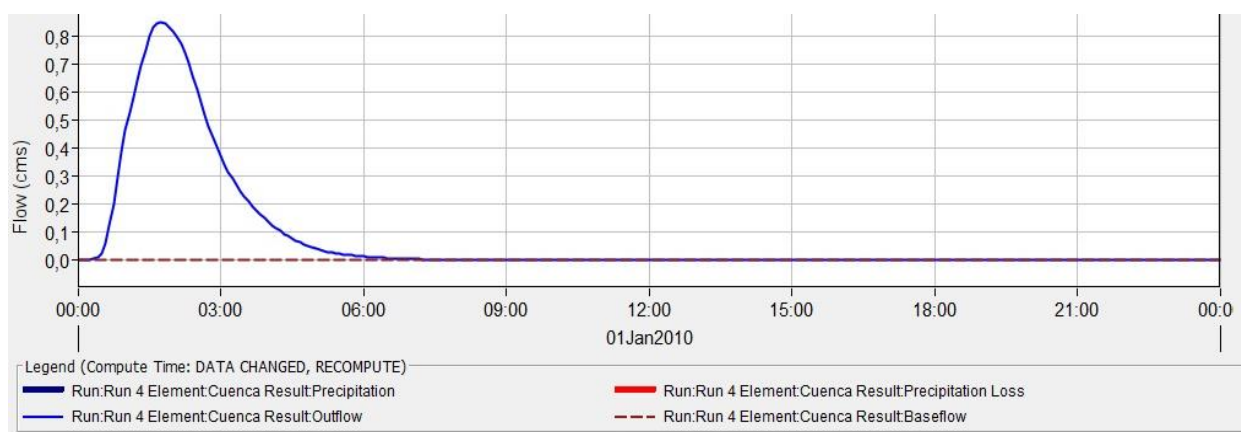


Figura 6.12 Hidrograma de salida del proyecto para un tiempo de retorno de 10 años para el área 3 (Fuente: Programa HEC-HMS).

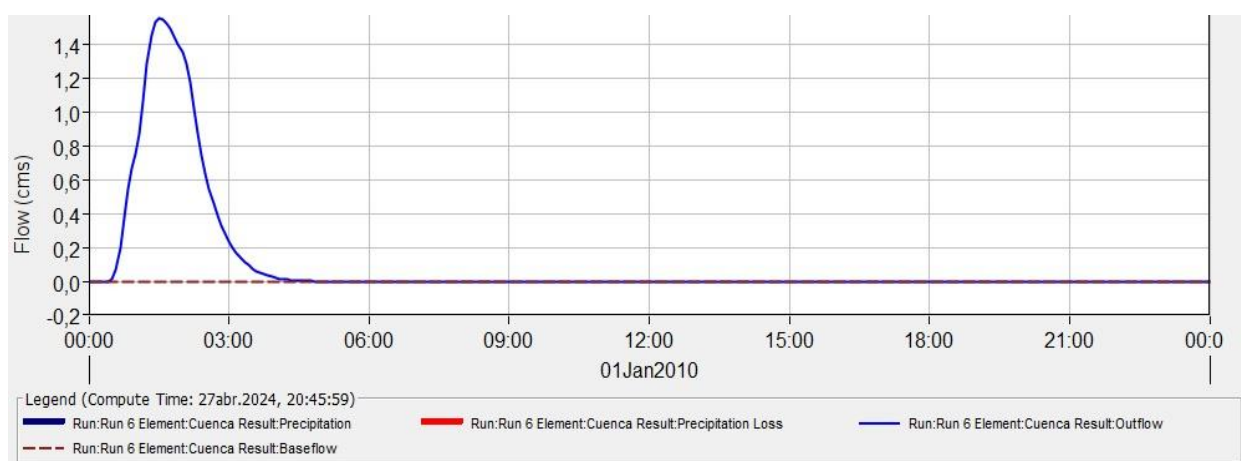
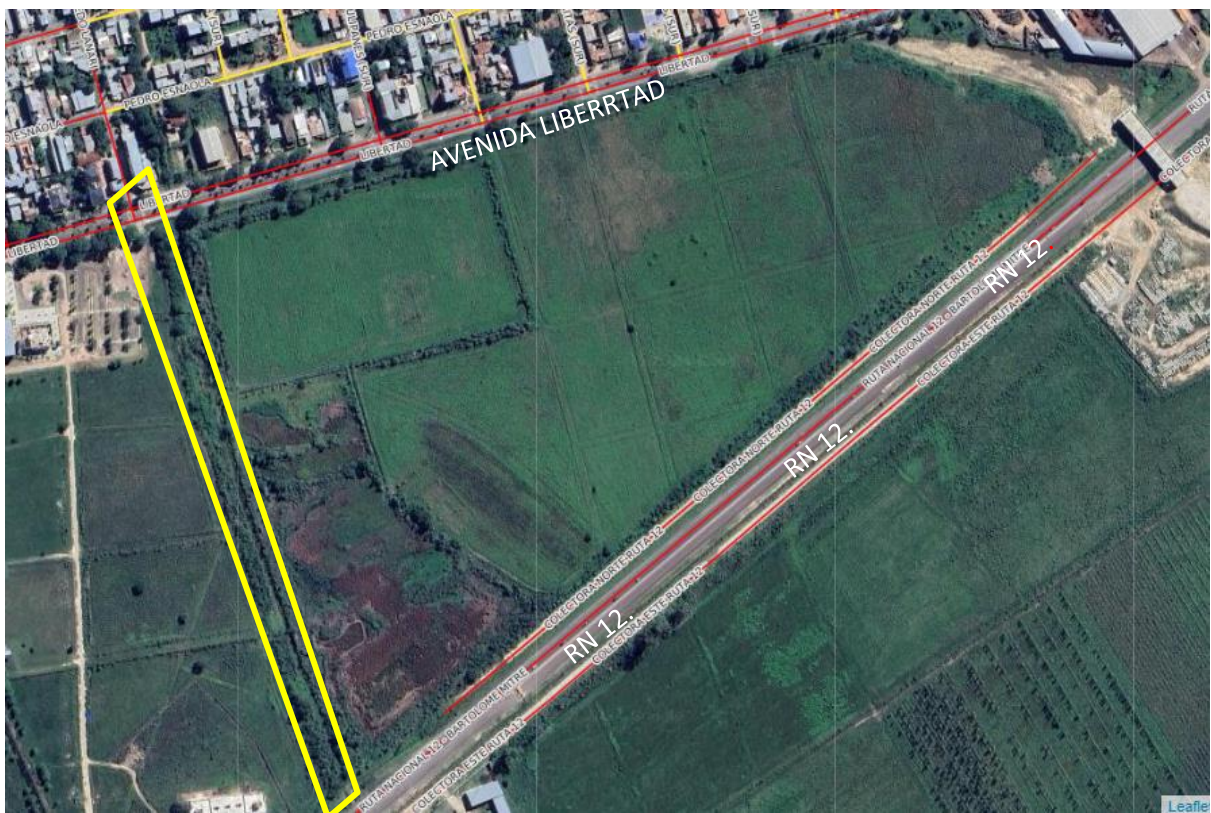


Figura 6.13 Hidrograma de salida del proyecto para un tiempo de retorno de 10 años para el área 4 (Fuente: Programa HEC-HMS).

En el plano N° 9 del Anexo V se puede observar la distribución de las subcuencas con sus respectivos caudales picos.

Para mitigar el aumento del volumen de exceso generado por el proyecto, se proveerá de un sistema de desagüe pluvial que conducirá una parte del exceso hacia el canal que se encuentra lindero al predio (ver Figura 6.14) y el restante hacia el sistema de desagüe de la Avenida Libertad y de la colectora de la RN 12 (ver Figura 6.15).

En la figura 6.15 se pueden observar los sistemas de desagüe que se encuentran alrededor del predio, donde las de color naranja representan canales a cielos abiertos y los de color celeste representan conductos pluviales subterráneos.



174



Figura 6.15. Sistema de desagüe pluvial de la ciudad de Corrientes (Fuente: <https://gis.ciudaddecorrientes.gov.ar/idemcc/#15.836503373058944/-27.4644/-58.7807>).

Para diseñar el sistema de canaletas, en primera instancia se proyectaron los caños que se encontrarán en los cordones, para ello se calculó el caudal que se deberá evacuar del ripio, que es aquel que se infiltra en él a través de los espacios vacíos, donde la superficie ocupada por el ripio en el predio es de 49.317 m^2 de los cuales se puede dividir en 2 sectores (ver Figura 6.21), "Izquierdo" y "Derecho", cada uno con 30.859 m^2 y 18.458 m^2 respectivamente.

De esta forma se puede obtener que volumen de exceso de agua que aporta cada sector, donde el izquierdo aporta un volumen de 2.800 m^3 (ver Figura 6.16) de los cuales 1.574 m^3 se infiltran en el ripio debido al espesor del mismo (15 cm) y a su porosidad, que en este caso debido a la graduación a utilizar (5-26,5 mm) es de 34%, los restantes 1.226 m^3 se almacenarán sobre el ripio, debido a que al estar encerrado el mismo por los cordones de 15 cm de alto, se crea un sistema de reservorio, pudiendo los mismos almacenarse manteniendo una lámina de 4 cm por encima del ripio. En el sector derecho se hizo un análisis similar donde se obtuvo que el volumen de exceso es de 1.600 m^3 (ver Figura 6.17), de los cuales 941 m^3 se infiltran en el ripio debido a su espesor y porosidad y los restantes 658 m^3 se almacenan sobre el mismo manteniendo la misma lámina de agua utilizada en el sector derecho.

Se propone que el sistema evacue el volumen de agua en un tiempo igual al de la duración de la tormenta, siendo este de una hora, logrando así que el agua infiltrada se almacene durante la misma, evacuando una vez terminada la tormenta para no hacerlo durante el pico de la misma evitando así saturar el sistema de desagüe pluvial de la ciudad.

Del análisis se obtuvo que el caudal a evacuar del ripio en el sector izquierdo es de 0,43 m³/s y en el derecho de 0,26 m³/s, proponiendo un caño de PVC de 110 mm de diámetro, cuya capacidad de extracción es de 0,01 m³/s trabajando como orificio ahogado y tomando como condición de borde que la altura máxima que puede haber en la canaleta es de 50 cm. Una vez obtenidos ambos caudales, tanto el que hay que evacuar como la capacidad del caño, el cociente entre los 2 establece la cantidad de caños a utilizar, que en este caso es de 43 caños en el sector izquierdo y de 26 en el derecho.

Computed Results			
Peak Discharge:	0.3 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge:	01 ene. 2010, 01:50
Precipitation Volume:	3.9 (1000 M3)	Direct Runoff Volume:	2.8 (1000 M3)
Loss Volume:	1.0 (1000 M3)	Baseflow Volume:	0.0 (1000 M3)
Excess Volume:	2.8 (1000 M3)	Discharge Volume:	2.8 (1000 M3)

Figura 6.16 Volumen a evacuar en el sector izquierdo del estacionamiento (Fuente: Programa HEC-HMS).

Computed Results			
Peak Discharge:	0.2 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge:	01 ene. 2010, 01:40
Precipitation Volume:	2.3 (1000 M3)	Direct Runoff Volume:	1.6 (1000 M3)
Loss Volume:	0.6 (1000 M3)	Baseflow Volume:	0.0 (1000 M3)
Excess Volume:	1.6 (1000 M3)	Discharge Volume:	1.6 (1000 M3)

Figura 6.17 Volumen a evacuar en el sector derecho del estacionamiento (Fuente: Programa HEC-HMS).

$$Q = C_d \times A \times \sqrt{2g \times (h_1 - h_2)}$$

Donde

- Cd (Coeficiente de descarga): 0,61.
- A (Área del caño): 0,01 m².
- g (aceleración de la gravedad): 9,81 m/s²
- h₁-h₂: Representa el nivel de agua en condición de equilibrio (0,18 m).

$$Q = 0,61 * 0,01 * \sqrt{2 * 9,81 * 0,18} = 0,01 \text{ m}^3/\text{s}$$

Luego se procedió a dimensionar la canaleta, donde se propuso un ancho de 0,60 m y una altura de 0,55m. Para verificar la capacidad de la misma se calculó el caudal admisible a transportar del mismo. Utilizando la ecuación de Manning y tomando como condición de borde que la altura máxima de agua a transportar es de 0,5 m, se obtiene:

$$Q(h) = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R(h)^{2/3} \cdot \sqrt{S}$$

Siendo:

n (coeficiente de rugosidad de Manning): 0,013 (hormigón liso).

A (área hidráulica en m²): 0,3 m².

So (pendiente longitudinal): 0,004.

Rh (Radio hidráulico en m): 0,188 m.

$$Q = \frac{0,3 \text{ m}^2 * (0,188 \text{ m})^{\frac{2}{3}}}{0,013} * \sqrt{0,188 \text{ m}} = 0,478 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Las canaletas además se diseñan para poder evacuar el agua proveniente del espacio que rodea al estadio. Para calcular el caudal a evacuar se procedió a utilizar la expresión de Kirpich:

$$Qp = 0,275 * C * I * A$$

Donde:

- C (Coeficiente de escorrentía): 0,8 (edificación muy densa).
- A (área en km²): 0,00383 km².
- I (intensidad de lluvia en mm/h): $A / (Td + B) \wedge C = 78,5 \text{ mm/h}$.

Siendo A, B y C parámetros que dependen del tiempo de retorno y Td es la duración de la tormenta en minutos (60 minutos). Dichos valores se encuentran explicados anteriormente.

$$Qp = 0,275 * 0,8 * 78,5 * 0,00383 = 0,06 \text{ m}^3/\text{s}$$

De dicho caudal se supone por simplificación que el 50% aporta al sector derecho y el 50% restante al izquierdo, es decir, 0,03 m³/s para cada zona.

Sumando ambos caudales, es decir, lo erogado por el estacionamiento y por el entorno del estadio obtenemos un caudal de 0,46 m³/s y 0,29 m³/s para el sector izquierdo y derecho respectivamente y como la capacidad de la canaleta es de 0,478 m³/s, nos encontramos en buenas condiciones.

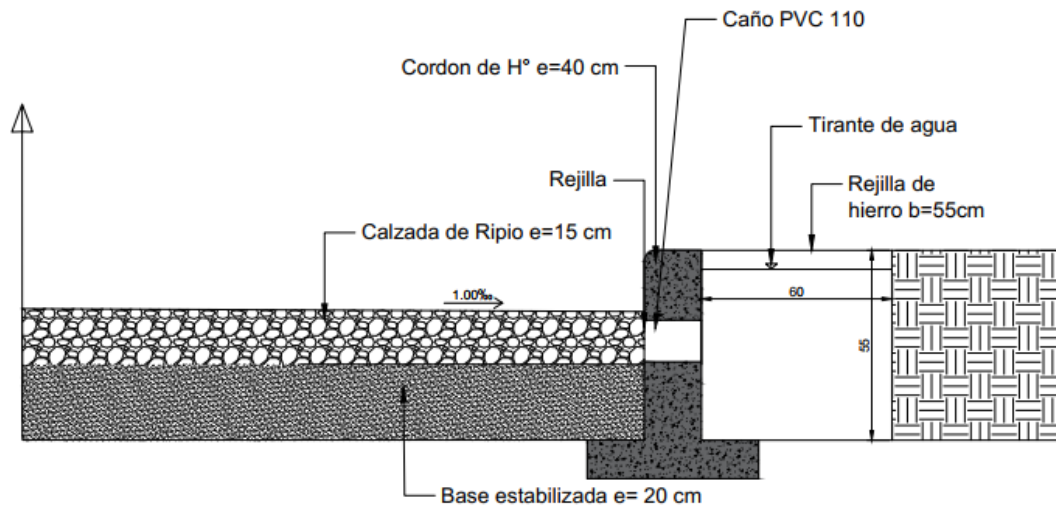


Figura 6.18 Esquema del sistema de canaleta a emplear (Fuente: Elaboración propia).

Resta dimensionar los sumideros que son los encargados de evacuar el agua proveniente de las calles de acceso, que serán de pavimento rígido de hormigón. Para ello, se predimensiona un sumidero de cordón mediante la siguiente expresión:

$$Q = 1,7 * L * y^{\frac{3}{2}}$$

Donde:

Q (Caudal en m³/s).

L (Longitud de la reja vertical en m.): 1,2 m.

y (Profundidad de la lámina en m): 0,14 m.

$$Q = 1,7 * 1,2 \text{ m} * 0,14^{\frac{3}{2}} = 0,95 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Luego, calculando el caudal pico mediante la expresión de Kirpich se obtuvo:

$$Qp = 0,275 * C * I * A$$

Para la calle de acceso 1:

- L (longitud): 560 m.
- S (pendiente): 0,002.
- C (coeficiente de escorrentía): 0,8.
- A (Área en Km²): 0,00486 km².
- I (intensidad de lluvia en mm/h): 75,8.

$$Qp1 = 0,275 * 0,8 * 75,8 * 0,00486 = 0,08 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para la calle de acceso 2:

- L (longitud): 340 m.
- S (pendiente): 0,002.
- C (coeficiente de escorrentía): 0,8.
- A (Área en Km²): 0,00281 km².
- I (intensidad de lluvia en mm/h): 75,8.

$$Q_{p2} = 0,275 * 0,8 * 75,8 * 0,00281 = 0,05 \text{ m}^3/\text{s}$$

Las calles 1 y 2 también recibirán el caudal dado por el escurrimiento superficial de los sectores parquizados, cuyo caudal pico es de 0,2 m³/s y 0,2 m³/s respectivamente (ver Figura 6.19 y 6.20).

Volume Units: <input type="radio"/> MM <input checked="" type="radio"/> 1000 M3			
Computed Results			
Peak Discharge:	0.2 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge:	01ene.2010, 02:10
Precipitation Volume:	6.3 (1000 M3)	Direct Runoff Volume:	1.7 (1000 M3)
Loss Volume:	4.6 (1000 M3)	Baseflow Volume:	0.0 (1000 M3)
Excess Volume:	1.7 (1000 M3)	Discharge Volume:	1.7 (1000 M3)

Figura 6.19 Volumen a evacuar en el sector parquizado izquierdo (Fuente: Programa HEC-HMS).

Volume Units: <input type="radio"/> MM <input checked="" type="radio"/> 1000 M3			
Computed Results			
Peak Discharge:	0.2 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge:	01ene.2010, 02:00
Precipitation Volume:	6.0 (1000 M3)	Direct Runoff Volume:	1.6 (1000 M3)
Loss Volume:	4.4 (1000 M3)	Baseflow Volume:	0.0 (1000 M3)
Excess Volume:	1.6 (1000 M3)	Discharge Volume:	1.6 (1000 M3)

Figura 6.20 Volumen a evacuar en el sector parquizado derecho (Fuente: Programa HEC-HMS).

Quedando finalmente los caudales de las calles de acceso:

- Q_{p1}: 0,28 m³/s
- Q_{p2}: 0,25 m³/s

De esta forma, realizando el cociente entre el caudal a evacuar y la capacidad de cada sumidero se calcula la cantidad mínima de sumideros, obteniendo así que se deberán colocar como mínimo tres sumideros en la calle de acceso 1 y tres en la calle de acceso 2.

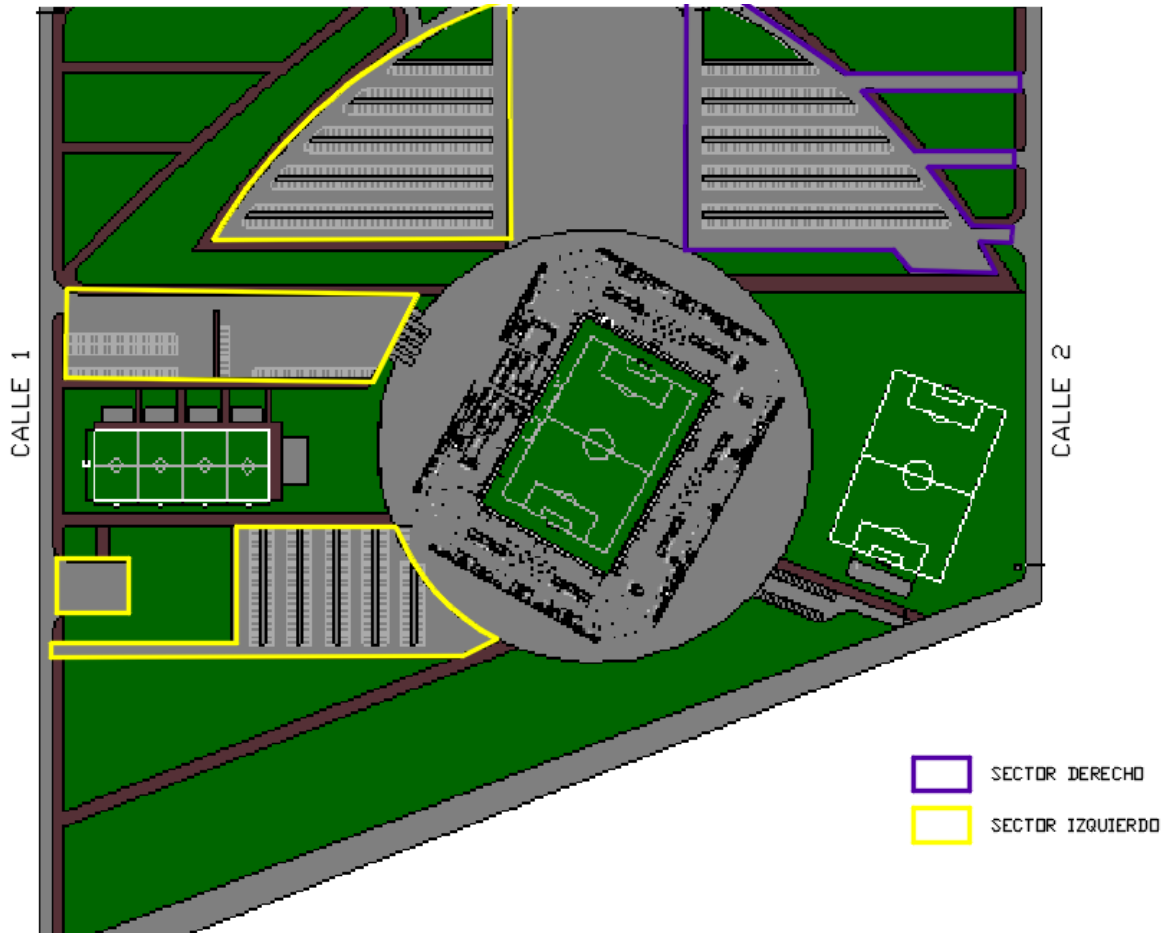


Figura 6.21 Sectorización de los estacionamientos (Fuente: elaboración propia).

Resta definir la ubicación necesaria de estos sumideros de forma tal de que los cordones no se encuentren sobrepasados por el caudal, por lo tanto, se calcula su capacidad a través de la siguiente expresión:

$$Q = 0,377 * \frac{Z}{n} * d^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- Q = Caudal total en la cuneta, en m³/s.
- Z (recíproco de la pendiente transversal de la calle) = 50.
- n (valor n de Manning) = 0,015 (Hormigón)
- S (pendiente longitudinal de la cuneta) = 0,003.
- d (profundidad del flujo en la cuneta, en m) = 0,13 m.

$$Q = 0,377 * \frac{50}{0,015} * 0,13^{\frac{8}{3}} * 0,003^{\frac{1}{2}} = 0,298 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pudiendo observar que la capacidad de transporte del cordón cuneta tanto en la calle 1 como en la calle 2 supera al caudal a transportar, por lo tanto, el mismo no será sobrepasado. Debido a esto, se colocarán los sumideros de forma tal que queden paralelos a las salidas de las canaletas, agregando además un sumidero en el final de cada calle, adoptando así un total de 5 para la calle 1 y 4 para la calle 2 (ver Plano N°10 del Anexo V)



Imagen 6.1 Modelo de sumidero a construir (Fuente: <https://www.olavarria.gov.ar/se-encuentran-en-marcha-los-trabajos-de-limpieza-y-reparacion-de-sumideros/>).

El agua proveniente de las canaletas descargará en los sumideros a través de una extensión de las mismas, atravesando la calle en su sentido transversal y conectando con dichos sumideros; a su vez la canaleta contará con una rejilla de hierro en su parte superior para permitir el tránsito de los vehículos (ver Imagen 6.2).



Imagen 6.2 Descarga del agua proveniente de la canaleta con el sumidero (Fuente: <https://www.sanisidro.gob.ar/noticia/372>).

Para evacuar el agua del sector izquierdo del predio, se instalarán caños de PVC que descargarán en el canal lindero al mismo (ver Imagen 6.3), dichos caños se dimensionan mediante la siguiente expresión:

$$\phi = \left[\frac{3.21 n Q}{S_o^{1/2}} \right]^{3/8}$$

Donde:

- n (coeficiente de rugosidad de Manning): 0,009.
- S_o : 0,002.
- Q (Caudal a descargar por caño en m^3/s): 0,68 m^3/s .
- ϕ (diámetro en m): 0,734 m.
- ϕ Adoptado: 0,800 m.



Imagen 6.3 Descarga del agua hacia el canal. (Fuente: Elaboración propia).

Por último, el agua evacuada por los caños descritos anteriormente descargará en el canal lindero al predio (ver Imagen 6.4) y para ello es necesario determinar la capacidad de dicho canal, pero debido a la inaccesibilidad a la zona para poder realizar las mediciones correspondientes, únicamente se pudo medir el ancho del mismo, siendo de 7,10 metros.

Con el auxilio del programa H-canales que trabaja con distintos métodos numéricos como:

- Método de Newton-Raphson.
- Método de la secante.
- Método de la secante modificada.
- Integración gráfica.
- Interpolación de Lagrange.
- Algoritmo de Romberg.

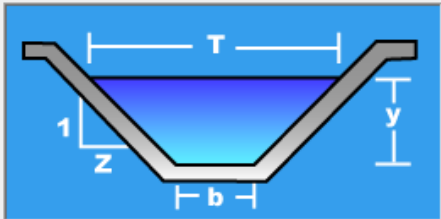
Donde proponiendo el ancho del canal, su talud, el coeficiente de Manning "n" y la pendiente deseada, se obtiene el tirante mínimo para poder conducir el caudal necesario.

Se obtuvo así para un canal de sección trapezoidal, con un ancho de solera de 7,1 m y talud de 1:1 que el tirante mínimo para evacuar el caudal es de 0,27 m (ver Figura 6.22).



Imagen 6.4 Canal lindero al predio (Fuente: Elaboración propia).

Datos:		
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.71"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value="7"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="1"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.035"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.001"/>	m/m



Resultados:		
Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.2702"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="1.9644"/>	m ²
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="7.5404"/>	m
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.2261"/>	
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>	
Perímetro (p):	<input type="text" value="7.7642"/>	m
Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.2530"/>	m
Velocidad (v):	<input type="text" value="0.3614"/>	m/s
Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2769"/>	m-Kg/Kg

Figura 6.22 Dimensionamiento del canal trapezoidal (Fuente: Programa H-Canales).

Se puede observar así en el Plano N°10 del Anexo V la distribución del sistema de desagüe pluvial del predio, donde lo marcado con azul representa el recorrido del agua, tanto por escurrimiento superficial como por las canaletas y los recuadros rojos representan los sumideros a colocar.

Capítulo 7 - Cálculo estructural

Contando con el diseño arquitectónico de las tribunas del estadio, se opta, teniendo en cuenta los alcances del trabajo, en realizar el predimensionado de los elementos estructurales que conforman una tribuna tipo, la cual estará ubicada en la bandeja inferior. Para esto, en primera instancia, debemos identificar los sistemas constructivos utilizados para este tipo de estructuras para luego poder realizar un primer dimensionamiento de las piezas estructurales que lo componen y realizar las verificaciones pertinentes respecto a las solicitaciones a las que estarán expuestas.

7.1 Sistemas constructivos utilizados en la actualidad en estadios

Si bien existen casos de estadios realizados con hormigón colocado in situ, en la actualidad la mayoría de los estadios de grandes capacidades se ejecutan a través de estructuras moduladas de pórticos, sobre los cuales se apoyan gradas (ver Imagen 7.1). Dichos elementos se encuentran conformados por hormigón armado prefabricado montados en la obra mediante la utilización de grúas (ver Imagen 7.2).



Imagen 7.1 Estructura conformada por pórticos donde se apoyan las gradas (Fuente: <https://www.astori.com.ar/multimedia/sistemas/5/09.jpg>).



Imagen 7.2 Izaje y colocación de gradas de hormigón armado prefabricado (Fuente: <https://www.astori.com.ar/multimedia/sistemas/5/08.jpg>).

El uso de este tipo de sistema constructivo se puede observar en varios estadios tanto a nivel regional, tal es el caso del estadio Centenario ubicado en Resistencia, Chaco (ver Imagen 7.3) como también a nivel nacional donde el estadio Madre de ciudades emplazado en Santiago del estero se encuentra construido con este sistema (ver Imagen 7.4) y en el plano internacional podemos citar, entre tantos otros, al estadio Itaipava Arena Pernambuco situado en Brasil, en la ciudad de Recife (ver Imagen 7.5).



Imagen 7.3. Sistema constructivo a base de hormigón armado prefabricado del estadio Centenario (Fuente: <https://www.skyscrapercity.com/threads/resistencia-nuevo-estadio-del-club-sarmiento.965246/>).



Imagen 7.4. Sistema constructivo a base de hormigón armado prefabricado del estadio Madre de Ciudades (Fuente: <https://www.diariopanorama.com/noticia/318322/conoce-detalles-construccion-estadio-nico-santiago-estero>).



Imagen 7.5 Sistema constructivo a base de hormigón armado prefabricado del estadio Itaipava Arena Pernambuco (Fuente: <https://civilizacaoengenhira.wordpress.com/2012/11/05/pre-fabricado-faz-arenas-da-copa-virarem-realidade/>).

Cabe destacar que las ventajas que presenta este tipo de método constructivo respecto a la utilización tradicional de hormigón in situ son la rapidez y facilidad tanto para la logística previa, la ejecución de la obra y los cuidados posteriores, consiguiendo alcanzar limpieza, orden y seguridad durante la realización de la misma. Por otro lado, se puede destacar que los elementos prefabricados cuentan con un excelente acabado superficial, alta resistencia al fuego y al desgaste, gran impermeabilidad, entre tantas otras propiedades que se garantizan desde la fabricación de los mismos.

7.2 Elección de elementos estructurales a utilizar

Son muchas las empresas dedicadas a este rubro las cuales ofrecen una amplia gama de elementos estructurales prefabricados, con variada disponibilidad de dimensiones.

Luego de investigar y tomar contacto con distintas empresas del mercado, se optó para poder llevar a cabo el predimensionado de las piezas resistentes de la tribuna, con la utilización de los siguientes elementos estructurales que ofrece la empresa Astori, ubicada en la ciudad de Córdoba:

- Vigas Tribuna: son vigas inclinadas con bordes en forma de canaleta que permiten un perfecto apoyo (ver Imagen 7.6). A su vez, insertos metálicos previstos en la viga, admiten el calce de las gradas y posterior soldadura.

Es posible el proyecto de las más variadas formas de vigas, debido al diseño de moldes más elaborados.

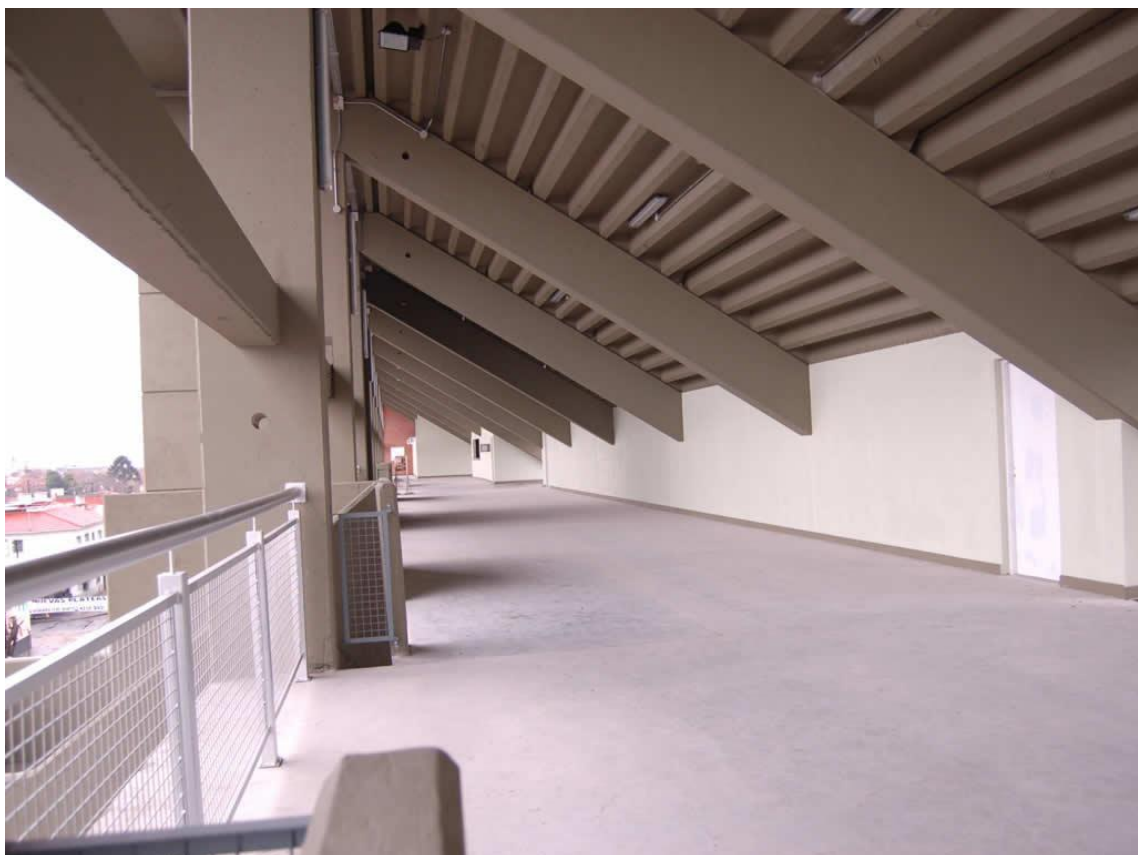


Imagen 7.6 Vigas tribuna (Fuente: <https://www.astori.com.ar/multimedia/sistemas/5/02.jpg>).

- Gradas Individuales: son elementos L individuales cuyas medidas varían en función de la necesidad del proyecto (ver Figura 7.1).

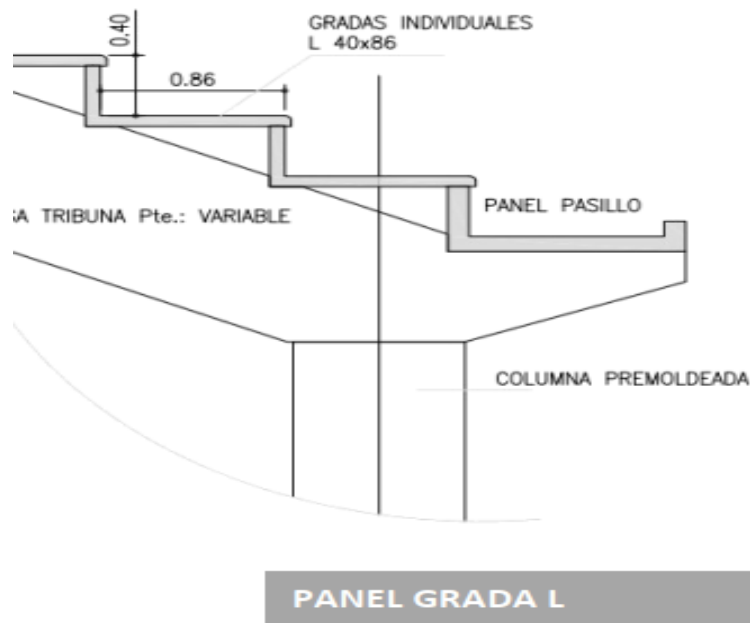


Figura 7.1. Gradas L individuales (Fuente: https://www.astori.com.ar/archivos/estadios/estadios_tribunas_Rev00.pdf).

- Pantallas: constituyen los cierres laterales en la parte superior de las tribunas. Consisten en placas macizas de 10 cm de espesor que se apoyan en las vigas tribunas y se fijan a los terminales de las mismas (ver Figura 7.2).

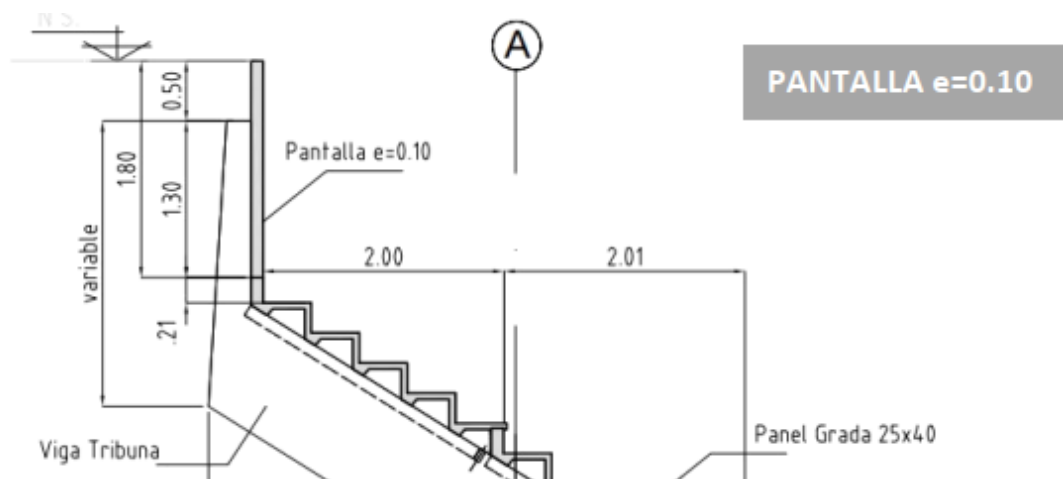


Figura 7.2. Esquema de pantalla apoyada sobre la viga tribuna (Fuente: https://www.astori.com.ar/archivos/estadios/estadios_tribunas_Rev00.pdf).

- Vigas U: esta serie de vigas "panel", se apoyan en extremos de vigas. Por las características de su sección, normalmente se emplean para circulación peatonal y pasillo de distribución de gradería (ver Figura 7.3).

Panel U Pasillo

PANEL U PASILLO

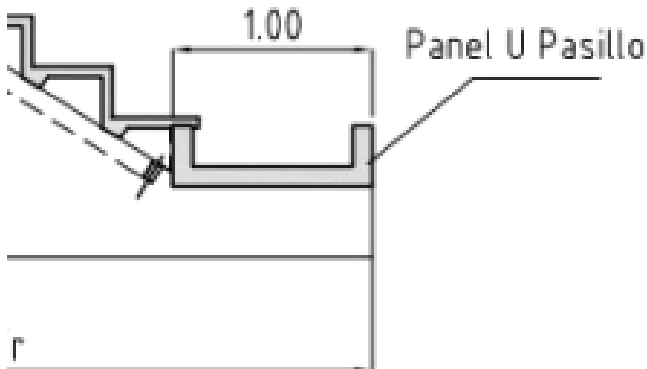


Figura 7.3. Esquema de viga U utilizado como pasillo inferior de circulación (Fuente: https://www.astori.com.ar/archivos/estadios/estadios_tribunas_Rev00.pdf).

- Columnas premoldeadas: elementos que recibirán la carga transferida por la viga tribuna y la transmitirá hacia las fundaciones (ver Imagen 7.7).



Imagen 7.7 Columnas prefabricadas en las que se apoya la viga tribuna (Fuente: <https://www.astori.com.ar/multimedia/sistemas/5/08.jpg>).

- Cabezales y pilotes: como se desarrollará más adelante del presente capítulo, para el suelo sobre el cual se fundará la estructura se deberá utilizar cabezales y pilotes como elementos de fundación, los cuales recibirán la carga proveniente de las columnas y las transmitirán al terreno sin que se superen las tensiones admisibles del mismo. Estos podrán ser contruidos in situ (ver Imagen 7.8) o bien prefabricados y provistos por la empresa.

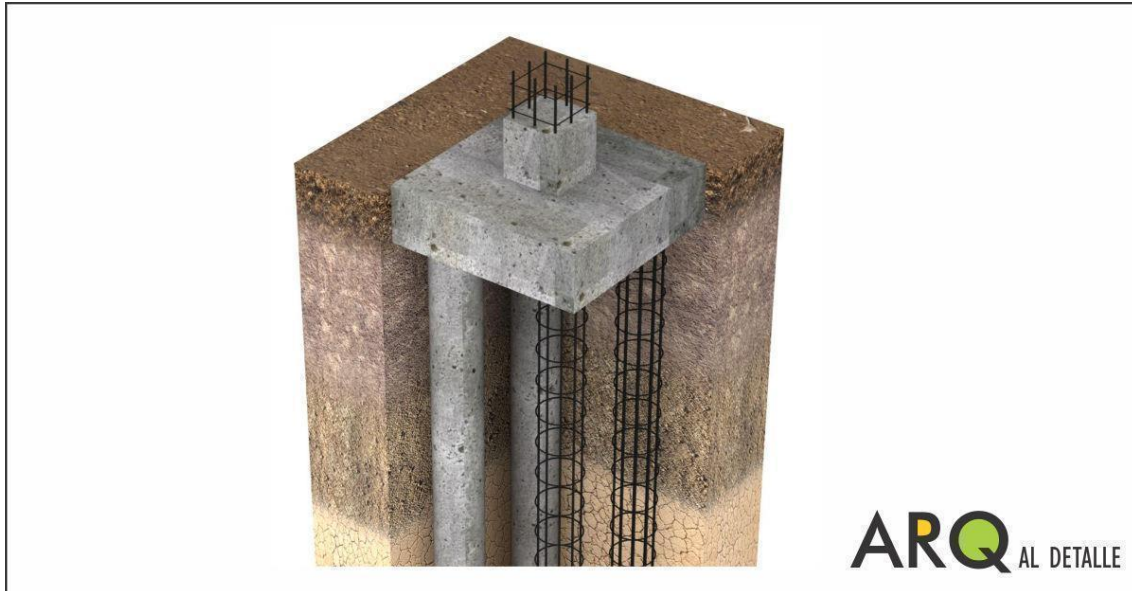


Imagen 7.8 Imagen ilustrativa de cabezal con pilotes de hormigón armado (Fuente: <https://arqaldetalle.com/wp-content/uploads/2019/05/A-3.2-facebook.jpg>).

7.3 Diseño y cálculo estructural

Para el diseño de la estructura de las tribunas del estadio se utilizarán los elementos estructurales mencionados anteriormente. La misma contará con pórticos cuya separación será de 6 metros, variando a separaciones de 9 metros en los vértices donde se ubican los "codos" de las tribunas (ver Plano N°11 del Anexo V).

Para poder realizar el cálculo se utilizarán los siguientes reglamentos:

- CIRSOC 101 "Reglamento Argentino de cargas permanentes y sobrecargas mínimas de diseño para edificios y otras estructuras".
- CIRSOC 102 "Reglamento Argentino de acción del viento sobre las construcciones".
- CIRSOC 201 "Reglamento Argentino de estructuras de hormigón".

El lineamiento principal que establece este último se basa en la premisa de que todos los elementos estructurales se deben diseñar bajo un factor de minoración de resistencias de diseño y otro de mayoración de resistencias requeridas.

$$Resistencia\ de\ Diseño \geq Resistencia\ Requerida$$

$$\phi \times S_n \geq U$$

Donde ϕ es el factor de minoración de resistencia; S_n es la resistencia nominal y U es la resistencia requerida para soportar la peor combinación de cargas mayoradas.

Los coeficientes de minoración de resistencia tienen en cuenta las incertidumbres relacionadas al hormigón y al acero, el tipo de rotura y ductilidad implícita en la misma.

Los factores de mayoración de cargas tienen en cuenta la probabilidad de que ocurran de manera simultánea y la dificultad en la obtención de las mismas.

Para el predimensionado de los elementos que componen la estructura del estadio, se optó por realizar el cálculo correspondiente sobre un pórtico tipo ubicado en la planta baja del mismo (ver Plano N°12 y Plano N°13 del Anexo V).

7.3.1 Grada individual L

Para el caso de las gradas donde irán sentados los espectadores, como se mencionó anteriormente en el presente capítulo, se optó por utilizar gradas individuales (ver Imagen 7.7). Las dimensiones de las mismas vienen dadas por lo propuesto en el capítulo 4, más específicamente en el apartado 4.3.2 donde se adoptaron las dimensiones de 0,9 m de ancho para cada fila y 0,51 m de altura, por lo que podemos observar estas medidas adaptadas a las gradas individuales L en la siguiente figura:

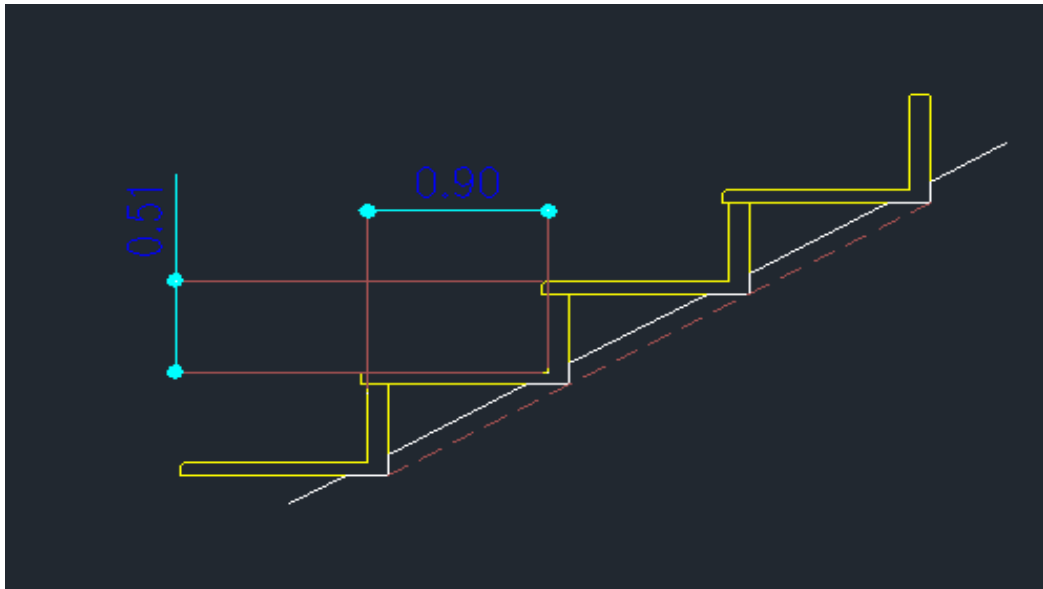


Figura 7.4. Dimensiones adoptadas para las gradas individuales L (Fuente: elaboración propia).

7.3.1.1 Análisis de cargas

Para poder realizar las verificaciones de las gradas adoptadas, en primera instancia, debemos realizar el análisis de las acciones que soportarán las mismas, las cuales serán las cargas permanentes (D), sobrecarga de uso (L) y acciones del viento (W).

7.3.1.1.1 Cargas permanentes

Son las cargas originadas por el peso propio de las gradas, las cuales se pueden distribuir de manera lineal multiplicando el peso específico del hormigón por la sección transversal de la grada. Entonces las cargas permanentes de la grada resultan:

Carga lineal debido al peso propio de grada L:

$$qd = P_p H^\circ \times A_{grada} = 25 \frac{kN}{m^3} \times 0,116 m^2 = 2,895 \frac{kN}{m}$$

7.3.1.1.2 Sobrecargas de uso

Las sobrecargas son aquellas acciones que se generan debidas al uso o destino de la construcción utilizando valores máximos esperados en la vida útil de la misma. En este sentido, siguiendo el lineamiento del CIRSOC 101 para el caso de estadios y tribunas se presentan sobrecargas uniformemente distribuidas de $5 \frac{kN}{m^2}$ para gradas sin asientos fijos y de $3 \frac{kN}{m^2}$ para gradas con asientos fijos. Si bien el caso del presente proyecto valdría la consideración de sobrecarga con asientos fijos, considerando que durante el evento los espectadores podrían encontrarse la mayor parte del tiempo parados y para ponernos del lado de la seguridad se optó por considerar la sobrecarga de diseño de $5 \frac{kN}{m^2}$.

Por otro lado, para el caso en estudio podemos citar al CIRSOC 101 artículo 4.6.2:

Tribunas y estadios:

"Suelen estar sujetas a cargas de impacto causadas por muchedumbres moviéndose al unísono ya sea saltando o pisando fuerte. Para tener en cuenta este efecto, y en la medida que no se realicen cálculos más precisos, se puede adoptar un coeficiente de impacto de 1,5 por el que se deberán multiplicar las cargas para realizar el cálculo de los elementos estructurales cercanos a la ubicación de la carga. El efecto de este impacto en los elementos lejanos es despreciable, por lo que no resulta indispensable considerarlo. Por ejemplo, en el diseño de las fundaciones."

Entonces debemos considerar un incremento del 50% de la sobrecarga establecida, por lo que la carga linealmente distribuida debido a la sobrecarga será:

$$ql = sq^o \times b \times CI = 5 \frac{kN}{m^2} \times 0,9 m \times 1,5 = 6,75 \frac{kN}{m}$$

7.3.1.1.3 Carga linealmente distribuida de diseño

Finalmente, para obtener la carga linealmente distribuida de diseño para la cual se analizarán las solicitaciones correspondientes y a partir de las mismas se verificará las dimensiones de las gradas, así como la armadura necesaria que requerirá, debemos realizar diferentes combinaciones de cargas y adoptar el caso más desfavorable, lo cual se puede observar en las siguientes tablas:

Tabla 7.1. Tipos de cargas actuantes sobre la estructura (Fuente: elaboración propia).

Tipos de cargas			
Nomenclatura	Valor	Unidades	Aclaración
D	2,90	kN/m	Cargas permanentes
L	6,75	kN/m	Sobrecargas
W	0,50	kN/m	Carga debida al viento
f1	1		Factor a utilizar para sobrecargas mayores a 5kN/m2

Donde el cálculo de la carga de viento se puede observar en el Anexo IV.

Tabla 7.2. Combinaciones de cargas a analizar para la estructura (Fuente: elaboración propia).

Análisis de cargas			
Numero de caso	Ecuación	Valor	Unidad
Caso 1	1,4D	4,05	kN/m
Caso 2	1,2D+1,6L	14,27	kN/m
Caso 3	1,2D +(0,8W o f1L)	10,22	kN/m
Caso 4	1,2D+1,6W+f1L	11,02	kN/m
Caso 5	0,9D+1,6W	3,41	kN/m

Se puede determinar así que el caso más desfavorable corresponde a la combinación 2, cuyo valor es:

- $Q_t = 14,27 \text{ kN/m}$.

7.3.1.2 Solicitaciones sobre grada L

Debido a los alcances del presente trabajo y al estar en una etapa de anteproyecto donde solo se realizará el predimensionado y las verificaciones de los elementos estructurales, para el análisis de las solicitaciones que se producirán sobre las gradas, se realiza las siguientes consideraciones y simplificaciones:

- Para las solicitaciones de la grada L se considera al nervio de la misma como si se tratara de una viga rectangular.
- Se asimila que se trata de hormigón convencional y de una estructura isostática (grada simplemente apoyada sobre las vigas porta gradas).

Entonces, las solicitaciones generadas serán las siguientes:

$$M_u = \frac{q_t \times l^2}{8} = \frac{14,27 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \times (6\text{m})^2}{8} = 64,2 \text{ kNm}$$

$$V_u = \frac{q_t \times l}{2} = \frac{14,27 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \times 6\text{m}}{2} = 42,8 \text{ kN}$$

Presentará únicamente reacciones verticales que coincidirán con el valor del corte último V_u de 42,8 kN.

Los diagramas correspondientes a las solicitaciones expresadas anteriormente, así como el estado de carga y las reacciones lo podemos apreciar en las siguientes figuras:

ESTADO DE CARGA SOBRE GRADA PREMOLDEADA TIPO L

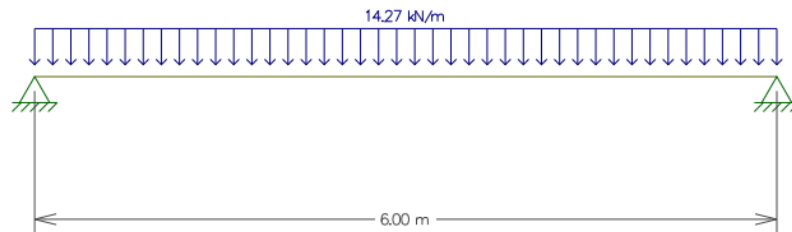


Figura 7.5. Cargas actuantes sobre grada individual (Fuente: elaboración propia con uso del programa Ftool).

REACCIONES SOBRE GRADA PREMOLDEADA TIPO L

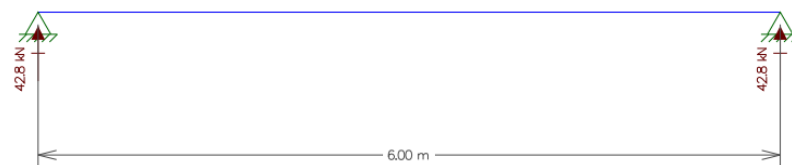


Figura 7.6. Reacciones sobre grada individual (Fuente: elaboración propia con uso del programa Ftool).

SOLICITACIONES POR FLEXIÓN SOBRE GRADA PREMOLDEADA TIPO L

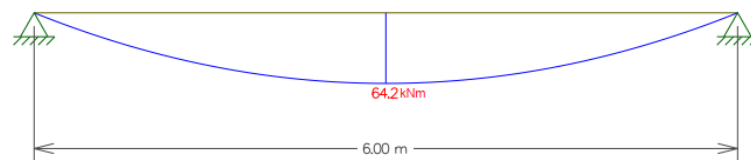


Figura 7.7. Diagrama de momento flector actuante sobre grada individual (Fuente: elaboración propia con uso del programa Ftool).

SOLICITACIONES POR ESFUERZOS DE CORTE SOBRE GRADA PREMOLDEADA TIPO L

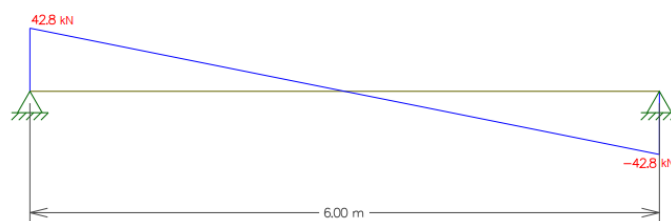


Figura 7.8. Diagrama de esfuerzo de corte actuante sobre grada individual (Fuente: elaboración propia con uso del programa Ftool).

7.3.1.3 Hipótesis y simplificaciones para el dimensionado

Partimos de la simplificación mencionada anteriormente respecto de considerar al nervio de la grada como una viga rectangular, por lo que se requiere que se cumplan dos condiciones particulares:

- Compatibilidad de deformaciones: entre las deformaciones en el hormigón y en el acero, para las condiciones últimas.
- Equilibrio estático: las fuerzas internas, tales como momentos flectores y torsores, esfuerzos de corte y normales, de una sección cualquiera del elemento, deben estar en equilibrio con los efectos de las cargas externas.

Para calcular la resistencia nominal se adoptan las siguientes hipótesis:

- Deformaciones en el hormigón y el acero son directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro, lo que significa que las secciones planas normales al eje de flexión, se mantienen planas después de la flexión.
- La máxima deformación utilizable en la fibra de hormigón extrema más comprimida es $\epsilon_{cu} = 0,003$.
- No se considera la resistencia a tracción del hormigón.
- Se considera una distribución rectangular de tensiones de compresión en el hormigón de valor $0,85 f'_c$, sobre una zona limitada por los extremos de la sección y por una línea recta paralela al eje neutro a una distancia $a = \beta_1 * c$, a partir de la fibra comprimida con deformación máxima.

7.3.1.4 Dimensionado y verificación por flexión

En primera instancia se considera a la sección controlada por tracción ($\epsilon_s > 0,005$) por lo que el factor de reducción (ϕ) para este caso y para el tipo de sollicitación analizada es de 0,9. Para el cálculo en cuestión se procede de la siguiente manera:

Se determina el momento nominal, a partir del momento último, que debe resistir la sección:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{64,2}{0,9} \text{ kNm} = 71,37 \text{ kNm}$$

Al conocerse las dimensiones del nervio de la grada, se verifica la sección y se calcula la armadura necesaria. Para esto se determina el valor de k_d que viene dado por la siguiente expresión:

$$k_d = \frac{d}{\sqrt{\frac{M_n}{b}}}$$

Donde d es la altura útil de la sección (distancia desde el eje de la barra de acero a la fibra extrema más comprimida) en metros; b es el ancho de la sección analizada también en metros y M_n el momento nominal en MNm. Por lo que el valor de k_d será:

$$k_d = \frac{0,484}{\sqrt{\frac{0,0714}{0,1}}} = 0,573$$

Con dicho valor se entra a las tablas de flexión para un hormigón H-35 y se interpola linealmente para poder obtener el valor de k_e , ϵ_{cu} y ϵ_s (ver Tabla 7.3).

Tabla 7.3. Ingreso a la tabla de flexión para la obtención por interpolación de los distintos valores (Fuente: Moller, 2010).

β_1	H35 H40 H50			H35 H40 H50			H35 H40 H50			H35 H40 H50		
	MPa = MN/m ²			f_y (MPa=MN/m ²)			420					
	35	40	50	E_s (MPa=MN/m ²)			200000					
	0,81	0,77	0,69	H35	H40	H50	ϵ_c	ϵ_t	k_c	k_z	k_z	k_z
k_d			k_e	k_e	k_e	ϵ_c	ϵ_t	k_c	k_z	k_z	k_z	
m / \sqrt{MN}			cm ² /MN	cm ² /MN	cm ² /MN	%	%	adimens.	adimens.	adimens.	adimens.	
0,943	0,904	0,853	24,278	24,254	24,207	3,00	60,00	0,048	0,981	0,982	0,984	
0,688	0,660	0,622	24,720	24,673	24,580	3,00	30,00	0,091	0,963	0,965	0,969	
0,580	0,555	0,523	25,137	25,068	24,931	3,00	20,00	0,130	0,947	0,950	0,955	
0,517	0,495	0,466	25,533	25,442	25,262	3,00	15,00	0,167	0,933	0,936	0,943	
0,475	0,455	0,428	25,908	25,798	25,674	3,00	12,00	0,200	0,919	0,923	0,931	
0,445	0,426	0,401	26,264	26,131	25,869	3,00	10,00	0,231	0,907	0,911	0,920	
0,423	0,405	0,380	26,603	26,450	26,148	3,00	8,57	0,259	0,895	0,900	0,911	
0,405	0,388	0,364	26,925	26,752	26,413	3,00	7,50	0,286	0,884	0,890	0,901	
0,391	0,374	0,351	27,232	27,040	26,664	3,00	6,67	0,310	0,874	0,881	0,893	
0,379	0,363	0,340	27,525	27,315	26,903	3,00	6,00	0,333	0,865	0,872	0,885	
0,370	0,353	0,331	27,805	27,577	27,131	3,00	5,45	0,355	0,856	0,863	0,878	
0,361	0,345	0,323	28,073	27,827	27,348	3,00	5,00	0,375	0,848	0,856	0,871	

Interpolando se obtuvieron los valores de $K_e = 25,182 \frac{cm^2}{MN}$, $\epsilon_{cu} = 0,003$ y $\epsilon_t = \epsilon_s = 0,0189 > 0,005$ por lo que se verifica la suposición de la sección controlada por tracción.

Finalmente se calcula el área necesaria de la armadura con la siguiente fórmula:

$$A_s = K_e \times \frac{M_n}{d} = 25,182 \frac{cm^2}{MN} \times \frac{0,0714 MNm}{0,484m} = 3,713 cm^2$$

Y se verifica que sea mayor o igual al área mínima necesaria de armadura para elementos sometidos a flexión que exige el CIRSOC 201 (ver Imagen 7.9).

$$A_{s,min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 f_y} b_w d \quad (10-3)$$

siempre que:

$$A_{s,min} \geq \frac{1,4 b_w d}{f_y}$$

Imagen 7.9. Fórmulas para calcular la armadura mínima en elementos solicitados a flexión (Fuente: CIRSOC 201).

Donde por cálculo el área mínima solicitada por el CIRSOC 201 es de 1,704 cm², por lo que el área de armadura necesaria por flexión es mayor al mínimo requerido, lo que significa que se usa dicho valor para la determinación de las barras.

Finalmente, para la armadura en flexión se adoptan 4 \emptyset 12 mm ubicados en 2 capas y separados en horizontal 4,8 cm y en vertical 2,5 cm. Además, se adopta un recubrimiento de 2 cm que cumple con lo mínimo solicitado por el CIRSOC 201.

Todos estos valores se ven reflejados en la siguiente tabla resumen.

Tabla 7.4. Tabla resumen de grada L (Fuente: elaboración propia).

Grada L		Unidades	Aclaraciones
b	0,9	m	Ancho de grada L (huella)
h	0,51	m	Altura de grada L (contrahuella)
L	6	m	Longitud de grada
e1	0,07	m	Espesor base
e2	0,1	m	Espesor alzada
d	0,484	m	Altura útil
Sh	4,8	cm	Separación entre barras en horizontal
Sv	2,5	cm	Separación entre barras en vertical
cc adoptado	2	cm	Recubrimiento
As nec.	3,713	cm ²	Área necesaria de armadura por flexión
db adoptado	1,2	cm	Diámetro barra
n	4	unidades	Número de barras a utilizar
f'c	35	Mpa	Resistencia a la compresión a los 28 días
Fy	420	Mpa	Tensión fluencia acero

7.3.1.5 Dimensionado y verificación por corte

Para la verificación debido al esfuerzo de corte y la armadura necesaria del mismo se procede de la siguiente manera.

En primera instancia se calcula el corte nominal, dado por el cociente entre el corte último y el factor de reducción de resistencia que para el caso de corte es de 0,75:

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{42,8kN}{0,75} = 57,09 kN$$

Luego, se calcula cuánto del corte nominal es resistido por el hormigón, a través de la siguiente fórmula:

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c} \times b \times d = \frac{1}{6} \times \sqrt{35Mpa} \times 0,1m \times 0,484m \times 1000 = 42,72 kN$$

Y con este valor se obtiene que parte del corte debe ser resistido agregando armadura:

$$V_s = V_n - V_c = 57,09kN - 42,72kN = 9,37kN$$

Finalmente se obtiene la armadura necesaria por metro para que, junto al hormigón, resistan a los esfuerzos de corte:

$$\frac{A_s}{s} = \frac{V_s}{f_y \times d} \times 10^4 = \frac{0,00937MN}{420MPa \times 0,484m} \times 10^4 = 0,461 \frac{cm^2}{m}$$

Por lo tanto, para la armadura de corte se adopta malla Q188 de 15 cm x 15 cm, cuya cuantía longitudinal es $1,88 \frac{cm^2}{m}$.

7.3.2 Viga porta grada

La viga forma parte de un pórtico que está compuesto por una serie de columnas (ver Figura 7.5). Para el dimensionado de la misma se analizará las solicitaciones que actúan sobre la viga y luego se verificará a flexión y corte.

Por otro lado, se tendrá en cuenta las mismas hipótesis y simplificaciones que se tuvieron en el apartado 7.3.1.3 "Hipótesis y simplificaciones para el dimensionado" del presente capítulo.

7.3.2.1 Análisis de cargas

Las cargas que serán tenidas en cuenta para la viga las podemos dividir en dos:

- Reacciones de las gradas L, que pasan a la viga como acciones, distribuidas linealmente a lo largo de la misma.
- El peso propio de la viga distribuido linealmente a lo largo de su longitud.

Para tener en consideración las reacciones de la grada, se debe multiplicar a las mismas por 2 (ya que la viga recibe las cargas de la grada desde ambos lados) y luego dividir por el ancho de la grada para distribuirlo linealmente, por lo que quedaría:

$$q_r = \frac{2 \times R}{b} = \frac{2 \times 42,8 \text{ kN}}{0,9 \text{ m}} = 95,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Para poder determinar la carga distribuida debido al peso propio de la viga debemos tener en cuenta la sección de la misma, por lo que se adopta una sección rectangular cuyo alto "h" será de 0,8 m y el ancho "b" de 0,4 m (ver Figura 7.9)

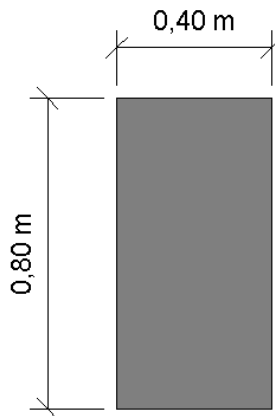


Figura 7.9. Sección transversal adoptada para la viga porta grada (Fuente: elaboración propia).

Por lo que la carga distribuida debido al peso propio será:

$$q_{pp} = \rho_p H^\circ \times \text{Área Viga} = 25 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \times 0,8 \text{ m} \times 0,4 \text{ m} = 8 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \text{ (Sin mayorar)}$$

$$q_{ppD} = 1,2^\circ \times q_{pp}^\circ = 1,2^\circ \times 8 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 9,6 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \text{ (Mayorado)}$$

Finalmente, la carga total distribuida linealmente sobre la viga será:

$$qt = q_{ppD} + q_r = 9,6 \frac{kN}{m} + 95,2 \frac{kN}{m} = 104,8 \frac{kN}{m}$$

7.3.2.2 Solicitaciones sobre viga porta grada

Teniendo analizado y determinado el estado de cargas al que estará sometido la viga inclinada, se procede con el cálculo de las solicitaciones.

Para poder determinar el momento flector máximo, corte último y esfuerzo normal máximo, se utiliza el programa "Ftool" el cuál nos permite determinar los distintos diagramas de las solicitaciones y sus valores máximos, pudiendo así analizar el comportamiento estructural de los elementos que conforman el pórtico. Dichos diagramas y valores se pueden observar en las siguientes figuras:

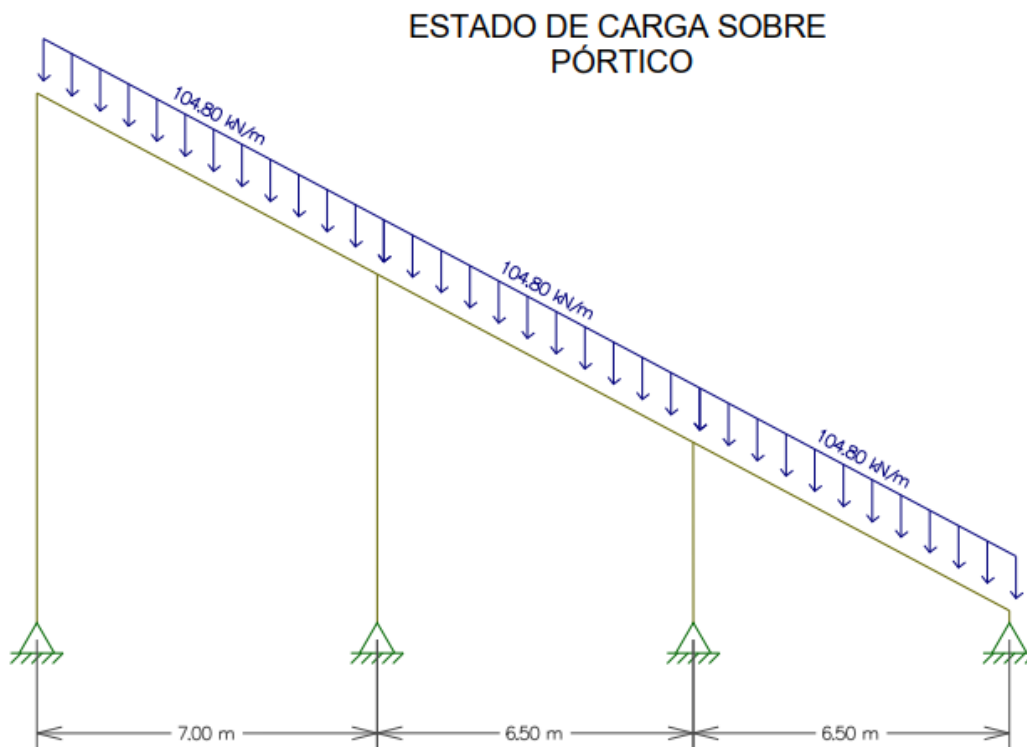


Figura 7.10. Estado de carga sobre el pórtico (Fuente: elaboración propia con uso del programa Ftool).

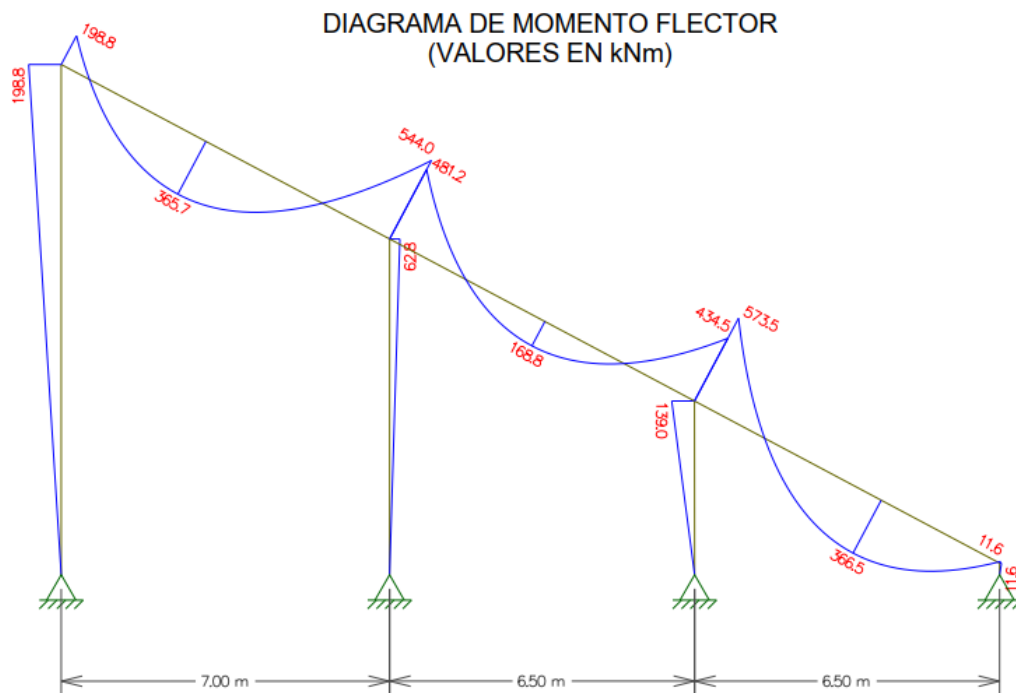


Figura 7.11. Diagrama de momento flector actuante sobre pórtico (Fuente: elaboración propia con uso del programa Ftool).

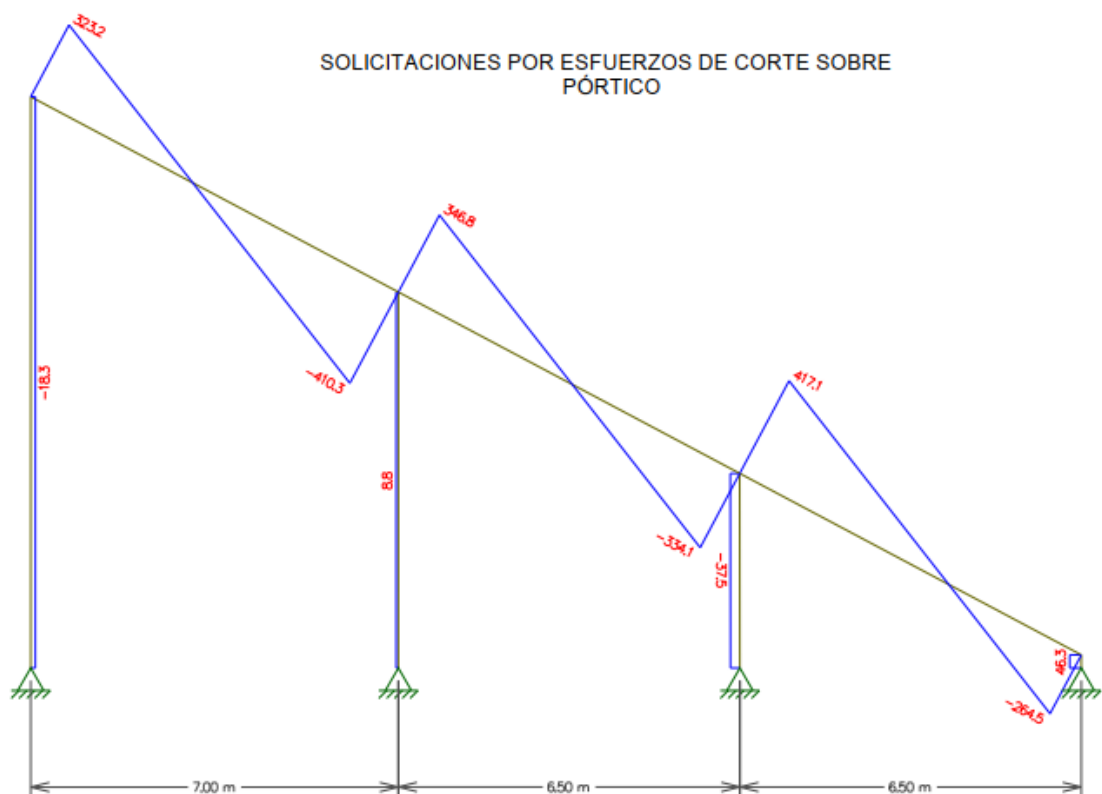


Figura 7.12. Diagrama de esfuerzos cortantes actuantes sobre pórtico (Fuente: elaboración propia con uso del programa Ftool).

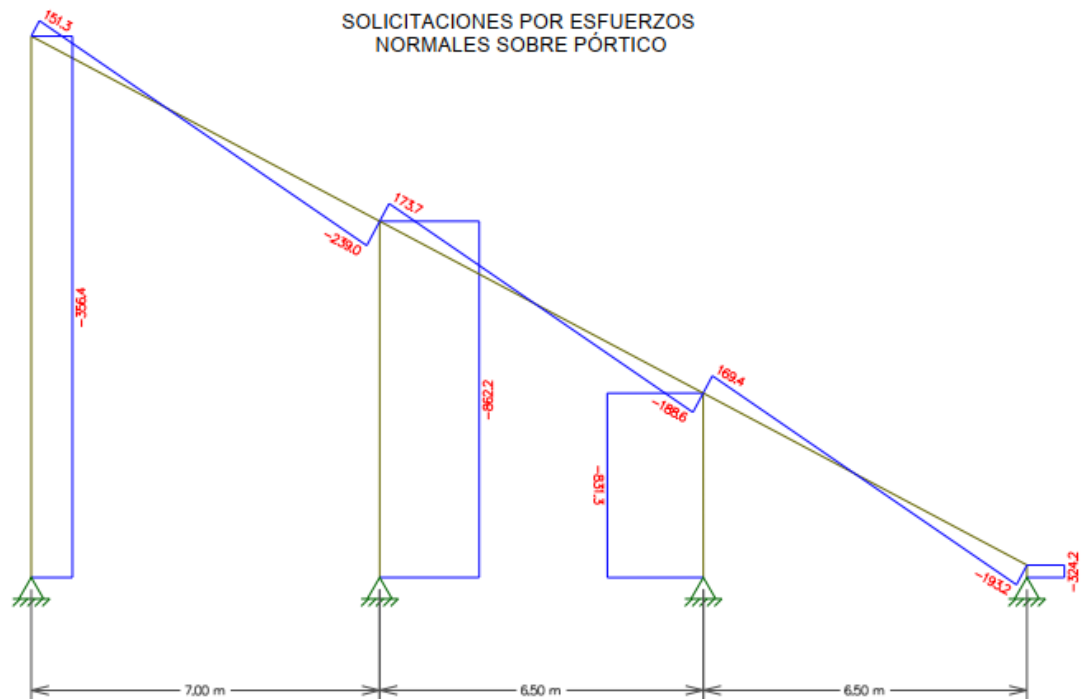


Figura 7.13. Diagrama de esfuerzos normales actuantes sobre el pórtico (Fuente: elaboración propia con uso del programa Ftool).

De dichos diagramas podemos extraer los valores máximos para cada tipo de sollicitación, los cuales se encuentran reflejados en tabla 7.5.

Tabla 7.5. Resumen de sollicitaciones máximas (Fuente: elaboración propia).

Solicitaciones sobre viga		
Tipo	Valor	Unidades
Momento último	573,5	kNm
Corte último	417,1	kN
Esfuerzo tracción máximo	173,7	kN
Esfuerzo compresión máximo	-239	kN

7.3.2.3 Dimensionado de la viga a flexión

De los diagramas obtenidos en el apartado anterior, se puede observar que la viga porta grada se encuentra sometido en ciertos tramos a flexo-tracción y en otros a flexo-compresión, por lo que para el dimensionado del acero necesario se tendrán en cuenta ambos casos y se tomará la sección de acero que resulte de la situación más desfavorable.

A continuación, se expresa la secuencia de cálculo realizada, donde para ambas situaciones se considera, en primera instancia, sección controlada por tracción por lo que el coeficiente de reducción será de 0,9:

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{573,5}{0,9} \text{ kNm} = 637,22 \text{ kNm}$$

Para la flexo-tracción el esfuerzo normal nominal resulta:

$$kd = \frac{d}{\sqrt{\frac{Men}{b}}} = \frac{0,744m}{\sqrt{\frac{0,7285MNm}{0,4m}}} = 0,551$$

Con dicho valor se entra a las tablas de flexión para un hormigón H-35 y se interpola linealmente para poder obtener el valor de k_e , ϵ_{cu} y ϵ_s (ver Tabla 7.7).

Tabla 7.7. Ingreso a la tabla de flexión para la obtención por interpolación de los distintos valores.
(Fuente: Moller, 2010).

β_1	H35	H40	H50				f_c (MPa=MN/m ²)		420									H35	H40	H50
	MPa = MN/m ²																			
	35	40	50	E_c (MPa=MN/m ²)			200000													
	k_d			H35	H40	H50	ϵ_c	ϵ_t	k_c				H35	H40	H50					
	m / \sqrt{MN}			k_e	k_e	k_e	%	%	adimens.				adimens.	adimens.	adimens.					
	0,943	0,904	0,853	24,278	24,254	24,207	3,00	60,00	0,048	0,981	0,982	0,984								
	0,688	0,660	0,622	24,720	24,673	24,580	3,00	30,00	0,091	0,963	0,965	0,969								
	0,580	0,555	0,523	25,137	25,068	24,931	3,00	20,00	0,130	0,947	0,950	0,955								
	0,517	0,495	0,466	25,533	25,442	25,262	3,00	15,00	0,167	0,933	0,936	0,943								
	0,475	0,455	0,428	25,908	25,796	25,574	3,00	12,00	0,200	0,919	0,923	0,931								
	0,445	0,426	0,401	26,264	26,131	25,869	3,00	10,00	0,231	0,907	0,911	0,920								
	0,423	0,405	0,380	26,603	26,450	26,148	3,00	8,57	0,259	0,895	0,900	0,911								
	0,405	0,388	0,364	26,925	26,752	26,413	3,00	7,50	0,286	0,884	0,890	0,901								
	0,391	0,374	0,351	27,232	27,040	26,664	3,00	6,67	0,310	0,874	0,881	0,893								
	0,379	0,363	0,340	27,525	27,315	26,903	3,00	6,00	0,333	0,865	0,872	0,885								
	0,370	0,353	0,331	27,805	27,577	27,131	3,00	5,45	0,355	0,856	0,863	0,878								
	0,361	0,345	0,323	28,073	27,827	27,348	3,00	5,00	0,375	0,848	0,856	0,871								

Interpolando se obtuvieron los valores de $K_e = 25,318 \frac{cm^2}{MN}$, $\epsilon_{cu} = 0,003$ y $\epsilon_t = \epsilon_s = 0,018 > 0,005$ por lo que se verifica la suposición de la sección controlada por tracción.

$$A_s = K_e \times \frac{Men}{d} + \frac{Nn}{f_y} = 25,318 \frac{cm^2}{MN} \times \frac{0,728MNm}{0,744m} + \frac{(-276,67MN)}{420MPa} = 18,470 cm^2$$

Como podemos observar el área de armadura necesaria para los tramos que se encuentran solicitados a flexo-compresión resulta menor que el de los tramos solicitados a flexo-tracción, se adopta la sección necesaria de armadura para este último caso. Además, esta sección es mayor a la mínima exigida por el CIRSOC 201, por lo que el área adoptada final es de 23,755 cm².

Para lograr cubrir la sección necesaria, se adoptan 3 barras de acero de diámetro Ø20 mm separados horizontalmente entre sí 14,4 cm y 3 barras de acero de diámetro Ø25mm separadas horizontalmente entre sí 14,2 cm. Las barras irán distribuidas en 2 capas y separadas verticalmente una de otra 3 cm. El recubrimiento adoptado es de 3 cm.

7.3.2.4 Dimensionado de la viga a corte

Los esfuerzos de corte producidos sobre la viga inclinada serán absorbidos en una primera instancia por el hormigón y para poder soportar el resto de los esfuerzos cortantes se utilizarán estribos de un determinado diámetro y separados a una cierta distancia.

A partir de las solicitaciones obtenidas en la figura 7.12, podemos observar que el esfuerzo de corte último "Vu" es de 417,1 kN. El proceso de cálculo es el siguiente:

$$V_n = \frac{Vu}{\phi} = \frac{417,1 \text{ kN}}{0,75} = 556,13 \text{ kN}$$

La parte del esfuerzo de corte que resiste el hormigón será:

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c} \times b \times d = \frac{1}{6} \times \sqrt{35 \text{ Mpa}} \times 0,4 \text{ m} \times 0,744 \text{ m} \times 1000 = 293,44 \text{ kN}$$

Por lo que el esfuerzo de corte necesario que debe ser resistido por los estribos será:

$$V_s = V_n - V_c = 556,13 \text{ kN} - 293,44 \text{ kN} = 262,69 \text{ kN}$$

Finalmente se obtiene la armadura necesaria por metro para resistir a dicho esfuerzo de corte:

$$\frac{A_s}{s} = \frac{V_s}{f_y \times d} \times 10^4$$

$$\frac{A_s}{s} = \frac{0,2626 \text{ MN}}{420 \text{ MPa} \times 0,744 \text{ m}} \times 10^4 = 8,407 \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

Por lo que se adoptan estribos de 2 ramas $\emptyset 8$ mm cada 12 cm.

7.3.2.5 Verificación de flechas admisibles

Los elementos de hormigón armado solicitados a flexión se deben diseñar con una rigidez adecuada que permita limitar las flechas o deformaciones que pudieran afectar en forma negativa tanto a la resistencia como al comportamiento en servicio.

Para garantizar un comportamiento satisfactorio en condiciones de servicio, el CIRSOC 201 impone límites a las flechas de elementos solicitados a flexión y armados en una dirección. Para el caso de la viga porta grada, utilizando la tabla 9.5.b del CIRSOC 201, la deformación límite a considerar corresponde a la que se encuentra en la segunda fila (ver Tabla 7.8).

Tabla 7.8. Tabla de flechas máximas admisibles
(Fuente: CIRSOC 201 Reglamento Argentino de estructuras de hormigón).

Tipo de elemento	Deformaciones (Flechas) a considerar	Deformación (flecha) límite
<input type="checkbox"/> Cubiertas planas que no soportan ni están unidas a elementos no estructurales que puedan sufrir daños por grandes flechas	Flecha instantánea debida a la sobrecarga L	$\frac{\ell}{180}$ (*)
<input type="checkbox"/> Entrepisos que no soportan ni están unidos a elementos no estructurales que puedan sufrir daños por grandes flechas	Flecha instantánea debida a la sobrecarga L	$\frac{\ell}{360}$
<input type="checkbox"/> Cubiertas o entrepisos que soportan o están unidos a elementos no estructurales que pueden sufrir daños por grandes flechas	Parte de la flecha total que ocurre después de la construcción de los elementos no estructurales, o sea, la suma de las flechas a largo plazo debidas a las cargas de larga duración y las flechas instantáneas que ocasiona cualquier sobrecarga adicional (***)	$\frac{\ell}{480}$ (***)
<input type="checkbox"/> Cubiertas o entrepisos que soportan o están unidos a elementos no estructurales que no pueden sufrir daños por grandes deformaciones (flechas)		$\frac{\ell}{240}$ (****)

Por lo que el valor de la flecha limite admisible es de:

$$f_{adm} = \frac{l}{360} = \frac{21,67 \text{ m}}{360} = 0,0602 \text{ m}$$

Finalmente, la flecha máxima de la viga porta grada se obtiene por medio del programa "Ftool" (ver Figura 7.14), cuyo valor es de:

$$f_{m\acute{a}x} = 0,0017 \text{ m}$$

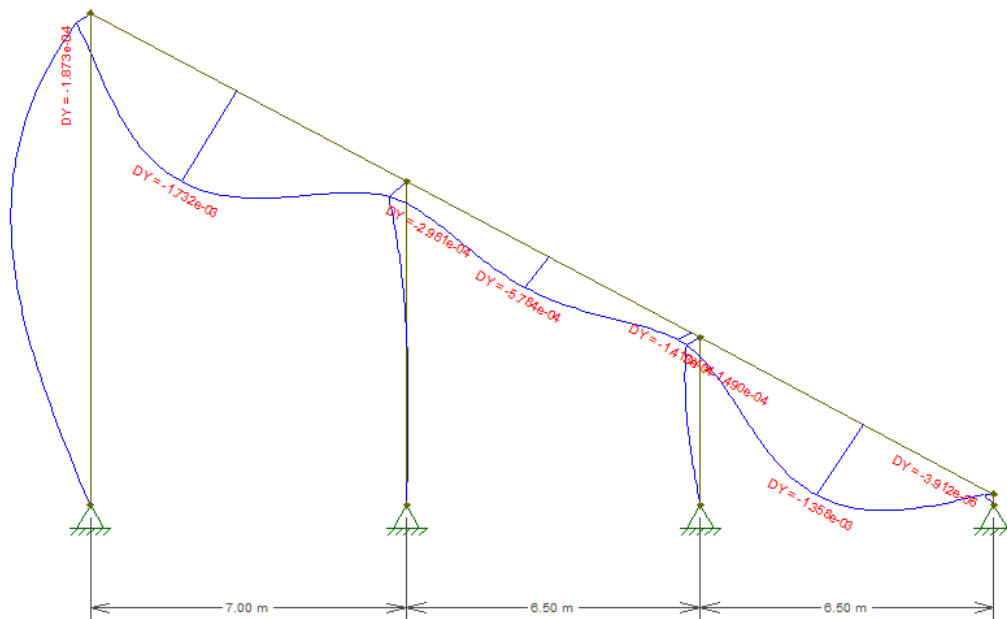


Figura 7.14. Diagrama de deformaciones actuantes sobre el pórtico (Fuente: elaboración propia con uso del programa Ftool).

Se puede ver así que la flecha máxima actuante es menor que la flecha máxima admisible, por lo que se está en buenas condiciones.

7.3.3. Columnas

Las columnas son elementos estructurales (ver Figura 7.15) donde las cargas de compresión dominan el comportamiento de las solicitaciones, aunque la misma rara vez se presente actuando sola en el elemento ya que, por lo general, se producen en simultáneo momentos flectores respecto a uno o ambos ejes de la sección transversal. Es así que una columna puede estar solicitada a compresión pura, flexo compresión recta o flexo compresión oblicua.

Por otro lado, cabe destacar que las columnas pueden ser clasificadas en dos grandes grupos:

Columnas cortas: son aquellas donde la resistencia depende únicamente de la geometría de la sección transversal y de la resistencia de los materiales.

Columnas esbeltas: en este grupo la resistencia se puede reducir en forma significativa debido a que influyen los efectos de segundo orden y los problemas de inestabilidad del equilibrio.

Podemos observar así que se presentan distintos comportamientos en cómo reaccionan ante las cargas según el grupo al que pertenezca la columna.



Figura 7.15. Imagen ilustrativa de columna de hormigón armado (Fuente: Moller, 2010).

7.3.3.1 Clases de armaduras en columnas

Las columnas de hormigón armado presentan dos clases de armaduras distintas (ver Figura 7.16), donde cada una de ellas cumplen con funciones particulares:

Armaduras longitudinales: son paralelas al eje de la pieza, aportando resistencia gracias a la adherencia que se produce entre el hormigón y el acero lo cual genera que se deformen de igual manera. También tienen la función de aportar ductilidad a la estructura evitando así que, llegado a la carga de colapso, la columna se desintegre dividiéndose en varios pedazos sin vinculación mutua.

Armaduras transversales: también conocidas como estribos, se ubican en planos perpendiculares al eje de la pieza. Las dos funciones principales que tienen los estribos son evitar el pandeo de las armaduras longitudinales, ya que estas debido a su gran esbeltez tienden a pandear para cargas muy pequeñas, y también evitan la disgregación, dado que una vez que se llega a la carga de rotura, se tiende a producir fisuración paralela al eje de la pieza.

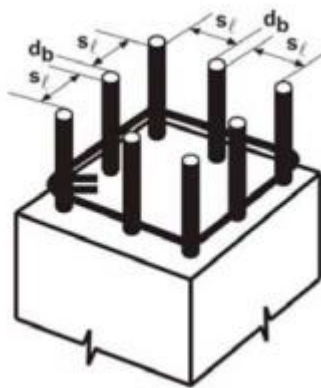


Figura 7.16. Imagen ilustrativa de armadura de columna de hormigón armado (Fuente: Introducción al cálculo de Hormigón Estructural-Orler y Donini).

7.3.3.2 Cálculo de columna de borde

A partir de las solicitaciones halladas anteriormente (ver Figuras 7.11 y 7.13), se puede observar que la carga de compresión a la que se encuentra sometida la columna de borde es de 366,4 kN, mientras que el momento flector es de 198,8 kNm.

Por otra parte, analizando las solicitaciones en la otra dirección, se obtiene que los momentos sobre la columna intermedia del pórtico son nulos, ya que recibe vigas de iguales secciones a ambos lados de su eje (ver Figuras 7.17 y 7.20) que provoca que los momentos en el nudo se equilibren entre sí, y además, la carga de compresión analizada en dicha dirección da un valor de 101,1 kN (ver Figura 7.18), por lo que, agregando la carga del peso propio mayorado de la columna para el esfuerzo último de compresión, se obtiene finalmente las siguientes solicitaciones con las que se dimensionará a la misma:

$$P_u = 528,98 \text{ kN}$$

$$M_{ux} = 198,8 \text{ kNm}$$

$$M_{uy} = 0 \text{ kNm}$$

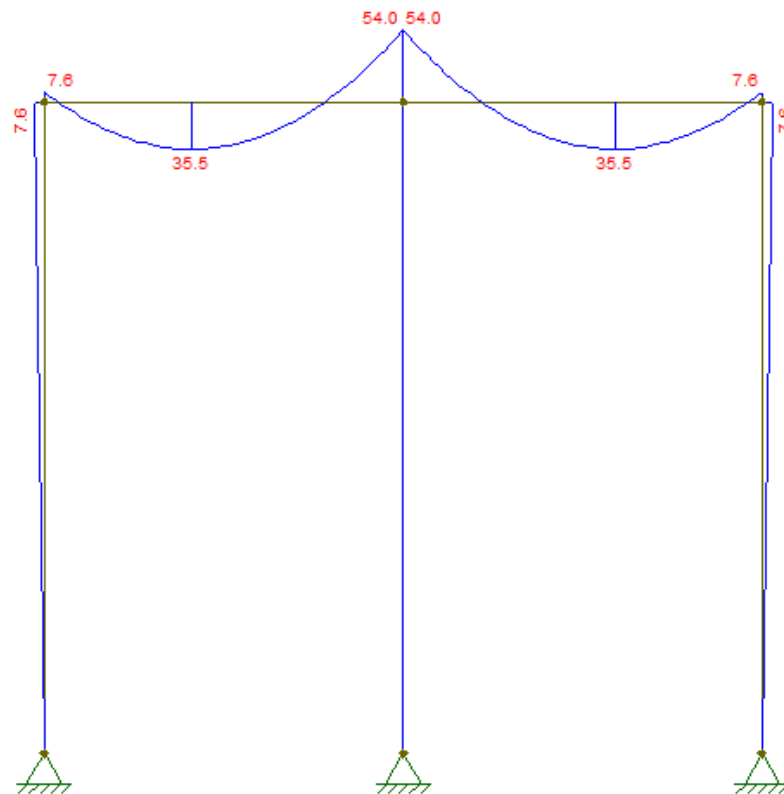


Figura 7.17. Diagrama de momento flector actuante sobre pórtico transversal. (Fuente: elaboración propia con uso del programa Ftool).

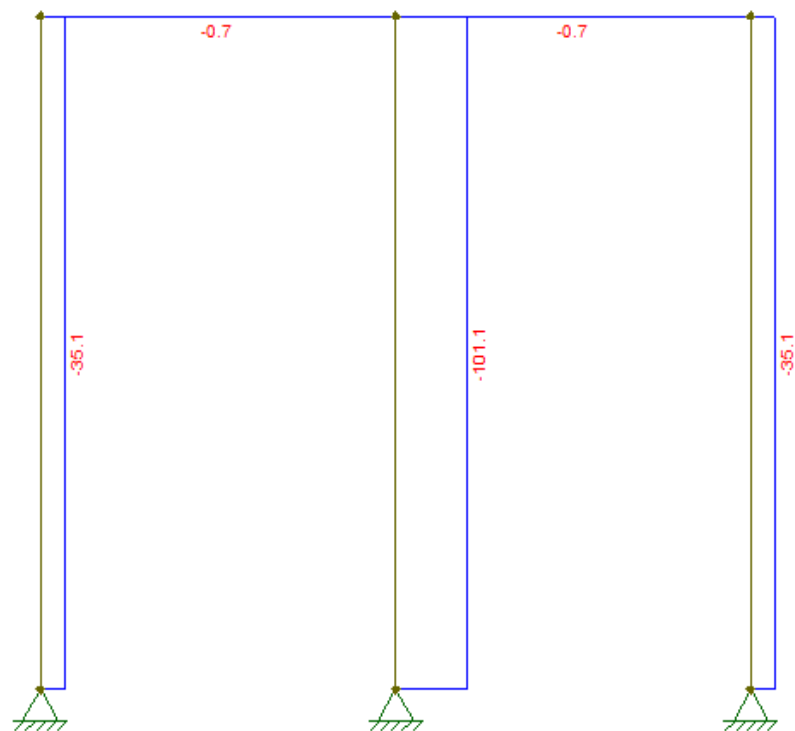


Figura 7.18. Diagrama de esfuerzos normales actuantes sobre pórtico transversal. (Fuente: elaboración propia con uso del programa Ftool).

La dirección "XZ" corresponde a la dirección que coincide con el sentido longitudinal de la viga porta grada, mientras que la dirección "YZ" corresponde con el sentido en el que se encuentra la separación entre vigas porta gradas (ver Figuras 7.19 y 7.20).

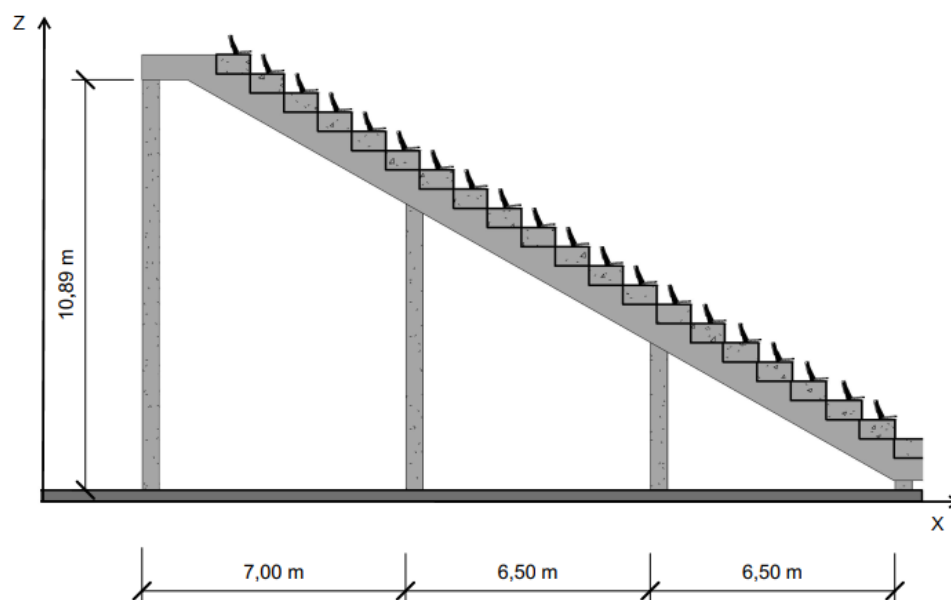


Figura 7.19. Dirección "XZ" de análisis de las solicitaciones sobre la columna (Fuente: elaboración propia).

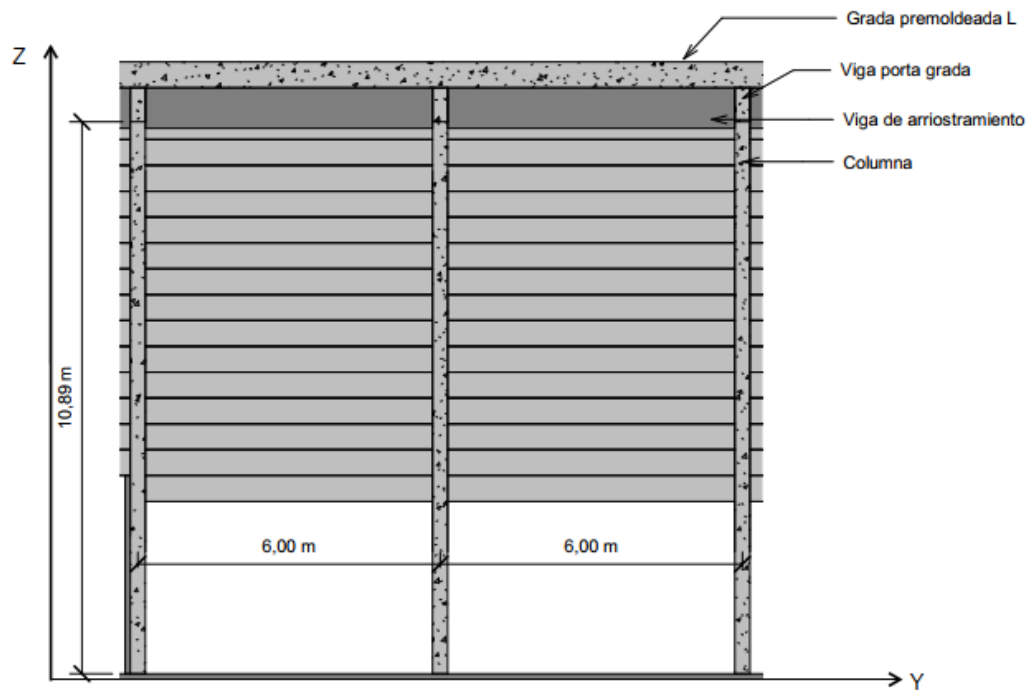


Figura 7.20. Dirección "YZ" de análisis de las solicitaciones sobre la columna (Fuente: elaboración propia).

7.3.3.2.1 Esbeltez de la columna

Con las solicitaciones halladas se procede, en primera instancia, a calcular la esbeltez de la columna en ambas direcciones para poder determinar si la misma se dimensionará como columna corta o como columna esbelta. Por otra parte, si la columna es esbelta, en función del grado de esbeltez se podrá realizar el análisis con métodos aproximados o P-Δ (ver Figura 7.21).

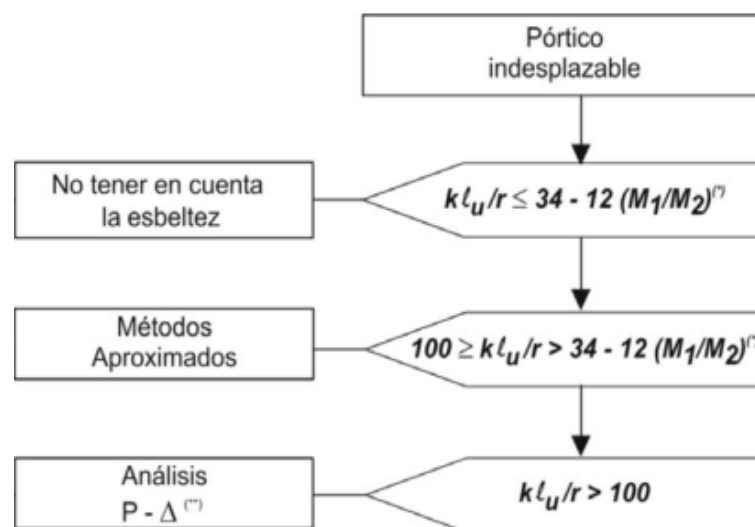


Figura 7.21. Esquema para la consideración de la esbeltez de columnas (Fuente: CIRSOC 201 Reglamento Argentino de estructuras de hormigón).

A continuación, se presentan las tablas resúmenes con los distintos resultados de los análisis de las esbelteces en ambas direcciones, cuyos cálculos se pueden visualizar en el Anexo IV.

Tabla 7.9. Tabla resumen del cálculo de esbeltez para dirección x-x (Fuente: elaboración propia).

Sentido x-x			
Comprobación de esbeltez			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
ψ_A	0,98		Rigidez relativa en nudo superior.
ψ_B	∞		Rigidez relativa en nudo inferior.
k	0,87		Factor de longitud efectiva.
l _{calc}	947,43	cm	Longitud de cálculo.
λ	46,97		Esbeltez de la columna.
λ_{lim}	34		Esbeltez límite.
Verificación	Columna esbelta		
Tipo de análisis	Usar métodos aproximados		

Tabla 7.10. Tabla resumen del cálculo de esbeltez para dirección y-y (Fuente: elaboración propia).

Sentido y-y			
Comprobación de esbeltez			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
ψ_A	0,28		Rigidez relativa en nudo superior
ψ_B	∞		Rigidez relativa en nudo inferior
k	0,79		Factor de long. Efectiva
l _{calc}	569,01	cm	Longitud de calculo
λ	49,36		Esbeltez de la columna
λ_{lim}	28		Esbeltez límite
Verificación	Columna esbelta		
Tipo de análisis	Usar métodos aproximados		

Se puede observar así que, para ambos sentidos, la columna se comporta como esbelta. Además, como en los dos casos la esbeltez es menor que 100, se puede utilizar para el dimensionado de la columna los métodos aproximados.

7.3.3.2.2 Análisis por método de los momentos amplificados

Para el caso en estudio, para el análisis estructural se utiliza el método aproximado denominado "*método de los momentos amplificados*", que consiste en calcular los esfuerzos internos mayorados " P_u ", " M_{u1} " y " M_{u2} " en los extremos de la columna con análisis elástico de primer orden. Luego los momentos son "*amplificados*" para poder considerar los efectos de segundo orden, y finalmente verificar la resistencia de las secciones y estabilidad de los elementos.

Previo a realizar los cálculos se debe determinar de qué tipo de sistema se trata la columna, esto quiere decir si a la misma se la puede considerar como sistema sin desplazamiento lateral o como sistema con desplazamiento lateral, ya que existen diferencias significativas entre el comportamiento de columnas esbeltas en pórticos arriostrados lateralmente (el primer caso mencionado) y el de columnas de pórticos no arriostrados (el segundo caso mencionado).

Estas diferencias se manifiestan especialmente en la longitud efectiva y en los factores de amplificación de momentos.

Para la determinación de qué tipo de sistema se trata, se calcula el "índice de estabilidad (Q)", y según el valor del mismo se podrá clasificar como sistema indesplazable o sistema desplazable. Dicho valor viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q = \sum \frac{P_u * \Delta 0}{V_u * l_c}$$

Donde si $Q \leq 0,05 \rightarrow$ Sistema indesplazable o si $Q > 0,05 \rightarrow$ Sistema desplazable.

A continuación, se presenta la tabla donde se detalla los valores y la clasificación del sistema.

Tabla 7.11. Tabla resumen del cálculo del índice de estabilidad en la dirección X-Z
(Fuente: elaboración propia).

Dirección X-Z		
P _u	528,98	kN
Δ0	0,1352	cm
V _u	7	kN
l _c	1089	cm
Q=Σ P _u *Δ0/V _u *l _c	0,0094	Índice de estabilidad
Tipo de sistema		Sistema indesplazable

Tabla 7.12. Tabla resumen del cálculo del índice de estabilidad en la dirección Y-Z
(Fuente: elaboración propia).

Dirección Y-Z		
P _u	528,98	kN
Δ0	0,0185	cm
V _u	0,7	kN
l _c	1089	cm
Q=Σ P _u *Δ0/V _u *l _c	0,0128	Índice de estabilidad
Tipo de sistema		Sistema indesplazable

Teniendo definida la esbeltez de la columna y al tipo de sistema que pertenece la misma, se procede con el cálculo, en primera instancia, de "M₂ mín" que tiene en cuenta una excentricidad mínima a considerar por los efectos de segundo orden, cuyo valor se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$M_{2mín} = P_u \times (15 + 0,03h)$$

Donde 15 y h se expresan en mm, siendo h la altura de la sección en el plano del pandeo.

Luego se debe comparar al momento mínimo obtenido con el mayor momento actuante entre los dos extremos de la columna y tomar el mayor valor para amplificarlo. Finalmente se calcula "Mc" que representa el momento amplificado, con la siguiente ecuación:

$$Mc = \delta ns \times M2$$

Siendo δns el factor de amplificación y M2 el mayor momento entre el momento mínimo y los momentos actuantes en los extremos de las columnas. Para obtener el valor de δns , se debe realizar previamente una serie de cálculos de distintos parámetros, cuyo procedimiento se puede apreciar en el Anexo IV.

A continuación, se presentan las tablas resumen con los valores calculados y los momentos amplificados para ambas direcciones:

Tabla 7.13. Tabla resumen del cálculo del momento amplificado en la dirección X-Z (Fuente: elaboración propia).

Momentos amplificados en pórticos indesplazables sentido x-x			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
M2 min	19,04	kNm	Momento mínimo
M2 a amplificar	198,80	kNm	Momento que se amplifica
βd	0,75		Tiene en cuenta el efecto de fluencia lenta
EI	50,87	MNm ²	Rigidez
Pc	5592,81	Kn	Carga critica
Cm	0,6		Factor de corrección de momento
δns	0,69		Factor de amplificación
Mc	198,80	kNm	Momento amplificado

Tabla 7.14. Tabla resumen del cálculo del momento amplificado en la dirección Y-Z (Fuente: elaboración propia).

Momentos amplificados en pórticos indesplazables sentido y-y			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
M2 min	14,28	kNm	Momento mínimo
M2 a amplificar	14,28	kNm	Momento que se amplifica
βd	0,75		Tiene en cuenta el efecto de fluencia lenta
EI	16,61	MNm ²	Rigidez
Pc	2386,95	Kn	Carga critica
Cm	0,8		Factor de corrección de momento
δns	1,14		Factor de amplificación
Mc	16,22	kNm	Momento amplificado

7.3.3.3 Verificación a flexión oblicua

Finalmente, como la columna se encuentra solicitada a flexión oblicua, se realiza la verificación de la misma. Para esto se utiliza el método de la carga inversa, donde a partir de las medidas de la columna, se adopta la armadura de la misma que esté dentro del rango de cuantía mínima y máxima. Luego se procede con la obtención del valor de la resistencia nominal

usando el método de la carga inversa y finalmente con la resistencia de diseño que debe ser comparado con la carga última que solicita a la columna.

Los cálculos del procedimiento se pueden ver en el Anexo IV. A continuación, se expresan las tablas resúmenes usadas para el cálculo con los diversos valores obtenidos y con la verificación:

Tabla 7.15. Tabla de sección y armadura adoptada de la columna (Fuente: elaboración propia).

Verificación flexión oblicua			
Se adopta 8Φ25			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
b	40	cm	Ancho de la sección transversal de la columna
h	70	cm	Altura de la sección transversal de la columna
Ast (cm ²)	39,27	cm ²	Área de acero
ρ	0,014	adimensional	Cuantía
Po (MN)	9,86	MN	Carga a compresión pura

Tabla 7.16. Obtención de Pnyo (Fuente: elaboración propia).

Sentido x-x			
ey	0	cm	excentricidad y
ex/h	0,54	adimensional	Para entrar a diagrama de interacción
γ	0,92	adimensional	Distancia entre ejes de barras
n	7,00	Mpa	Del diagrama de interacción
Pnyo	3,02	MN	Resistencia nominal cuando solo está presente ex

Tabla 7.17. Obtención de Pnxo (Fuente: elaboración propia).

Sentido y-y			
ex	0,00	cm	excentricidad x
ey/h	0,08	adimensional	Para entrar a diagrama de interacción
γ	0,86	adimensional	Distancia entre ejes de barras
n80	18,00	Mpa	Del diagrama de interacción
n90	18,00	Mpa	Del diagrama de interacción
n86	18,00	Mpa	Del diagrama de interacción
Pnxo	7,75	MN	Resistencia nominal cuando solo está presente ey

Tabla 7.18. Verificación de la resistencia de la columna (Fuente: elaboración propia).

Resistencia			
1/Pn	0,36	MN	Carga nominal inversa
Pn	2783,91	kN	Carga nominal
Pud	1809,54	kN	Carga última que resiste la columna
P0	9860	kN	Carga a compresión pura
Pu	528,98	kN	Carga última que solicita a la columna
Método carga inversa valido si $P_n \geq 0,1P_0$	Vale método carga inversa	Verificación de validez del método	
Verificación flexión oblicua (verifica si $P_{ud} \geq P_u$)	Buenas condiciones	Verificación de flexión oblicua	

Se puede observar así que al ser mayor la carga última que resiste la columna respecto de la que solicita a la misma, se verifica holgadamente la sollicitación de flexión oblicua. Además, al ser mayor la carga nominal al 10% de la carga a compresión pura, es válido utilizar el método de la carga inversa.

Finalmente, en función de las barras longitudinales de las columnas, se adoptan los estribos utilizando la siguiente tabla del CIRSOC 201:

Tabla 7.19. Tabla de diámetros mínimos de estribos en función de las barras longitudinales (Fuente: CIRSOC 201 Reglamento Argentino de estructuras de hormigón).

Barras longitudinales, d_b	Diámetros mínimos de los estribos, d_{be} (mm)
$d_b \leq 16 \text{ mm}$	6
$16 \text{ mm} < d_b \leq 25 \text{ mm}$	8
$25 \text{ mm} < d_b \leq 32 \text{ mm}$	10
$d_b > 32 \text{ mm}$ paquetes de barras	12
Se podrá utilizar alambre conformado o malla soldada de alambre con un área equivalente.	

Por lo que se adoptan estribos con diámetro de 10 mm, y la separación de los mismos viene dada por el menor valor entre:

Figura 7.22. Separaciones mínimas entre estribos (Fuente: CIRSOC 201 Reglamento Argentino de estructuras de hormigón).

$$s \begin{cases} \leq 12 \text{ diámetros de la barra longitudinal,} \\ \leq 48 \text{ diámetros de la barra o alambre de los estribos,} \\ \leq \text{dimensión del lado menor de la columna.} \end{cases}$$

Para el caso en estudio, el menor valor corresponde al de 12 veces el diámetro de la barra, siendo este de 300 mm.

En resumen, para las columnas de borde, se utilizará:

- Sección de hormigón $\rightarrow h = 80 \text{ cm}; b = 40 \text{ cm}$.
- Armadura longitudinal $\rightarrow 8$ hierros de 25 mm.
- Estribos \rightarrow de 10 mm de diámetro separados cada 30 cm.

Para el resto de las columnas del pórtico valen los mismos análisis y ecuaciones utilizadas, donde varían las alturas de las columnas y sus esbelteces. Las tablas empleadas para el cálculo y verificaciones de las mismas se pueden ver en el Anexo IV.

7.4 Fundaciones

Las fundaciones conforman los elementos estructurales encargados de transmitir las cargas de la estructura hacia el suelo de fundación asegurando la estabilidad de la misma. En la cadena de transferencia de cargas, la fundación siempre es el último eslabón, y quizás uno de los más importantes, con el inconveniente que en general no se ve y queda enterrada.

Cuando se analiza una estructura en equilibrio estático, podemos dividir, a grandes rasgos, en tres componentes distintos:

- Estructura superior (superestructura): es la estructura que recibe las cargas y las canaliza a través de una serie de elementos.
- Fundaciones (infraestructura): es la parte final de la estructura, corresponde al elemento que funciona como interface entre la superestructura y el suelo de fundación.
- Suelo de fundación: es el encargado de recibir y disipar las cargas que le transfiere los elementos estructurales de la cimentación.

Para evaluar el tipo y las características de la fundación más conveniente para un determinado proyecto, se requiere del análisis previo que contemple diversos aspectos tales como:

- Características de los estratos de suelos y sus parámetros resistentes: su conocimiento permite resolver en forma y dimensiones las necesidades fundacionales.
- Consistencia: permite prever métodos y equipos necesarios, para llegar con éxito mediante excavación, a la cota requerida.
- Homogeneidad o no del suelo: junto con la deformabilidad y compresibilidad del suelo ayuda a predecir la posibilidad de asentamientos diferenciales y tomar los recaudos estructurales correspondientes.
- Nivel de la napa freática: este aspecto puede influir en decisiones constructivas y económicas si la misma se encuentra por encima de la cota de fundación. En muchos casos, sobre todo en suelos con altas permeabilidades, aunque las características resistentes permitan utilizar fundaciones directas, se opta por emplear fundaciones del tipo indirectas por el condicionante de la napa freática.
- Agresividad del suelo: influye de manera directa sobre el recubrimiento que se debe dejar en el hormigón para proteger a las armaduras. También permite prever hormigones especiales con cementos resistentes a las agresiones.

Por otra parte, las fundaciones pueden clasificarse, según la forma de transferir las cargas al suelo, en:

- Fundaciones superficiales o directas: las cargas se transmiten al suelo mediante elementos estructurales apoyados en zonas cercanas a la superficie. El modo de resistir y distribuir las cargas de la fundación al suelo es por superficie de contacto (ver Imagen 7.10).

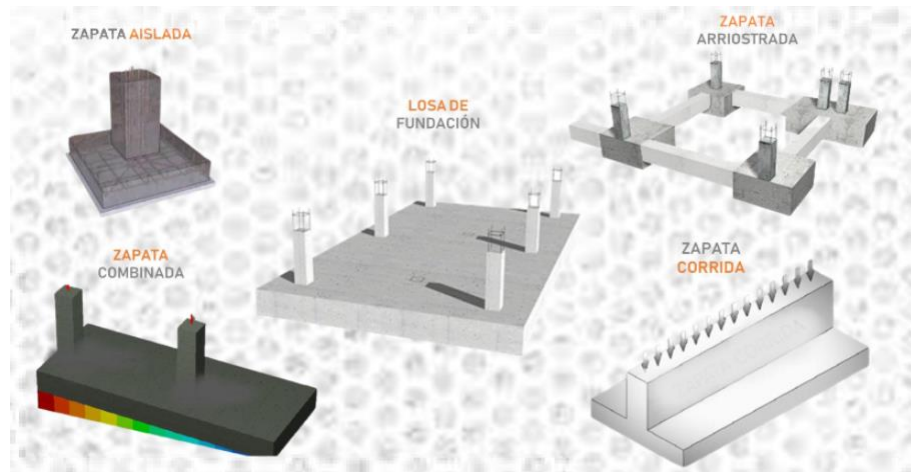


Imagen 7.10. Distintos tipos de fundaciones superficiales (Fuente: <https://www.facebook.com/1798117536937610/photos/a.1798581463557884/4039393272810014/?type=3>).

- Fundaciones profundas o indirectas: la transferencia se produce hacia los mantos más profundos y las cargas verticales son resistidas mediante la combinación de dos mecanismos, el fuste y la punta (ver Imagen 7.11).

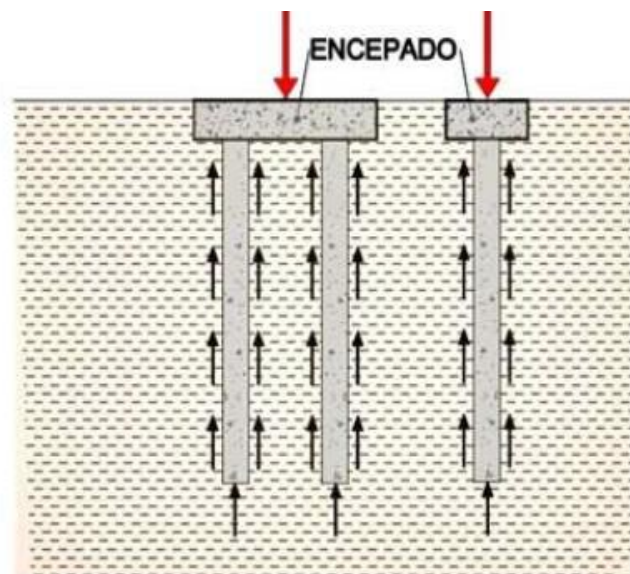


Imagen 7.11. Fundaciones profundas y su forma de transferencia de cargas al terreno (Fuente: introducción a las fundaciones profundas- apunte de la cátedra "Fundaciones"-Facultad de ingeniería, UNNE).

En conclusión, se conjugan diferentes temas que deben estudiarse y compatibilizarse para lograr un diseño seguro y económico.

Debido al alcance del presente trabajo, no se realizará el dimensionado de las fundaciones, sin embargo, a partir del estudio de suelo realizado cercano al sitio de emplazamiento, se recomienda que el tipo de cimentación a utilizar sea de cabezales y pilotes, es decir, fundaciones profundas o indirectas. El estudio de suelo mencionado se puede apreciar en el Anexo II.

Capítulo 8 - Cómputo y presupuesto

Finalizados los diseños arquitectónicos y estructurales, así como los cálculos correspondientes a los mismos, es posible proseguir con el desarrollo del análisis económico del anteproyecto, el cual engloba el cómputo, presupuesto de obra y el estudio de amortización y rentabilidad del estadio.

En el presente capítulo se desarrollarán todos aquellos conceptos relevantes para la interpretación del análisis y se darán a conocer aquellos aspectos más significativos que se tuvieron en cuenta para la cuantificación del precio final de obra, así como también las consideraciones adoptadas debido a la magnitud y alcance del estudio ya que dentro del proyecto se tienen estructuras pertenecientes a distintas ramas de la ingeniería civil (arquitectura, estructura, vial e hidráulica).

Cabe mencionar que el desarrollo del presupuesto de obra se realizó durante abril del 2024, por lo cual el valor de los materiales, mano de obra y equipos corresponden a dicho mes.

8.1 Cómputo métrico

El cómputo es la acción de mensurar o medir cada uno de los trabajos ejecutados en una obra, para establecer el costo de la misma o de una de sus partes y para determinar la cantidad de materiales necesarios para ejecutarla.

Para realizar el cómputo métrico, se deben considerar cada una de las partes elementales en que se puede subdividir una obra de construcción y todos aquellos trabajos que involucran las mismas, ya que a partir de esto se determinarán las cantidades a ejecutar de cada ítem y/o rubro del proyecto y en función de los mismos se obtendrán los costos de ejecución.

Existen distintas formas de realizar el cómputo métrico de una obra:

- Sobre planos: cuya finalidad es la de presupuestar, es decir, para estimar el valor de la obra.
- Sobre una obra en construcción: cuya finalidad es la de habilitar el pago a cuenta del total, es decir, para la certificación de la obra.
- Sobre una obra terminada: cuya finalidad es poder realizar una tasación, o para la fijación de una renta, o para determinar un porcentaje en caso de herencia, etc.

Para el caso planteado únicamente es posible la primera opción ya que solo se cuenta con los planos técnicos elaborados por tratarse de un anteproyecto. Con esta metodología se puede estimar un valor de la obra, pero cobra gran importancia la experiencia del computista ya que se deben valorar todos aquellos trabajos que se realizan durante el periodo de construcción pero que no figuran en la documentación técnica y gráfica.

Debido a la extensión y alcance del proyecto planteado, se optó por realizar el computo de aquellos ítems más influyentes para la obra (ver Tabla 8.1).

8.2 Presupuesto

Una vez conocidas las cantidades del cómputo, se procede con la determinación del presupuesto cuyo objeto es la estimación del precio de los materiales, mano de obra y equipos que serán necesarios para la ejecución de los trabajos en un determinado momento para una realización futura.

El presupuesto es un elemento fundamental para la toma de decisiones del proyecto y para el posterior control de la obra.

El tipo de metodología utilizada para realizar el presupuesto depende de la finalidad del mismo, es decir, cuando se requiera un presupuesto más preciso y con mayor análisis, como es el caso de una licitación o la cotización de una obra, se utilizarán métodos más detallados y elaborados, por otro lado, cuando solo se necesite conocer las posibilidades o factibilidad de un proyecto podrán utilizarse métodos más simples y expeditivos.

Existen las siguientes metodologías para presupuestar:

- a) **Presupuesto por comparación:** se obtiene un precio aproximado conociendo el nivel de calidad de la obra y los precios vigentes en el mercado, la unidad que se usa para comparación es el precio del m² de construcción, aunque pueden usarse otros parámetros, como el Km de ruta en obras viales. Este método debe aplicarse con cuidado ya que la comparación solamente es válida si existen similitudes entre las obras respecto al destino, calidad, ubicación, etc.
- b) **Presupuesto por suma de partidas globales:** en este caso un empresario de la construcción es un coordinador de subcontratos, es decir, subcontrata a otras empresas a las que les solicita los presupuestos correspondientes, con los cuales confecciona el presupuesto final de la obra, sumándole gastos generales y beneficios.
- c) **Presupuesto por análisis de precios unitarios:** es el que más precisión ofrece, consta de una presentación ordenada y desglosada de cada ítem, pues se basa en el cómputo métrico.

A continuación, se presenta la planilla de cálculos y presupuestos del caso en estudio, en el cual se utiliza la metodología de "presupuesto por análisis de precios unitarios" para obtener los costos de cada ítem y rubro (ver Tabla 8.1).

Tabla 8.1. Cómputo y presupuesto del anteproyecto (Fuente: elaboración propia).

ITEMS	DESCRIPCION	UN	CANT.	COSTO UNIT.	COSTO PARCIAL	INC. PARCIAL	INC. SUBTOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				\$103.409.195,50		
1.1	Desbosque y desmonte	Ha	2,700	\$216.000,00	\$583.200,00	0,07%	1,24%
1.2	Limpieza, nivelación y replanteo del terreno	M3	17.937,00	\$5.291,05	\$94.905.517,50	1,14%	
1.3	Cerca de obra metálica	ML	2.082,00	\$1.050,00	\$2.186.100,00	0,03%	
1.4	Obrador	GI	1,00	\$310.250,00	\$310.250,00	0,004%	
1.5	Cartel de obras/pliego	GL	1,00	\$175.328,00	\$175.328,00	0,002%	
2	MOVIMIENTO DE SUELOS Y EXCAVACIONES				\$183.077.300,57		
2.1	Relleno y compactación con aporte de suelo	M3	16.306,37	\$11.122,01	\$181.359.620,57	2,18%	2,20%
2.2	Excavación para desagüe pluvial	M3	126,30	\$13.600,00	\$1.717.680,00	0,02%	
3	HORMIGON ARMADO				\$4.237.596.247,38		
3.1	Viga grada L premoldeada de H ¹⁸ A ⁸	M3	9.819,01	\$200.379,12	\$1.967.524.587,98	23,65%	50,93%
3.2	Viga portagradea premoldeada de H ¹⁸ A ⁸	M3	886,93	\$257.183,87	\$228.104.087,16	2,74%	
3.3	Viga de arrioste premoldeada de H ¹⁸ A ⁸	M3	1.249,00	\$207.675,97	\$259.387.289,78	3,12%	
3.4	Columna premoldeada de H ¹⁸ A ⁸	M3	1.890,00	\$206.951,97	\$391.139.223,30	4,70%	
3.5	Losa de circulación premoldeada de H ¹⁸ A ⁸	M3	4.823,20	\$245.596,17	\$1.184.559.444,73	14,24%	
3.6	Escaleras y tabiques de H ¹⁸ A ⁸	M3	813,65	\$254.264,27	\$206.881.614,43	2,49%	
4	MAMPOSTERIA				\$289.913.032,87		
4.1	Tabique de placa de roca de yeso, junta tomada	M2	14.580,00	\$18.574,49	\$270.816.049,62	3,25%	3,48%
4.2	Ladrillo hueco 12X18X33	M2	1.164,00	\$16.406,34	\$19.096.983,25	0,23%	
5	 AISLACIONES				\$10.460.309,30		
5.1	Capa aisladora dobles ellada	M2	29.488	\$3.103,31	\$915.103,32	0,01%	0,13%
5.2	Aislación bajo chapa tipo TBA 10	M2	1.426,64	\$6.630,69	\$9.545.205,98	0,11%	
6	 CONTRAPISOS				\$329.312.328,90		
6.1	Contrapiso de H ¹⁸ Pobre e=10 cms /TN	M2	43.045,00	\$7.650,42	\$329.312.328,90	3,96%	3,96%
7	 REVOQUES				\$17.551.898,38		
7.1	Interior completo a la cal	M2	1.164,00	\$5.985,03	\$6.966.574,92	0,08%	0,21%
7.2	Exterior completo a la cal	M2	1.164,00	\$9.093,92	\$10.585.323,46	0,13%	
8	 CUBIERTAS				\$43.087.399,83		
8.1	Estructura metálica de perfiles tipo "C" y chapa	M2	1.426,64	\$30.202,01	\$43.087.399,83	0,52%	0,52%
9	 CIELORRASOS				\$172.074.478,70		
9.1	Cielorraso de placa de yeso c/es tr. portante. Indep. c/aislación de poliestireno expandido	M2	5.714,00	\$30.114,54	\$172.074.478,70	2,07%	2,07%
10	 PISOS				\$281.956.676,05		
10.1	Piso granítico 30x30	M2	1.040,00	\$14.962,04	\$15.560.521,60	0,19%	3,39%
10.2	Cemento alisado	M2	20.276,00	\$5.895,30	\$119.533.102,80	1,44%	
10.3	Hormigón estampado en veredas perimetrales	M2	21.729,00	\$6.758,85	\$146.863.051,65	1,77%	
11	 CARPINTERIA Y HERRERIA				\$358.134.993,18		
11.1	Paño fijo vidriado con marco de aluminio línea modena 1.60x2.05m	M2	45,400	\$102.541,47	\$46.553.826,02	0,56%	4,30%
11.2	Puerta placa con marco de aluminio negro línea modena 0.6m x 2.05 m	UN	238,00	\$97.987,00	\$23.320.906,00	0,28%	
11.3	Puerta placa con marco de aluminio negro línea modena 0.8m x 2.05 m	UN	106,00	\$110.168,00	\$11.677.808,00	0,14%	
11.4	Puerta placa con marco de aluminio negro línea modena 0.9m x 2.05 m	UN	68,00	\$148.034,30	\$10.066.332,40	0,12%	
11.5	Puerta de aluminio doble hoja de abrir línea modena 1.6m x 2.1m	UN	40,00	\$474.543,95	\$18.981.758,00	0,23%	
11.6	Ventana de aluminio negro corrediza de dos hojas línea modena 1.20m x 1.25m	UN	98,00	\$146.168,00	\$14.324.464,00	0,17%	
11.7	Baranda metálica con paños de vidrio h: 0.90m	ML	1.193,51	\$152.008,70	\$181.423.898,76	2,18%	
11.8	Baranda metálica h: 0.90m	ML	959,00	\$54.000,00	\$51.786.000,00	0,62%	
12	 CRISTALES				\$231.299.823,50		
12.1	Cubierta vertical de vidrio templado	M2	14.390,00	\$16.073,65	\$231.299.823,50	2,78%	2,78%
13	 INSTALACION SANITARIA				\$33.280.121,49		
13.1	Instalación sanitaria	GL	1,00	\$33.280.121,49	\$33.280.121,49	0,40%	0,40%
14	 INSTALACION ELECTRICA				\$138.199.277,28		
14.1	Instalación eléctrica	GL	1,00	\$138.199.277,28	\$138.199.277,28	1,66%	1,66%
15	 PINTURAS				\$19.025.871,00		
15.1	Látex interior	M2	1.164,00	\$8.016,18	\$9.330.833,52	0,11%	0,23%
15.2	Látex exterior	M2	1.164,00	\$8.329,07	\$9.695.037,48	0,12%	
16	 VARIOS				\$1.065.961.504,85		
16.1	Butacas	UN	28.812,00	\$17.000,00	\$489.804.000,00	5,89%	12,81%
16.2	Parquizado	M2	130.918,66	\$3.904,00	\$511.106.448,64	6,14%	
16.3	Limpieza de obra	GL	1,00	\$65.051.056,21	\$65.051.056,21	0,78%	
17	 OBRA HIDRÁULICA				\$203.776.034,08		
17.1	Readecuación hidráulica	GL	1,00	\$203.776.034,08	\$203.776.034,08	2,45%	2,45%
17	 OBRA VIAL				\$602.594.258,62		
17.1	Construcción calzada de H ¹⁸ H30; e=0,12m	M3	2.718,54	\$118.089,35	\$321.030.621,55	3,86%	7,24%
17.2	Construcción enripiada e=0,15m	M3	12.329,25	\$228.370,5	\$281.563.637,07	3,38%	
COSTO- COSTO					8.320.710.751,48		100,00%

8.3 Costo unitario

El costo unitario de los ítems que componen un presupuesto están determinados por la suma del costo de los materiales y de la mano de obra necesaria para la ejecución de las tareas (ver Tabla 8.2). Para ellos es necesario que el computista tenga suficiente experiencia como para determinar con la mayor exactitud posible todos aquellos materiales necesarios para cada labor, así como también el tipo de mano de obra y el tiempo de ejecución de las mismas.

- **Costo de materiales:** para el análisis de los mismos, debemos considerarlos puestos al "pie de obra", y para ello se debe tener en cuenta distintos factores, como el precio en origen, la distancia hasta la obra, el medio de transporte utilizado, etc.

El precio en origen puede obtenerse por medio de revistas especializadas, o por consultas a los proveedores, debiéndose tener en cuenta la distancia de los mismos para disminuir el impacto de los fletes en el costo de los materiales.

El precio del flete depende del tipo de transporte utilizado, del estado de las vías de comunicación y del peso de la carga transportada ya que el costo del mismo se mide en \$/tn*km.

- **Costo de la mano de obra:** el costo de la mano de obra depende de dos factores, del rendimiento y de la valorización del rendimiento. En obras de arquitectura la incidencia del costo de la mano de obra es por lo general del 40% del total de la misma, en cambio, en obras de ingeniería varía entre 5% a 7%, dado que en estas se tiene mayor incidencia por parte de los equipos utilizados.

Rendimiento: es el tiempo promedio en horas de oficial y/o ayudante, que requiere una unidad de trabajo, o la cantidad de obra hecha en la unidad de tiempo.

Valoración del rendimiento: para determinar el valor del rendimiento se debe tener presente la legislación laboral vigente. Esta tiende a la defensa del obrero, pues está en desventaja frente a las empresas constructoras. En la misma se fija el valor del jornal de cada trabajador en función de las distintas categorías y las tareas a realizar (ver Tabla 8.3).

El jornal real está dado por la suma de dos factores:

$$\text{JORNAL REAL (JR)} = \text{JORNAL BÁSICO (JB)} + \text{CARGAS SOCIALES (CS)}$$

El jornal básico se fija en el convenio colectivo de trabajo para la industria de la construcción, que son acuerdos establecidos por las representaciones de las dos partes intervinientes: patronal y obrera, las cuales integran la Comisión Paritaria.

En el convenio colectivo de trabajo interviene por la patronal, la Cámara Argentina de la Construcción, la Federación Argentina de la Construcción y el Centro de Arquitectos y Constructores, y por los obreros, la Unión Obrera de la Construcción de la República Argentina (UOCRA).

Las cargas sociales son todos aquellos aportes y contribuciones establecidos por las leyes, que deben efectuar los patrones por el solo hecho de tener obreros a su cargo.

Estas, constituyen uno de los componentes más importantes del costo de la mano de obra y están conformadas básicamente por tres componentes:

- a) Aportes que se pagan directamente al obrero (por ejemplo, salario familiar, aguinaldo, asignación por vestimenta, etc.).
- b) Aportes que el obrero recibe indirectamente (por ejemplo, jubilación, contribución para las obras sociales, etc.).
- c) Aportes especiales que recibe el obrero (por ejemplo, vacaciones anuales, feriados pagos, licencias especiales, etc.).

Finalmente, el valor de las cargas sociales se traduce como un porcentaje del jornal básico.

Tabla 8.2. Ejemplo de análisis de costo unitario para mampostería de ladrillo hueco (Fuente: elaboración propia)

Empresa:				
Obra:			ESTADIO GENERAL JOSÉ DE SAN MARTIN	
ITEM:			MAMPOSTERÍA LADRILLO CERAMICO HUECO 12x18x33	
Materiales	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Ladrillos cerámicos hueco 12x18x33	Un	14	\$ 335,11	\$ 4.691,53
Cemento loma negra 50kg	Kg	5,4	\$ 179,97	\$ 971,84
Cal hidráulica santa elena 25kg	Kg	5,6	\$ 171,96	\$ 962,95
Arena	M3	0,07	\$ 27.626,45	\$ 1.933,85
			Costo/m2	\$ 8.560,17
Mano de obra	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Oficial	hs	0,8	\$ 5.635,07	\$ 4.508,06
Ayudante	hs	0,7	\$ 4.768,73	\$ 3.338,11
			Costo/m2	\$ 7.846,17
			COSTO TOTAL/m2	\$ 16.406,34

Tabla 8.3. Cálculo de jornal real para marzo de 2024 (Fuente: Dirección de Planificación y Obras – Ministerio de Obras y Servicios Públicos de Corrientes).

CATEGORIAS según CONVENIO COLECTIVO N° 76/ 75	JORNAL de CONVENIO	ASISTENCIA PERFECTA	SUB-TOTAL	SUMA NO REMUNERATIVA	CARGAS SOCIALES	TOTAL	Resolución ST N° 2032/10	Cargas Sociales s/Suma Fija	JORNAL de cálculo	
		20%	Jornal + Asistencia Perfecta		87,92%	REMUNERATORIO				
	(\$/día)	(\$/día)	(\$/día)		(\$/día)	(\$/día)				
	1	2=(1 x %AP)	3=(1 + 2)		4=(1 x %CS)	5=(3 + 4)				
OFICIAL ESPECIALIZADO	\$ 23.465,76	\$ 4.693,15	\$ 28.158,91	\$ 0,00	\$ 24.757,32	\$ 52.916,23	\$ 0,00	\$ 0,00	a=	\$ 6.614,53
OFICIAL	\$ 19.991,04	\$ 3.998,21	\$ 23.989,25	\$ 0,00	\$ 21.091,35	\$ 45.080,59	\$ 0,00	\$ 0,00	b=	\$ 5.635,07
MEDIO OFICIAL	\$ 18.431,52	\$ 3.686,30	\$ 22.117,82	\$ 0,00	\$ 19.445,99	\$ 41.563,81	\$ 0,00	\$ 0,00	c=	\$ 5.195,48
AYUDANTE	\$ 16.917,60	\$ 3.383,52	\$ 20.301,12	\$ 0,00	\$ 17.848,74	\$ 38.149,86	\$ 0,00	\$ 0,00	d=	\$ 4.768,73
							\$ 0,00	\$ 0,00		
					JORNAL MEDIO DEL MES DE		Marzo	2024	\$ 5.672,78	

8.4 Precio de obra o de oferta

Una vez determinado el "costo-costo" de la obra, se puede proseguir con el cálculo del precio de la misma, para lo cual es necesario obtener previamente el "costo" de la obra, el cual se

compone del costo-costo y de los gastos generales propios de la empresa constructora. Por lo tanto, se puede representar el precio de obra a través del siguiente esquema:

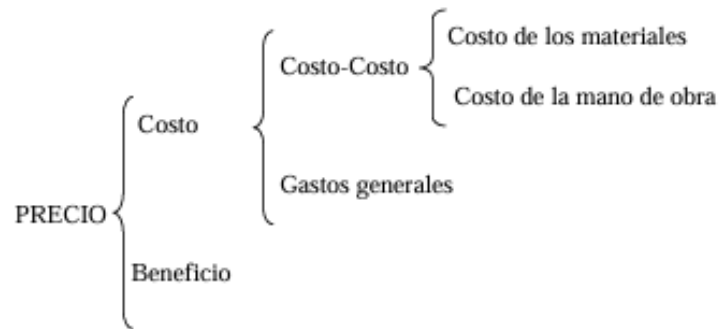


Figura 8.1. Estructura de composición de precios (Fuente: apunte de la cátedra "Economía y evaluación de proyectos").

Gastos generales

Son aquellos gastos que debe realizar la empresa para materializar una obra y que no forman parte del costo-costo. Se los puede clasificar en gastos generales directos e indirectos.

- **Directos:** son aquellos que surgen en razón de la existencia de la obra, o bien como consecuencia de la misma.
- **Indirectos:** son aquellos que surgen de la existencia de la empresa, haya o no obras en ejecución.

En la práctica se considera a dichos gastos como un porcentaje del costo-costo de la obra. Para este proyecto se considera a los gastos generales como un 15% del costo-costo.

Beneficios

Es parte de la ganancia que tiene el constructor como retribución por la ejecución de la obra y por la responsabilidad que asume debido a la misma. Por lo general los beneficios deben asegurar una determinada rentabilidad del proyecto, aunque en ciertas ocasiones las empresas pueden cotizar una obra sin incluir este apartado, logrando de esta manera tener un precio de oferta más competitivo.

En la práctica por lo general se suele considerar a los beneficios como un 10% del costo de la obra (costo-costo + gastos generales).

Impuestos

El precio final o precio de oferta se obtiene agregando a lo anterior los impuestos correspondientes (ver Tabla 8.4), los cuales pueden ser nacionales, provinciales y/o municipales, esto va depender del sitio de implantación de la obra.

- Impuesto al valor agregado (IVA): actualmente es de 21% y debe aplicarse a los costos totales de obra.
- Impuesto a las ganancias: se traducen como un porcentaje sobre los beneficios declarados.
- Impuesto a los ingresos brutos: actualmente es de 2,9 % en Corrientes.

Tabla 8.4. Presupuesto de oferta (Fuente: elaboración propia).

COSTO- COSTO		\$ 8.320.710.751,48	100,00%
<i>GASTOS GENERALES</i>	15%	\$1.248.106.612,72	
SUB-TOTAL 1		\$9.568.817.364,20	
<i>BENEFICIOS</i>	10%	\$956.881.736,42	
SUB-TOTAL 2		\$10.525.699.100,63	
<i>IMPUESTOS</i>	23,9%	\$2.515.642.085,05	
TOTAL OBRA		\$13.041.341.185,67	

Capítulo 9 -Análisis financiero

La evaluación de proyectos es un proceso por el cual se determinan los cambios generados por un proyecto a partir de la comparación entre el estado actual de una realidad y el estado futuro si el mismo se concretase.

En función de los beneficiarios y los inversores del proyecto, existen dos tipos de evaluaciones posibles: la evaluación privada y la evaluación social.

- **Evaluación privada:** considera como beneficios a los ingresos de dinero y como costo a los egresos que generará el proyecto al inversionista. Esta evaluación se realiza cuando el inversor es un particular o un grupo de particulares.
- **Evaluación social:** evalúa la contribución al bienestar económico del país o región, así como también los objetivos de política social de redistribución de ingresos y riquezas. Se la realiza cuando el inversor es un organismo público, el cual representa a toda la sociedad y los costos son afrontados por la misma mediante impuestos.

Considerando el gran impacto que tienen las instalaciones deportivas y los espacios recreativos, se procede a efectuar la evaluación privada del proyecto.

9.1. Modo de explotación del estadio

Teniendo en cuenta la planificación del proyecto preliminar en cuestión, observamos que tendría importantes implicaciones financieras para el Estado, mientras que para un inversionista privado la compra del terreno sería prohibitivamente costosa. Por estos dos motivos mencionados, se llevará a cabo un análisis financiero teniendo en cuenta las siguientes suposiciones:

- El terreno será cedido en arriendo al grupo inversor durante 30 años, lo que significa que no tendrán que pagar por su adquisición y podrán utilizar la propiedad durante dicho período. Después de esto, la propiedad será devuelta al Estado.
- El costo total de la construcción será cubierto por el grupo inversor.
- Como parte de los beneficios, el Estado podrá organizar un evento mensual en el estadio de forma gratuita.

Considerando las tres hipótesis anteriores, se puede ver que ambas partes saldrán beneficiadas y se podrá llegar a un proyecto que resulte rentable.

9.2. Componente inflacionario

En la evaluación de proyectos, se tiende a obviar el impacto inflacionario, una realidad muy marcada en la actualidad económica de Argentina. Esto se debe a la complejidad de prever el crecimiento económico del país y el porcentaje de inflación. Al trabajar con costos, beneficios, tasas de interés y oportunidades reales, se adopta esta postura conscientemente. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos deben ser sometidos a un análisis económico más profundo para poder compararlos con otras opciones de inversión.

9.3. Evaluación privada del anteproyecto

La evaluación privada de un anteproyecto tiene como objetivo determinar la viabilidad de una inversión, tanto para el inversionista como para los accionistas. Para llevar a cabo esta evaluación, es necesario analizar los costos y beneficios involucrados, y compararlos utilizando diversas metodologías.

Una herramienta utilizada es el análisis costo-beneficio, que considera que el valor de un activo es la suma de los flujos de dinero (positivos y negativos) que generará en el futuro.

El flujo de fondos debe ser actualizado al valor presente en moneda actual. Esta actualización implica descontar los flujos de efectivo futuros por los intereses que se habrían generado si se hubieran recibido hoy. Este proceso es la definición del Valor Actual Neto (VAN), que es el principal criterio para tomar decisiones en cualquier proyecto.

Por lo tanto, para evaluar un proyecto, necesitamos al menos dos elementos: un flujo de fondos y una tasa de interés. El flujo de fondos es una representación en el tiempo de los beneficios, inversiones y costos que el proyecto generará desde el presente hasta su finalización. La tasa de interés nos permite actualizar estos flujos, es decir, estimar cuánto valen en términos de hoy los flujos de efectivo futuros.

En este proyecto, el flujo de fondos incluirá los siguientes movimientos:

- **Inversión inicial:** que abarca el costo de construcción del proyecto y los costos de conexión a servicios públicos.
- **Egresos:** que comprenden las remuneraciones del personal, los costos por mantenimiento y los de servicios e insumos para el correcto funcionamiento del estadio.
- **Ingresos:** que comprenden las ganancias por los patios de comidas y restaurante, el alquiler del estadio para eventos deportivos y artísticos, ingresos por estacionamiento durante los eventos, el alquiler de los quinchos y las canchas de fútbol 5.

Por otro lado, el concepto de interés puede ser interpretado tanto como costo o como rentabilidad. El concepto de interés como costo del capital es fundamental en esta evaluación, ya que implica que usar capital en un proyecto tiene un costo asociado. Este costo puede ser explícito, como los intereses pagados por un préstamo, o implícito, relacionados con los beneficios perdidos al elegir una alternativa de inversión sobre otra. Esto último se conoce como costo de oportunidad y refleja la realidad de que no se pueden emprender todas las oportunidades de inversión simultáneamente.

Además, el interés puede ser visto como la retribución que el inversionista espera por el uso de su capital, es decir, es la rentabilidad mínima que se exige para justificar comprometerse con el proyecto.

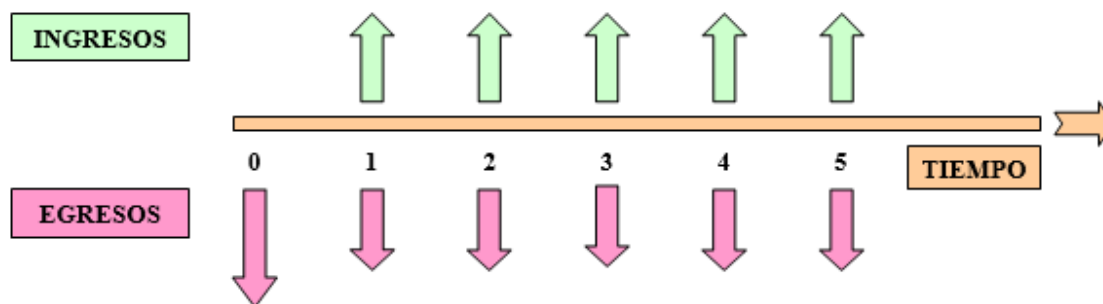


Figura 9.1. Valor actual neto (Fuente: apunte de la cátedra "Economía y evaluación de proyectos").

9.3.1. Inversión inicial

En primer lugar, se llevará a cabo el cómputo y presupuesto del estadio, así como el análisis de los ingresos y gastos generados por el mismo.

- **Cómputo y presupuesto**

Para determinar los precios de cada uno de los aspectos involucrados, se examinaron detalladamente los trabajos a realizar. Se establecieron las cantidades de los distintos materiales en primer lugar, para luego aplicarles el costo de la mano de obra, los equipos necesarios y sus precios unitarios (ver Tabla 8.1).

- **Costo de conexión a servicios públicos**

Es importante considerar que las instalaciones del proyecto en cuestión demandarán un consumo significativo de energía, lo que requerirá la instalación de un transformador de media tensión, cuyo costo será responsabilidad del solicitante.

- El costo total de la conexión a la red de energía eléctrica es de \$3.500.000.
- El costo de conexión al servicio de agua potable y a la red cloacal es de \$870.000.
- Estos valores incluyen el Impuesto al Valor Agregado (IVA). Excluyendo el IVA, el costo total por la conexión a los servicios sería de \$3.452.300.

9.3.2. Egresos

Los gastos mensuales se componen de los siguientes elementos:

- **Remuneraciones del Personal**

Se proyecta que, para garantizar el funcionamiento óptimo del estadio, será necesario contar con empleados en roles administrativos, de limpieza y de seguridad. Se estima un total de 30 empleados, lo que implica un desembolso aproximado de \$108.000.000/año.

- **Mantenimiento**

Este rubro comprende el monto destinado a garantizar el adecuado funcionamiento del estadio y las áreas adyacentes, así como la preservación de su estética e higiene, como ser suministros de limpieza, maquinaria, entre otros. Se calcula como un porcentaje del costo-

costo del proyecto, equivalente a 0,3%, lo que arroja un valor aproximado de \$24.962.132,25/año.

- **Servicios e Insumos**

Estos gastos cubren los costos mensuales de servicios como agua, electricidad, gas, así como impuestos municipales. Se calculan como un porcentaje del costo-costo del proyecto, equivalente al 0,2%, generando un valor aproximado de \$16.641.421,50/año.

Con los valores antes mencionados, se procede a calcular los egresos totales por año que tendría el proyecto en estudio (ver Tabla 9.1).

Tabla 9.1. Egresos por año (Fuente: elaboración propia).

EGRESOS POR AÑO	
Referencia	Costo/año
Remuneraciones del personal	\$108.000.000
Mantenimiento	\$24.962.132,25
Servicios	\$16.641.421,50
Total/año	\$149.603.553,76

9.3.3. Ingresos

Se considera que los ingresos mensuales estarán compuestos por los ítems descritos a continuación.

- **Ingresos por alquiler de patio de comidas y restaurante**

Se considera que los locales de comidas se alquilan a un precio de USD\$ 1.200 por mes. Considerando que hay 21, el ingreso mensual está representado por USD\$ 25.200, lo cual en moneda nacional se corresponden con \$ 22.213.800.

Por otro lado, como se detalla en el capítulo 4, el establecimiento también cuenta un restaurante el cual tiene un costo de alquiler mensual de USD\$ 2.500, lo cual en moneda nacional se corresponden con \$ 2.203.750.

Los valores antes mencionados fueron establecidos a partir de comparaciones con locales de similares características y se toma el valor del tipo de cambio oficial a la fecha en que se realiza el cómputo y presupuesto antes mencionado, que corresponde al mes de abril de 2024 y posee un valor de \$881,5.

- **Ingresos por alquiler de estadio**

Para realizar el siguiente análisis, se procede a considerar todos aquellos eventos tanto deportivos como artísticos con altas probabilidades de realizarse en Corrientes si se contara con un establecimiento con capacidad y comodidades competitivas frente a los demás sitios tentativos en la región.

En primera instancia se debe realizar un estudio del mercado artístico potencial para la zona, para ello se realizó el relevamiento de los últimos años de los espectáculos nacionales (ver Tabla 9.1) e internacionales (ver Tabla 9.2) realizados en Corrientes y Resistencia.

Tabla 9.1. Recitales nacionales en Corrientes y Resistencia (Fuente: elaboración propia).

RECITALES NACIONALES EN CORRIENTES Y RESISTENCIA				
Banda/Artista	Año	Show/año	Ciudad	Lugar
Divididos	2023	8	Corrientes	Boca Unidos
Don Osvaldo	2023			Boca Unidos
Fito Paez	2023			Cocomarola
Rata Blanca	2023			Yapire
Karina	2023			Boca Unidos
María Becerra	2023			Cocomarola
Andres Calamaro	2022	10		Cocomarola
Tini	2022			Cocomarola
No te va gustar	2022			Regatas
Lali	2022			Cocomarola
Karina	2022			Regatas
Ulises Bueno	2022			Boca Unidos
Emilia Mernes	2022			Boca Unidos
La Renga	2022			Huracan
Ciro y los persas	2022			Cocomarola
Guasones	2021			4
Los Palmeras	2021	Huracan		
Skay y los fakires	2020	1		Boca Unidos
Ataque 77	2019	15		Cocomarola
Divididos	2019			Regatas
Tini	2019			Playon Hangar
Ataque 77	2019			Playon Hangar
COTI	2019			Ribera
Andres Calamaro	2019			Cocomarola
Airbag	2019			Ribera
Vilma Palma	2019			Boca Unidos
Don Osvaldo	2019			Cocomarola
Don Osvaldo	2019			Cocomarola
Las pelotas	2023	18	Resistencia	Centenario
Festival rock al norte	2023			Estadio Central Norte
La Delio Valdez	2023			Microestadio sarmiento
Shay y los fakires	2023			Microestadio sarmiento
Ke Personajes	2023			Centenario
JAF	2023			Auditorio medico
Arbol	2023			La Nuit
La beriso	2023			Sarmiento Basquet
Cruzando el charco	2023			Auditorio
Alejandro Lerner	2023			Parque democracia
Karina	2023			Club Sarmiento
Mancha de Rolando	2023			Parque democracia
Bersuit Vergarabat	2023			Parque democracia
Guasones	2023			Estadio Central Norte
Soledad pastoruti	2023			Parque 2 de febrero
Festival de musica	2023			Parque 2 de febrero
Don Osvaldo	2022			7
Abel Pintso	2022	Autodromo		
YSY A	2022	Centenario		
Miranda	2022	Autodromo		
Karina	2022	Centenario		
Pedro Aznar	2022	Centenario		
Kapanga	2022	2		Estadio Central Norte
Lucas Sugo	2021			Centenario
Los Totora	2021	4		Centenario
TINI	2019			Centenario
No te va gustar	2019			Domo
Las pastillas del abuelo	2019			Estadio Central Norte
Promedio show/año		8		

Tabla 9.2. Recitales internacionales en Corrientes y Resistencia (Fuente: elaboración propia).

RECITALES INTERNACIONALES EN CORRIENTES Y RESISTENCIA				
Banda/Artista	Año	Show/año	Ciudad	Lugar
Ricardo Arjona	2023	4	Corrientes	Boca Unidos
Marco Antonio Solis	2023			Boca Unidos
Marco Antonio Solis	2018	2		Boca Unidos
Daddy yankee	2019	3		Cocomarola
Mana	2017	7		Club Huracan
Luis Fonsi	2017			Juventus
Calle 13	2017	2		Cocomarola
Maluma	2016			Cocomarola
Maluma	2013	2		Club Huracan
Ricardo Arjona	2012	3		Club Huracan
Luis Miguel	2012	2		Club Huracan
Luis Miguel	2010	1		Club Huracan
Maná	2007	2		Club Huracan
Marco Antonio Solis	2022	2	Resistencia	Centenario
Daddy yankee	2019	3		Domo
Molotov	2019	1		Centenario
Calle 13	2017	2		Centenario
Luis Fonsi	2017	3		Centenario
Maluma	2016	2		Domo
Mana	2015	3		Domo
Ricky Martin	2011	2		Domo
Promedio show/año		3		

Por otro lado, también se evaluaron los eventos deportivos que se llevaron a cabo en la región, más específicamente durante las ediciones de la copa argentina (ver Tabla 9.3 y Tabla 9.4), ya que uno de los objetivos a los cuales apunta este proyecto es el de convertirse en una de las sedes de competiciones de esta magnitud.

Tabla 9.3. Partidos de copa argentina en un radio de 500 km (Fuente: elaboración propia).

Copa Argentina - Partidos en la región - Radio de 500km				
Lugar	Cantidad de partidos	Capacidad del estadio	Edición	Distancia a Corrientes (km)
Resistencia	5	25.000	1°	20
Resistencia	13	25.000	2°	20
Resistencia	3	25.000	3°	20
Resistencia	0	25.000	4°	20
Resistencia	0	25.000	5°	20
Resistencia	1	25.000	6°	20
Resistencia	2	25.000	7°	20
Resistencia	1	25.000	8°	20
Resistencia	1	25.000	9°	20
Resistencia	3	25.000	10°	20
Resistencia	2	25.000	11°	20
Formosa	1	23.000	1°	300
Formosa	2	23.000	2°	300
Formosa	5	23.000	3°	300
Formosa	10	23.000	4°	300
Formosa	9	23.000	5°	300
Formosa	9	23.000	6°	300
Promedio partidos en nordeste/año	4			

Tabla 9.4. Partidos de copa argentina en un radio entre 500 km y 600 km (Fuente: elaboración propia).

Copa Argentina - Partidos - Radio de 500km a 600km de Corrientes				
Lugar	Cantidad de partidos	Capacidad de estadio	Edición	Distancia a Corrientes (km)
Colón Sta.Fe	3	37.000	1°	569
Colón Sta.Fe	2	37.000	4°	569
Colón Sta.Fe	2	37.000	6°	569
Colón Sta.Fe	4	37.000	7°	569
Colón Sta.Fe	4	37.000	8°	569
Colón Sta.Fe	3	37.000	10°	569
Colón Sta.Fe	7	37.000	11°	569
Colón Sta.Fe	2	37.000	12°	569
Atletico Rafaela Sta. Fe	2	20.000	3°	609
Atletico Rafaela Sta. Fe	1	20.000	5°	609
Atletico Rafaela Sta. Fe	1	20.000	6°	609
Atletico Rafaela Sta. Fe	1	20.000	7°	609
Atletico Rafaela Sta. Fe	2	20.000	8°	609
Atletico Rafaela Sta. Fe	3	20.000	9°	609
Atletico Rafaela Sta. Fe	3	20.000	10°	609
Atletico Rafaela Sta. Fe	1	20.000	12°	609
Unión de Sta. Fe	2	26.500	5°	565
Unión de Sta. Fe	6	26.500	6°	565
Unión de Sta. Fe	4	26.500	7°	565
Unión de Sta. Fe	5	26.500	8°	565
Unión de Sta. Fe	2	26.500	9°	565
Unión de Sta. Fe	3	26.500	10°	565
Unión de Sta. Fe	2	26.500	11°	565
Unión de Sta. Fe	2	26.500	12°	565
Patronato Paraná	2	14.000	2°	577
Patronato Paraná	1	14.000	5°	577
Patronato Paraná	3	14.000	7°	577
Patronato Paraná	3	14.000	8°	577
Patronato Paraná	2	14.000	9°	577
Patronato Paraná	1	14.000	10°	577
Santiago del estero	3	30.000	9°	635
Santiago del estero	1	30.000	10°	635
Santiago del estero	2	30.000	11°	635
Santiago del estero	2	30.000	12°	635
Promedio partidos/año	3			

El análisis anterior nos permite poner en evidencia la variedad de eventos potencialmente factibles de llevarse a cabo en el estadio "General José de San Martín", ya que el mismo contará con todos los requisitos necesarios, así como también ofrecerá servicios extras que los demás sitios analizados no poseen, como ser los patios de comidas internos, estacionamientos diferidos y con amplia capacidad.

Además, en cuanto a instalaciones deportivas se refiere, como se pudo apreciar en el capítulo 4 del presente trabajo, el estadio cumple con las normas FIFA, CONMEBOL y AFA, por lo que sería el primer estadio de la región en cumplir con dichas reglamentaciones aumentando la posibilidad de atraer eventos futbolísticos internacionales.

Luego de esta investigación, se procede al estudio del costo de alquiler de los estadios y/o sitios para la realización de los diferentes acontecimientos, para lo cual se diferencia en eventos deportivos (ver Tabla 9.5), recitales nacionales (ver Tabla 9.6) y recitales internacionales (ver Tabla 9.7).

Tabla 9.5. Costo de alquiler de estadios para eventos deportivos (Fuente: elaboración propia).

Eventos Deportivos	
Referencia	Alquiler/partido
Colon a los Pumas	USD \$50.000,00
Independiente a River	USD \$33.000,00
San Lorenzo a Boca	USD \$25.000,00
Estudiantes a Torneo de Verano 2022	USD \$30.000,00
River a independiente	USD \$15.000,00
Newell's copa arg.	USD \$14.000,00
Velez a boca	USD \$66.666,67
Cancha malvinas argentinas a clubes de primera (2016)	USD \$11.601,85
Independiente a dyj por sudamericana	USD \$70.000,00
Promedio/partido	USD \$35.029,84

Tabla 9.6. Costo de alquiler de estadios para recitales nacionales (Fuente: elaboración propia).

Recitales/eventos Nacionales		
Referencia	Estadio	Alquiler/show
La renga	Newells	USD \$75.000,00
Tini+Serrat+Beriso+Abel P	Kempes (Alquiler por 5 shows)	USD \$133.511,35
Ciro y los persas	Estadio Monumental	USD \$400.000,00
Show soy luna	Estadio Aconcagua Arena (Mza)	USD \$17.142,86
La renga	Cilindro de avellanada	USD \$120.000,00
Alquiler	Luna Park	USD \$50.000,00
Promedio/recital		USD \$132.609,03

Tabla 9.7. Costo de alquiler de estadios para recitales internacionales. (Fuente: elaboración propia)

Recitales Internacionales		
Referencia	Estadio	Alquiler/show
Aerosmith	Estadio Unico de la Plata	USD \$260.000,00
Taylor Swift	Estadio Monumental	USD \$500.000,00
Coldplay	Estadio Monumental	USD \$500.000,00
Guns and roses	Estadio Unico de la Plata	USD \$299.194,48
U2	Estadio unico de la Plata	USD \$299.194,48
Coldplay	Estadio unico de la Plata	USD \$299.194,48
Bruno mars	Estadio unico de la Plata	USD \$299.194,48
Ed sheeran	Estadio unico de la Plata	USD \$220.943,61
Montser Jam	Estadio unico de la Plata	USD \$226.516,85
U2 (segundo show)	Estadio unico de la Plata	USD \$234.000,00
Coldplay (segundo show)	Estadio unico de la Plata	USD \$215.420,01
Alquiler	Estadio Velez Sarsfield	USD \$210.000,00
Promedio/recital		USD \$296.971,53

Con los datos recabados, es posible confeccionar una tabla donde se detallan los valores de alquileres adoptados para el proyecto en estudio, los cuales se diferencian por tipo de evento. Cabe destacar que se agrega, además, el ingreso por alquiler del estadio para eventos de equipos locales, para lo cual se considera al menos 2 por mes y tendrán una tarifa diferida del

resto por encontrarse en categorías inferiores y por reunir a una menor cantidad de espectadores (ver Tabla 9.8).

Tabla 9.8. Costo de alquiler de estadios para eventos deportivos locales (Fuente: elaboración propia).

Eventos Deportivos Locales	
Referencia	Alquiler/partido
Huracan Mandiyu	USD \$1.400,00
Alquiler de estadio municipal de provincia bs as (2021)	USD \$333,33
Cancha malvinas argentinas a clubes de la B (2016)	USD \$6.722,22
Promedio/partido	USD \$2.818,52

En función de lo anterior y de las cantidades de cada clase posibles de realizarse en corrientes, se determina el ingreso por año (ver Tabla 9.9).

Tabla 9.9. Costo de alquiler de estadios. (Fuente: elaboración propia)

ALQUILER DE ESTADIO PARA EVENTOS			
Referencia	Promedio de eventos/año	Alquiler/evento	Ingresos/año
Eventos deportivos	7	USD \$30.000	USD \$210.000
Eventos deportivos locales	24	USD \$1.250	USD \$30.000
Recitales nacionales	8	USD \$115.000	USD \$920.000
Recitales internacionales	3	USD \$230.000,00	USD \$690.000,00
Total recaudado			USD \$1.850.000
Total en moneda nacional			\$1.630.775.000,00

● Ingresos por quinchos y canchas de fútbol 5

Dentro de los diferentes espacios con los cuales cuenta el proyecto, se ubican los quinchos de usos múltiples y las canchas de fútbol 5, estos se encuentran disponibles para alquiler por parte de la ciudadanía. Para determinar los potenciales ingresos que generarán los mismo, se decidió considerar lo siguiente:

- Alquiler de quincho y/o canchas para cumpleaños: al menos 20 por mes.
- Alquiler por hora para uso de cancha de fútbol 5: lunes a viernes de 14 h a 01 h; sábados y domingos de 8 h a 01 h – ocupación de 90% mensual.

Para evidenciar de una mejor manera, se decidió confeccionar una tabla en donde se plasman los ingresos antes mencionados, logrando obtener el ingreso total por año (ver Tabla 9.10).

Tabla 9.10. Ganancia de alquiler por quinchos y canchas (Fuente: elaboración propia).

ALQUILER DE QUINCHOS Y CANCHAS DE FUTBOL 5				
Referencia	Cant. de quinchos/canchas	Prom. de eventos/mes y por quincho	Alquiler/evento	Ingresos/año
Quinchos	4	5	\$60.000	\$14.400.000
Cancha/hora	4	320	\$12.500,00	\$192.240.000
Total recaudado/año				\$206.640.000

● Ingresos por estacionamiento

Entro los diversos sectores del proyecto, se incluyen las áreas de estacionamiento que se consideran como una fuente de ingresos. Durante cada evento deportivo o artístico que tenga lugar en el predio se cobrará a los usuarios por el uso de estos espacios (ver Tabla 9.11).

Para calcular los posibles ingresos que generarán, se tuvo en cuenta una ocupación del 80% de los sitios para estacionamiento y un costo por vehículo de \$ 5.000.

Tabla 9.11. Ganancia por estacionamiento (Fuente: elaboración propia).

ESTACIONAMIENTOS					
Referencia	Plazas	Ocupacion	Cant. Eventos	Costo unit	Ingreso/año
Estacionamiento	1136	80%	25	\$5.000,00	\$113.600.000

Con todos los valores resultantes de las tablas anteriores, se procede a calcular los ingresos totales por año que generaría el predio en estudio (ver Tabla 9.12).

Tabla 9.12. Ingresos por año (Fuente: elaboración propia).

INGRESOS POR AÑO	
Referencia	Costo/año
Patio de comidas	\$266.565.600
Restaurante	\$26.445.000
Alquiler de estadio para eventos	\$1.630.775.000
Quinchos	\$14.400.000
Canchas de futbol 5	\$192.240.000
Estacionamientos	\$113.600.000
Total/año	\$2.130.425.600

9.4. Crédito bancario

Se considera la viabilidad de que el inversor privado pueda acceder a un préstamo bancario con una tasa de interés anual del 10% bajo el esquema de amortización francés. El plazo del préstamo se ha establecido en 20 años, una duración inferior al período de análisis financiero del proyecto. Esta elección se fundamenta en la intención de extender el intervalo durante el cual no se experimentará el desembolso asociado con la devolución del préstamo, permitiendo así un período más prolongado de mayores ganancias.

El aprovechamiento de este crédito contribuye a optimizar la rentabilidad del proyecto al utilizar el valor del dinero en el momento inicial, en vez de invertir la totalidad del capital en el primer año. Se plantea en un principio financiar el 50% del monto total de la inversión, y posteriormente se evaluarán distintos porcentajes del mismo durante el análisis de sensibilidad.

Tabla 9.13. Tratamiento del crédito. (Fuente: elaboración propia)

TRATAMIENTO DE CREDITO						
Tasa de interés del Crédito	10%					
Cantidad de Cuotas	20					
Conceptos	0	1	2	3	4	5
Crédito	\$ 4.160.355.375,74					
Total Crédito Acumulado	\$ 4.160.355.375,74					
Devolución del Crédito						
Capital adeudado	\$ 4.160.355.375,74	\$ 4.087.717.131,96	\$ 4.007.815.063,80	\$ 3.919.922.788,83	\$ 3.823.241.286,35	\$ 3.716.891.633,63
Cuota Total		\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35
Cuota de Capital		\$ 72.638.243,78	\$ 79.902.068,16	\$ 87.892.274,97	\$ 96.681.502,47	\$ 106.349.652,72
Intereses		\$ 416.035.537,57	\$ 408.771.713,20	\$ 400.781.506,38	\$ 391.992.278,88	\$ 382.324.128,64

6	7	8	9	10	11	12
\$ 3.599.907.015,64	\$ 3.471.223.935,85	\$ 3.329.672.548,08	\$ 3.173.966.021,53	\$ 3.002.688.842,33	\$ 2.814.283.945,21	\$ 2.607.038.558,38
\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35
\$ 116.984.617,99	\$ 128.683.079,79	\$ 141.551.387,77	\$ 155.706.526,55	\$ 171.277.179,20	\$ 188.404.897,12	\$ 207.245.386,83
\$ 371.689.163,36	\$ 359.990.701,56	\$ 347.122.393,59	\$ 332.967.254,81	\$ 317.396.602,15	\$ 300.268.884,23	\$ 281.428.394,52

13	14	15	16	17	18	19	20
\$ 2.379.068.632,86	\$ 2.128.301.714,79	\$ 1.852.458.104,92	\$ 1.549.030.134,05	\$ 1.215.259.366,10	\$ 848.111.521,36	\$ 444.248.892,14	\$ 0,00
\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35
\$ 227.969.925,52	\$ 250.766.918,07	\$ 275.843.609,88	\$ 303.427.970,86	\$ 333.770.767,95	\$ 367.147.844,74	\$ 403.862.629,22	\$ 444.248.892,14
\$ 260.703.855,84	\$ 237.906.863,29	\$ 212.830.171,48	\$ 185.245.810,49	\$ 154.903.013,41	\$ 121.525.936,61	\$ 84.811.152,14	\$ 44.424.889,21

9.5. Importancia del riesgo en un proyecto y determinación de la tasa de interés

A pesar de que los estudios de mercado pueden proporcionar una estimación aproximada de los ingresos del proyecto, no se puede garantizar que los números exactos reflejados en el flujo de fondos sean los mismos en la realidad. Esta variabilidad hace que el proyecto sea considerado riesgoso. En términos financieros, el riesgo se refiere principalmente a la fluctuación de los ingresos de una inversión.

El riesgo de un proyecto y su potencial de rentabilidad están estrechamente relacionados, ya que, a mayor riesgo, se espera que el inversionista busque una mayor rentabilidad. En el caso del proyecto de inversión del estadio en cuestión, los principales ingresos provienen de:

- El alquiler del estadio para eventos deportivos y artísticos, cuya frecuencia puede variar considerablemente dependiendo del tipo y la cantidad de espectáculos organizados, así como la popularidad de los artistas y la selección del estadio como sede de ciertos eventos deportivos.
- El alquiler de locales de comida y del restaurante.
- El alquiler de canchas de fútbol 5.
- El alquiler de quinchos.
- Ingreso por estacionamientos.

Esto significa que los inversionistas evaluarán el proyecto en comparación con otras oportunidades altamente rentables, lo que representa un alto costo de oportunidad. Solo si se demuestra que el proyecto es igual o más rentable que otras opciones, los inversionistas considerarán realizar la inversión.

Por lo tanto, para la evaluación privada del proyecto preliminar, se utilizará una tasa de costo de oportunidad de 15% anual.

9.6. Análisis de flujos de fondos y rentabilidad

Una vez identificados los ingresos y egresos monetarios que ocurrirán durante la vida útil del proyecto, es posible determinar mediante ciertos indicadores si el mismo resultará rentable para una entidad privada.

Los indicadores utilizados son el Valor Actual Neto (VAN), que representa en términos monetarios y a valores presentes los beneficios netos totales generados por el proyecto, y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que expresa en términos porcentuales la rentabilidad social anual del mismo.

Para determinar las variables económicas, se elabora un flujo de caja para la evaluación financiera, éste se extenderá a lo largo de 30 años, coincidiendo con el período de concesión acordado para el inversor privado que llevará a cabo el proyecto, contabilizando desde la finalización de la construcción del estadio.

A continuación, se procederá a realizar el análisis de flujos de fondos y se calcularán los indicadores de rentabilidad (ver Tabla 9.13).

Tabla 9.14. Flujo de fondos de evaluación financiera. (Fuente: elaboración propia)

FLUJO DE FONDOS						
Conceptos	0	1	2	3	4	5
Ingresos						
Crédito	\$ 4.160.355.375,74					
Patio de comidas		\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00
Restaurante		\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00
Alquiler de estadio para eventos		\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00
Quinchos		\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00
Canchas de futbol 5		\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00
Estacionamientos		\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00
IVA por ingresos		\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00
Recup. Capital de trabajo						
Total Ingresos	\$ 4.160.355.375,74	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00
Egresos						
Inversión inicial	\$ 8.320.710.751,48					
Terreno	\$ 0,00					
Conexión a servicios públicos	\$ 3.452.300,00					
IVA s/Inversiones	\$ 1.748.074.240,81					
Cap. De trabajo	\$ 149.603.553,76					
Gastos Fijos						
Mano de Obra (\$/año)		\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00
Mantenimiento (\$/año) (S/IVA)		\$ 24.962.132,25	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84
Servicios (\$/año) (S/IVA)		\$ 16.641.421,50	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46
IVA s/Gastos Fijos		\$ 31.416.746,29	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94
Devolucion del credito		\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35
Impuestos						
Impuesto a las Ganancias		\$ 693.287.716,18	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10
Pago de IVA al Fisco		\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 414.179.069,13
Total Egresos	\$ 10.221.840.846,05	\$ 1.362.981.797,59	\$ 1.400.749.965,69	\$ 1.400.749.965,69	\$ 1.400.749.965,69	\$ 1.814.929.034,82
Flujo de Caja	-\$ 6.061.485.470,31	\$ 1.352.289.178,41	\$ 1.314.521.010,31	\$ 1.314.521.010,31	\$ 1.314.521.010,31	\$ 900.341.941,18
Saldo Acumulado	-\$ 6.061.485.470,31	-\$ 4.709.196.291,89	-\$ 3.394.675.281,59	-\$ 2.080.154.271,28	-\$ 765.633.260,97	\$ 134.708.680,21

6	7	8	9	10	11	12
\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00
\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00
\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00
\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00
\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00
\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00
\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00
\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00
\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00
\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84
\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46
\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94
\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35
\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10
\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06
\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75
\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25
\$ 1.018.623.520,46	\$ 1.902.538.360,71	\$ 2.786.453.200,96	\$ 3.670.368.041,21	\$ 4.554.282.881,46	\$ 5.438.197.721,71	\$ 6.322.112.561,96
13	14	15	16	17	18	19
\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00
\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00
\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00
\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00
\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00
\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00
\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00
\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00
\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00
\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84
\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46
\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94
\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35	\$ 488.673.781,35
\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10
\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06
\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.831.356.135,75
\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25	\$ 883.914.840,25
\$ 7.206.027.402,21	\$ 8.089.942.242,46	\$ 8.973.857.082,71	\$ 9.857.771.922,96	\$ 10.741.686.763,21	\$ 11.625.601.603,46	\$ 12.509.516.443,71

20	21	22	23	24	25
\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00
\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00
\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00
\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00
\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00
\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00
\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00
\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00
\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00
\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84
\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46
\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94
\$ 488.673.781,35					
\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10
\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06
\$ 1.831.356.135,75	\$ 1.342.682.354,40	\$ 1.342.682.354,40	\$ 1.342.682.354,40	\$ 1.342.682.354,40	\$ 1.342.682.354,40
\$ 883.914.840,25	\$ 1.372.588.621,61	\$ 1.372.588.621,61	\$ 1.372.588.621,61	\$ 1.372.588.621,61	\$ 1.372.588.621,61
\$ 13.393.431.283,96	\$ 14.766.019.905,56	\$ 16.138.608.527,17	\$ 17.511.197.148,77	\$ 18.883.785.770,38	\$ 20.256.374.391,98

26	27	28	29	30
\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00	\$ 266.565.600,00
\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00	\$ 26.445.000,00
\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00	\$ 1.630.775.000,00
\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00	\$ 14.400.000,00
\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00	\$ 192.240.000,00
\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00	\$ 113.600.000,00
\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00	\$ 471.245.376,00
				\$ 149.603.553,76
\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.715.270.976,00	\$ 2.864.874.529,76
\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00	\$ 108.000.000,00
\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84	\$ 47.511.126,84
\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46	\$ 38.008.901,46
\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94	\$ 40.639.205,94
\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10	\$ 677.916.950,10
\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06	\$ 430.606.170,06
\$ 1.342.682.354,40	\$ 1.342.682.354,40	\$ 1.342.682.354,40	\$ 1.342.682.354,40	\$ 1.342.682.354,40
\$ 1.372.588.621,61	\$ 1.372.588.621,61	\$ 1.372.588.621,61	\$ 1.372.588.621,61	\$ 1.522.192.175,36
\$ 21.628.963.013,59	\$ 23.001.551.635,19	\$ 24.374.140.256,80	\$ 25.746.728.878,40	\$ 27.268.921.053,77

A modo de resumen del flujo de fondos elaborado anteriormente, se obtuvieron los siguientes indicadores de rentabilidad (ver Tabla 9.14):

Tabla 9.15. Indicadores de rentabilidad. (Fuente: elaboración propia)

Tasa de Descuento	15%
TIR	18%
VAN	\$ 1.164.772.115,41

9.6.1. Conclusión de rentabilidad

En función del análisis financiero, se puede apreciar en la Tabla 9.15 que el Valor Actual Neto (VAN) es positivo (> 0), lo que indica que los flujos de efectivo netos futuros descontados al valor presente son favorables para el inversionista. Además, la Tasa Interna de Retorno (TIR) supera la tasa de descuento anual considerada ($18\% > 15\%$), lo que sugiere que el proyecto es rentable y beneficioso para el inversionista privado.

9.7. Análisis de sensibilidad

Se efectúa un análisis de sensibilidad respecto al VAN y la TIR para identificar la variable que influye mayoritariamente en los índices de rentabilidad, los cuales son los resultados finales del estudio. Este procedimiento implica mantener constantes todas las variables excepto la que se encuentra en análisis. Mediante iteraciones se logra identificar el componente que requiere mayor atención y ajuste en su selección.

Tabla 9.16. Valores adoptados para las variables en estudio. (Fuente: elaboración propia)

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD			
Variables	Mínimo	Normal	Máximo
Inversión inicial	\$ 7.488.639.676,33	\$ 8.320.710.751,48	\$ 9.152.781.826,63
Eventos deportivos	2	7	12
Recitales internacionales	0	3	6
Crédito	\$ 0,00	\$ 4.160.355.375,74	\$ 8.320.710.751,48

Tabla 9.17. Análisis de sensibilidad de la inversión inicial. (Fuente: elaboración propia)

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD - INVERSIÓN INICIAL			
Variables	Mínimo	Normal	Máximo
Inversión inicial	\$ 7.488.639.676,33	\$ 8.320.710.751,48	\$ 9.152.781.826,63
Eventos deportivos	7	7	7
Recitales internacionales	3	3	3
Crédito	\$ 4.160.355.375,74	\$ 4.160.355.375,74	\$ 4.160.355.375,74
TIR (%)	22%	18%	16%
VAN (15%)	\$ 2.079.607.148,55	\$ 1.164.772.115,41	\$ 238.065.881,54

Tabla 9.18. Análisis de sensibilidad de la cantidad de eventos deportivos. (Fuente: elaboración propia)

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD - DEPORTIVO			
Variables	Mínimo	Normal	Máximo
Inversión inicial	\$ 8.320.710.751,48	\$ 8.320.710.751,48	\$ 8.320.710.751,48
Eventos deportivos	2	7	12
Recitales internacionales	3	3	3
Crédito	\$ 4.160.355.375,74	\$ 4.160.355.375,74	\$ 4.160.355.375,74
TIR (%)	17%	18%	20%
VAN (15%)	\$ 576.396.812,93	\$ 1.164.772.115,41	\$ 1.746.089.355,33

Tabla 9.19. Análisis de sensibilidad de la cantidad de recitales internacionales. (Fuente: elaboración propia)

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD - RECITALES			
Variables	Mínimo	Normal	Máximo
Inversión inicial	\$ 8.320.710.751,48	\$ 8.320.710.751,48	\$ 8.320.710.751,48
Eventos deportivos	7	7	7
Recitales internacionales	0	3	6
Crédito	\$ 4.160.355.375,74	\$ 4.160.355.375,74	\$ 4.160.355.375,74
TIR (%)	11%	18%	26%
VAN (15%)	-\$ 1.556.310.811,92	\$ 1.164.772.115,41	\$ 3.834.421.145,95

Tabla 9.20. Análisis de sensibilidad del monto del crédito bancario. (Fuente: elaboración propia)

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD - CRÉDITO			
Variables	Mínimo	Normal	Máximo
Inversión inicial	\$ 8.320.710.751,48	\$ 8.320.710.751,48	\$ 8.320.710.751,48
Eventos deportivos	7	7	7
Recitales internacionales	3	3	3
Crédito	\$ 0,00	\$ 4.160.355.375,74	\$ 6.656.568.601,18
TIR (%)	15%	18%	24%
VAN (15%)	\$ 63.187.919,70	\$ 1.164.772.115,41	\$ 1.825.722.632,85

9.7.1. Conclusión de sensibilidad

Se observa que la variable que ejerce mayor impacto es la cantidad de recitales internacionales por año, dado que una reducción en este parámetro conduce rápidamente a una variación de valores positivos a negativos en los índices de rentabilidad (VAN – TIR). Asimismo, se evidencia la sensibilidad sobre la inversión inicial, de la cantidad de eventos deportivos y del monto del crédito bancario, los cuales presentan una notable influencia, aunque menos significativos en comparación con la primera variable mencionada.

Capítulo 10 – Conclusiones y recomendaciones

A lo largo del desarrollo del trabajo se abordaron distintas áreas de la ingeniería, desde el análisis de alternativas de proyecto, estudio de reglamentaciones, arquitectura y tecnologías constructivas, vías de comunicación, hidráulica, hidrología, cálculo estructural y finalizando con el cómputo, presupuesto y análisis financiero del mismo.

La materialización de este anteproyecto será un impulsor clave para el crecimiento de la industria turística, posicionándose como un sitio icónico de la región, generando efectos positivos en sectores complementarios como el de hotelería y gastronomía, consolidando a la misma como un importante destino a nivel nacional e internacional para la realización de eventos deportivos y culturales. Además, estimulará a la industria del entretenimiento a organizar este tipo de actividades con mayor frecuencia en la región.

A raíz de lo mencionado anteriormente, sería posible plantear al estadio como una mejor alternativa ante los diferentes sitios utilizados para eventos multitudinarios con los cuales cuenta actualmente la región, como ser, el anfiteatro Cocomarola, el estadio José Antonio Romero Feris, el estadio Centenario, entre otros, ya que el mismo poseerá una amplia ventaja a nivel edilicio, ubicación, prestaciones, capacidad y modernización frente a los mismos, obteniendo así, un rol protagónico en la región.

Por otro lado a partir de las evaluaciones financieras realizadas se puede concluir que el proyecto es factible de realizarse desde el punto de vista privado sin intervención de entidades públicas, por lo cual, al ser la infraestructura planteada como un estadio regional, el cual será propiedad del estado luego del plazo de concesión acordado con el sector privado, se podría considerar una mejor viabilidad de su construcción a partir de un incentivo económico por parte del estado para con los mismos.

Finalmente, además de las ya mencionadas, se enumeran una serie de recomendaciones en vista de una posible revisión o modificación de este proyecto:

- Se sugiere complementar el trabajo desarrollado con el dimensionado de las distintas instalaciones necesarias para este tipo de infraestructuras, como ser, provisión de agua fría y caliente, sistema de prevención contra incendios y de riego, instalaciones de desagüe cloacal y pluvial, suministro eléctrico, entre otros.
- Debido a los alcances del proyecto, no se realizaron estudios en profundidad del sistema de drenaje del campo de juego, por lo cual se insta a llevar a cabo el mismo.
- A causa del revestimiento de vidrio planteado para el estadio, se aconseja llevar a cabo el análisis de la transmitancia térmica del mismo, ya que con este se podría tener una mejor perspectiva del confort necesario para los espectadores.
- Se aconseja efectuar un estudio de suelos en el sitio de implantación del proyecto, el cual deberá contar con el número de sondeos necesarios en función del tamaño del mismo y de la importancia de la estructura, para obtener de esta manera una información más certera del comportamiento de los estratos presentes en el lugar.

- Como consecuencia de la escasa información topográfica, se recomienda realizar un relevamiento topográfico en el sitio para obtener con mayor exactitud las pendientes del predio.
- A raíz de la falta de especificaciones para el cálculo de la acción del viento en este tipo de estructuras, por parte del reglamento CIRSOC 102, se recomienda someter al ensayo del túnel de viento de un modelo a escala del mismo, siguiendo los lineamientos establecidos para dichos ensayos.
- Se recomienda realizar un estudio más profundo respecto a la vibración que causa el movimiento de las personas, ya que, si bien se tuvo en cuenta este efecto al mayorar las sobrecargas un 50%, para llevar a cabo el proyecto se debería ejecutar un análisis más profundo respecto a esto y a la frecuencia natural de las tribunas.
- A causa de la extensión del presente trabajó, no se realizó la verificación de las fundaciones propuestas por el estudio de suelo, el cual propone utilizar un sistema de cabezales y pilotes elaborados in situ, por lo tanto, se insta a llevar a cabo dicha verificación.

Capítulo 11-Bibliografía

- ¿Cuánto mide una cancha de fútbol? Medidas reglamentarias mínimas y máximas (2021, 28 de abril). *Goal*. Recuperado de: <https://www.goal.com/es-ar/noticias/cuanto-mide-una-cancha-de-futbol-medidas-reglamentarias-minimas-y-maximas/kwgcc1zerb7v19glf2ia8ug7r>
- Administración Provincial del Agua del Chaco (2019). Curvas IDF del AMGR. APA.
- AFA (2011). *Reglamento general*.
- Anexo:Estadios de fútbol de Argentina (s.f) Wikipedia. Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Estadios de f%C3%BAtbol de Argentina](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Estadios_de_f%C3%BAtbol_de_Argentina)
- Apuntes de la Cátedra de Economía y Evaluación de Proyectos, de la carrera de Ingeniería Civil de la UNNE.
- Boca venció a Olimpo por 2-1 y avanzó en la Copa Argentina. (2023, 25 de marzo). *El gráfico*. Recuperado de: <https://www.elgrafico.com.ar/articulo/1054/62994/boca-vencio-a-olimpopor-2-1-y-avanzo-en-copa-argentina>
- CIRSOC 201 (2005). *Reglamento Argentino de estructuras de hormigón*. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI).
- CONMEBOL (2023). *Manual de clubes*.
- Conoce detalles de la construcción del Estadio Único de Santiago del Estero (2019, 23 de abril) *Diario Panorama*. Recuperado de: <https://www.diariopanorama.com/noticia/318322/conoce-detalles-construccion-estadio-nico-santiago-estero>
- Diego Calo, Matias Polzinetti, Matias Camueira. (2016). *Manual de pavimentos urbanos de hormigón*. (1° ed). Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto del Cemento Portland Argentino.
- El estadio Único de La Plata se llamará Diego Armando Maradona. (2020, 18 de diciembre). *Diario Norte*. Recuperado de: <https://www.diarionorte.com/199780-el-estadio-unico-de-la-plata-se-llamara-diego-armando-maradona>
- En el jardín. (28 de febrero de 2021). Ibirá pitá, lo vas a conocer y querer. Recuperado de: <https://www.eneljardin.com/2011/02/ibira-pita-lo-vas-conocer-y-querer.html>
- Ernst Neufert (1999). *El arte de proyectar en arquitectura*. (14° ed.) México: Ediciones G. Gili.
- Estadio de Boca Unidos de Corrientes (2014, 29 de octubre). *Estadios de Argentina*. Recuperado de: <https://www.estadiosdeargentina.com.ar/cancha-de-boca-unidos-de-corrientes/>
- Estadio de Huracán Corrientes. (2014, 4 de febrero). *Estadios de Argentina*. Recuperado de: <https://www.estadiosdeargentina.com.ar/cancha-de-huracan-corrientes/>
- Estadio de Sarmiento de Resistencia. (2014, 12 de marzo). *Estadios de Argentina*. Recuperado de: <https://www.estadiosdeargentina.com.ar/cancha-de-sarmiento-de-resistencia/>

- Estadio Kempes: hito de la ingeniería cordobesa. (2022, 1 de julio). *La voz*. Recuperado de: <https://www.lavoz.com.ar/espacio-institucional/estadio-kempes-hito-de-la-ingenieria-cordobesa/>
- Estadio Mario Alberto Kempes (2017). *Astori*. Recuperado de: <https://www.astori.com.ar/novedad/estadio-mario-alberto-kempes>
- Estadio Único Madre de Ciudades, en Santiago del Estero: capacidad, historia y ubicación. (2021, 16 de abril). *Goal*. Recuperado de: <https://www.goal.com/es-ar/noticias/estadio-unico-madre-de-ciudades-sede-de-la-final-de-la-supercopa-argentina-capacidad-historia-y-ubicacion/g0jaw332cjen16zbontwc7aqj>.
- Festival Chaco Joven: Cerca de 75 mil personas. (2022, 26 de septiembre). *Diario Plaza 109*. Recuperado de: <https://diarioplaza109.com.ar/2022/09/26/festival-chaco-joven-cerca-de-75-mil-personas/>
- FIFA (2021). *Estadios de fútbol. Recomendaciones técnicas y requisitos*.
- FIFA culpa a error de impresión por sector inexistente en Arena Pernambuco. (2013, 15 de julio). *Go.globo*. Recuperado de: <https://ge.globo.com/futebol/copa-das-confederacoes/noticia/2013/06/fifa-culpa-erro-de-impressao-por-setor-inexistente-na-arena-pernambuco.html>
- Flores, Rubén André. (2019). *Diseño y cálculo de estructura resistente para tribunas de cancha de fútbol de la ciudad deportiva de Villa María*.
- Flores. (s.f.). Palo Borracho. Recuperado de: <https://www.flores.ninja/palo-borracho/>
- Fotos y videos: Huracanazo de la Renga en Corrientes (2022, 22 de mayo). *+Contenidos.net*. Recuperado de: <https://mascontenidos.net/contenido/29976/fotos-y-videos-huracanazo-de-la-renga-en-corrientes#&gid=1&pid=1>
- Información sobre accesos al estadio Mario Alberto Kempes para River - Estudiantes (BA). (2019, 13 de julio). *Copa Argentina*. Recuperado de: <https://www.copaargentina.org/es/news/8915-Informacion-sobre-accesos-al-estadio-Mario-Alberto-Kempes-para-River-Estudiantes-BA-.html>
- Ing. Oscar V. Cordo. (1993). *AASHTO Design Procedures For New Pavements*. Estados Unidos: instituto Nacional de Carreteras de Estados Unidos (NHI).
- Jorge R. Bernal. (2005). Hormigón armado – Tablas I.
- La nueva cara del Defensores del Chaco. (2021, 12 de enero). *Versus*. Recuperado de: <https://www.versus.com.py/versus/2021/01/12/la-nueva-cara-del-defensores-del-chaco/>
- Las memorias del estadio Centenario: anécdotas del icono uruguayo. (2019, 30 de octubre). *El observador*. Recuperado de: <https://www.elobservador.com.uy/nota/primeros-mundiales-bicicletas-empantanadas-y-un-papa-las-memorias-del-estadio-centenario-2019102816460>
- Lifeder. (18 de diciembre de 2020). Lapacho rosado: características, hábitat, propiedades, usos. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/lapacho-rosado/>.
- Lifeder. (18 de diciembre de 2020). Palmera pindó: características, hábitat, enfermedades. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/palmera-pindo/>.
- Los Pumas y una triste actuación en Resistencia perdieron 44-15.(2018, 23 de julio). *Chaco día por día*. Recuperado de: <https://chacodiapordia.com/2018/06/23/los-pumas-y-una-triste-actuacion-en-resistencia-perdieron-44-15/>

- Macarena Belén Fagundez, María Agustina Invaldi (2017). *Anteproyecto de un club deportivo y social en el predio de Santa Catalina, ciudad de Corrientes*. Resistencia: Universidad Nacional del Nordeste.
- Marco Antonio Solís colmó el Estadio Centenario y deslumbró a sus fans chaqueños (2022, 22 de octubre). *Diario Chaco*. Recuperado de: <https://www.diariochaco.com/628713-marco-antonio-solis-colmo-el-estadio-centenario-y-deslumbro-a-sus-fans-chaquenos->
- Möller, Oscar. (2010). *Hormigón armado: conceptos básicos y diseño de elementos con aplicación de reglamento CIRSOC 201-2005* (4ta edición). Rosario: Editorial de la Universidad Nacional de Rosario.
- Municipalidad de Corrientes. (2005). *Código de Edificación de la Ciudad de Corrientes*. Ordenanza N°4169.
- Municipalidad de Corrientes. (2017). *Código de planeamiento de la Ciudad de Corrientes*. Ordenanza N°1071.
- Nomination: Itaipava Arena Pernambuco. (2024, 14 de febrero). *Stadiumdb*. Recuperado de: <http://stadiumdb.com/news/2014/02/nomination-itaipava-arena-pernambuco>
- Nuestra flora. (s.f.). Jacarandá Árbol: Características, Plantación, y Cuidados. Recuperado de: <https://nuestraflora.com/c-arboles/arbol-de-jacaranda/>
- Orlor y Donini. (2011). *Introducción al cálculo de Hormigón Estructural* (2da edición).
- Pilar, Jorge. (2021). *Introducción al análisis multiobjetivo*.
- Pré-fabricado faz arenas da Copa virarem realidade. (2012, 5 de noviembre). *civilizacao engenheira*. Recuperado de: <https://civilizacaoengenheira.wordpress.com/2012/11/05/pre-fabricado-faz-arenas-da-copa-virarem-realidade/>
- Resultados definitivos del Censo 2022. (2022) INDEC. Recuperado de: <https://censo.gob.ar/index.php/datos-definitivos/>
- Se cumplen 93 años de la inauguración del Estadio Centenario. (2023, 18 de julio). *AUF sitio web oficial*. Recuperado de: <https://www.auf.org.uy/se-cumplen-93-anos-de-la-inauguracion-del-estadio-centenario/>
- Único y a la vanguardia. (2010, 13 de octubre). *Espacio y confort*. Recuperado de: <https://espacioyconfort.com.ar/contenido/2841/unico-y-a-la-vanguardia>
- Ven Te Chow, Maidment y Mays. (1994). *Hidrología Aplicada*. Editorial Mc - Graw – Hill Interamericana. Santa Fe de Bogotá (Colombia)

ANEXOS

Tabla N°1.1. Usos según distrito (Fuente: Código de Planeamiento de la Ciudad de Corrientes).

PLANILLA N° 3										Hoja 2				USOS SEGUN DISTRITOS										OBS.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ACTIVIDAD		DISTRITOS																		OBS.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
TIPO		R				C				E				I				Establecimientos				OBS.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		R1	R2	R3	R4	R41	R42	R43	R44	R45	R46	R47	R48	R49	R50	R51	R52	R53	R54	R55	R56	R57	R58	R59	R60	R61	R62	R63	R64	R65	R66	R67	R68	R69	R70	R71	R72	R73	R74	R75	R76	R77	R78	R79	R80	R81	R82	R83	R84	R85	R86	R87	R88	R89	R90	R91	R92	R93	R94	R95	R96	R97	R98	R99	R100	R101	R102	R103	R104	R105	R106	R107	R108	R109	R110	R111	R112	R113	R114	R115	R116	R117	R118	R119	R120	R121	R122	R123	R124	R125	R126	R127	R128	R129	R130	R131	R132	R133	R134	R135	R136	R137	R138	R139	R140	R141	R142	R143	R144	R145	R146	R147	R148	R149	R150	R151	R152	R153	R154	R155	R156	R157	R158	R159	R160	R161	R162	R163	R164	R165	R166	R167	R168	R169	R170	R171	R172	R173	R174	R175	R176	R177	R178	R179	R180	R181	R182	R183	R184	R185	R186	R187	R188	R189	R190	R191	R192	R193	R194	R195	R196	R197	R198	R199	R200	R201	R202	R203	R204	R205	R206	R207	R208	R209	R210	R211	R212	R213	R214	R215	R216	R217	R218	R219	R220	R221	R222	R223	R224	R225	R226	R227	R228	R229	R230	R231	R232	R233	R234	R235	R236	R237	R238	R239	R240	R241	R242	R243	R244	R245	R246	R247	R248	R249	R250	R251	R252	R253	R254	R255	R256	R257	R258	R259	R260	R261	R262	R263	R264	R265	R266	R267	R268	R269	R270	R271	R272	R273	R274	R275	R276	R277	R278	R279	R280	R281	R282	R283	R284	R285	R286	R287	R288	R289	R290	R291	R292	R293	R294	R295	R296	R297	R298	R299	R300	R301	R302	R303	R304	R305	R306	R307	R308	R309	R310	R311	R312	R313	R314	R315	R316	R317	R318	R319	R320	R321	R322	R323	R324	R325	R326	R327	R328	R329	R330	R331	R332	R333	R334	R335	R336	R337	R338	R339	R340	R341	R342	R343	R344	R345	R346	R347	R348	R349	R350	R351	R352	R353	R354	R355	R356	R357	R358	R359	R360	R361	R362	R363	R364	R365	R366	R367	R368	R369	R370	R371	R372	R373	R374	R375	R376	R377	R378	R379	R380	R381	R382	R383	R384	R385	R386	R387	R388	R389	R390	R391	R392	R393	R394	R395	R396	R397	R398	R399	R400	R401	R402	R403	R404	R405	R406	R407	R408	R409	R410	R411	R412	R413	R414	R415	R416	R417	R418	R419	R420	R421	R422	R423	R424	R425	R426	R427	R428	R429	R430	R431	R432	R433	R434	R435	R436	R437	R438	R439	R440	R441	R442	R443	R444	R445	R446	R447	R448	R449	R450	R451	R452	R453	R454	R455	R456	R457	R458	R459	R460	R461	R462	R463	R464	R465	R466	R467	R468	R469	R470	R471	R472	R473	R474	R475	R476	R477	R478	R479	R480	R481	R482	R483	R484	R485	R486	R487	R488	R489	R490	R491	R492	R493	R494	R495	R496	R497	R498	R499	R500	R501	R502	R503	R504	R505	R506	R507	R508	R509	R510	R511	R512	R513	R514	R515	R516	R517	R518	R519	R520	R521	R522	R523	R524	R525	R526	R527	R528	R529	R530	R531	R532	R533	R534	R535	R536	R537	R538	R539	R540	R541	R542	R543	R544	R545	R546	R547	R548	R549	R550	R551	R552	R553	R554	R555	R556	R557	R558	R559	R560	R561	R562	R563	R564	R565	R566	R567	R568	R569	R570	R571	R572	R573	R574	R575	R576	R577	R578	R579	R580	R581	R582	R583	R584	R585	R586	R587	R588	R589	R590	R591	R592	R593	R594	R595	R596	R597	R598	R599	R600	R601	R602	R603	R604	R605	R606	R607	R608	R609	R610	R611	R612	R613	R614	R615	R616	R617	R618	R619	R620	R621	R622	R623	R624	R625	R626	R627	R628	R629	R630	R631	R632	R633	R634	R635	R636	R637	R638	R639	R640	R641	R642	R643	R644	R645	R646	R647	R648	R649	R650	R651	R652	R653	R654	R655	R656	R657	R658	R659	R660	R661	R662	R663	R664	R665	R666	R667	R668	R669	R670	R671	R672	R673	R674	R675	R676	R677	R678	R679	R680	R681	R682	R683	R684	R685	R686	R687	R688	R689	R690	R691	R692	R693	R694	R695	R696	R697	R698	R699	R700	R701	R702	R703	R704	R705	R706	R707	R708	R709	R710	R711	R712	R713	R714	R715	R716	R717	R718	R719	R720	R721	R722	R723	R724	R725	R726	R727	R728	R729	R730	R731	R732	R733	R734	R735	R736	R737	R738	R739	R740	R741	R742	R743	R744	R745	R746	R747	R748	R749	R750	R751	R752	R753	R754	R755	R756	R757	R758	R759	R760	R761	R762	R763	R764	R765	R766	R767	R768	R769	R770	R771	R772	R773	R774	R775	R776	R777	R778	R779	R780	R781	R782	R783	R784	R785	R786	R787	R788	R789	R790	R791	R792	R793	R794	R795	R796	R797	R798	R799	R800	R801	R802	R803	R804	R805	R806	R807	R808	R809	R810	R811	R812	R813	R814	R815	R816	R817	R818	R819	R820	R821	R822	R823	R824	R825	R826	R827	R828	R829	R830	R831	R832	R833	R834	R835	R836	R837	R838	R839	R840	R841	R842	R843	R844	R845	R846	R847	R848	R849	R850	R851	R852	R853	R854	R855	R856	R857	R858	R859	R860	R861	R862	R863	R864	R865	R866	R867	R868	R869	R870	R871	R872	R873	R874	R875	R876	R877	R878	R879	R880	R881	R882	R883	R884	R885	R886	R887	R888	R889	R890	R891	R892	R893	R894	R895	R896	R897	R898	R899	R900	R901	R902	R903	R904	R905	R906	R907	R908	R909	R910	R911	R912	R913	R914	R915	R916	R917	R918	R919	R920	R921	R922	R923	R924	R925	R926	R927	R928	R929	R930	R931	R932	R933	R934	R935	R936	R937	R938	R939	R940	R941	R942	R943	R944	R945	R946	R947	R948	R949	R950	R951	R952	R953	R954	R955	R956	R957	R958	R959	R960	R961	R962	R963	R964	R965	R966	R967	R968	R969	R970	R971	R972	R973	R974	R975	R976	R977	R978	R979	R980	R981	R982	R983	R984	R985	R986	R987	R988	R989	R990	R991	R992	R993	R994	R995	R996	R997	R998	R999	R1000	R1001	R1002	R1003	R1004	R1005	R1006	R1007	R1008	R1009	R1010	R1011	R1012	R1013	R1014	R1015	R1016	R1017	R1018	R1019	R1020	R1021	R1022	R1023	R1024	R1025	R1026	R1027	R1028	R1029	R1030	R1031	R1032	R1033	R1034	R1035	R1036	R1037	R1038	R1039	R1040	R1041	R1042	R1043	R1044	R1045	R1046	R1047	R1048	R1049	R1050	R1051	R1052	R1053	R1054	R1055	R1056	R1057	R1058	R1059	R1060	R1061	R1062	R1063	R1064	R1065	R1066	R1067	R1068	R1069	R1070	R1071	R1072	R1073	R1074	R1075	R1076	R1077	R1078	R1079	R1080	R1081	R1082	R1083	R1084	R1085	R1086	R1087	R1088	R1089	R1090	R1091	R1092	R1093	R1094	R1095	R1096	R1097	R1098	R1099	R1100	R1101	R1102	R1103	R1104	R1105	R1106	R1107	R1108	R1109	R1110	R1111	R1112	R1113	R1114	R1115	R1116	R1117	R1118	R1119	R1120	R1121	R1122	R1123	R1124	R1125	R1126	R1127	R1128	R1129	R1130	R1131	R1132	R1133	R1134	R1135	R1136	R1137	R1138	R1139	R1140	R1141	R1142	R1143	R1144	R1145	R1146	R1147	R1148	R1149	R1150	R1151	R1152	R1153	R1154	R1155	R1156	R1157	R1158	R1159	R1160	R1161	R1162	R1163	R1164	R1165	R1166	R1167	R1168	R1169	R1170	R1171	R1172	R1173	R1174	R1175	R1176	R1177	R1178	R1179	R1180	R1181	R1182	R1183	R1184	R1185	R1186	R1187	R1188	R1189	R1190	R1191	R1192	R1193	R1194	R1195	R1196	R1197	R1198	R1199	R1200	R1201	R1202	R1203	R1204	R1205	R1206	R1207	R1208	R1209	R1210	R1211	R1212	R1213	R1214	R1215	R1216	R1217	R1218	R1219	R1220	R1221	R1222	R1223	R1224	R1225	R1226	R1227	R1228	R1229	R1230	R1231	R1232	R1233	R1234	R1235	R1236	R1237	R1238	R1239	R1240	R1241	R1242	R1243	R1244	R1245	R1246	R1247	R1248	R1249	R1250	R1251	R1252	R1253	R1254	R1255	R1256	R1257	R1258	R1259	R1260	R1261	R1262	R1263	R1264	R1265	R1266	R1267	R1268	R1269	R1270	R1271	R1272	R1273	R1274	R1275	R1276	R1277	R1278	R1279	R1280	R1281	R1282	R1283	R1284	R1285	R1286	R1287	R1288	R1289	R1290	R1291	R1292	R1293	R1294	R1295	R1296	R1297	R1298	R1299	R1300	R1301	R1302	R1303	R1304	R1305	R1306	R1307	R1308	R1309	R1310	R1311	R1312	R1313	R1314	R1315	R1316	R1317	R1318	R1319	R1320	R1321	R1322	R1323	R1324	R1325	R1326	R1327	R1328	R1329	R1330	R1331	R1332	R1333	R1334	R1335	R1336	R1337	R1338	R1339	R1340	R1341	R1342	R1343	R1344	R1345	R1346	R1347	R1348	R1349	R1350	R1351	R1352	R1353	R1354	R1355	R1356	R1357	R1358	R1359	R1360	R1361	R1362	R1363	R1364	R1365	R1366	R1367	R1368	R1369	R1370	R1371	R1372	R1373	R1374	R1375	R1376	R1377	R1378	R1379	R1380	R1381	R1382	R1383	R1384	R1385	R1386	R1387	R1388	R1389	R1390	R1391	R1392	R1393	R1394	R1395	R1396	R1397	R1398	R1399	R1400	R1401	R1402	R1403	R1404	R1405	R1406	R1407	R1408	R1409	R1410	R1411	R1412	R1413	R1414	R1415	R1416	R1417	R1418	R1419	R1420	R1421	R1422	R1423	R1424	R1425	R1426	R1427	R1428	R1429	R1430	R1431	R1432	R1433	R1434	R1435	R1436	R1437	R1438	R1439	R1440	R1441	R1442	R1443	R1444	R1445	R1446	R1447	R1448	R1449	R1450	R1451	R1452	R1453	R1454	R1455	R1456	R1457	R1458	R1459	R1460	R1461	R1462	R1463	R1464	R1465	R1466	R1467	R1468	R1469	R1470	R1471	R1472	R1473	R1474	R1475	R1476	R1477	R1478	R1479	R1480	R1481	R1482	R1483	R1484	R1485	R1486	R1487	R1488	R1489	R1490	R1491	R1492	R1493	R1494	R1495	R1496	R1497	R1498	R1499	R1500	R1501	R1502	R1503	R1504	R1505	R1506	R1507</

NOTA: El distrito R3 comprende R3a y R3b - El distrito E1 comprende E1a y E1b - El distrito EM comprende EM1, EM2 y EM3- El distrito Rp comprende Rpa, Rpb, Rpe

Anexo II

Anexo II-1.1. Estudio de suelos

Anexo II-1.2. Planilla de verificación de espesores - cálculo de pavimento rígido

ESTUDIO DE SUELOS

BAJO NIVEL AVENIDA LIBERTAD
Corrientes - Provincia de Corrientes



COMITENTE:

DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD

Diciembre de 2016

ÍNDICE

1. OBJETIVO.....	1
2. ESTUDIOS Y ENSAYOS REALIZADOS.....	1
2.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPAÑA.....	1
2.1.1. <i>Perforaciones</i>	1
2.1.2. <i>Ensayo de Penetración Estándar (SPT)</i>	2
2.1.3. <i>Barrenos</i>	2
2.1.4. <i>Tareas Varias</i>	2
2.2. TAREAS DE LABORATORIO	3
3. CONCLUSIONES.....	4
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO	4
3.2. PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE.....	8
3.2.1. <i>Ensayos de compresión simple - Inconfinada</i>	8
3.3. NIVEL FREÁTICO	9
3.4. ENSAYOS QUÍMICOS.....	9
4. RECOMENDACIONES	10
4.1. MÉTODOS DE DISEÑO – CAPACIDAD DE CARGA	10
4.1.1. <i>Parámetros de suelos adoptados para el cálculo de capacidad por fuste</i>	12
4.1.2. <i>Parámetro de suelo adoptado para el cálculo de capacidad por punta</i>	12
4.1.3. <i>Resultados cálculos tensiones admisibles por fuste</i>	13
4.1.4. <i>Resultados cálculos tensiones admisibles por punta</i>	13
4.2. SISTEMA DE FUNDACIONES	14
4.3. PILOTES	14
4.3.1. <i>Profundidad de Implante Pilotes</i>	14
4.3.2. <i>Tensiones admisibles por fuste</i>	14
4.3.3. <i>Tensiones admisibles por punta Pilotes</i>	15
4.4. CONSIDERACIONES PARTICULARES	15
5. RELEVAMIENTO GRÁFICO	16
5.1. CROQUIS UBICACIÓN GENERAL	16
5.2. CROQUIS UBICACIÓN DE LOS SONDEOS	17
5.3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO	18
5.4. RELEVAMIENTO FOTOGRÁFICO	19
6. ANEXO PLANILLAS.....	21
6.1. PLANILLAS DE ENSAYOS, DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	21
6.2. PERFILES COLUMNARES GEOMECÁNICO	21

6.3.	ENSAYOS DE RESISTENCIA AL CORTE	21
6.3.1.	<i>Ensayos de compresión simple</i>	21
6.4.	ENSAYOS QUIMICOS	21

Estudio de Suelos

BAJO NIVEL AVENIDA LIBERTAD

Corrientes - Provincia de Corrientes

1. OBJETIVO

El presente estudio consiste en la determinación de los parámetros mecánicos y físicos del subsuelo correspondiente a la intersección de la RN N°12 con Avenida Libertad, en la ciudad de Corrientes, provincia de Corrientes, donde se proyecta construir un puente sobre la RN N°12, para luego recomendar el sistema de fundación, las tensiones admisibles aconsejables a utilizar en el cálculo y consideraciones útiles a tener en cuenta a la hora de la planificación y ejecución de la obra.-

2. ESTUDIOS Y ENSAYOS REALIZADOS

2.1. PROCEDIMIENTO EN CAMPAÑA

2.1.1. Perforaciones

Este trabajo consistió en la realización de cuatro (4) ensayos de penetración estándar tipo SPT, con extracción de muestras a cada metro de profundidad, identificado desde P1 a P4.-

Los mismos se encuentran detallados a continuación:

SONDEO	PROF. (m)(*)	COORDENADAS
P1	25,60	27°27'50.2"S 58°46'15.7"O
P2	25,60	27°27'49.9"S 58°46'16.0"O
P3	25,60	27°27'49.5"S 58°46'16.6"O
P4	25,60	27°27'49.2"S 58°46'16.8"O

(*) Las profundidades de los sondeos están referidas a la boca de pozo en la superficie del terreno de las perforaciones.-

2.1.2. Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

Una vez alcanzada la profundidad adecuada con la pala barreno, medida desde la superficie, se procedió a realizar el Ensayo de Penetración Estándar (SPT) a cada metro de avance.

El SPT consiste en contar los números de golpes N necesarios para hincar la cuchara sacamuestra (Terzaghi) 30cm en el terreno al ser golpeada mediante una masa con un peso de 65kg desde una altura fija de caída libre $h = 75\text{cm}$, produciendo una energía de impacto igual a 4875kgcm, la cuchara sacamuestra se conecta a la cabeza de impacto mediante barras rígidas de acero de $1\frac{1}{4}$ " de diámetro y longitud 1,50m.

El ensayo completo consiste en hacer penetrar 60cm el sacamuestra, siendo de utilidad los datos registrados en los 30cm centrales, luego de extraer el sacamuestra se procede a barrenar la perforación con motivo de extraer mas muestra para los diferentes ensayos y llegar al nivel del nuevo SPT.

Los ensayos normalizados de penetración se realizan a fin de obtener valores de compacidad y consistencia de los suelos "in situ", aproximaciones que posteriormente se ajustan en laboratorio.

En las profundidades en las que se detecta la napa freática o es probable que el suelo encontrado se desmorone no es posible el avance mediante barreno y debido a esto se recurre al método del lavado, esta operación consiste en la inyección y recirculación de lodo de perforación. Mediante el uso de una bomba se inyecta el lodo por las barras de perforación el cual forma una suspensión con el suelo en el fondo del pozo y es expulsado al exterior a través del flujo de retorno donde se analiza el sedimento. El lodo de perforación consiste en una lechada de agua y bentonita.-

El procedimiento se complementa con una cuchara sacamuestra apropiada que se reemplaza en el extremo de la barra una vez alcanzada la profundidad elegida para recuperar muestras de suelo.

2.1.3. Barrenos

Los sondeos se realizaron mediante barreno en toda la profundidad con motivo de extracción de muestra a efecto de reconstruir la secuencia estratigráfica, permitiendo mediante visual directa y tacto volcar en planillas de campañas las condiciones naturales en las que se encontraba el suelo en el momento del estudio, (color, olor, textura, etc.) para luego proceder a la identificación precisa mediante los ensayos de clasificación según (H.R.B.) y el sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.).

Las muestras se recogen en doble bolsa de polietileno, y protegidas de los rayos solares, para evitar alteraciones en el contenido de humedad.

2.1.4. Tareas Varias

Se procede a realizar un relevamiento visual del entorno con motivo de volcar la mayor información posible, referente la existencia de cámaras de inspección, pozos negros, estado de los edificios linderos, puntos de referencias de los sondeos, infraestructura, etc.

El posicionamiento de los sondeos se realiza mediante navegador electrónico G.P.S. Garmin e-trex VISTA Cx.-

2.2. TAREAS DE LABORATORIO

En la totalidad de las muestras extraídas se realizaron los siguientes ensayos:

- Granulometrías (IRAM N° 10507/59)
- Humedad Natural del suelo (IRAM N°10519/70)
- Limite Líquido (IRAM N° 10501/68)
- Limite Plástico- Índice de Plasticidad (IRAM N° 10502/68)
- Clasificación de Suelos de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos "S.U.C.S." (IRAM N° 10509/81)
- Los testigos cohesivos fueron moldeados para ensayos triaxiales del tipo escalonado rápido. Se determinan parámetros mecánicos no drenados. En suelos granulares, difícilmente moldeables, es suficiente la estimación de los parámetros de resistencia a través de la interpretación de los ensayos normalizados de penetración. (IRAM N° 10529/85 y N°10534/86)
- Para los testigos cohesivos de consistencia media a dura, se realizan ensayos de compresión no confinada o ensayo de compresión simple. (ASTM D2166-66)

3. CONCLUSIONES

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Se ha estudiado el perfil estratigráfico de los suelos explorados, analizando sus características mecánicas y físicas.-

A continuación se detalla en forma general un resumen de las características de los mismos:

Perforación P1:

PROFUNDIDAD (M)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	DESCRIPCIÓN	CONSISTENCIA	DENSIDAD RELATIVA
0,00 - 1,00	CL	Arcilla arenosa de plasticidad media y baja color gris oscuro. Contenido de material fino entre 52% y 68%.-	-	-
1,00 - 8,00	SC	Arena arcillosa color gris claro y marrón grisáceo. Contenido de material fino entre 33% y 48%.-	-	Suelta y Mediana
8,00 - 10,00	SM	Arena limosa color marrón grisáceo y marrón claro. Contenido de material fino >33%.-	-	Mediana
10,00 - 20,00	SP-SM	Arena limosa mal graduada con presencia de algunas toscas en estratos superiores, color marrón claro. Contenido de material fino entre 6% y 9%.-	-	Mediana, Densa y Muy Densa
20,00 - 25,60	SP	Arena mal graduada color marrón claro. Contenido de material fino entre 2% y 4%.-	-	Muy Densa y Densa

Perforación P2:

PROFUNDIDAD (M)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	DESCRIPCIÓN	CONSISTENCIA	DENSIDAD RELATIVA
0,00 - 1,00	CL	Arcilla arenosa de plasticidad media y baja color gris oscuro. Contenido de material fino entre 51% y 69%.-	-	-
1,00 - 8,00	SC	Arena arcillosa con presencia de algunas toscas en estrato superior e intermedio, color gris claro y marrón grisáceo. Contenido de material fino entre 29% y 49%.-	-	Mediana, Suelta, Muy Suelta y Mediana
8,00 - 10,00	SM	Arena limosa color marrón grisáceo y marrón claro. Contenido de material fino 32%.-	-	Mediana
10,00 - 18,00	SP-SM	Arena limosa mal graduada con arena cementada y restos de grava, color marrón claro. Contenido de material fino entre 6% y 9%.-	-	Suelta, Mediana y Muy Densa
18,00 - 25,60	SP-SM	Arena limosa mal graduada con restos de grava en estratos superiores, color marrón claro. Contenido de material fino >6%.-	-	Densa, Mediana y Muy Densa

Perforación P3:

PROFUNDIDAD (M)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	DESCRIPCIÓN	CONSISTENCIA	DENSIDAD RELATIVA
0,00 - 0,60	SC	Arena arcillosa color gris oscuro. Contenido de material fino >45%.-	-	-
0,60 - 2,00	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja color gris claro. Contenido de material fino >50%.-	Media	-
2,00 - 6,00	SC	Arena arcillosa color marrón grisáceo. Contenido de material fino entre 33% y 46%.-	-	Suelta y Muy Suelta
6,00 - 9,00	SC	Arena arcillosa color marrón grisáceo. Contenido de material fino >32%.-	-	Suelta y Mediana
9,00 - 11,00	SM	Arena limosa color marrón grisáceo y marrón claro. Contenido de material fino >31%.-	-	Mediana
11,00 - 15,00	SP-SM	Arena limosa mal graduada con restos de grava color marrón claro. Contenido de material fino 9%.-	-	Densa y Muy Densa
15,00 - 25,60	SP-SM	Arena limosa mal graduada color marrón claro. Contenido de material fino entre 6% y 9%.-	-	Densa y Muy Densa

Perforación P4:

PROFUNDIDAD (M)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	DESCRIPCIÓN	CONSISTENCIA	DENSIDAD RELATIVA
0,00 - 1,00	CL	Arcilla arenosa de plasticidad media y baja color gris oscuro. Contenido de material fino entre 51% y 69%.-	-	-
1,00 - 8,00	SC	Arena arcillosa color gris claro. Contenido de material fino entre 33% y 49%.-	-	Suelta
8,00 - 10,00	SM	Arena limosa color marrón grisáceo y marrón claro. Contenido de material fino >33%.-	-	Mediana
10,00 - 19,00	SP-SM	Arena limosa mal graduada con restos de grava en estratos superiores, color marrón claro. Contenido de material fino >7%.-	-	Mediana, Densa y Muy Densa
19,00 - 25,60	SP-SM	Arena limosa mal graduada con restos de grava en estratos inferiores, color marrón claro. Contenido de material fino >8%.-	-	Densa y Muy Densa

3.2. PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE

3.2.1. Ensayos de compresión simple - Inconfinada

Para los testigos cohesivos de elevada consistencia, se realizan ensayos de compresión simple. Este ensayo es un caso particular de la prueba No consolidada-No drenada que se distingue por la circunstancia de que $\phi=0$, razón por la que se la conoce como “condición $\phi=0$ ” (Skempton, 1948).-

Teniendo en cuenta que el ensayo de compresión simple es, en definitiva, un ensayo triaxial en el que la presión de confinamiento es igual a cero, la resistencia al corte se determina mediante la relación:

$$\frac{q_u}{2} = C_u$$

Donde:

q_u : Resistencia última a compresión simple

C_u : Cohesión no drenada en tensiones totales

Terzaghi-Peck (1967), Cap. 2, Art. 18

A continuación se presentan los resultados de los ensayos de las muestras de suelos con su correlación:

Perforación P1				
Prof. (m)	q_u (kg/cm ²)	C_u (kg/cm ²)	γ húmeda (kg/dm ³)	γ seca (kg/dm ³)
2,00	1,09	0,55	2,11	1,74

Perforación P3				
Prof. (m)	q_u (kg/cm ²)	C_u (kg/cm ²)	γ húmeda (kg/dm ³)	γ seca (kg/dm ³)
1,00	0,85	0,42	2,12	1,75
3,00	0,61	0,30	2,06	1,70

3.3. NIVEL FREÁTICO

En el momento de estudio se registraron filtraciones en las siguientes profundidades:

SONDEO	NIVEL FREÁTICO (m)	
	PROFUNDIDAD CORTE	PROF. ESTABILIZACIÓN
P1	4,00	4,00
P2	4,00	4,00
P3	5,00	5,00
P4	4,00	4,00

3.4. ENSAYOS QUIMICOS

Se realizaron ensayos químicos a fin de obtener el grado de agresividad de las aguas y los suelos estudiados por medio del análisis de su contenido de sales, sulfatos y cloruros.-

Concluimos por medio de los resultados obtenidos en el laboratorio y presentados en las planillas correspondientes, que el agua y los suelos analizados **NO SON AGRESIVOS.-**

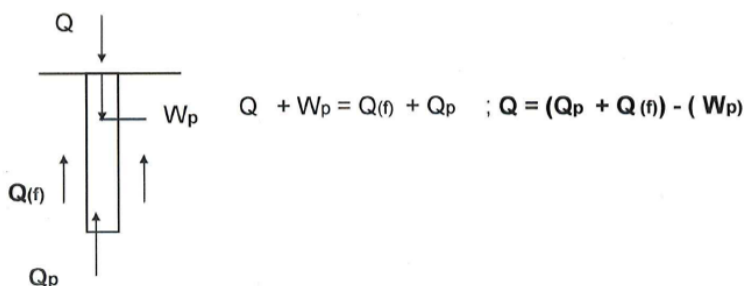
4. RECOMENDACIONES

En este capítulo de “Recomendaciones”, con la información obtenida de la exploración del subsuelo subyacente a la obra a construirse y su interacción con la misma, se procede al análisis e interpretación de los resultados para realizar las conclusiones y sugerir las alternativas más adecuadas de cimentaciones a ejecutar, su diseño y profundidad de implante, detallando los parámetros del suelo y tensiones admisibles aconsejables a utilizar en el cálculo como así también las precauciones a tener en cuenta durante la ejecución de los trabajos, en función del perfil geotécnico detectado.-

4.1. METODOS DE DISEÑO – CAPACIDAD DE CARGA

De acuerdo a las características del proyecto se realiza la evaluación geomecánica, determinación de posibles alternativas de fundación y adopción de tensiones admisibles empleando los siguientes métodos:

- **Método de equilibrio limite. Parámetros de suelos a partir de resultados de SPT (Tomlinson, 1996)**



Los símbolos anteriores significan:

Q = carga actuante sobre el pilote

Qp = resistencia admisible de punta

Q(f) = resistencia admisible por fricción lateral

Wp = peso propio del pilote

Qp = resistencia de punta = $A_p \times q_p$

donde: A_p = área de la punta

q_p = resistencia admisible de punta

Q(f) = Resistencia friccional = $A_l \times q_{f \text{ prom}}$

donde: A_l = área lateral

$q_{f \text{ prom}}$ = resist. friccional ponderada

$\phi = 20 + (0,45 \times \text{NSPT})$ – Criterio general

$\phi = 28,5 + (0,4 \times \text{NSPT})$ – Peck

$\phi = 15 + (\sqrt{15 \times \text{NSPT}})$ - Japan Road Boreau

$$Q(f) = Q \cdot K_s \cdot \tan \delta \cdot q'v \cdot L - \text{Arenas}$$

$$Q(f) = \alpha \cdot cu \cdot \pi \cdot D \cdot L - \text{Arcillas}$$

$$Qp = \pi \cdot r^2 \cdot (q'v \cdot Nq)$$

- **Método directo (Estadístico) a partir de correlaciones con SPT (Aoki & Velloso, 1975)**

$$Q_{rup} = a_p \cdot \frac{K \cdot N_p}{F_1} + P \sum \frac{\alpha \cdot K \cdot N_m}{F_2} \cdot \Delta l$$

Dónde:

a_p: área de la punta

K: coeficiente de conversión entre q_c y NSPT

N_p: NSPT en la zona de la punta del pilote

P: perímetro del pilote

α: coeficiente de adherencia

Δl: espesor de cada estrato de suelo

N_m: NSPT promedio para cada Δl

F1 y **F2**: coeficientes que dependen del tipo de pilote

- **Método directo (Estadístico) a partir de correlaciones con SPT (Decourt & Quaresma, 1978)**

$$Q_{rup} = \alpha \cdot K \cdot N_p \cdot a_p + P \cdot \beta \cdot \sum 10 \cdot \left(\frac{N_m}{3} + 1 \right) \cdot \Delta l$$

Dónde:

α y **β**: coeficientes en func. al tipo de suelo y tipos de pilotes

K: coeficiente en func. al tipo de suelo

N_p: NSPT en la zona de la punta del pilote

a_p: área de la punta

P: perímetro del pilote

N_m: NSPT promedio para cada Δl

Δl: espesor de cada estrato de suelo

4.1.1. Parámetros de suelos adoptados para el cálculo de capacidad por fuste

- **Cota +55,91mts a +50,91mts (*)**

Arena arcillosa (SC)

Angulo de fricción $\phi = 25^\circ$

Coeficiente de Balasto $K_h = 2,50 \text{ kg/cm}^3$

- **Cota +50,91mts a +48,91mts (*)**

Arena limosa (SM)

Angulo de fricción $\phi = 30^\circ$

Coeficiente de Balasto $K_h = 5,00 \text{ kg/cm}^3$

- **Cota +48,91mts a +43,91mts (*)**

Arena limosa mal graduada (SP-SM)

Angulo de fricción $\phi = 38^\circ$

Coeficiente de Balasto $K_h = 9,00 \text{ kg/cm}^3$

4.1.2. Parámetro de suelo adoptado para el cálculo de capacidad por punta

- **Cota +43,91mts (*)**

Arena limosa mal graduada (SP-SM)

Angulo de fricción $\phi = 38^\circ$

(*) Las profundidades están referidas a la cota de rasante de eje de RN N°12.-

4.1.3. Resultados cálculos tensiones admisibles por fuste

$\sigma_{\text{Fuste}} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$					
COTA INICIAL (mts)	COTA FINAL (mts)	METODO			ADOPTADO
		Equilibrio Limite	Aoki-Velloso	Decourt-Quaresma	
+55,91	+50,91	0,06	0,05	0,06	0,06
+50,91	+48,91	0,10	0,10	0,20	0,15
+48,91	+43,91	0,18	0,31	0,30	0,27

COEFICIENTE DE SEGURIDAD: 3

4.1.4. Resultados cálculos tensiones admisibles por punta

METODO	$\sigma_{\text{Punta}} \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$
Equilibrio limite	20,0
Aoki-Velloso	36,3
Decourt-Quaresma	25,4
ADOPTADO:	21,0

COEFICIENTE DE SEGURIDAD: 3

4.2. SISTEMA DE FUNDACIONES

Dadas las condiciones planteadas en los puntos anteriores respecto al tipo de suelo y las características de la superestructura, el sistema de fundación puede resolverse de la siguiente manera:

Fundación indirecta

Pilotes perforados y hormigonados en sitio con recirculación de lodo bentonítico.-

4.3. PILOTES

4.3.1. Profundidad de Implante Pilotes

De acuerdo a las características del perfil geomecánico en general y a las condiciones de consistencia y compacidad en particular, se considera adecuado fundar los pilotes de estribos a una cota de **+43,91mts con respecto a la cota de rasante de RN Nº12.-**

- Esta cota corresponde a **-15,00mts desde boca de pozo de la Perforación P1.-**

4.3.2. Tensiones admisibles por fuste

COTA INICIAL (mts)(*)	COTA FINAL (mts)(*)	σ ADM (Kg/cm ²)
+58,91	+55,91	despreciar
+55,91	+50,91	0,06
+50,91	+48,91	0,15
+48,91	+43,91	0,27

La longitud útil del pilote para el cálculo de la capacidad portante por fricción lateral es 12,00mts.-

4.3.3. Tensiones admisibles por punta Pilotes

COTA IMPLANTE (mts)(*)	σ_{ADM} (Kg/cm ²)
+43,91	21,00

- Esta cota corresponde a -15,00mts desde boca de pozo de la Perforación P1.-

(*) Las profundidades están referidas a la cota de rasante de eje de RN N°12.-

4.4. CONSIDERACIONES PARTICULARES

➤ Capacidad de Carga

La capacidad de carga de los pilotes se podrá mayorar un 25% para los casos de combinaciones de solicitaciones donde se incluyan cargas instantáneas (frenado y viento).-

Para pilotes de diámetro mayor 1200mm se reducirá la capacidad de carga de punta mediante la siguiente ecuación.

$$\sigma_{adm_{Dp>1200}} = \frac{1270 \cdot \sigma_{adm}}{D_p} \quad D_p = \text{Diámetro pilote}$$

➤ Grupo de Pilotes

Los pilotes deberán configurarse con una distancia mínima de 2,5 diámetros entre ejes. No resulta necesario aplicar reducción de capacidad de carga por efecto de grupo.-

➤ Diámetro recomendado

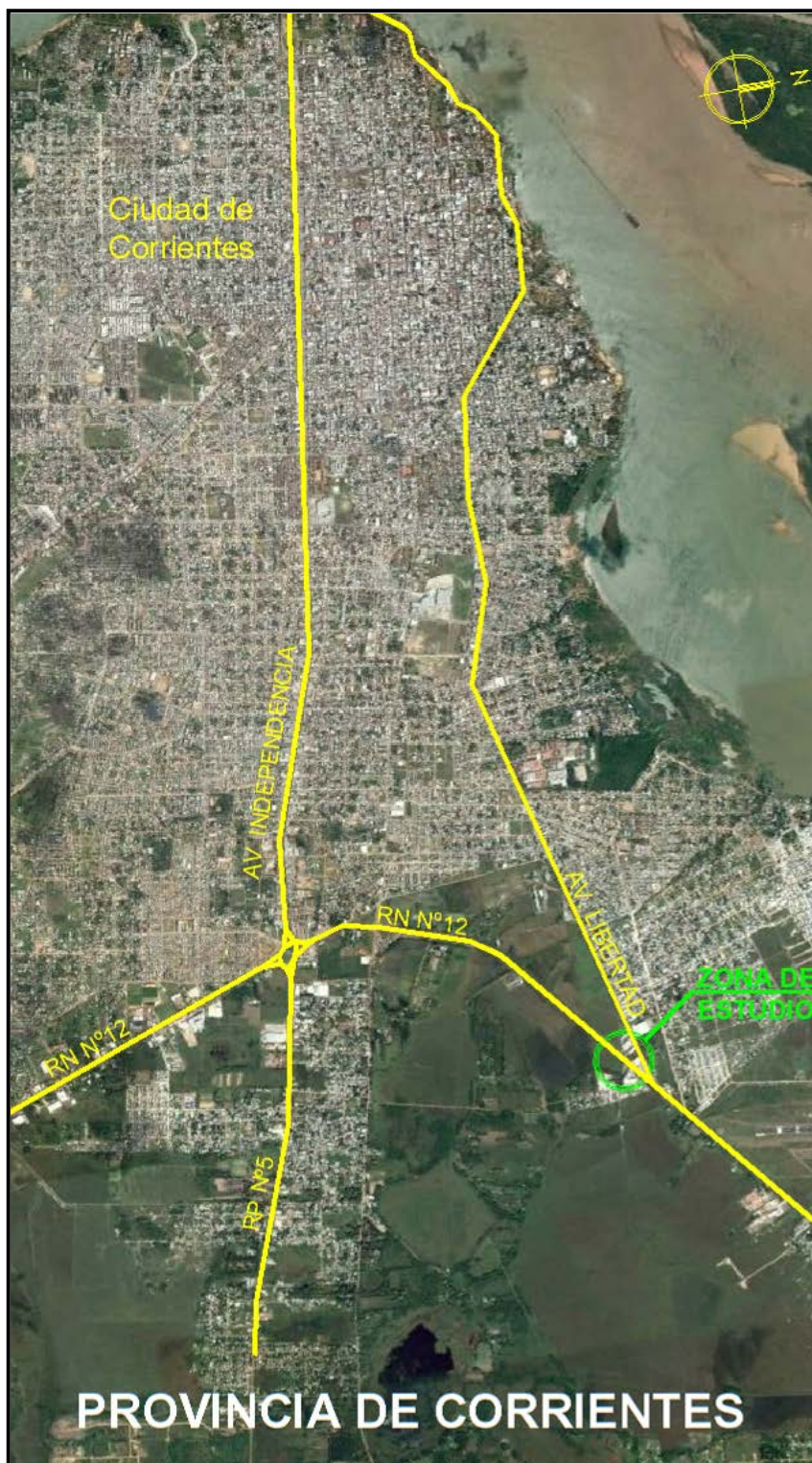
- **Pilotes**

Se recomienda trabajar con pilotes de diámetro entre 1,00mts y 1,20mts.-

5. RELEVAMIENTO GRÁFICO

5.1. CROQUIS UBICACIÓN GENERAL

La ubicación de la zona en estudio con respecto a su entorno se detalla en la imagen satelital siguiente:



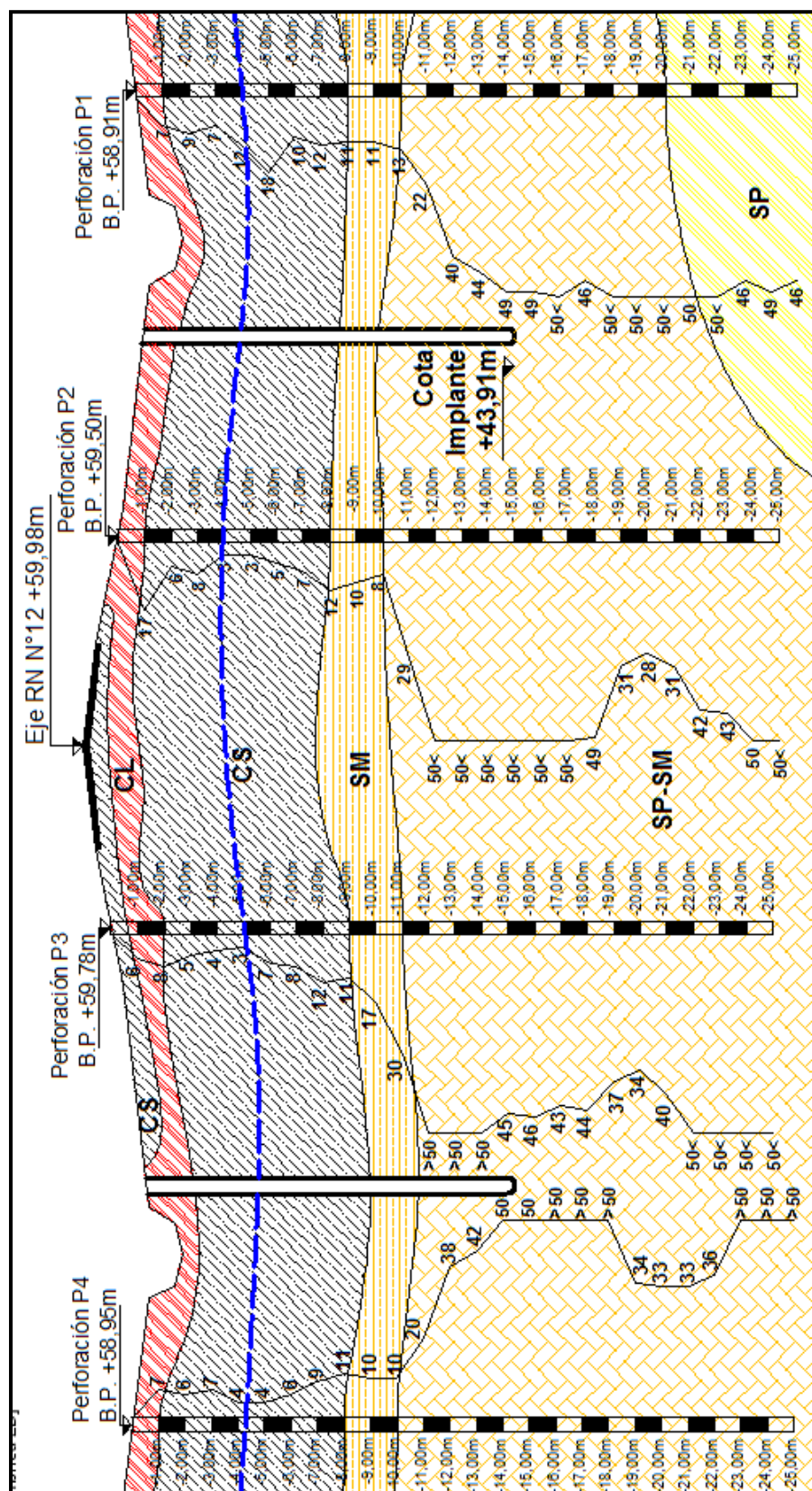
5.2. CROQUIS UBICACIÓN DE LOS SONDEOS

La ubicación detallada de los sondeos dentro del terreno se presenta en la imagen satelital siguiente:



5.3. PERFIL ESTRATIGRÁFICO

A continuación se presenta los perfiles estratigráficos obtenidos de las perforaciones realizadas:



5.4. RELEVAMIENTO FOTOGRÁFICO

FOTOGRAFÍA N°1

Perforación P1 – Prof. 25,60m



FOTOGRAFÍA N°2

Perforación P2 – Prof. 25,60m



FOTOGRAFÍA N°3

Perforación P3 – Prof. 25,60m



FOTOGRAFÍA N°4

Perforación P4 – Prof. 25,60m



6. ANEXO PLANILLAS

6.1. PLANILLAS DE ENSAYOS, DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

6.2. PERFILES COLUMNARES GEOMECÁNICO

6.3. ENSAYOS DE RESISTENCIA AL CORTE

6.3.1. *Ensayos de compresión simple*

6.4. ENSAYOS QUIMICOS

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LABORATORIO
CLASIFICACION S.U.C.S. - H.R.B.

PERFORACIÓN: P1																	
Perf. N°	Muestra N°	Prof. (m)		LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (%)	Cr	Pasa Tamiz				Cu	Cc	CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
		DE:	A:						# 4	# 10	# 40	# 200			H.R.B	S.U.C.S.	
P1	1	0,00	0,50	34,55	16,15	18,40	22,40	0,66	100,0	100,0	97,0	68,3			A-6 10	CL	Arcilla arenosa de plasticidad media
P1	2	0,50	1,00	26,54	12,51	14,00	15,70	0,77	100,0	100,0	98,9	52,6			A-6 4	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja
P1	3	1,00	2,00	26,54	13,15	13,40	14,80	0,88	100,0	100,0	97,9	45,6			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P1	4	2,00	3,00	25,51	11,15	14,40	21,20	0,30	100,0	100,0	97,3	48,3			A-6 3	SC	Arena arcillosa
P1	5	3,00	4,00	25,13	12,15	13,00	20,40	0,36	100,0	100,0	97,9	47,6			A-6 3	SC	Arena arcillosa
P1	6	4,00	5,00	26,15	13,14	13,00	23,40	0,21	100,0	100,0	97,0	43,2			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P1	7	5,00	6,00	28,12	14,55	13,60	22,00	0,45	100,0	100,0	100,0	42,9			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P1	8	6,00	7,00	24,13	12,15	12,00	18,30	0,49	100,0	100,0	100,0	33,9			A2-6 0	SC	Arena arcillosa
P1	9	7,00	8,00	22,15	11,25	10,90	17,70	0,41	100,0	100,0	97,9	33,8			A2-6 0	SC	Arena arcillosa
P1	10	8,00	9,00	N.P.	N.P.	N.P.	20,70	-	100,0	100,0	97,1	34,0			A2-4 0	SM	Arena limosa
P1	11	9,00	10,00	N.P.	N.P.	N.P.	22,40	-	100,0	100,0	97,9	33,8			A2-4 0	SM	Arena limosa
P1	12	10,00	11,00	N.P.	N.P.	N.P.	20,10	-	100,0	97,8	76,5	9,3	3,24	0,78	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con toscas
P1	13	11,00	12,00	N.P.	N.P.	N.P.	20,90	-	100,0	98,0	76,0	9,9	3,31	0,79	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con toscas
P1	14	12,00	13,00	N.P.	N.P.	N.P.	15,30	-	100,0	99,8	92,8	8,7	2,45	0,89	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con toscas
P1	15	13,00	14,00	N.P.	N.P.	N.P.	16,70	-	100,0	99,7	93,7	9,1	2,63	0,95	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con toscas
P1	16	14,00	15,00	N.P.	N.P.	N.P.	15,50	-	100,0	99,3	92,8	8,2	2,69	0,93	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con toscas
P1	17	15,00	16,00	N.P.	N.P.	N.P.	16,30	-	100,0	98,2	92,1	6,8	2,63	0,91	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con toscas

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LABORATORIO
CLASIFICACION S.U.C.S. - H.R.B.

PERFORACIÓN: P1																	
Perf. N°	Muestra N°	Prof. (m)		LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (%)	Cr	Pasa Tamiz				Cu	Cc	CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
		DE:	A:						# 4	# 10	# 40	# 200			H.R.B	S.U.C.S.	
P1	18	16,00	17,00	N.P.	N.P.	N.P.	17,20	-	100,0	100,0	93,6	9,3	2,57	0,81	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P1	19	17,00	18,00	N.P.	N.P.	N.P.	17,30	-	100,0	100,0	93,9	9,3	2,57	0,81	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P1	20	18,00	19,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,90	-	100,0	100,0	93,8	8,0	2,57	0,89	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P1	21	19,00	20,00	N.P.	N.P.	N.P.	18,40	-	100,0	100,0	93,8	9,2	2,57	0,81	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P1	22	20,00	21,00	N.P.	N.P.	N.P.	16,00	-	100,0	100,0	96,7	4,7	2,29	0,83	A3 1	SP	Arena mal graduada
P1	23	21,00	22,00	N.P.	N.P.	N.P.	18,80	-	100,0	100,0	96,8	4,5	2,34	0,85	A3 1	SP	Arena mal graduada
P1	24	22,00	23,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,50	-	100,0	100,0	95,7	2,7	2,29	0,87	A3 1	SP	Arena mal graduada
P1	25	23,00	24,00	N.P.	N.P.	N.P.	18,30	-	100,0	100,0	95,9	3,9	2,29	0,83	A3 1	SP	Arena mal graduada
P1	26	24,00	25,00	N.P.	N.P.	N.P.	18,60	-	100,0	100,0	96,9	3,2	2,34	0,85	A3 1	SP	Arena mal graduada
P1	27	25,00	25,60	N.P.	N.P.	N.P.	18,40	-	100,0	100,0	96,9	3,2	2,29	0,79	A3 1	SP	Arena mal graduada

* Hum. Nat. (W%): Seg. Norma IRAM 10519/70

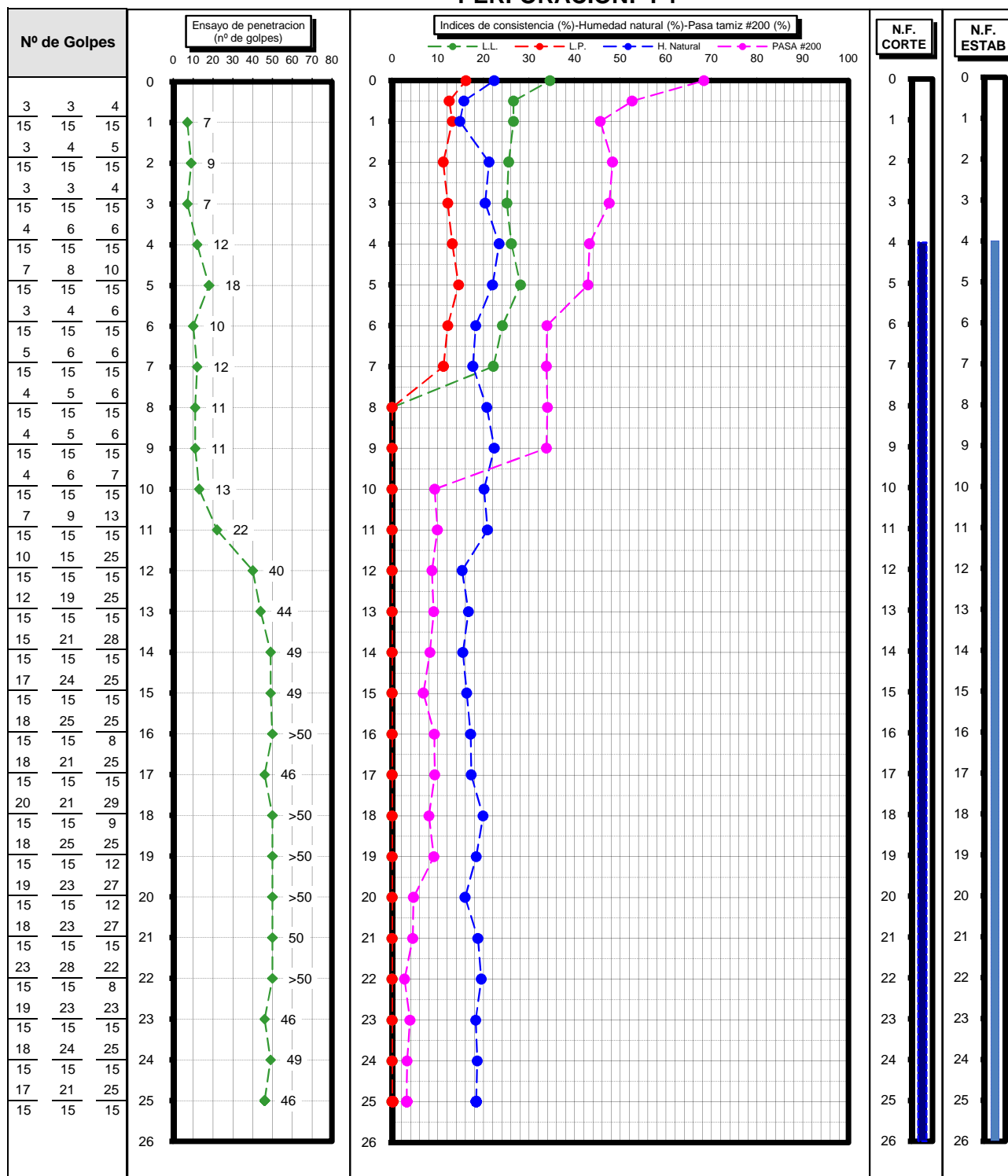
* Granulometria por via húmeda: Seg. Norma IRAM 10507/59

* Clasificación S.U.C.S.: Según Norma IRAM 10509/81

* Límites de Atterberg: Límite líquido: Segun Norma IRAM 10507/58
Límite Plástico: Segun Norma IRAM 10502/68

* Consistencia relativa $Cr = (LL - W) / IP$

PERFORACIÓN: P1



PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LABORATORIO
CLASIFICACION S.U.C.S. - H.R.B.

PERFORACIÓN: P2																	
Perf. N°	Muestra N°	Prof. (m)		LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (%)	Cr	Pasa Tamiz				Cu	Cc	CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
		DE:	A:						# 4	# 10	# 40	# 200			H.R.B	S.U.C.S.	
P2	1	0,00	0,30	34,53	18,34	16,20	22,70	0,73	100,0	100,0	98,4	69,2			A-6 9	CL	Arcilla arenosa de plasticidad media
P2	2	0,30	1,00	25,16	13,35	11,80	15,80	0,79	100,0	100,0	97,9	51,9			A-6 3	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja
P2	3	1,00	2,00	24,56	12,44	12,10	11,60	1,07	100,0	99,5	96,8	49,5			A-6 3	SC	Arena arcillosa con toscas
P2	4	2,00	3,00	27,07	13,26	13,80	19,80	0,53	100,0	100,0	97,7	48,2			A-6 3	SC	Arena arcillosa
P2	5	3,00	4,00	27,12	13,22	13,90	18,20	0,64	100,0	100,0	97,8	44,5			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P2	6	4,00	5,00	24,65	12,72	11,90	22,40	0,19	100,0	99,8	97,6	41,0			A-6 1	SC	Arena arcillosa con toscas
P2	7	5,00	6,00	24,34	12,34	12,00	21,90	0,20	100,0	100,0	97,0	37,9			A-6 1	SC	Arena arcillosa
P2	8	6,00	7,00	23,09	12,51	10,60	18,50	0,43	100,0	100,0	96,5	29,5			A2-6 0	SC	Arena arcillosa
P2	9	7,00	8,00	23,22	12,65	10,60	17,80	0,51	100,0	100,0	96,9	29,8			A2-6 0	SC	Arena arcillosa
P2	10	8,00	9,00	N.P.	N.P.	N.P.	21,80	-	100,0	99,4	95,9	32,2			A2-4 0	SM	Arena limosa con grava
P2	11	9,00	10,00	N.P.	N.P.	N.P.	22,00	-	100,0	99,1	96,0	32,1			A2-4 0	SM	Arena limosa con grava
P2	12	10,00	11,00	N.P.	N.P.	N.P.	20,20	-	100,0	97,8	76,1	9,2	3,39	0,81	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con arena cementada
P2	13	11,00	12,00	N.P.	N.P.	N.P.	20,30	-	100,0	98,0	76,7	9,3	3,39	0,81	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con arena cementada
P2	14	12,00	13,00	N.P.	N.P.	N.P.	16,40	-	100,0	99,8	93,0	8,8	2,57	0,85	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P2	15	13,00	14,00	N.P.	N.P.	N.P.	17,30	-	100,0	99,8	93,1	8,9	2,51	0,87	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P2	16	14,00	15,00	N.P.	N.P.	N.P.	15,90	-	100,0	99,8	91,1	7,0	2,45	0,89	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P2	17	15,00	16,00	N.P.	N.P.	N.P.	15,80	-	100,0	99,8	90,9	7,0	2,51	0,87	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LABORATORIO
CLASIFICACION S.U.C.S. - H.R.B.

PERFORACIÓN: P2																	
Perf. N°	Muestra N°	Prof. (m)		LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (%)	Cr	Pasa Tamiz				Cu	Cc	CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
		DE:	A:						# 4	# 10	# 40	# 200			H.R.B	S.U.C.S.	
P2	18	16,00	17,00	N.P.	N.P.	N.P.	17,30	-	100,0	99,2	87,3	6,6	2,57	0,89	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P2	19	17,00	18,00	N.P.	N.P.	N.P.	17,20	-	100,0	99,1	87,4	6,1	2,51	0,83	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P2	20	18,00	19,00	N.P.	N.P.	N.P.	18,80	-	98,4	97,5	90,4	7,7	2,45	0,89	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P2	21	19,00	20,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,80	-	98,9	97,6	90,4	7,8	2,51	0,95	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P2	22	20,00	21,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,70	-	98,9	98,1	90,7	6,6	2,51	0,87	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P2	23	21,00	22,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,10	-	100,0	100,0	91,8	7,8	2,51	0,83	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P2	24	22,00	23,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,00	-	100,0	100,0	91,4	7,1	2,51	0,95	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P2	25	23,00	24,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,80	-	100,0	100,0	91,3	6,7	2,51	0,95	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P2	26	24,00	25,00	N.P.	N.P.	N.P.	18,40	-	100,0	100,0	92,0	7,7	2,34	0,93	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P2	27	25,00	25,60	N.P.	N.P.	N.P.	18,60	-	100,0	100,0	91,6	6,4	2,51	1,00	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada

* Hum. Nat. (W%): Seg. Norma IRAM 10519/70

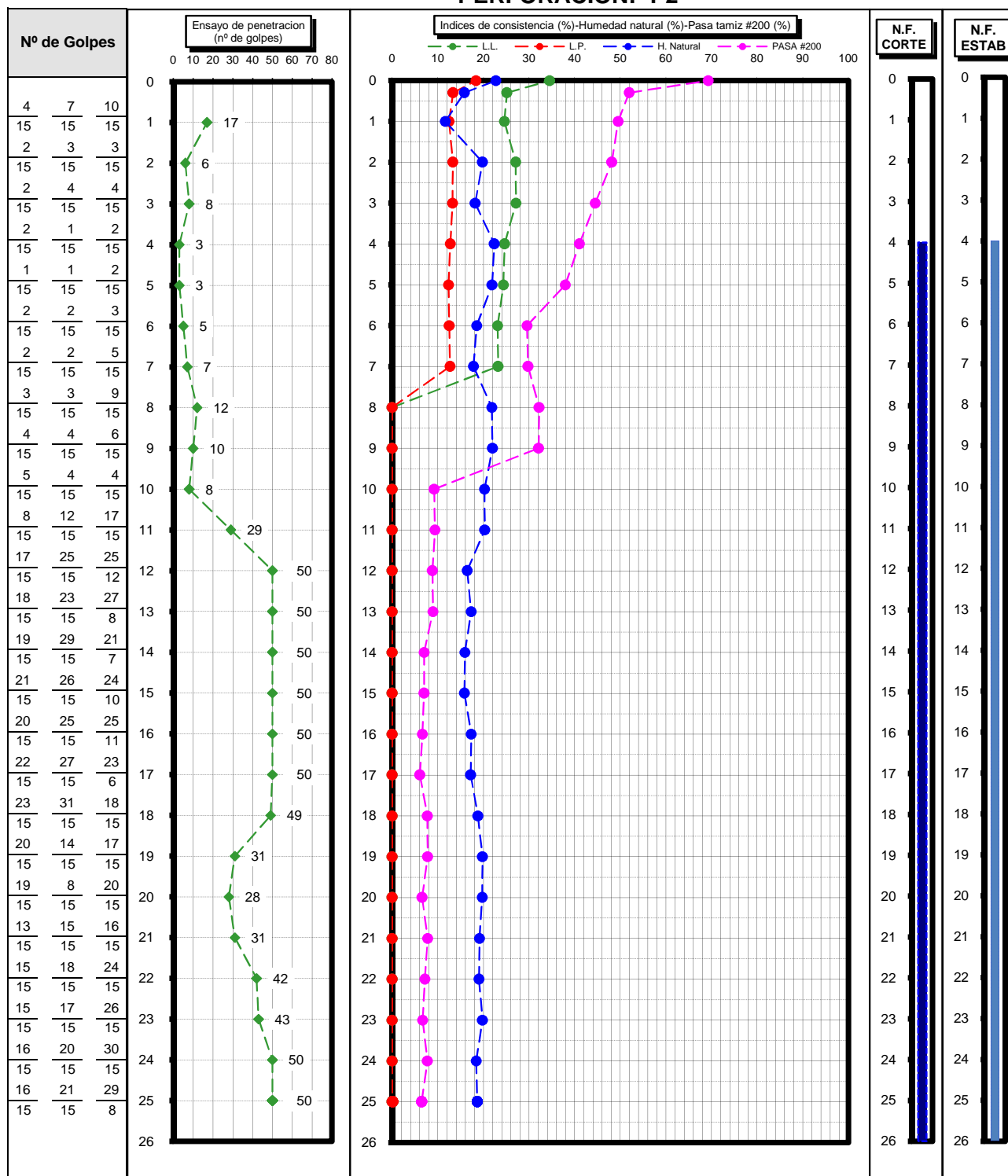
* Granulometria por via húmeda: Seg. Norma IRAM 10507/59

* Clasificación S.U.C.S.: Según Norma IRAM 10509/81

* Límites de Atterberg: Límite líquido: Segun Norma IRAM 10507/58
Límite Plástico: Segun Norma IRAM 10502/68

* Consistencia relativa $Cr = (LL - W) / IP$

PERFORACIÓN: P2



PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LABORATORIO
CLASIFICACION S.U.C.S. - H.R.B.

PERFORACIÓN: P3																	
Perf. N°	Muestra N°	Prof. (m)		LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (%)	Cr	Pasa Tamiz				Cu	Cc	CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
		DE:	A:						# 4	# 10	# 40	# 200			H.R.B	S.U.C.S.	
P3	1	0,00	0,30	24,11	12,15	12,00	11,40	1,06	100,0	100,0	96,9	45,8			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P3	2	0,30	0,60	23,15	11,87	11,30	19,60	0,31	100,0	100,0	97,6	46,4			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P3	3	0,60	1,00	24,51	12,15	12,40	18,60	0,48	100,0	100,0	97,0	50,7			A-6 3	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja
P3	4	1,00	2,00	25,51	13,11	12,40	20,90	0,37	100,0	100,0	98,8	50,6			A-6 3	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja
P3	5	2,00	3,00	26,15	13,12	13,00	21,20	0,38	100,0	100,0	99,7	46,7			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P3	6	3,00	4,00	25,15	11,15	14,00	21,10	0,29	100,0	100,0	97,8	41,5			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P3	7	4,00	5,00	26,15	13,41	12,70	22,70	0,27	100,0	100,0	100,0	41,8			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P3	8	5,00	6,00	24,51	12,51	12,00	20,80	0,31	100,0	100,0	100,0	33,7			A2-6 0	SC	Arena arcillosa
P3	9	6,00	7,00	26,11	13,15	13,00	17,50	0,66	100,0	100,0	99,7	32,7			A2-6 1	SC	Arena arcillosa
P3	10	7,00	8,00	24,31	11,15	13,20	19,60	0,36	100,0	100,0	100,0	35,7			A-6 1	SC	Arena arcillosa
P3	11	8,00	9,00	25,13	12,31	12,80	21,10	0,31	100,0	100,0	99,6	33,3			A2-6 1	SC	Arena arcillosa
P3	12	9,00	10,00	N.P.	N.P.	N.P.	16,60	-	100,0	98,5	95,4	32,9			A2-4 0	SM	Arena limosa con toscas
P3	13	10,00	11,00	N.P.	N.P.	N.P.	16,20	-	100,0	99,0	95,7	31,6			A2-4 0	SM	Arena limosa con toscas
P3	14	11,00	12,00	N.P.	N.P.	N.P.	15,60	-	100,0	99,7	93,4	9,1	2,57	0,85	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P3	15	12,00	13,00	N.P.	N.P.	N.P.	16,30	-	100,0	99,8	93,4	9,3	2,63	0,87	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P3	16	13,00	14,00	N.P.	N.P.	N.P.	17,50	-	100,0	99,8	93,7	9,1	2,57	0,85	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P3	17	14,00	15,00	N.P.	N.P.	N.P.	15,90	-	100,0	99,7	93,0	9,0	2,63	0,87	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LABORATORIO
CLASIFICACION S.U.C.S. - H.R.B.

PERFORACIÓN: P3																	
Perf. N°	Muestra N°	Prof. (m)		LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (%)	Cr	Pasa Tamiz				Cu	Cc	CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
		DE:	A:						# 4	# 10	# 40	# 200			H.R.B	S.U.C.S.	
P3	18	15,00	16,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,60	-	100,0	100,0	91,7	8,0	2,57	0,81	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P3	19	16,00	17,00	N.P.	N.P.	N.P.	18,90	-	100,0	100,0	92,9	6,6	2,63	0,83	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P3	20	17,00	18,00	N.P.	N.P.	N.P.	20,10	-	100,0	100,0	92,8	7,6	2,45	0,85	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P3	21	18,00	19,00	N.P.	N.P.	N.P.	18,70	-	100,0	100,0	92,5	8,2	2,51	0,87	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P3	22	19,00	20,00	N.P.	N.P.	N.P.	18,90	-	100,0	100,0	93,0	7,0	2,34	0,85	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P3	23	20,00	21,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,40	-	100,0	100,0	92,7	8,2	2,40	0,87	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P3	24	21,00	22,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,30	-	100,0	100,0	92,6	8,5	2,57	0,81	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P3	25	22,00	23,00	N.P.	N.P.	N.P.	20,40	-	100,0	100,0	93,7	9,4	2,57	0,81	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P3	26	23,00	24,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,20	-	100,0	99,5	93,2	9,0	2,51	0,83	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P3	27	24,00	25,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,00	-	100,0	98,9	92,9	8,9	2,57	0,85	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P3	28	25,00	25,60	N.P.	N.P.	N.P.	19,10	-	100,0	97,9	92,9	8,8	2,63	0,83	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada

* Hum. Nat. (W%): Seg. Norma IRAM 10519/70

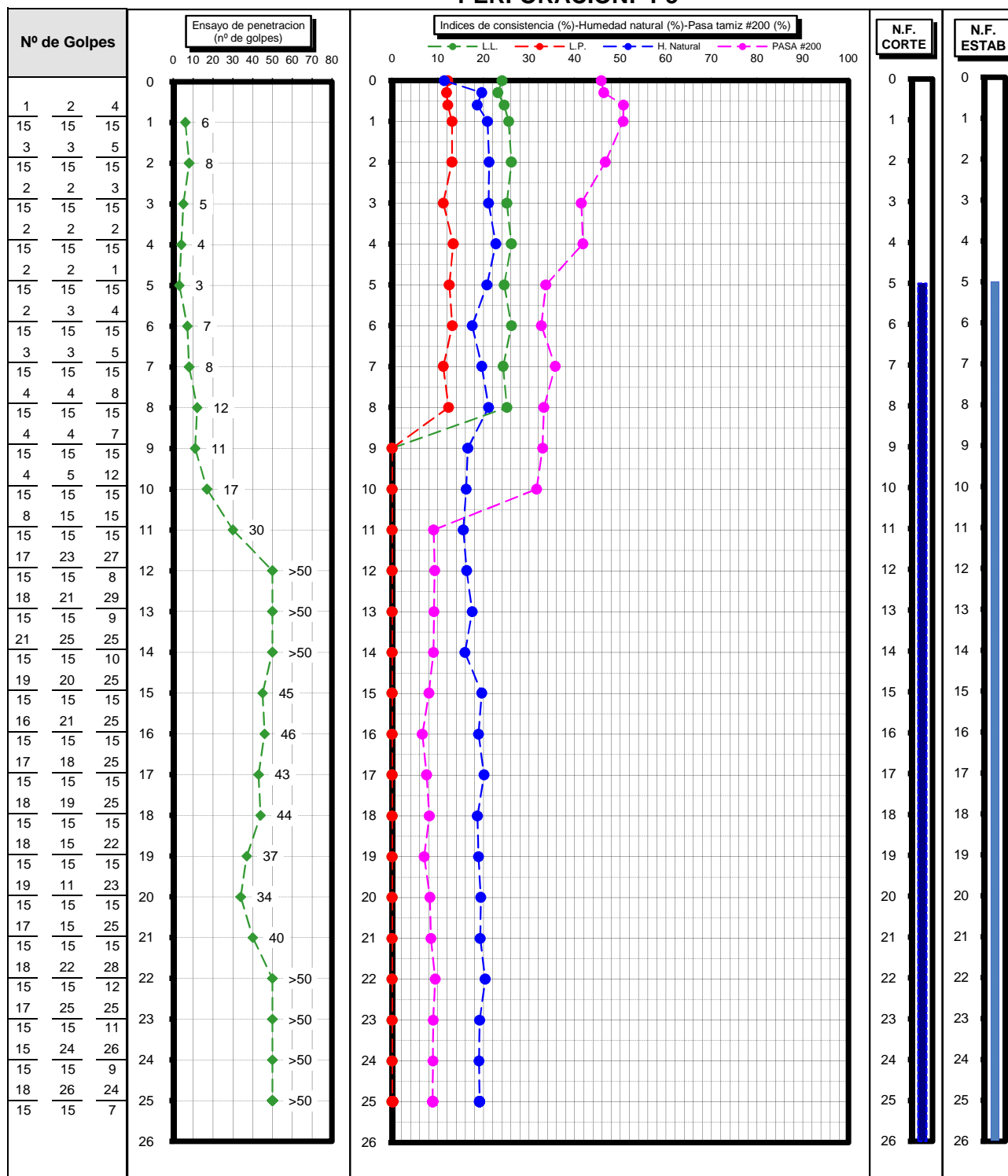
* Granulometria por via húmeda: Seg. Norma IRAM 10507/59

* Clasificación S.U.C.S.: Según Norma IRAM 10509/81

* Límites de Atterberg: Límite líquido: Segun Norma IRAM 10507/58
Límite Plástico: Segun Norma IRAM 10502/68

* Consistencia relativa $Cr = (LL - W) / IP$

PERFORACIÓN: P3



PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LABORATORIO
CLASIFICACION S.U.C.S. - H.R.B.

PERFORACIÓN: P4																	
Perf. N°	Muestra N°	Prof. (m)		LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (%)	Cr	Pasa Tamiz				Cu	Cc	CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
		DE:	A:						# 4	# 10	# 40	# 200			H.R.B	S.U.C.S.	
P4	1	0,00	0,60	34,15	18,51	15,60	22,70	0,73	100,0	100,0	98,2	69,2			A-6 9	CL	Arcilla arenosa de plasticidad media
P4	2	0,60	1,00	25,61	13,15	12,50	15,80	0,78	100,0	100,0	97,8	51,5			A-6 3	CL	Arcilla arenosa de plasticidad baja
P4	3	1,00	2,00	24,15	12,21	11,90	11,60	1,05	100,0	100,0	97,8	49,8			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P4	4	2,00	3,00	25,11	13,15	12,00	21,40	0,31	100,0	100,0	97,0	46,7			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P4	5	3,00	4,00	26,15	13,51	12,60	20,70	0,43	100,0	100,0	97,6	44,5			A-6 2	SC	Arena arcillosa
P4	6	4,00	5,00	24,66	13,15	11,50	22,40	0,20	100,0	100,0	97,4	43,1			A-6 1	SC	Arena arcillosa
P4	7	5,00	6,00	26,11	13,15	13,00	21,90	0,32	100,0	100,0	97,0	40,6			A-6 1	SC	Arena arcillosa
P4	8	6,00	7,00	25,56	11,15	14,40	18,50	0,49	100,0	100,0	97,4	35,1			A-6 1	SC	Arena arcillosa
P4	9	7,00	8,00	24,12	12,11	12,00	18,40	0,48	100,0	100,0	97,9	33,6			A2-6 0	SC	Arena arcillosa
P4	10	8,00	9,00	N.P.	N.P.	N.P.	21,50	-	100,0	100,0	96,9	34,5			A2-4 0	SM	Arena limosa
P4	11	9,00	10,00	N.P.	N.P.	N.P.	21,40	-	100,0	100,0	97,7	33,4			A2-4 0	SM	Arena limosa
P4	12	10,00	11,00	N.P.	N.P.	N.P.	20,40	-	100,0	97,9	76,3	9,5	3,31	0,79	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P4	13	11,00	12,00	N.P.	N.P.	N.P.	20,20	-	100,0	98,2	76,8	9,7	3,31	0,83	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P4	14	12,00	13,00	N.P.	N.P.	N.P.	16,30	-	100,0	99,6	92,9	8,7	2,57	0,85	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P4	15	13,00	14,00	N.P.	N.P.	N.P.	16,90	-	100,0	99,7	93,4	9,2	2,63	0,87	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P4	16	14,00	15,00	N.P.	N.P.	N.P.	15,90	-	100,0	99,6	92,5	7,8	2,63	0,91	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P4	17	15,00	16,00	N.P.	N.P.	N.P.	15,80	-	100,0	98,8	92,5	7,5	2,63	0,95	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada

PLANILLA DE RESUMEN DE ENSAYOS Y DESCRIPCIÓN DE LABORATORIO
CLASIFICACION S.U.C.S. - H.R.B.

PERFORACIÓN: P4																	
Perf. N°	Muestra N°	Prof. (m)		LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (%)	Cr	Pasa Tamiz				Cu	Cc	CLASIFICACION		DESCRIPCIÓN
		DE:	A:						# 4	# 10	# 40	# 200			H.R.B	S.U.C.S.	
P4	18	16,00	17,00	N.P.	N.P.	N.P.	17,40	-	100,0	100,0	93,7	9,6	2,57	0,85	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P4	19	17,00	18,00	N.P.	N.P.	N.P.	17,50	-	100,0	100,0	93,6	9,1	2,51	0,83	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P4	20	18,00	19,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,00	-	100,0	100,0	93,9	8,7	2,57	0,85	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P4	21	19,00	20,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,00	-	100,0	100,0	93,8	9,6	2,63	0,83	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P4	22	20,00	21,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,40	-	100,0	100,0	94,9	9,7	2,57	0,81	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada
P4	23	21,00	22,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,20	-	100,0	99,9	92,9	8,4	2,57	0,85	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P4	24	22,00	23,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,30	-	100,0	99,7	93,5	8,3	2,63	0,83	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P4	25	23,00	24,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,20	-	100,0	99,4	93,1	8,3	2,57	0,85	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P4	26	24,00	25,00	N.P.	N.P.	N.P.	19,40	-	100,0	99,7	93,6	9,3	2,51	0,83	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava
P4	27	25,00	25,60	N.P.	N.P.	N.P.	19,40	-	100,0	99,8	92,8	8,5	2,45	0,81	A3 1	SP-SM	Arena limosa mal graduada con grava

* Hum. Nat. (W%): Seg. Norma IRAM 10519/70

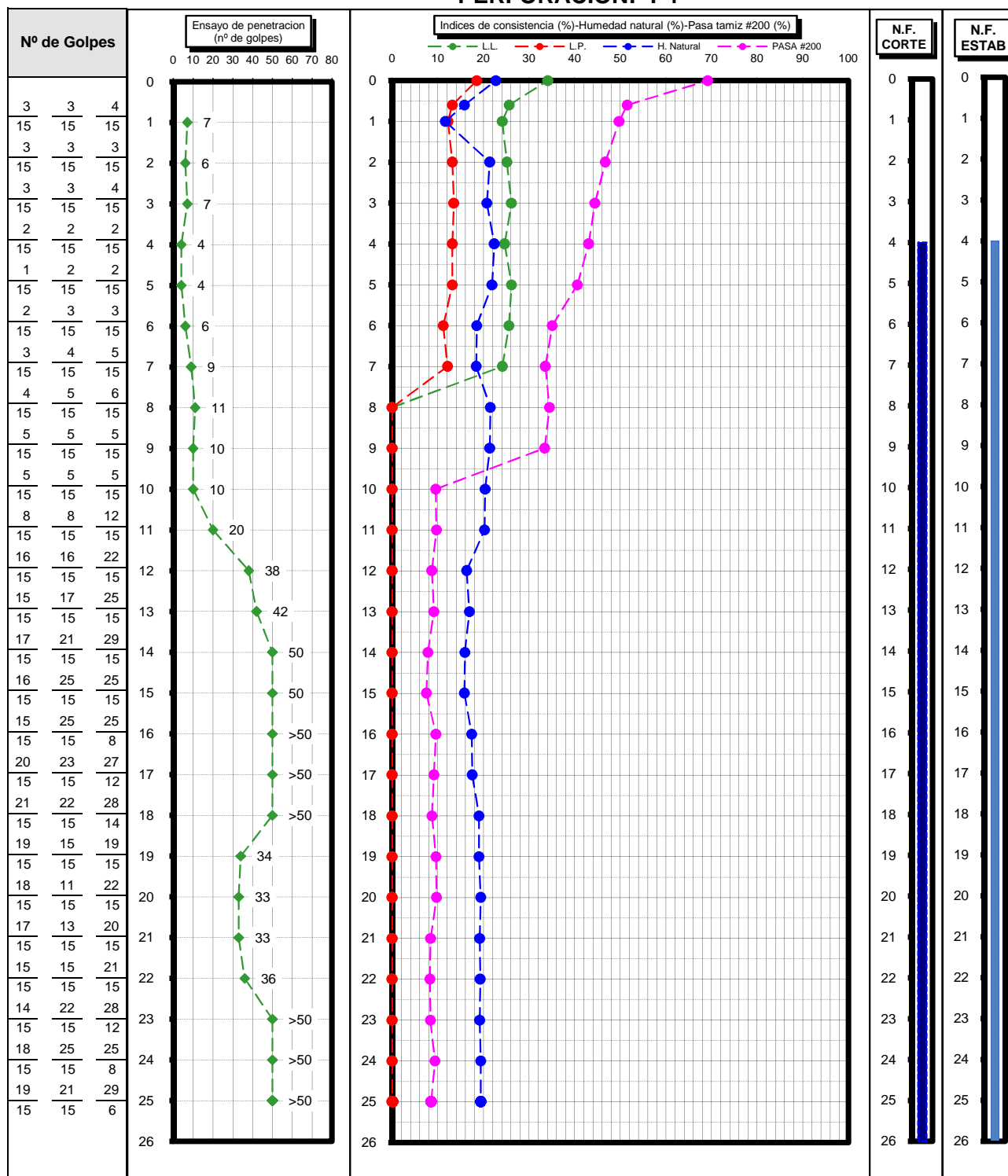
* Granulometria por via húmeda: Seg. Norma IRAM 10507/59

* Clasificación S.U.C.S.: Según Norma IRAM 10509/81

* Límites de Atterberg: Límite líquido: Segun Norma IRAM 10507/58
Límite Plástico: Segun Norma IRAM 10502/68

* Consistencia relativa $Cr = (LL - W) / IP$

PERFORACIÓN: P4



[illegible]

Heyer: Disol. Cal por ataque CO2 (en CO2) mg/litro IRAM 1708-1

DETERMINACIÓN DE AGRESIVIDAD EN SUELOS

Sondeo	Profundidad (m)	PH (rel. std. 1:1,25)	Sales Totales (%)	Sulfatos Totales (%)	Cloruros, en ión CL- (%)	Bauman Gully en ml NaOH	Agresividad
P1	1,00	8,15	0,022	0,210	N.S.D.	N.S.D.	no
	5,00	8,22	0,210	0,221	0,050	N.S.D.	no
	10,00	7,15	0,312	0,050	N.S.D.	N.S.D.	no
	15,00	7,55	0,221	0,120	0,310	N.S.D.	no
	22,00	7,91	N.S.D.	0,315	N.S.D.	N.S.D.	no
P2	2,00	8,51	0,315	0,412	0,011	N.S.D.	no
	4,00	8,05	0,050	0,212	0,310	N.S.D.	no
	9,00	9,05	0,115	0,331	0,050	N.S.D.	no
	16,00	7,55	0,251	0,451	0,250	N.S.D.	no
	25,00	7,15	0,310	0,020	0,112	N.S.D.	no
P3	4,00	7,66	0,510	0,015	0,041	N.S.D.	no
	8,00	8,02	N.S.D.	0,021	0,020	N.S.D.	no
	11,00	8,22	0,310	0,021	0,111	N.S.D.	no
	17,00	7,55	0,020	0,310	N.S.D.	N.S.D.	no
	21,00	7,77	0,331	0,310	0,312	N.S.D.	no
P4	2,00	7,61	0,250	0,021	0,031	N.S.D.	no
	7,00	7,15	0,341	0,034	0,120	N.S.D.	no
	8,00	8,05	0,150	0,310	0,310	N.S.D.	no
	12,00	7,56	0,050	0,151	0,115	N.S.D.	no
	20,00	7,52	0,321	0,223	0,123	N.S.D.	no

Valores inconvenientes:

PH	>= 7	no agresivo
	< 7	agresivo
Sales Totales	< 1.5%	no agresivo
	>= 1,5%	agresivo
Sulfatos Totales	< 0.5%	no agresivo
	> 0.5%	agresivo

Ensayo de compresión simple INCONFINADA

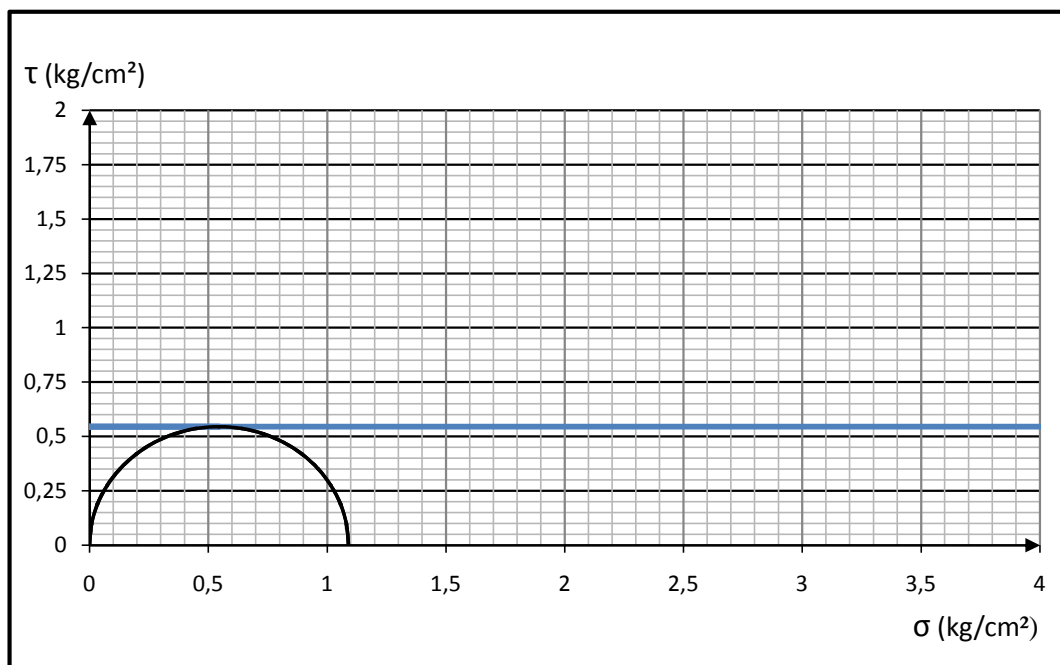
Obra: Bajo Nivel Avenida Libertad
Localidad: Corrientes - Pcia. De Corrientes

Sondeo: P1
Muestra: 4
Prof: 2,00m

Peso:	160,04 grs	Area:	9,89 cm ²
Altura:	7,65 cm	Volumen:	75,68 cm ³
Diámetro:	3,55 cm	D. Humedad:	2,11 kg/dm ³
Humedad:	21,2 %	D. Seca:	1,74 kg/dm ³
Fact de aro:	1	NSPT:	9 golpes

Ensayo Compresion Simple	Cargas		Deformación		Sección corregida cm ²	σ_c Kg/cm ²
	L (ultima)	Kg	0,01 mm	% defrm.		
	11	11	0,15	1,96	10,09	1,09

qu= 1,09 kg/cm²



Cu= qu/2

Terzaghi-Peck (1967)
Cap. 2 Art. 18

Cu= 0,55 kg/cm²

φ = 0°

Ensayo de compresión simple INCONFINADA

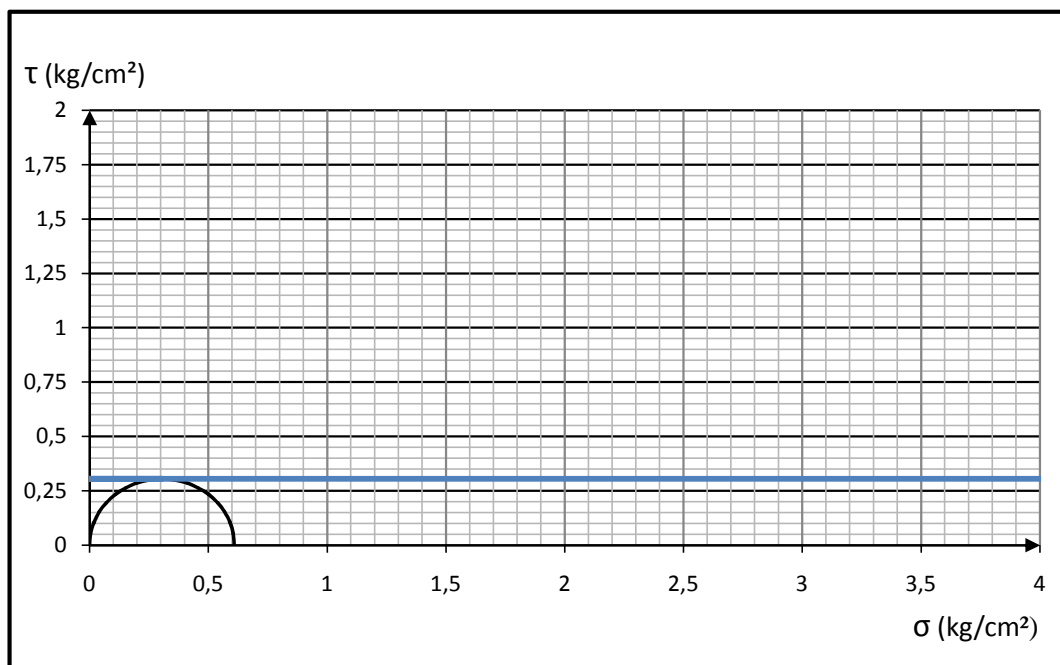
Obra: Bajo Nivel Avenida Libertad
Localidad: Corrientes - Pcia. De Corrientes

Sondeo: P3
Muestra: 6
Prof: 3,00m

Peso:	156,87 grs	Area:	9,89 cm ²
Altura:	7,70 cm	Volumen:	76,18 cm ³
Diámetro:	3,55 cm	D. Humedad:	2,06 kg/dm ³
Humedad:	21,1 %	D. Seca:	1,70 kg/dm ³
Fact de aro:	0,375	NSPT:	5 golpes

Ensayo Compresion Simple	Cargas		Deformación		Sección corregida cm ²	σ_c Kg/cm ²
	L (ultima)	Kg	0,01 mm	% defrm.		
	16,5	6,19	0,2	2,6	10,16	0,61

qu = 0,61 kg/cm²



Cu = qu/2

Terzaghi-Peck (1967)
Cap. 2 Art. 18

Cu = 0,30 kg/cm²

φ = 0°

Ensayo de compresión simple INCONFINADA

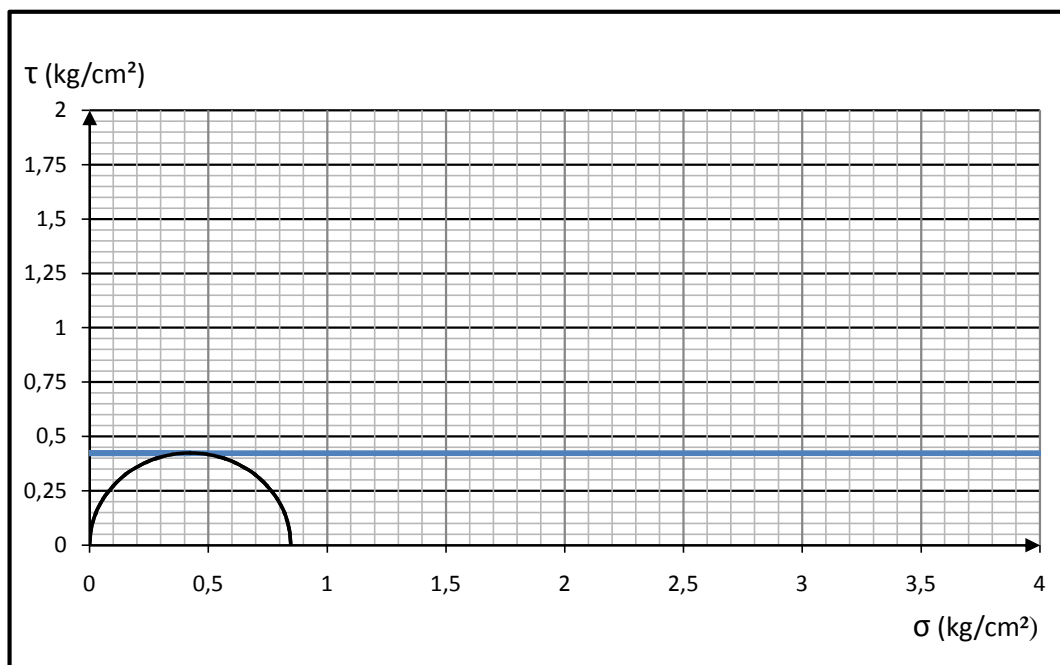
Obra: Bajo Nivel Avenida Libertad
Localidad: Corrientes - Pcia. De Corrientes

Sondeo: P3
Muestra: 4
Prof: 1,00m

Peso:	158,98 grs	Area:	9,84 cm ²
Altura:	7,64 cm	Volumen:	75,16 cm ³
Diámetro:	3,54 cm	D. Humedad:	2,12 kg/dm ³
Humedad:	20,9 %	D. Seca:	1,75 kg/dm ³
Fact de aro:	1	NSPT:	6 golpes

Ensayo Compresion Simple	Cargas		Deformación		Sección corregida cm ²	σ_c Kg/cm ²
	L (ultima)	Kg	0,01 mm	% defrm.		
	8,5	8,5	0,15	1,96	10,03	0,85

qu= 0,85 kg/cm²



Cu= qu/2

Terzaghi-Peck (1967)
Cap. 2 Art. 18

Cu= 0,42 kg/cm²

φ = 0°

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES

Hoja 1/3

Datos de Proyecto	
Obra:	Pavimento estadio Gral. Jose de San Martin
Categoría:	Travesía urbana
Comitente:	
Ubicación:	Corrientes
Longitud:	
Periodo de diseño:	30 años
Descripción:	

Datos de Diseño

Tránsito	
Tránsito pesado medio diario anual:	4 VP/día
Tasa de crecimiento:	2%
Coef. Distr. por sentido de circulación:	50%
Coef. Distr. por carril:	100%
Total vehiculos pesados en carril de diseño:	29.644 VP
Total ejes equivalentes 8,2tn (AASHTO):	41.375(Con espesor de 12 cm)

Estructura

k combinado subrasante-base: 88 MPa/m
Resist. a flexión del hormigón: 4,7 MPa
Factor de seguridad de cargas: 1,0
Juntas transversales con pasadores: SI
Banquina de hormigón vinculada: NO

Verificación			
Modelo de fatiga: PCA '84			
Espesor de diseño: 12,0 cm		Consumo por Fatiga:	
			56%
		Consumo por Erosión:	11%

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE ESPESORES

Hoja 2/3

Espectro de cargas utilizado en los cálculos

CONFIGURACION DE CARGAS POR EJE							
Ejes por cada 1000 Vehículos Pesados							
(excluyendo todos los vehículos de 2 ejes-4 cubiertas)							
Ejes simples			Ejes Dobles			Ejes Triples	
Cargas (tn)	Cantidad de Ejes		Cargas (tn)	Cantidad de Ejes		Cargas (tn)	Cantidad de Ejes

7	50,0		20	100,0		0	0,0
7	50,0		11	50,0		0	0,0
5	300,0		14	600,0		0	0,0
5	300,0		8	300,0		0	0,0
2	150,0		5	300,0		0	0,0
2	150,0		3	150,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
0	0,0		0	0,0		0	0,0
Total simples:		1000	Total dobles:	1500,0		Total triples:	0

PLANILLA DE VERIFICACIÓN DE

ESPESTORES Detalle consumos de Fatiga y Hoja 3/3

Erosión por eje

Ejes múltiples	Carga [tn]	Carga mayorada [tn]	Repeticiones esperadas	Fatiga		Erosión	
				Repeticiones admisibles	Consumo	Repeticiones admisibles	Consumo
	6,6	6,6	1482	114710	1,3%	707159	0,21%
	7,3	7,3	1482	27149	5,5%	410097	0,36%
	4,8	4,8	8893	Ilimitado	0,0%	4919994	0,18%
	5,3	5,3	8893	Ilimitado	0,0%	2671501	0,33%
	1,8	1,8	4447	Ilimitado	0,0%	Ilimitado	0,00%
	2,0	2,0	4447	Ilimitado	0,0%	Ilimitado	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%

	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
				Total ES	6,8%	Total ES	1,08%

Ejes do bles	Carga [tn]	Carga mayorada [tn]	Repeticiones esperadas	Fatiga		Erosión	
				Repeticiones admisibles	Consumo	Repeticiones admisibles	Consumo
	19,8	19,8	2964	6177	48,0%	57733	5,13%
	10,9	10,9	1482	Ilimitado	0,0%	1753049	0,08%
	14,4	14,4	17787	1466318	1,2%	346514	5,13%
	7,9	7,9	8893	Ilimitado	0,0%	14779708	0,06%
	5,4	5,4	8893	Ilimitado	0,0%	Ilimitado	0,00%
	3,0	3,0	4447	Ilimitado	0,0%	Ilimitado	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
				Total ED	49,2%	Total ED	10,41%

Ejes tri ples	Carga [tn]	Carga mayorada [tn]	Repeticiones esperadas	Fatiga		Erosión	
				Repeticiones admisibles	Consumo	Repeticiones admisibles	Consumo
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%

	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
	0,0	0,0	0	0	0,0%	0	0,00%
				Total ET	0,0%	Total ET	0,00%

	FATIGA: 56,0%	EROSIÓN: 11,5%
--	---------------	----------------

Anexo III

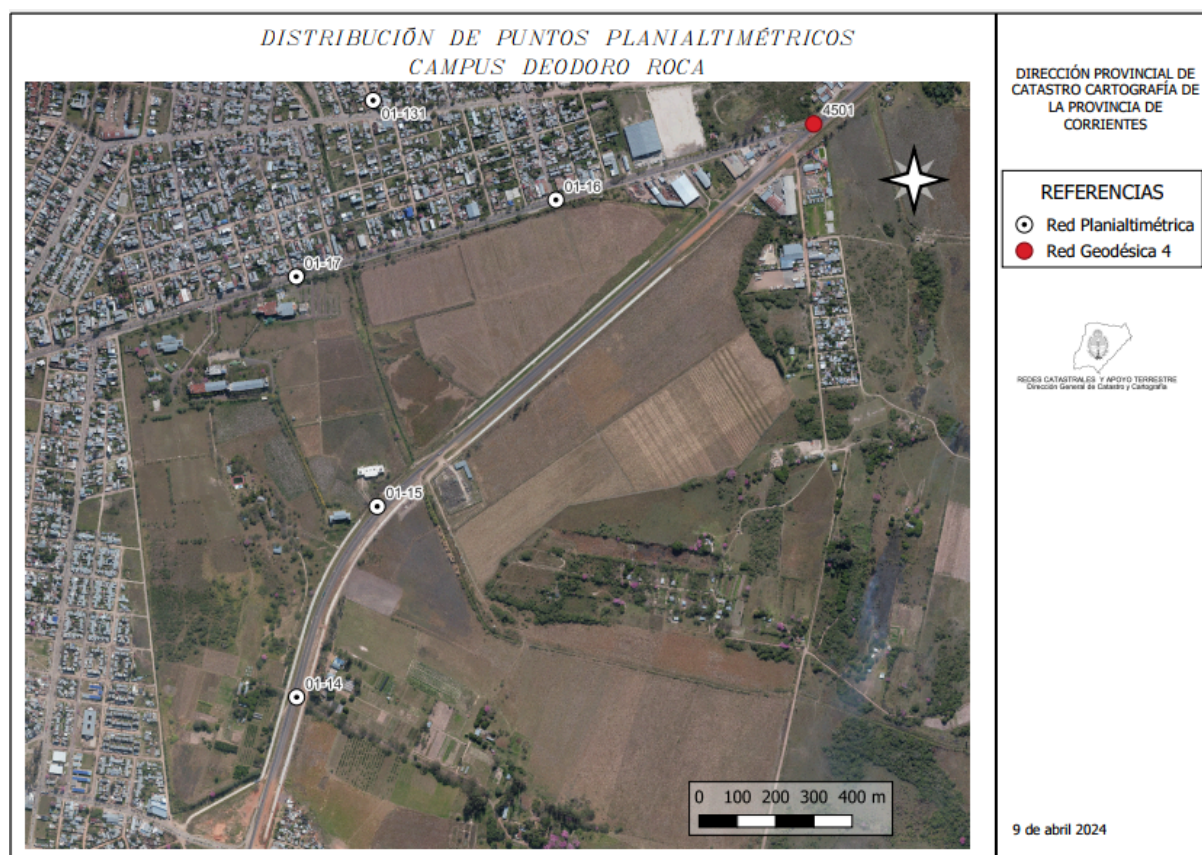


Figura 3.1 Puntos planialtimétricos en campus Deodoro Roca - UNNE (Fuente: Dirección General de Catastro y Cartografía de la Provincia de Corrientes).

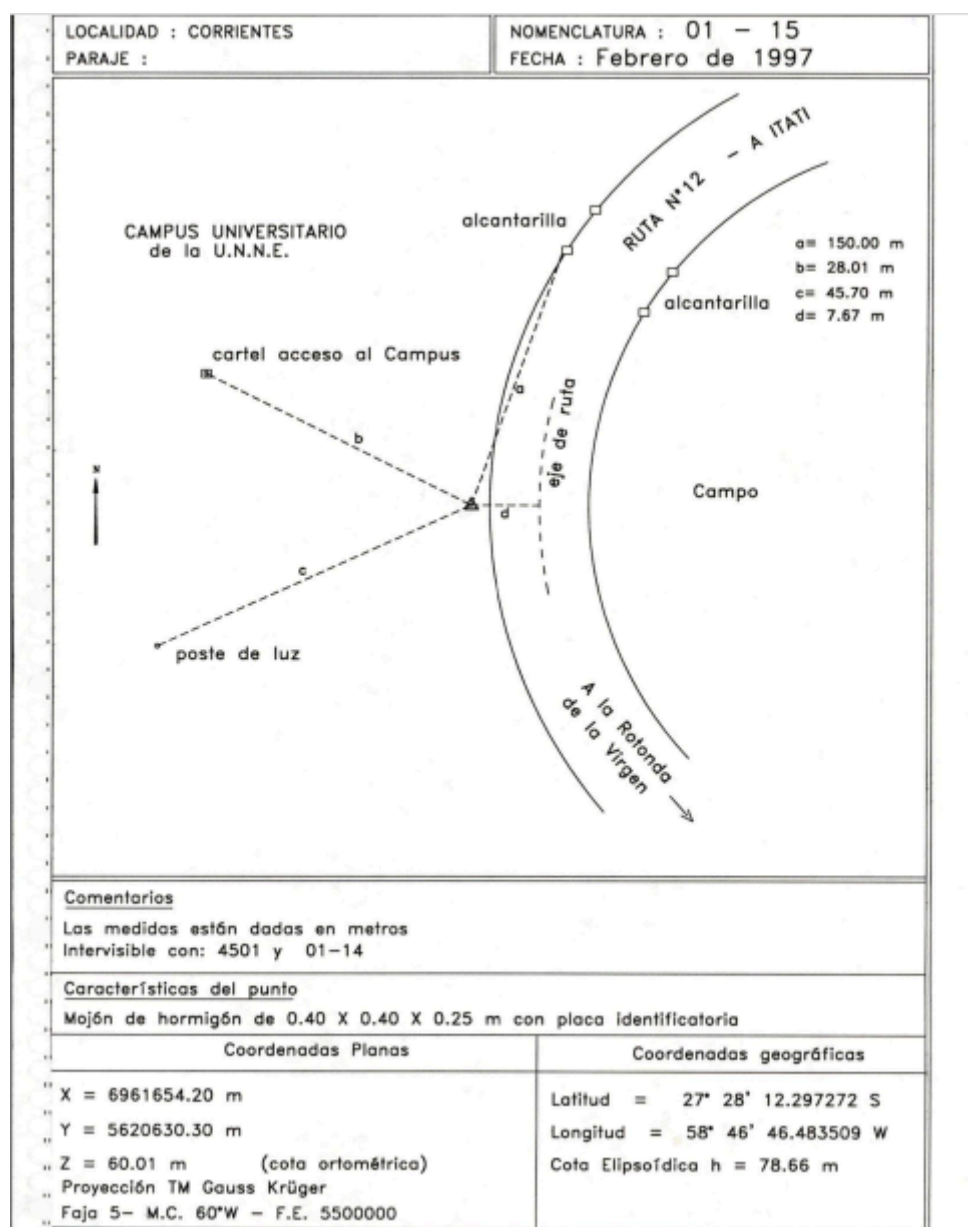


Figura 3.2 Punto planialtimétrico 0-15 en campus Deodoro Roca - UNNE (Fuente: Dirección General de Catastro y Cartografía de la Provincia de Corrientes).

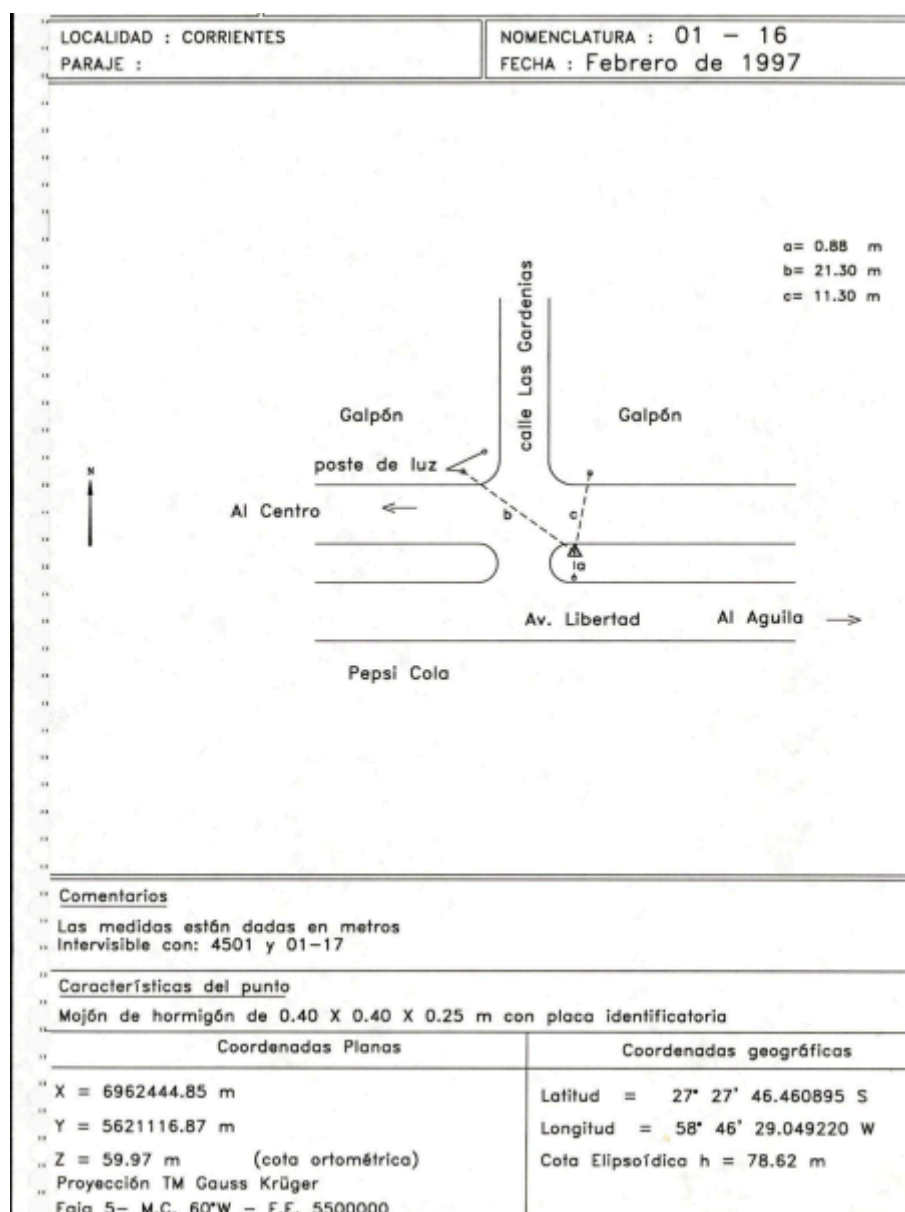


Figura 3.3 Punto planialtimétrico 0-16 en campus Deodoro Roca - UNNE (Fuente: Dirección General de Catastro y Cartografía de la Provincia de Corrientes).

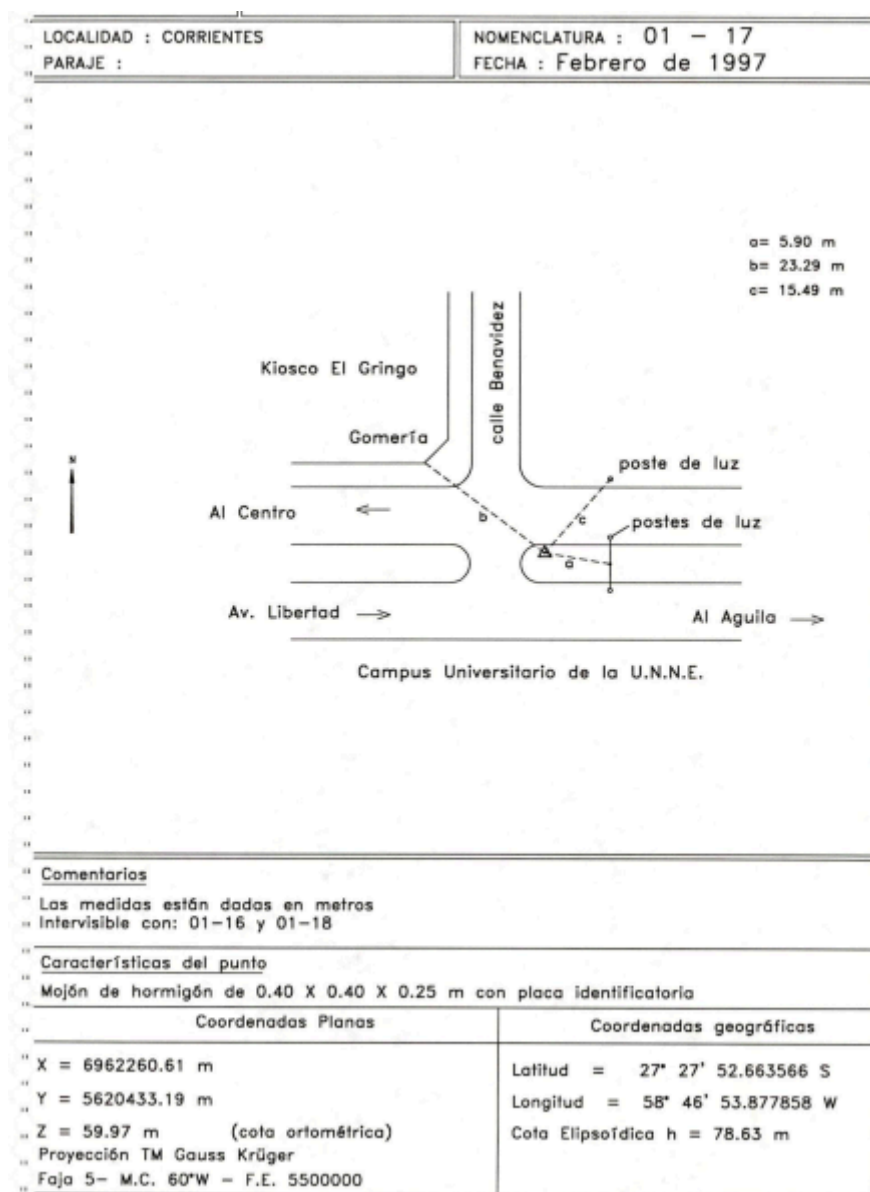


Figura 3.4 Punto planialtimétrico 0-17 en campus Deodoro Roca - UNNE (Fuente: Dirección General de Catastro y Cartografía de la Provincia de Corrientes).

Anexo IV

Anexo IV-1.1 Cálculo de carga de viento

Para el cálculo de la carga de viento, se utiliza el reglamento CIRSOC 102 “REGLAMENTO ARGENTINO DE ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES”.

Dicho reglamento no contempla el caso particular de estadios, por lo que para un análisis riguroso de los efectos del viento sobre la estructura a analizar se debería aplicar lo recomendado en el “CAPÍTULO 6. MÉTODO 3 - PROCEDIMIENTO DEL TÚNEL DE VIENTO”. Debido a los alcances del presente trabajo, quedó por fuera la posibilidad de realizar el análisis con modelo a escala en un túnel de viento.

Teniendo presente estas cuestiones, se considera analizar igualmente los efectos del viento teniendo en cuenta dos posibles alternativas:

- 1) Asimilar al estadio al caso de un edificio cerrado considerando las tribunas como estructuras rígidas.
- 2) Asimilar el estadio al caso de un edificio abierto.

Para ambos casos se tuvo en cuenta la ubicación donde se llevará a cabo la construcción del proyecto, es decir, Corrientes Capital, pudiendo determinar la velocidad básica del viento a partir de la siguiente tabla que contiene el reglamento:

Tabla IV.1.1. Valores de velocidades básicas del viento en ciudades argentinas. (Fuente: CIRSOC 102 “REGLAMENTO ARGENTINO DE ACCIÓN DEL VIENTO SOBRE LAS CONSTRUCCIONES”).

Figura 1 B		Velocidades básicas del viento en ciudades	
		CIUDAD	V (m/s)
		BAHIA BLANCA	55,0
		BARIOLOCHE	46,0
		BUENOS AIRES	45,0
		CATAMARCA	43,0
		COMODORO RIVADAVIA	67,5
		CORDOBA	45,0
		CORRIENTES	46,0
		FORMOSA	45,0
		LA PLATA	46,0
		LA RIOJA	44,0
		MAR DEL PLATA	51,0
		MENDOZA	39,0
		NEUQUEN	48,0
		PARANA	52,0
		POSADAS	45,0
		RAWSON	60,0
		RESISTENCIA	45,0
		RIO GALLEGOS	60,0
		ROSARIO	50,0
		SALTA	35,0
		SANTA FE	51,0
		SAN JUAN	40,0
		SAN LUIS	45,0
		SAN MIGUEL DE TUCUMAN	40,0
		SAN SALVADOR DE JUJUY	34,0
		SANTA ROSA	50,0
		SANTIAGO DEL ESTERO	43,0
		USHUAIA	60,0
		VIDMA	60,0

Se puede observar así que la velocidad básica del viento para Corrientes es 46 m/s.

Caso 1:

Para este caso, se calcula la presión dinámica mediante la fórmula:

$$q_z = 0,613 * K_z * K_{zt} * K_d * V^2 * I$$

Donde el valor de cada uno de los parámetros se ven reflejados en la siguiente tabla:

Tabla IV.1.2. Valores de parámetros influyentes en el cálculo de la presión dinámica del viento. (Fuente: elaboración propia).

Parámetro	Valor	Aclaración
Velocidad básica del viento (V) - (m/s)	46	
Factor de direccionalidad del viento "Kd"	0,85	
Factor de importancia "I"	1,15	Categoría III
Zmedio (m)	11	Mayor altura de la tribuna
Kh=Kz	1,02	Por tabla (interpolando)
a	9,5	Tabla 4
Zg (m)	274	
Kz	1,02	Por fórmula
Kzt	1	Terreno plano

Se optó por tomar como "Z medio" a la mayor altura de la tribuna en estudio, ya que conduce a una situación más desfavorable.

Luego, los parámetros reflejados en la tabla se obtuvieron siguiendo los lineamientos del reglamento, donde cada uno se define como:

Kd: el factor de direccionalidad del viento.

Kz: el coeficiente de exposición para la presión dinámica.

Kzt: factor topográfico.

V: la velocidad básica del viento.

I el factor de importancia.

Entonces, reemplazando en la fórmula descripta anteriormente se obtiene:

$$q_z = 0,613 * 1,02 * 1 * \left(46 \frac{m}{s}\right)^2 * 1,15 = 1295,15 \frac{N}{m^2}$$

Siguiendo con el cálculo, las presiones de diseño para los sistemas principales resistentes a la fuerza del viento de edificios de todas las alturas se deben determinar mediante la siguiente expresión:

$$p = q_z \times G \times C_p$$

Los valores de los parámetros a utilizar se reflejan en la siguiente tabla:

Tabla IV.1.3. Valores de parámetros influyentes en el cálculo de la presión de diseño. (Fuente: elaboración propia).

Parámetro	Valor	Aclaraciones
G	0,85	Factor de efecto de ráfaga
q	28,81	Angulo con la horizontal
h/L	0,55	Relación entre altura media de tribuna (11m) y dimensión horizontal
Cp	0,2	Coefficiente de presión

Por lo que, reemplazando en la expresión anterior, queda que:

$$p = 220 \frac{N}{m^2}$$

Luego, distribuyendo la acción linealmente sobre la grada y pasándolo a kN, se obtiene que:

$$p = 220 \frac{N}{m^2} \times \frac{1kN}{1000N} \times 0,9m = 0,20 \frac{kN}{m^2}$$

Caso 2:

Para este caso se considera tratar a la estructura como “estructura abierta”, por lo que procedimiento de cálculo resulta el siguiente:

La fuerza de viento se calcula con la expresión

$$F = qz \times G \times Cf \times Af$$

Donde F es la fuerza del viento actuante sobre la estructura; qz la presión dinámica evaluada a la altura Z del baricentro del área Af; G es el factor de ráfaga; Cf el coeficiente de fuerza neta; Af el área proyectada normal al viento.

Los valores de los distintos parámetros influyentes en la formula se los puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla IV.1.4. Valores de parámetros influyentes de la fuerza de viento en estructuras abiertas (Fuente: elaboración propia).

Parámetro	Valor	Unidades
Af	5,4	m ²
G	0,85	adimensional
qz	1295,15	N/m ²
Cf	0,438	adimensional
L	6	m
B	21	m
L/B	0,29	adimensional

Por lo que la fuerza del viento actuante sobre la estructura resulta:

$$F = 1295,15 \frac{N}{m^2} \times 0,85 \times 0,438 \times 5,4 m^2 = 2603,79N = 2,6kN$$

Que distribuida linealmente queda

$$Qd = \frac{F}{L} = \frac{2,6kN}{6m} = 0,43 \frac{kN}{m^2}$$

Finalmente, el reglamento CIRSOC 102 exige que para sistema principal resistente a la fuerza del viento ya sea para un edificio u otra estructura cerrada, parcialmente cerrada o abierta, la carga de viento de diseño que se debe utilizar no debe ser menor a 0,50 kN/m².

A continuación, se presenta la tabla resumen de las cargas de viento analizadas:

Tabla IV.1.5. Tabla resumen de las cargas de viento analizadas (Fuente: elaboración propia).

Cargas de viento		
0,50	kN/m	Carga mínima.
0,43	kN/m	Carga sobre estructura abierta.
0,20	kN/m	Carga sobre estructura cerrada.

Se puede observar así que la mayor carga de viento es la mínima exigida por reglamento, porque se utiliza esta para el análisis de cargas.

Anexo IV-1.2 Cálculo de esbeltez de columna

A continuación, se desarrolla el procedimiento de cálculo de la esbeltez de la columna de borde:

Sentido x-x:

Las inercias de la columna y de la viga son:

$$I_c = \frac{40cm \times (70cm)^3}{12} \times 0,7 = 800.333,33cm^4$$

$$I_v = \frac{40 \times (80cm)^3}{12} \times 0,35 = 597.333,33 cm^4$$

La rigidez relativa del nudo superior es de:

$$\psi_A = \frac{\sum \frac{EI_c}{l_c}}{\sum \frac{EI_v}{l_v}} = \frac{\frac{800.333,33cm^4}{1089cm}}{\frac{597.333,33 cm^4}{793cm}} = 0,98$$

La rigidez relativa del nudo inferior es de:

$$\psi_B = \frac{\sum \frac{EI_c}{l_c}}{\sum \frac{EI_v}{l_v}} = \frac{\frac{800.333,33cm^4}{1089cm}}{0} = \infty$$

Del uso de nomogramas, se obtiene el factor de longitud efectiva, cuyo valor resulta aproximadamente de $k=0,87$.

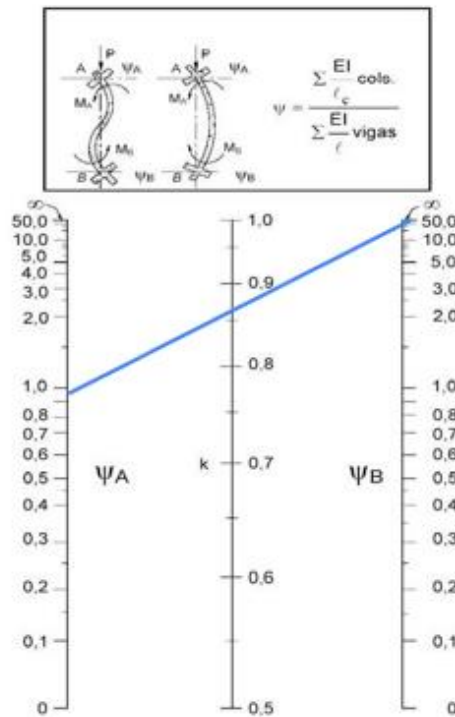


Figura IV-1.1 Nomograma para obtención de k en pórticos indesplazables para el sentido x-x. (Fuente: AISC, 1999)

Por lo que la longitud de cálculo resulta ser de:

$$l_c = l_u \times k = 1089\text{cm} \times 0,87 = 947,43\text{ cm}$$

Siendo “ l_u ” la longitud no soportada lateralmente.

La esbeltez obtenida para esta dirección de análisis es de:

$$\lambda = 3,47 \times \frac{l_c}{h} = 3,47 \times \frac{947,43\text{cm}}{70\text{cm}} = 46,97$$

Y la esbeltez limite es:

$$\lambda_{lim} = 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} = 34 - 12 \times \frac{0}{198,8\text{kNm}} = 34$$

Como la esbeltez de la columna es mayor que la esbeltez limite ($\lambda > \lambda_{lim}$), la columna se considera como esbelta.

Finalmente resta definir qué tipo de método de análisis se utilizará, que al resultar la esbeltez de la columna ser menor que 100, se permite para el cálculo y análisis el uso de los métodos aproximados.

Sentido y-y:

Las inercias de la columna y de la viga son:

$$I_c = \frac{70cm \times (40cm)^3}{12} \times 0,7 = 261.333,33cm^4$$

$$I_v = \frac{40 \times (40cm)^3}{12} \times 0,35 = 213.333,33 cm^4$$

La rigidez relativa del nudo superior es de:

$$\psi_A = \frac{\sum \frac{EI_c}{l_c}}{\sum \frac{EI_v}{l_v}} = \frac{\frac{261.333,33cm^4}{1049cm}}{2 \times \frac{213.333,33 cm^4}{600cm}} = 0,34$$

La rigidez relativa del nudo inferior es de:

$$\psi_B = \frac{\sum \frac{EI_c}{l_c}}{\sum \frac{EI_v}{l_v}} = \frac{\frac{261.333,33cm^4}{1049cm}}{0} = \infty$$

Del uso de nomogramas, se obtiene el factor de longitud efectiva, cuyo valor resulta aproximadamente de $k=0,79$.

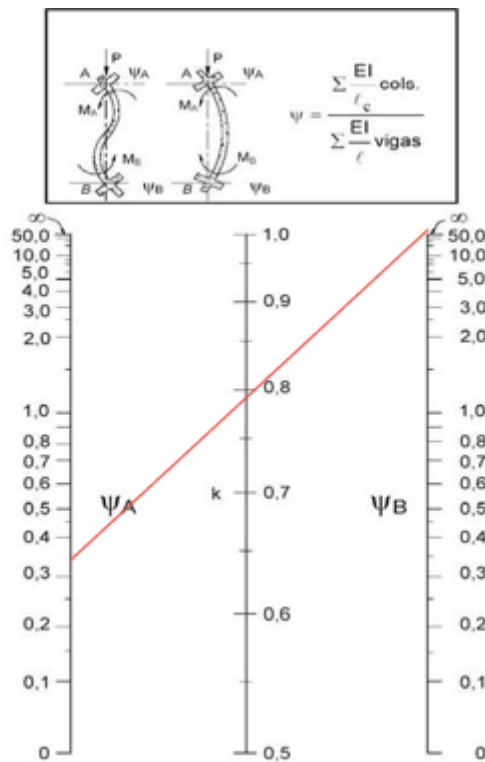


Figura IV-1.2 Nomograma para obtención de k en pórticos indesplazables. (Fuente: AISC, 1999)

Por lo que la longitud de cálculo resulta ser de:

$$l_c = l_u \times k = 1049cm \times 0,79 = 828,71 cm$$

Siendo “ l_u ” la longitud no soportada lateralmente.

La esbeltez obtenida para esta dirección de análisis es de:

$$\lambda = 3,47 \times \frac{l_c}{h} = 3,47 \times \frac{828,71 \text{ cm}}{40 \text{ cm}} = 71,89$$

Y la esbeltez límite es:

$$\lambda_{lim} = 34 - 12 \frac{M_1}{M_2} = 34 - 12 \times 0,5 = 28$$

Donde se adopta el cociente entre M1 y M2 =0,5, tomando como consideración que se produce curvatura doble. Como la esbeltez de la columna es mayor que la esbeltez límite ($\lambda > \lambda_{lim}$), la columna se considera como esbelta.

Finalmente resta definir qué tipo de método de análisis se utilizará, que al resultar la esbeltez de la columna menor a 100, se permite para el cálculo y análisis el uso de los métodos aproximados.

Anexo IV-1.3 Cálculo de momentos amplificados en pórticos indesplazables

A continuación, se desarrolla el cálculo de la amplificación de los momentos actuantes para el sentido x-x:

Del análisis de las solicitaciones para la dirección xz, se obtuvo que el momento actuante en el nudo superior, que a su vez resulta el mayor valor actuando en la columna, es de 198,8 kNm.

Se calcula el momento mínimo a tener en cuenta en columnas esbeltas para considerar los efectos de segundo orden (M2min) y se lo compara con el mayor momento actuante en la columna, adoptando de los dos valores el que es mayor para amplificarlo:

$$M_{2\min} = P_u \times (15 + 0,03h) = 528,98 \text{ kN} \times (15 + 0,03 \times 700 \text{ mm}) = 19043,136 \text{ kNmm} = 19,04 \text{ kNm}$$

Por lo que $M_{2\min} < 198,8 \text{ kNm}$, entonces este último resulta el momento a amplificar, cuyo valor se obtiene de la siguiente fórmula:

$$M_c = \delta \times M_{\max}$$

Para amplificar el momento se debe calcular el factor δ de amplificación, cuya formula resulta:

$$\delta = \frac{C_m}{\left(1 - \frac{P_u}{0,75 P_c}\right)}$$

Donde P_u es la carga última de compresión que actúa en la columna, P_c es la carga crítica y C_m es un factor de amplificación que tiene en cuenta si la curvatura que se produce en la columna es doble o simple en función de los momentos actuantes en el nudo inferior y superior.

A continuación, se desarrolla la secuencia de cálculo de los distintos factores que intervienen en la ecuación de δ :

$$C_m = 0,6 + 0,4 \frac{M_1}{M_2} = 0,6 + 0,4 \frac{0}{198,8kNm} = 0,6$$

$$P_u = 528,98 \text{ kN}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k l_u)^2}$$

Donde

$$EI = \frac{0,4 E_c I_G}{1 + \beta_d} = \frac{0,4 \cdot 27805,6 MPa \times 0,008 m^4}{1 + 0,75} = 50,87 MNm^2$$

$$k \times l_u = 0,87 \times 1089 cm = 947,43 cm = 9,47 m$$

Por lo que la carga critica será:

$$P_c = \frac{\pi^2 \times 50,87 MNm^2}{(9,47 m)^2} = 5,59281 MN = 5592,81 kN$$

Finalmente, el factor de amplificación resulta:

$$\delta = \frac{0,6}{\left(1 - \frac{528,98 kN}{0,75 \times 5592,81 kN}\right)} = 0,69$$

Como $\delta < 1$ el momento no se amplifica, entonces $M_c = 198,8 kNm$

Amplificación de los momentos en el sentido y-y:

Del análisis de las solicitaciones para la dirección yz, se obtuvo que el momento actuante en el nudo superior es nulo, esto es así ya que las vigas que llegan a dicho nudo son de igual sección y por ende de igual inercia, lo que genera que los momentos que transmiten al nudo se equilibren entre sí. Igualmente se debe calcular el valor del momento mínimo ($M_2 \text{ min}$) a tener en cuenta en columnas esbeltas para considerar los efectos de segundo orden y amplificarlo en caso de que el factor de amplificación resulte mayor a uno.

A continuación, se desarrolla la secuencia de cálculo:

$$M_{2 \text{ min}} = P_u \times (15 + 0,03h) = 528,98 kN \times (15 + 0,03 \times 400 mm) = 14282,46 kNmm = 14,28 kNm$$

Con $M_c = M_{2 \text{ min}} \times \delta$, si $\delta > 1$ cuyo valor se obtiene a partir de:

$$\delta = \frac{C_m}{\left(1 - \frac{P_u}{0,75 P_c}\right)}$$

$$C_m = 0,6 + 0,4 \frac{M_1}{M_2} = 0,6 + 0,4 \times 0,5 = 0,8$$

$$P_u = 528,98 \text{ kN}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k lu)^2}$$

Donde

$$EI = \frac{0,4 E_c I_G}{1 + \beta_d} = \frac{0,4 \times 27805,6 MPa \times 0,0026 m^4}{1 + 0,75} = 16,61 MNm^2$$

$$k \times lu = 0,79 \times 1049 cm = 828,71 cm = 8,29 m$$

Por lo que la carga crítica será:

$$P_c = \frac{\pi^2 \times 16,61 MNm^2}{(8,29 m)^2} = 2,38695 MN = 2386,95 kN$$

Finalmente, el factor de amplificación resulta:

$$\delta = \frac{0,8}{\left(1 - \frac{528,98 kN}{0,75 \times 2389,95 kN}\right)} = 1,14$$

Al ser $\delta > 1$ se amplifica el momento, resultando:

$$M_c = M_{2min} \times \delta = 14,28 kNm \times 1,14 = 16,22 kNm$$

Anexo IV-1.4 Verificación a flexión oblicua

Para la verificación a flexión oblicua de la columna, se utiliza el método de la carga inversa, cuyo procedimiento se puede resumir en los siguientes cálculos:

- Se adopta valor de cuantía ρ .
- Se calcula P_o suponiendo carga centrada.
- Se calcula P_{nx} suponiendo flexión en x-x utilizando la ayuda de diagramas de interacción.
- Se calcula P_{ny} suponiendo flexión en y-y utilizando la ayuda de diagramas de interacción.
- Se aplica ecuación general de la superficie de falla.
- Se verifica que $P_n \leq 0,10 P_o$ y que $\phi P_n \geq P_u$.

En primera instancia se adopta la cantidad de armadura longitudinal que cumpla con los requisitos de cuantía mínima y máxima, es decir que $0,01 < \rho < 0,08$, por lo que se adopta $8\Phi 25$, cuya cuantía resulta:

$$\rho = \frac{A_{acero}}{A_{hormigon}} = \frac{4 \times \pi \times (2,5 cm)^2}{40 cm \times 70 cm} = 0,014 \text{ (B.C)}$$

Luego se calcula P_o , que resulta:

$$\begin{aligned} P_o &= 0,85 \times f'_c \times (A_g - A_{st}) + f_y \times A_s = \\ 0,85 \times 35 MPa \times (2800 cm^2 - 39,27 cm^2) \times 10^{-4} + 420 MPa \times 39,27 cm^2 \times 10^{-4} &= \\ 9,86 MN \end{aligned}$$

De modo que $P_o = 9,86 MN$

Siguiendo con el procedimiento, se calcula P_{nxo} :

$$P_{nxo} = \frac{n \times b \times h}{0,65}$$

Para obtener “n”, se procede de la siguiente manera:

$e_x=0$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{\frac{M_{cy} - y}{P_u}}{h_y} = \frac{\frac{16,22 \text{ kNm}}{528,8 \text{ kN}}}{0,4 \text{ m}} = 0,08$$

$$\gamma = \frac{h_y - 2c_c - 2 \times \Phi_{estribo}}{h_y} = \frac{40 \text{ cm} - 2 \times 2 \text{ cm} - 2 \times 0,8 \text{ cm}}{40 \text{ cm}} = 0,86$$

Utilizando los diagramas de interacción para $\gamma = 0,8$ y $\gamma = 0,9$ (ver Figuras IV-2.1.3 y IV-2.1.4) se obtienen los valores de n_{80} y n_{90} , que se utilizan para interpolar y obtener, finalmente, el valor de n_{86} correspondiente a $\gamma = 0,86$

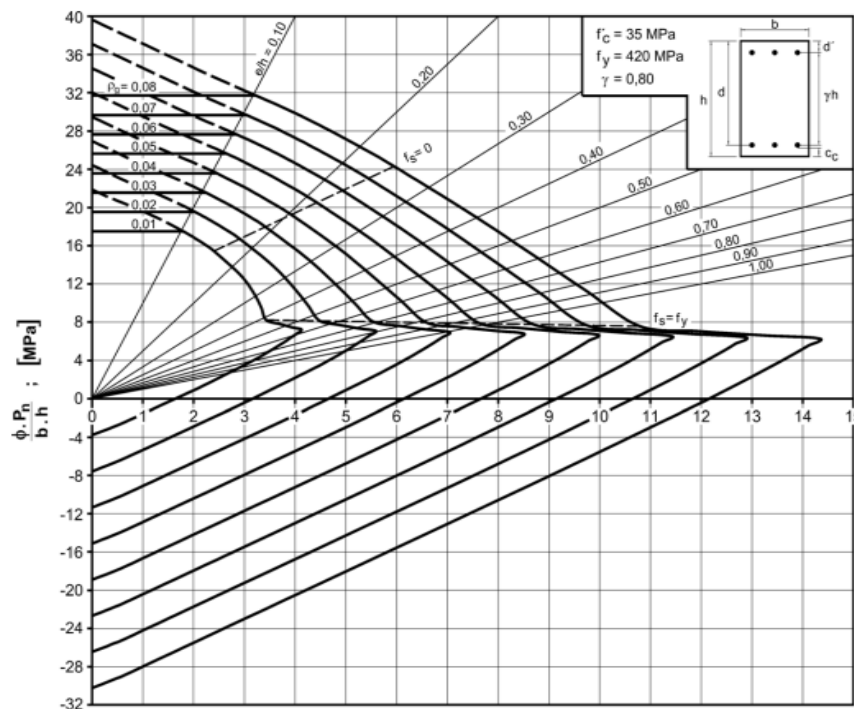


Figura IV-1.3 Diagrama de interacción para obtención de n_{80} (Fuente: Ejemplos de Aplicación del Reglamento CIRSOC 201-2005.- 239).

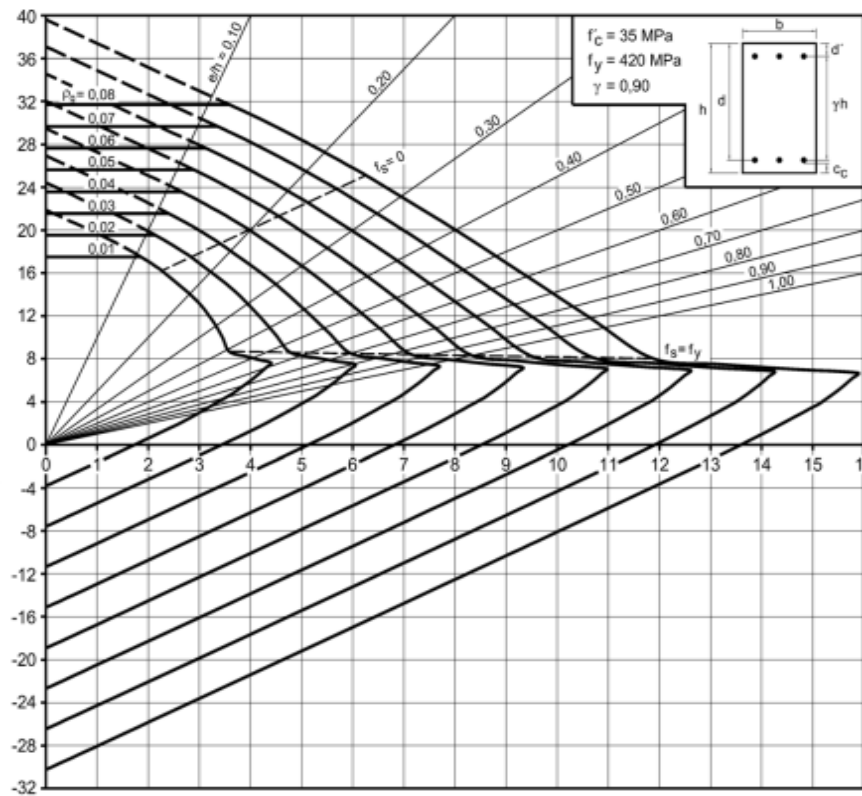


Figura IV-1.4 Diagrama de interacción para obtención de n_{90} (Fuente: Ejemplos de Aplicación del Reglamento CIRSOC 201-2005.- 239).

Se obtiene así que tanto n_{80} como n_{90} valen 18MPa, por lo que si se interpola se obtiene que n_{86} también valdrá 18MPa.

Finalmente, P_{nxo} resulta:

$$P_{nxo} = \frac{18\text{Mpa} \times 0,4\text{m} \times 0,7\text{m}}{0,65} = 7,75\text{MN}$$

Luego se calcula P_{nyo} :

$$P_{nyo} = \frac{n \times b \times h}{0,65}$$

Para obtener “n”, se procede de la siguiente manera:

$e_y=0$

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{\frac{M_{cx} - x}{P_u}}{h_x} = \frac{\frac{198,8\text{kNm}}{528,8\text{kN}}}{0,7\text{m}} = 0,54$$

$$\gamma = \frac{h_x - 2c_c - 2 \times \Phi_{estribo}}{h_x} = \frac{40\text{cm} - 2 \times 2\text{cm} - 2 \times 0,8\text{cm}}{70\text{cm}} = 0,92 \approx 0,90$$

Utilizando el diagrama de interacción de Figura IV-2.1.4, se obtiene $n=7\text{MPa}$

Resulta así el valor de P_{nyo} :

$$P_{nyo} = \frac{7MPa \times 0,4m \times 0,7m}{0,65} = 3,02MN$$

Siguiendo con la secuencia de cálculo se aplica ecuación general de la superficie de falla:

$$\frac{1}{P_n} = \frac{1}{P_{nyo}} + \frac{1}{P_{nxo}} - \frac{1}{P_0} = \frac{1}{3,02MN} + \frac{1}{7,75MN} - \frac{1}{9,86MN} = 0,36 \frac{1}{MN}$$

Despejando P_n , se obtiene:

$$P_n = 2,7839 MN = 2783,9 kN$$

Que representa la carga nominal que resiste la columna. Para obtener la carga última que resiste la misma, se afecta a P_n por el factor de reducción de resistencia de 0,65:

$$P_{ud} = 0,65 \times P_n = 0,65 \times 2783,9 kN = 1809,54 kN$$

Finalmente, se realizan las verificaciones correspondientes:

1) Verificación de validez del método de la carga inversa:

$$0,10P_0 = 0,10 \times 9862,51 kN = 986,25 kN$$

$$P_n = 2783,9 kN$$

$$P_n > 0,10P_0 \text{ (Verifica)}$$

2) Verificación flexión oblicua

$$P_{ud} = 1809,54 kN \rightarrow \text{Carga última que resiste la columna}$$

$$P_u = 528,98 kN \rightarrow \text{Carga última que solicita a la columna}$$

Se puede observar así que $P_{ud} > P_u$, por lo que la sección y la armadura de la columna verifican holgadamente.

Anexo IV-1.5 Cálculo de primera columna interna

Para el cálculo de la primera columna interna (ver Figura IV-1.5), valen las mismas ecuaciones y consideraciones hechas que para la columna de borde, con la salvedad de que varían las dimensiones y las solicitaciones.

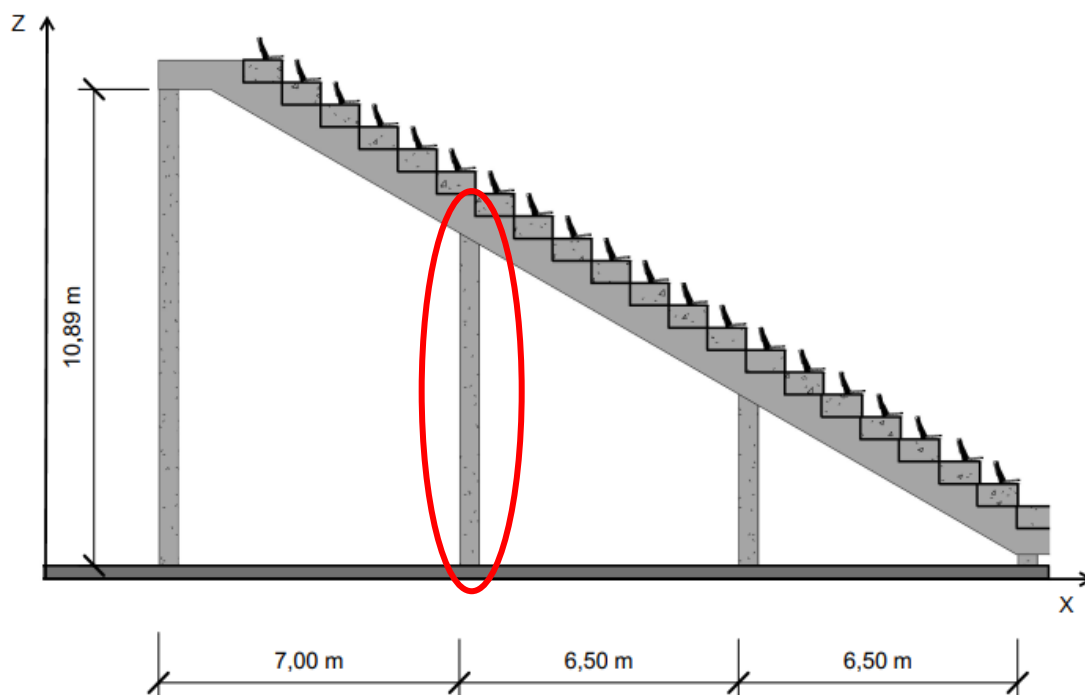


Figura IV-1.5. Primera columna interna (Fuente: elaboración propia).

A modo de resumen se expresarán las tablas con los distintos valores utilizados para el cálculo y solo se desarrollarán las fórmulas que se consideren necesarias.

Tabla IV.1.6. Valores de dimensiones y sollicitaciones sobre la primera columna interna. (Fuente: elaboración propia)

Columna		Aclaraciones
b (cm)	40	Ancho de sección de columna
h (cm)	40	Altura de sección de columna
Lc (cm)	760,26	Longitud de columna
lux (cm)	760,26	Long. No soportada lateralmente en x
luy (cm)	720,26	Long. No soportada lateralmente en y
Ic x-x (cm ⁴)	149333,33	Inercia de columna en x-x
Ic y-y (cm ⁴)	149333,33	Inercia de columna en y-y
Pu (kN)	997,39	Carga última de compresión de columna
M1 x-x(kNm)	0	Momento en el nudo inferior dirección x-x
M2 x-x(kNm)	62,8	Momento en el nudo superior dirección x-x
M1 y-y (kNm)	0	Momento en el nudo inferior dirección y-y
M2 y-y (kNm)	0	Momento en el nudo inferior dirección y-y

La columna se comporta como esbelta para ambas direcciones, ya que del cálculo se obtuvo que las esbelteces resultaron mayores a las esbelteces límites. Por otro lado, al ser menor que 100 los valores, es válido la utilización de métodos aproximados para el cálculo de las verificaciones.

En la siguiente tabla se reflejan los cálculos y valores mencionados para ambas direcciones de análisis.

Tabla IV.1.7. Tabla utilizada para el cálculo de la esbeltez en la dirección x-x. (Fuente: elaboración propia)

Sentido x-x			
Comprobación de esbeltez			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
ψ_A	0,26		Rigidez relativa en nudo superior
ψ_B	∞		Rigidez relativa en nudo inferior
k	0,78		Factor de long. Efectiva
L _{calc.}	593,00	cm	Longitud de calculo
λ	51,44		Esbeltez de la columna
λ_{lim}	34		Esbeltez limite
Verificación	Columna esbelta		
Tipo de análisis	Usar métodos aproximados		

Tabla IV.1.8. Tabla utilizada para el cálculo de la esbeltez en la dirección x-x. (Fuente: elaboración propia)

Sentido y-y			
Comprobación de esbeltez			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
Ψ_a	0,28		Rigidez relativa en nudo superior
Ψ_b	∞		Rigidez relativa en nudo inferior
k	0,79		Factor de long. Efectiva
L _{calc}	569,01	cm	Longitud de calculo
λ	49,36		Esbeltez de la columna
λ_{lim}	28		Esbeltez limite
Verificación	Columna esbelta		
Tipo de análisis	Usar métodos aproximados		

Luego, se amplifican los momentos de ambas direcciones, teniendo cuenta lo mencionado tanto en el anexo como también en el capítulo 7 del presente trabajo, respecto a los momentos actuantes y los momentos mínimos a tener en cuenta por efectos de segundo orden.

A continuación, se desarrollan las tablas utilizadas para amplificar los momentos en ambos sentidos:

Tabla IV.1.9. Tabla utilizada para amplificar el momento en el sentido x-x (Fuente: elaboración propia).

Momentos amplificados en pórticos indesplazables sentido x-x			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
M2 min	26,93	kNm	Momento mínimo
M2 a amplificar	62,80	kNm	Momento que se amplifica
βd	0,75		Tiene en cuenta el efecto de fluencia lenta
EI	9,49	MNm ²	Rigidez
Pc	2663,77	Kn	Carga critica
Cm	0,6		Factor de corrección de momento
δ_{ns}	1,20		Factor de amplificación
Mc	75,25	kNm	Momento amplificado

Tabla IV.1.10. Tabla utilizada para amplificar el momento en el sentido y-y (Fuente: elaboración propia).

Momentos amplificados en pórticos indesplazables sentido y-y			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
M2 min	26,93	kNm	Momento minimo
M2 a amplificar	26,93	kNm	Momento que se amplifica
βd	0,75		Tiene en cuenta el efecto de fluencia lenta
EI	9,49	MNm ²	Rigidez
Pc	2893,19	Kn	Carga critica
Cm	0,8		Factor de corrección de momento
δ_{ns}	1,48		Factor de amplificación
Mc	39,87	kNm	Momento amplificado

Finalmente, se realiza las verificaciones para la columna, a través del método de la carga inversa.

A continuación, se expresan las tablas utilizadas para las verificaciones mencionadas:

Tabla IV.1.11. Tabla resumen con sección, armadura y carga a compresión pura de la columna (Fuente: elaboración propia).

Verificación flexión oblicua			
Adopto 8Φ16			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
b	40	cm	Ancho de la sección transversal de la columna
h	40	cm	Altura de la sección transversal de la columna
Ast (cm ²)	16,08	cm ²	Área de acero
ρ	0,0101	adimensional	Cuantía
Po (MN)	5,39	MN	Carga a compresión pura

Tabla IV.1.12. Obtención de Pnyo. (Fuente: elaboración propia).

Sentido x-x			
ey	0	cm	excentricidad y
ex/h	0,19	adimensional	Para entrar a diagrama de interacción
γ	0,86	adimensional	Distancia entre ejes de barras
n	14,00	Mpa	Del diagrama de interacción
Pnyo	3,45	MN	Resistencia nominal cuando solo está presente ex

Tabla IV.1.13. Obtención de Pnxo. (Fuente: elaboración propia).

Sentido y-y			
ex	0,00	cm	excentricidad x
ey/h	0,10	adimensional	Para entrar a diagrama de interacción
y	0,86	adimensional	Distancia entre ejes de barras
n	18,00	Mpa	Del diagrama de interacción
Pnxo	4,43	MN	Carga para flexión recta

Tabla IV.1.14. Verificación de la resistencia de la columna (Fuente: elaboración propia).

Resistencia			
1/Pn	0,33	MN	Carga nominal inversa
Pn	3027,87	kN	Carga nominal
Pud	1968,11	kN	Carga última que resiste la columna
Método carga inversa	Vale método carga inversa		Verificación de validez del método
Verificación flexión oblicua	Buenas condiciones		Verificación de flexión oblicua

Podemos ver así que tanto la validez del método de la carga inversa como la verificación a la solicitación de flexión oblicua verifican, cuyas ecuaciones se desarrollan a continuación:

1) Verificación de validez del método de la carga inversa:

$$0,10P_0 = 0,10 \times 5387,71kN = 538,77kN$$

$$Pn=3027,87kN$$

$$Pn > 0,10P_0 \text{ (Verifica)}$$

2) Verificación flexión oblicua

$$Pud = 1968,11 \text{ kN} \rightarrow \text{Carga última que resiste la columna}$$

$$Pu = 997,39 \text{ kN} \rightarrow \text{Carga última que solicita a la columna}$$

Se puede observar así que $Pud > Pu$, por lo que la sección y la armadura de la columna verifican holgadamente.

Anexo IV-1.6 Cálculo de segunda columna interna

Para la segunda columna interna (ver Figura IV-1.6) se realiza el mismo análisis hecho para las columnas anteriores con la diferencia en las secciones y solicitaciones. Además, como se verá en el desarrollo del resumen de cálculo, la columna se comporta como corta y se encuentra solicitada únicamente a flexo compresión recta, por lo que también variara el tipo de análisis respecto a los anteriores.

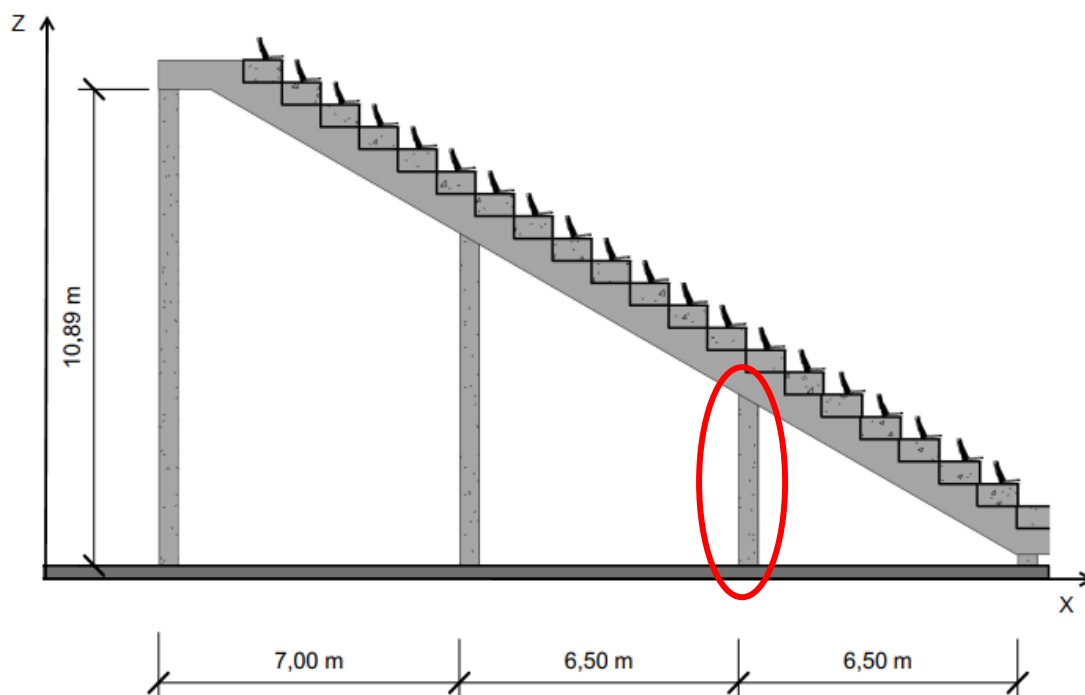


Figura IV-1.6. Segunda columna interna (Fuente: elaboración propia).

A modo de resumen se expresarán las tablas con los distintos valores utilizados para el cálculo y solo se desarrollarán las fórmulas que se consideren necesarias.

Tabla IV.1.15. Valores de dimensiones y solicitaciones sobre la segunda columna interna (Fuente: elaboración propia)

Columna		Aclaraciones
b (cm)	40	Ancho de sección de columna
h (cm)	40	Altura de sección de columna
Lc (cm)	760,26	Longitud de columna
lux (cm)	760,26	Long.no soportada lateralmente en x
luy (cm)	720,26	Long.no soportada lateralmente en y
Ic x-x (cm ⁴)	149333,33	Inercia de columna en x-x
Ic y-y (cm ⁴)	149333,33	Inercia de columna en y-y
Pu (kN)	997,39	Carga ultima de compresión de columna
M1 x-x(kNm)	0	Momento en el nudo inferior dirección x-x
M2 x-x(kNm)	62,8	Momento en el nudo superior dirección x-x
M1 y-y (kNm)	0	Momento en el nudo inferior dirección y-y
M2 y-y (kNm)	0	Momento en el nudo inferior dirección y-y

La columna se comporta como corta, para ambas direcciones, por lo que se pueden despreciar los efectos de esbeltez.

A continuación, se desarrollan las tablas utilizadas para el cálculo:

Tabla IV.1.16. Tabla utilizada para el cálculo de la esbeltez en la dirección x-x. (Fuente: elaboración propia)

Sentido x-x			
Comprobación de esbeltez			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
ψ_A	0,20		Rigidez relativa en nudo superior
ψ_B	∞		Rigidez relativa en nudo inferior
k	0,75		Factor de long. Efectiva
l _{calc}	292,50	cm	Longitud de calculo
λ	33,83		Esbeltez de la columna
λ_{lim}	34		Esbeltez limite
Verificación	Columna corta		

Tabla IV.1.17. Tabla utilizada para el cálculo de la esbeltez en la dirección y-y. (Fuente: elaboración propia)

Sentido y-y			
Comprobación de esbeltez			
Condición	Valor	Unidades	Aclaración
ψ_A	0,40		Rigidez relativa en nudo superior
ψ_B	∞		Rigidez relativa en nudo inferior
k	0,8		Factor de long. Efectiva
l _{calc}	280,00	cm	Longitud de calculo
λ	24,29		Esbeltez de la columna
λ_{lim}	28		Esbeltez limite
Verificación	Columna corta		

Como se puede observar en la tabla IV.1.10. el momento actuante en la dirección y-y es nulo, ya que las vigas que transmiten momento a la columna en dicha dirección, son de iguales dimensiones e inercias, por lo que los momentos se equilibran en el nudo. Es por esto que para el caso de la columna en estudio se debe dimensionar para la sollicitación de flexo-compresión recta, teniendo en cuenta la sollicitación de flexión producida en dirección "xz".

En primera instancia, se calcula el valor de γ , donde viene dado por la siguiente formula:

$$\gamma = \frac{h - 2cc - 2 \times \Phi_{estribo}}{h_y} = \frac{30cm - 2 \times 2cm - 2 \times 0,8cm}{40cm} = 0,81 \cong 0,80$$

Luego se calculan los siguientes valores:

$$\frac{\Phi P_n}{A_g} = \frac{P_u}{A_g} = \frac{0,997MN}{0,4m \times 0,3m} = 7,918 MPa$$

$$\frac{\Phi M_n}{A_g \times h} = \frac{M_u}{A_g \times h} = \frac{0,139MNm}{0,4m \times 0,3m \times 0,3m} = 3,861 MPa$$

Y utilizando el siguiente diagrama de interacción se obtiene que:

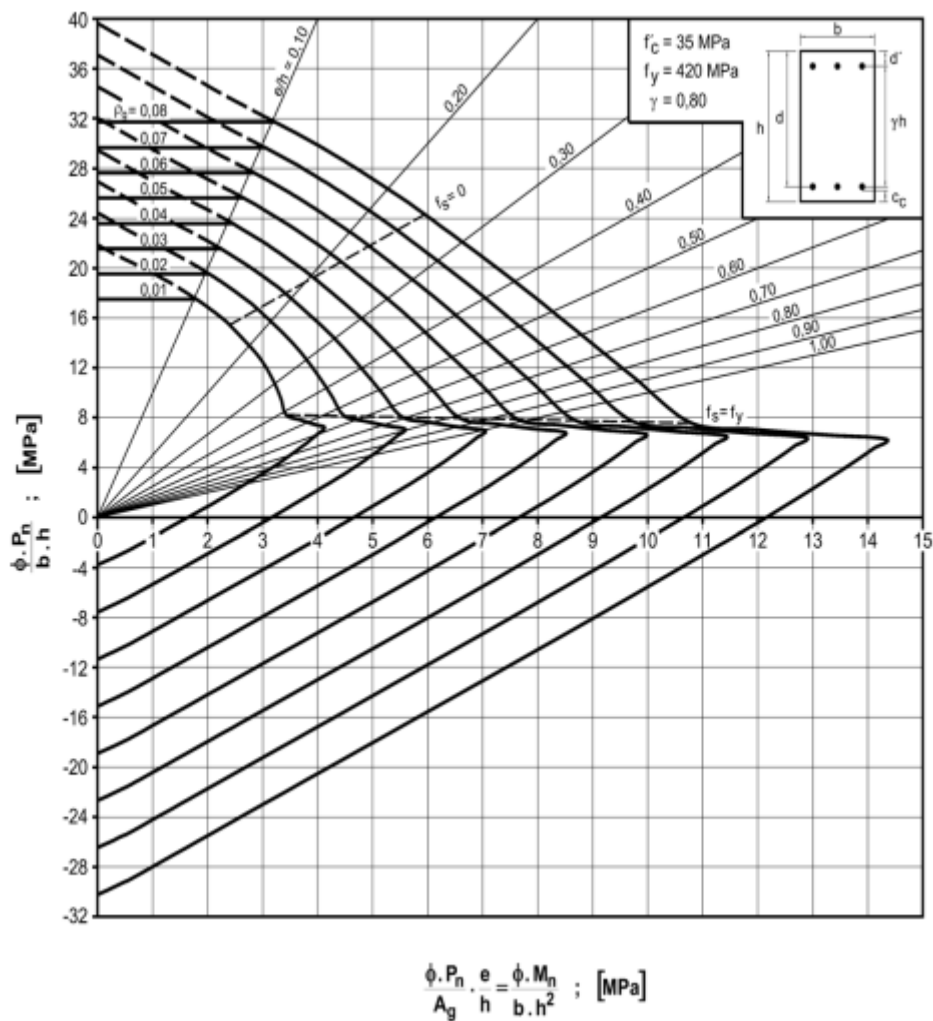


Figura IV-1.7 Diagrama de interacción para obtención de p (Fuente: Ejemplos de Aplicación del Reglamento CIRSOC 201-2005.- 239).

Donde ingresando con los valores anteriormente obtenidos se obtiene aproximadamente que $\rho=0,01$.

Así, la armadura longitudinal será:

$A_s = \rho \times A_g = 0,01 \times 30\text{cm} \times 40\text{cm} = 12\text{cm}^2$ Se adoptan 6 Φ 16 cuya sección es igual a $12,06\text{ cm}^2$.

Finalmente, se realiza la verificación con la siguiente ecuación:

$$P_0 = 0,80 \times \Phi \times (0,85 \times f'_c \times (A_g - A_{st}) + f_y \times A_s =$$

$$0,80 \times 0,65 \times (0,85 \times 35\text{Mpa} \times (30\text{cm} \times 40\text{cm} - 12\text{cm}^2) \times 10^{-4}$$

$$+ 420\text{Mpa} \times 12\text{cm}^2 \times 10^{-4} = 2,1012\text{MN} = 2.101,2\text{kN}$$

Al ser $P_0=2101,2\text{ kN}$ y $P_u=950,24\text{ kN}$, entonces $P_0 > P_u$ por lo que queda verificada la sección y su armadura longitudinal correspondiente.

Anexo V

Indice de Planos

Plano.....N°

Planos de plantas generales

Ubicación del proyecto.....	01
Planimetría.....	02
Planta baja.....	03
Planta intermedia.....	04
Planta alta.....	05

Cortes generales

Cortes A-A y B-B.....	06
------------------------------	-----------

Planos viales

Paquete estructural pavimento rígido.....	07
Paquete estructural camino de ripio.....	08

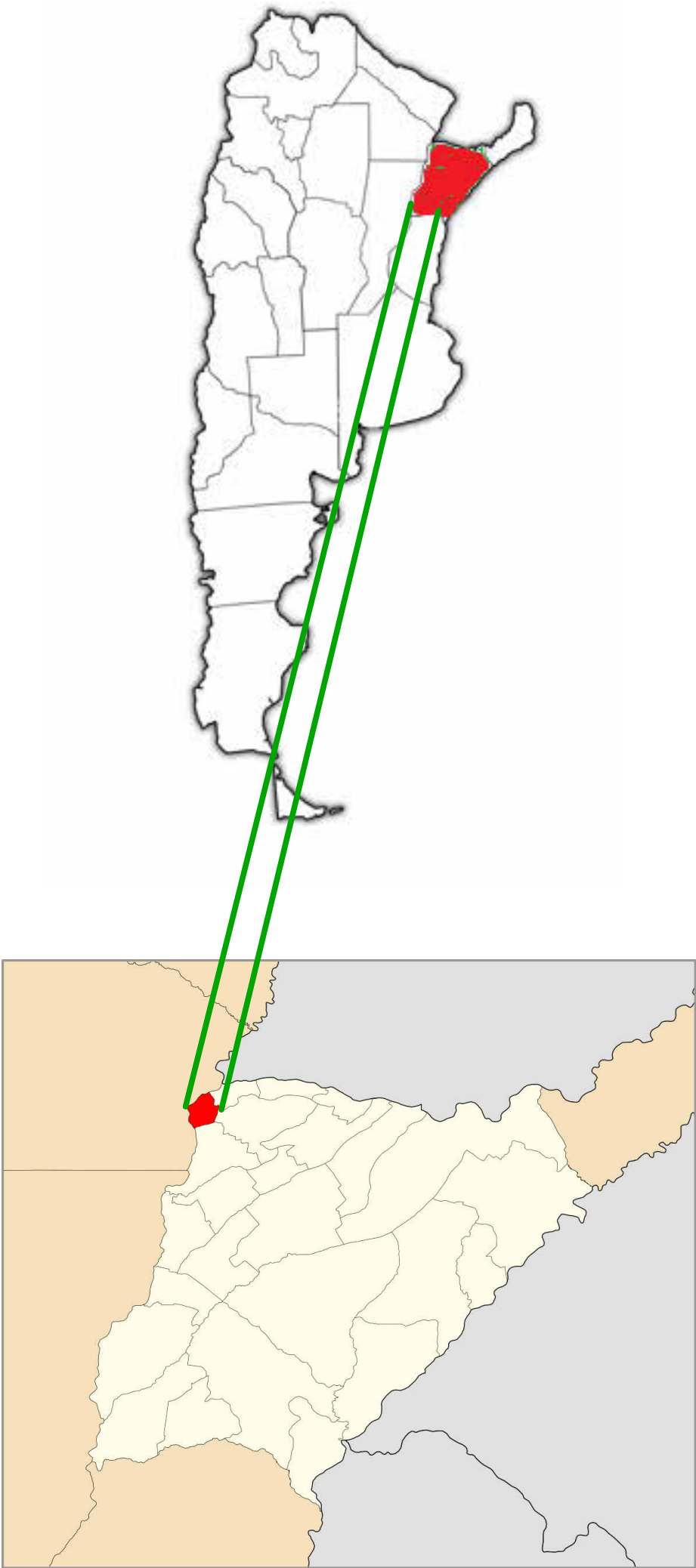
Planos hidráulicos

Áreas de aporte.....	09
Sistemas de desagüe pluvial.....	10

Planos de estructuras

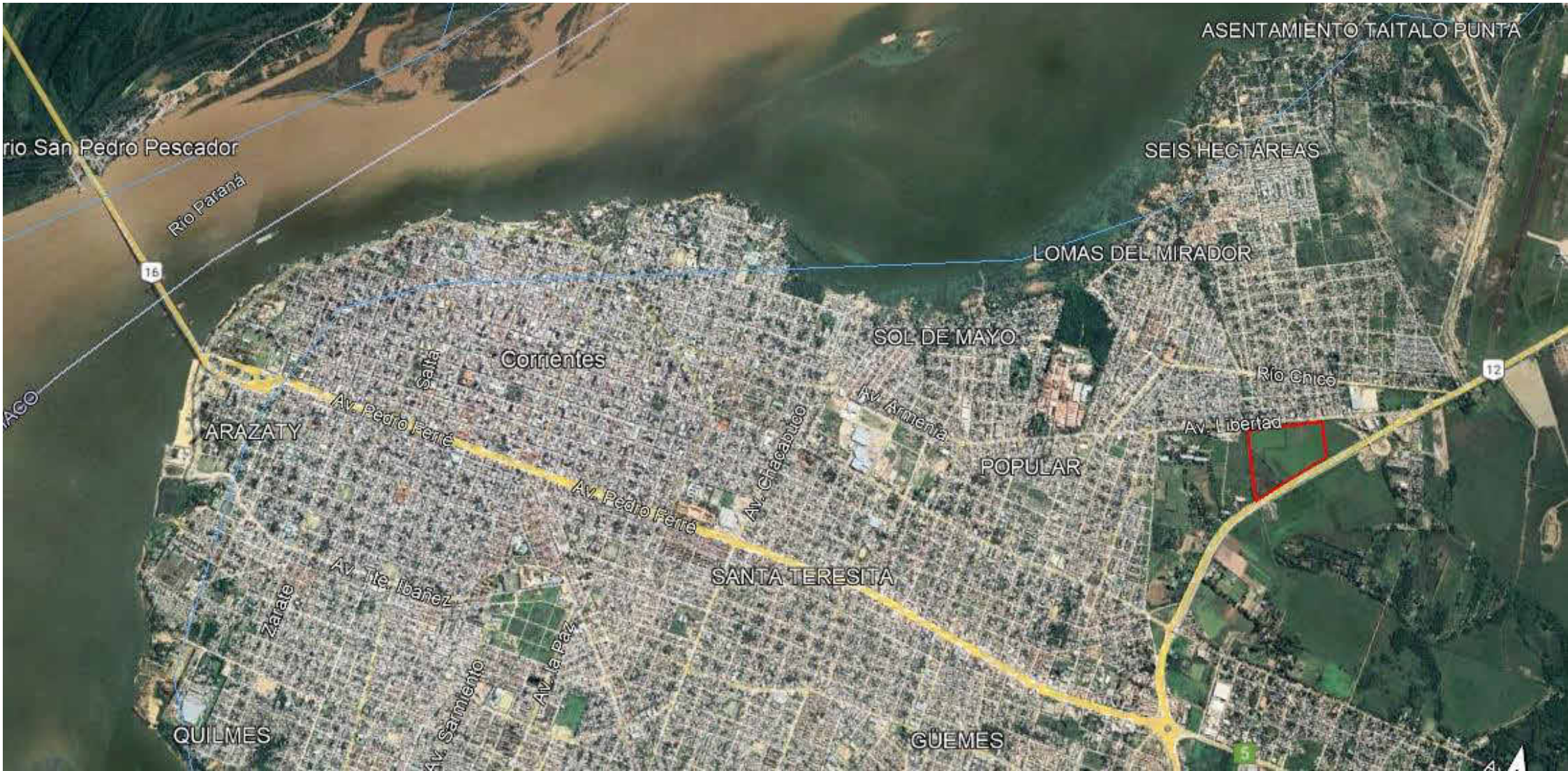
Planta estructural.....	11
Sección longitudinal de estructura tribuna tipo.....	12
Sección transversal de estructura tribuna tipo.....	13

REPUBLICA ARGENTINA




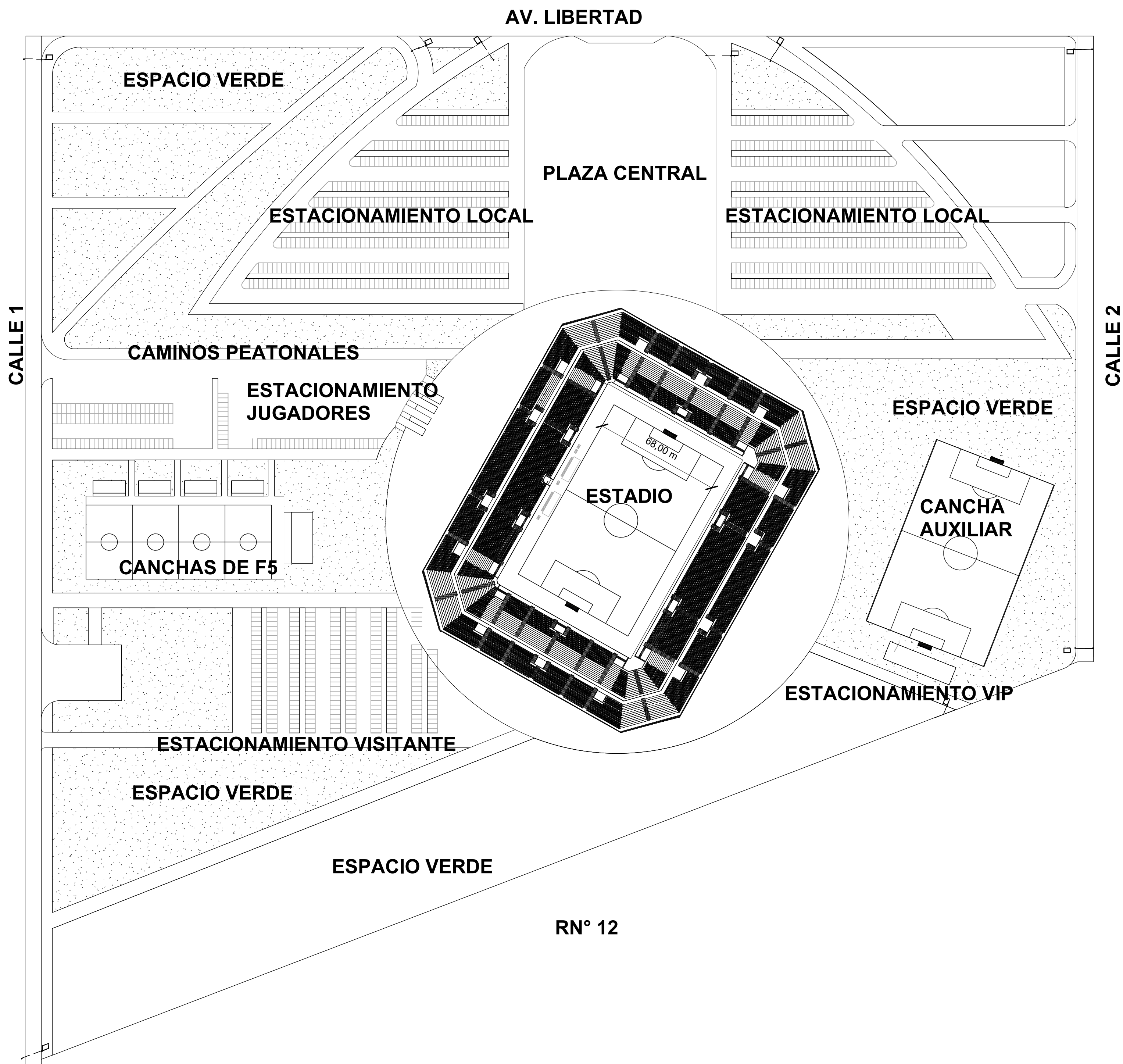
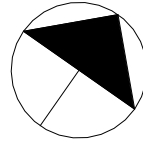
PROVINCIA DE CORRIENTES


CIUDAD DE CORRIENTES

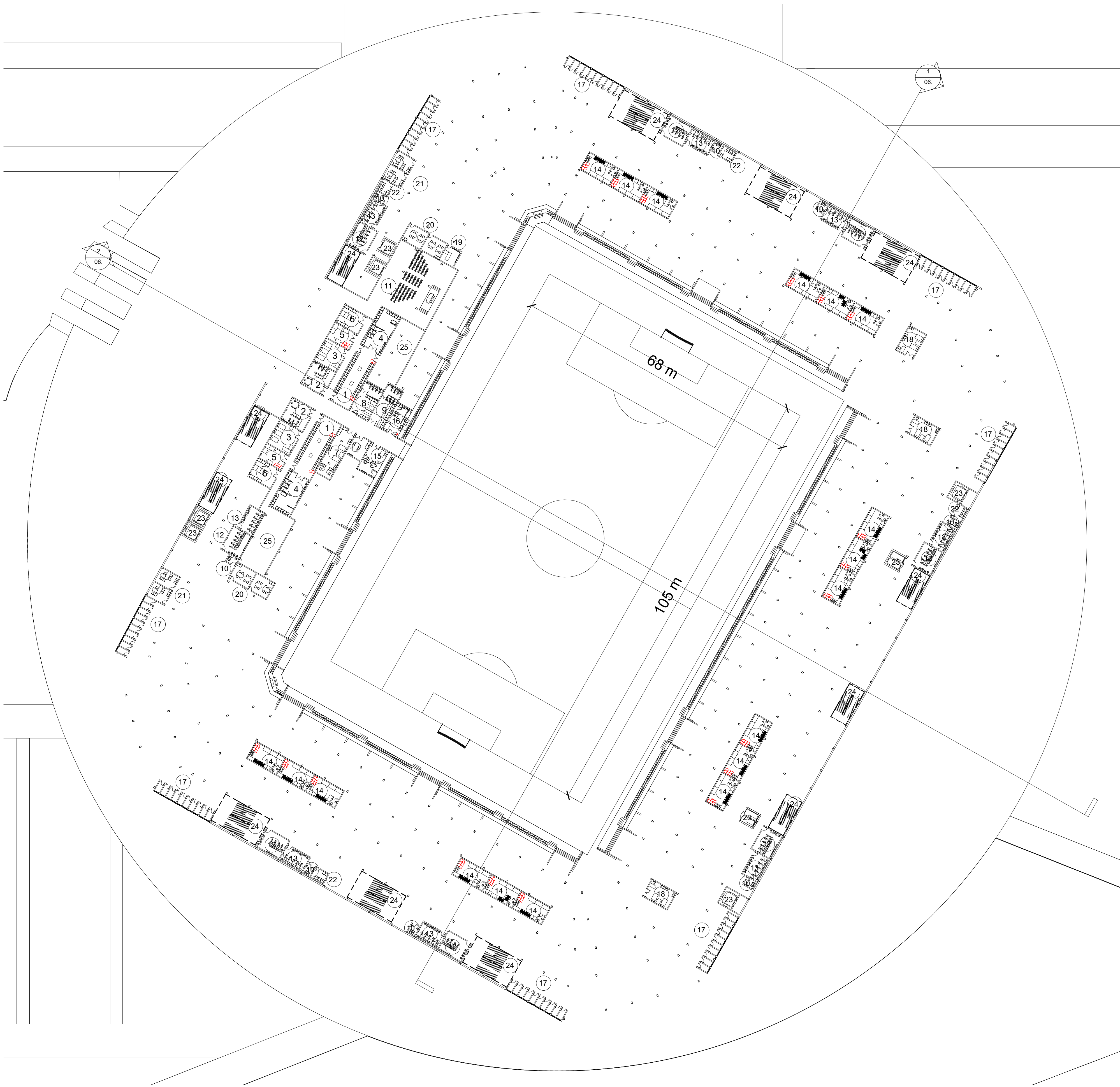
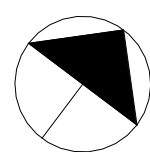


UBICACION DEL PROYECTO

	TRABAJO FINAL	
	Anteproyecto del estadio “General José de San Martín” en Corrientes	
	UBICACION DEL PROYECTO	
JACOBO, SEBASTIAN HURTADO, FRANCISCO AGUSTIN SORIA, GONZALO MARTIN		ESCALA
		FECHA: 08/05/24
		PLANO N° 01



 UNNE	TRABAJO FINAL	
	Anteproyecto del estadio “General José de San Martín” en Corrientes	
	PLANIMETRIA	
JACOBO, HURTADO, FRANCISCO AGUSTIN GONZALO MARTIN	SEBASTIAN SORIA,	ESCALA 1 : 1500
		FECHA: 08/05/24
		PLANO N° 02



REFERENCIAS

- 1.VESTUARIOS
- 2.SALA DE ENTRENADORES
- 3.KINESIOLOGIA
- 4.SANITARIOS VESTUARIOS
- 5.USO GENERAL
- 6.UTILERIA
- 7.SALA MEDICA
- 8.ALCANZAPELOTAS
- 9.ALCANZAPELOTAS
- 10.BAÑOS PARA DISCAPACITADOS
- 11.SALA DE PRENSA
- 12.BAÑOS HOMBRES
- 13.BAÑOS MUJERES
- 14.LOCALES DE COMIDA
- 15.GESTION DE EVENTOS
- 16.SALON DE ARBITROS
- 17.BOLETERIAS
- 18.SALA MEDICA
- 19.SALA DE MONITOREO
- 20.OFICINAS ADMINISTRATIVAS
- 21.ATENCION AL PUBLICO
- 22.SALA DE LIMPIEZA
- 23.ASCENSORES
- 24.ESCALERAS
- 25.ZONA DE CALENTAMIENTO



JACOBO, SEBASTIAN
HURTADO, FRANCISCO AGUSTIN SORIA,
GONZALO MARTIN

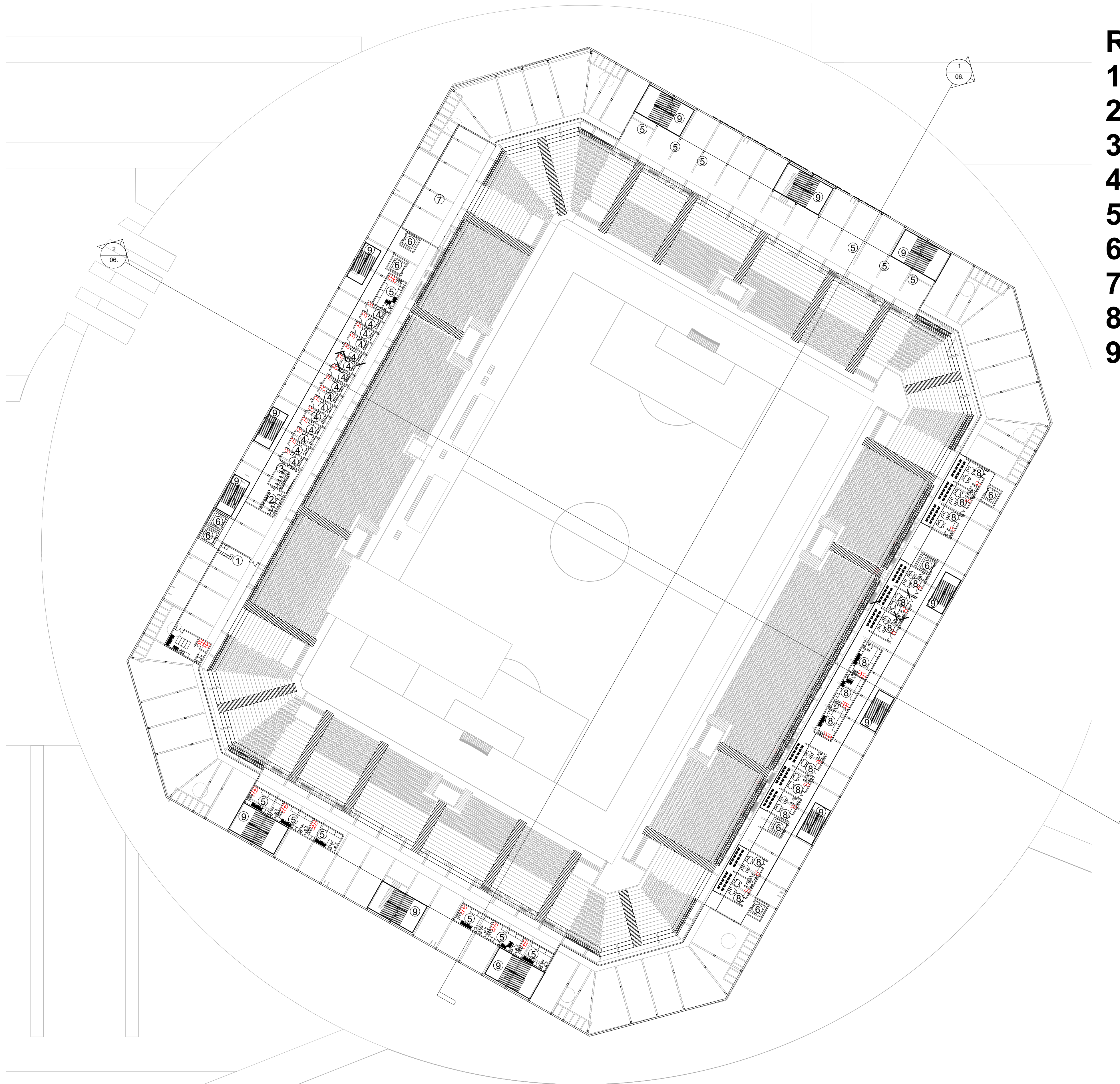
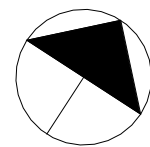
TRABAJO FINAL

Anteproyecto del estadio “General José de San Martín” en Corrientes
Planta Baja

ESCALA 1 : 500


FECHA: 08/05/24

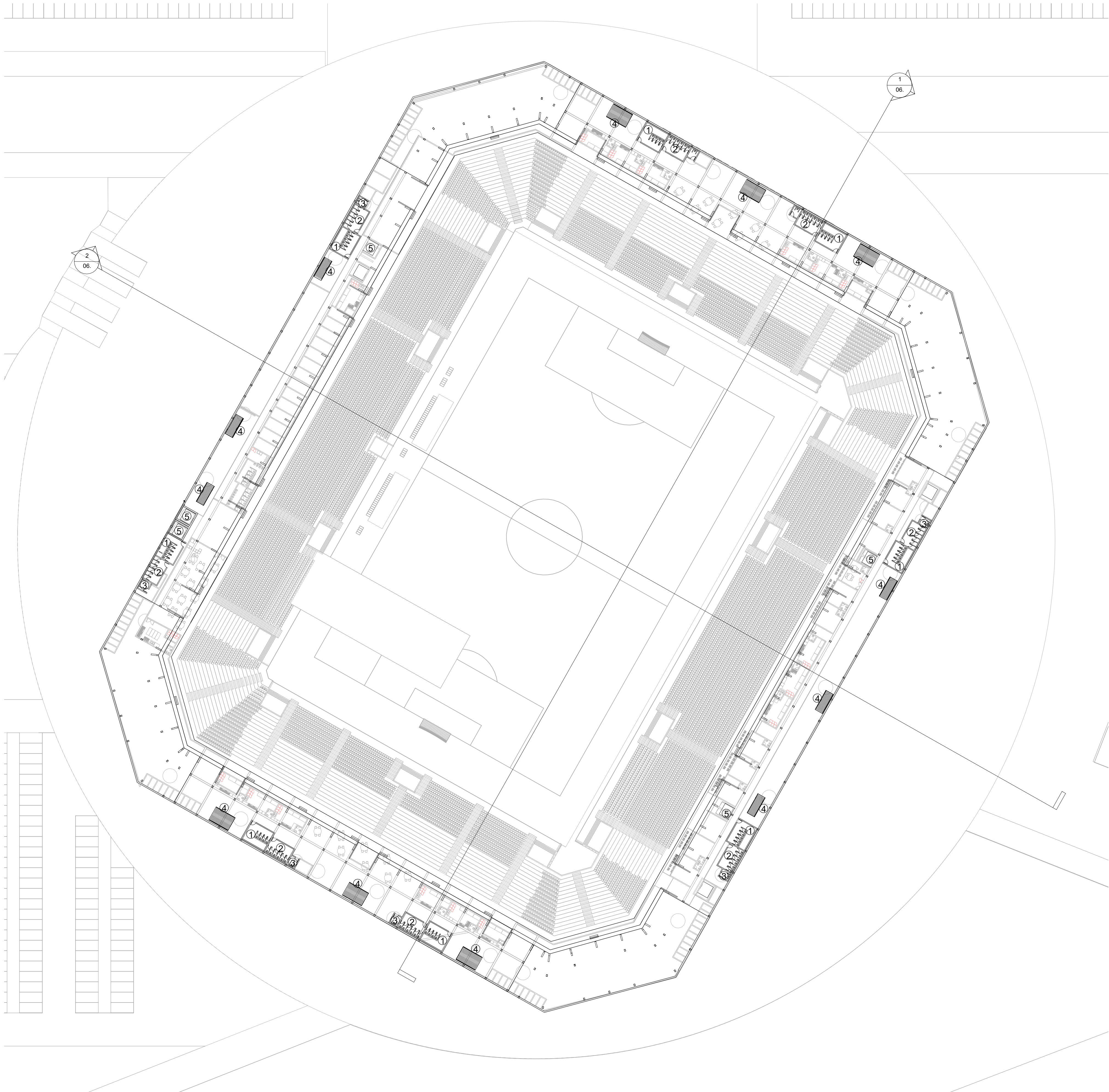
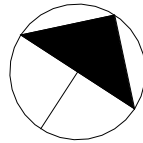
PLANO N° 03



REFERENCIAS

1. RESTAURANTE
2. BAÑOS HOMBRES
3. BAÑOS MUJERES
4. CABINAS DE TRANSMISION
5. LOCALES DE COMIDA
6. ASCENSORES
7. MUSEO
8. PALCOS
9. ESCALERAS

 UNNE	TRABAJO FINAL		
	Anteproyecto del estadio “General José de San Martín” en Corrientes		
	Planta Intermedia		
JACOBO, HURTADO, FRANCISCO AGUSTIN GONZALO MARTIN	SEBASTIAN SORIA,	ESCALA	1 : 500
		FECHA:	08/05/24
		PLANO N°	04



REFERENCIAS

- ① BAÑOS HOMBRES
- ② BAÑOS MUJERES
- ③ BAÑOS DISCAPACITADOS
- ④ ESCALERAS
- ⑤ ASCENSORES



TRABAJO FINAL

Anteproyecto del estadio “General José de San Martín” en Corrientes

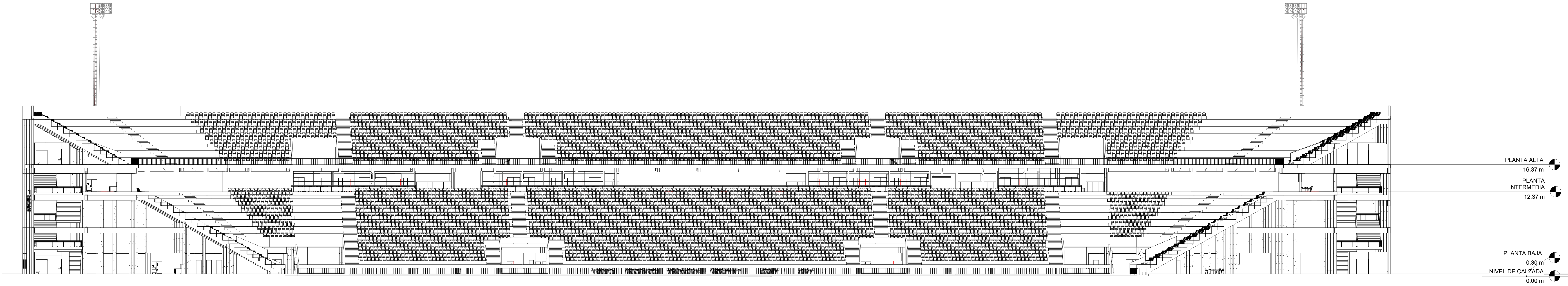
Planta Alta

JACOBO, SEBASTIAN
HURTADO, FRANCISCO AGUSTIN SORIA,
GONZALO MARTIN

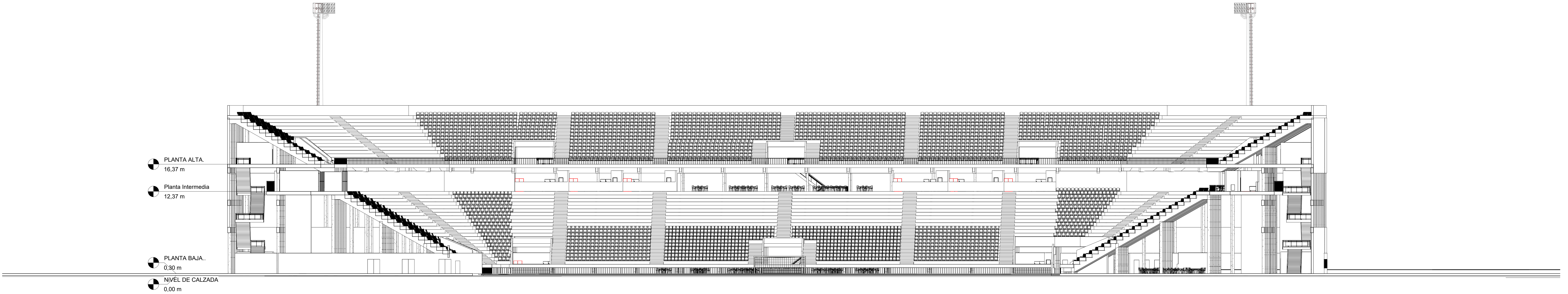
ESCALA 1 : 500

FECHA: 08/05/24

PLANO N° 05

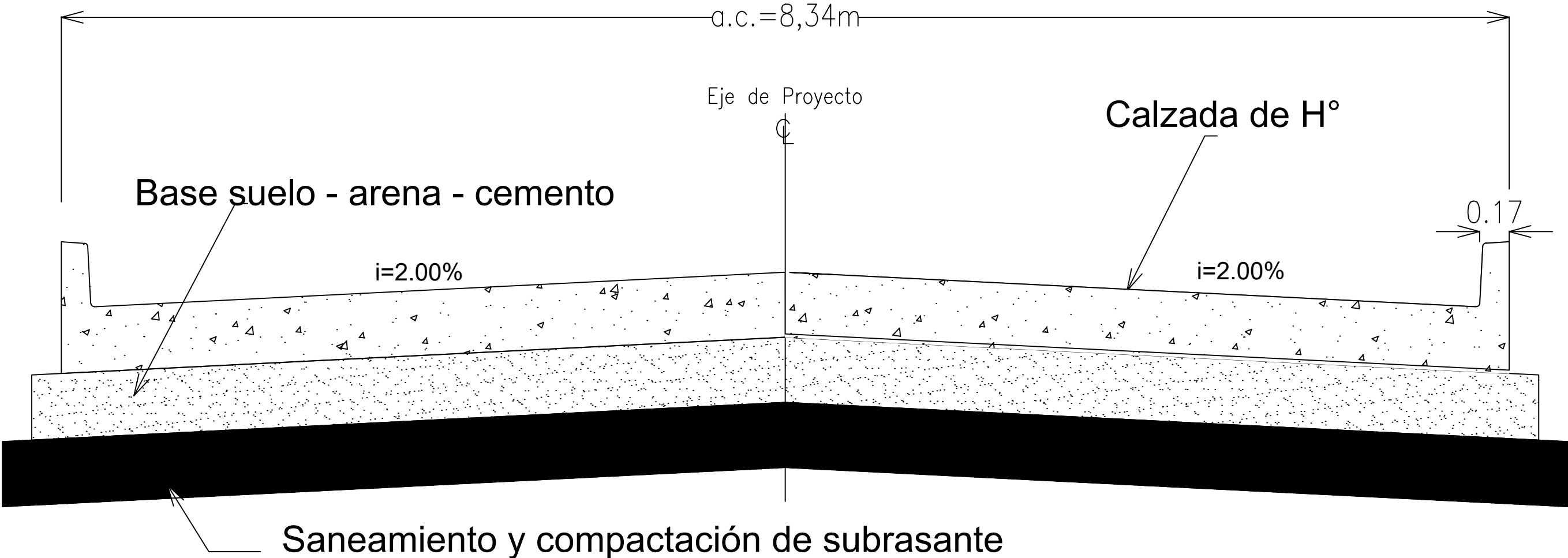


1 CORTE A-A
1 : 200



2 CORTE B-B
1 : 200

Calzada de H° - a.c.= 8,34m



TRABAJO FINAL

Anteproyecto del estadio "José de San Martín" en Corrientes

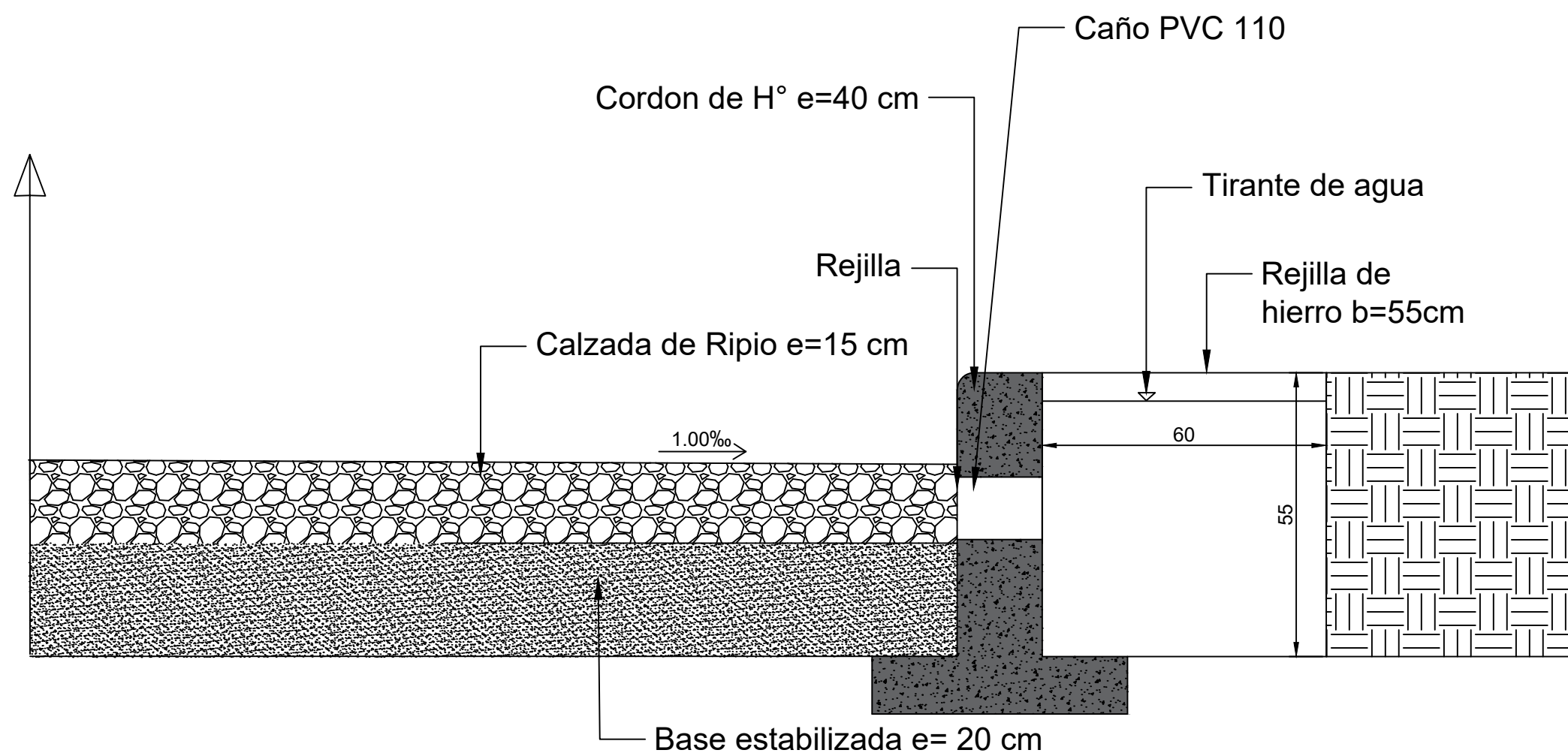
Paquete estructural pavimento rígido

JACOBO, SEBASTIAN
HURTADO, FRANCISCO AGUSTIN
SORIA, GONZALO MARTIN

ESCALA: 1:100

FECHA: 23/04/2024

PLANO N°: 07



PAQUETE ESTRUCTURAL CAMINO DE RIPIO Y CANALETA PLUVIAL



TRABAJO FINAL

Anteproyecto del estadio "José de San Martín" en Corrientes

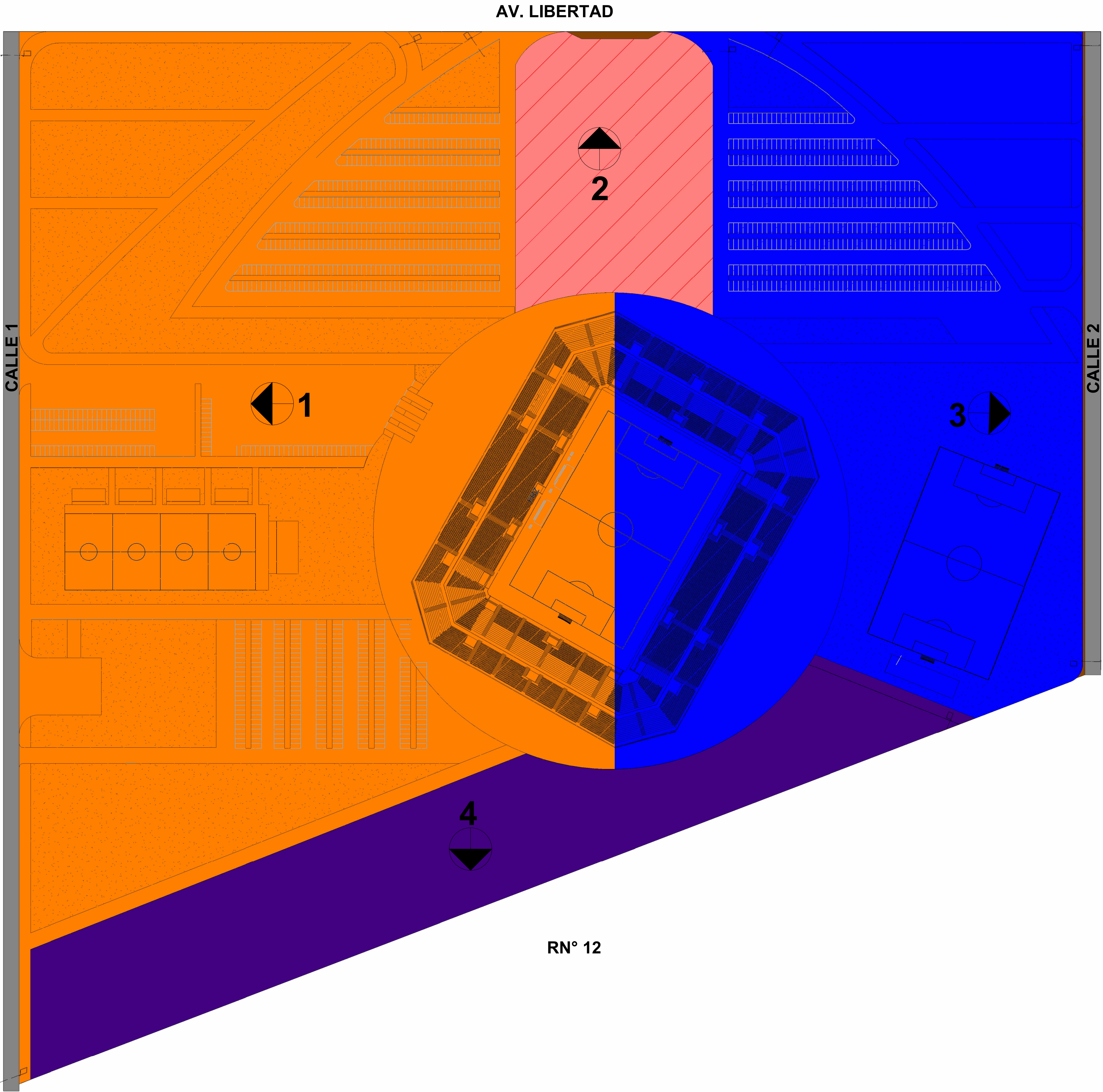
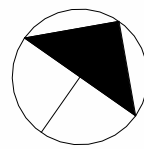
Paquete estructural camino de ripio y sistema de canaleta pluvial

JACOBO, SEBASTIAN
HURTADO, FRANCISCO AGUSTIN
SORIA, GONZALO MARTIN

ESCALA: 1:100

FECHA: 23/04/2024

PLANO N°: .08



REFERENCIAS

1 QP=0.90m3/s

2 QP=0.20m3/s

3 QP=0.90m3/s

4 QP=1.50m3/s



JACOBO, SEBASTIAN
HURTADO, FRANCISCO AGUSTIN SORIA,
GONZALO MARTIN

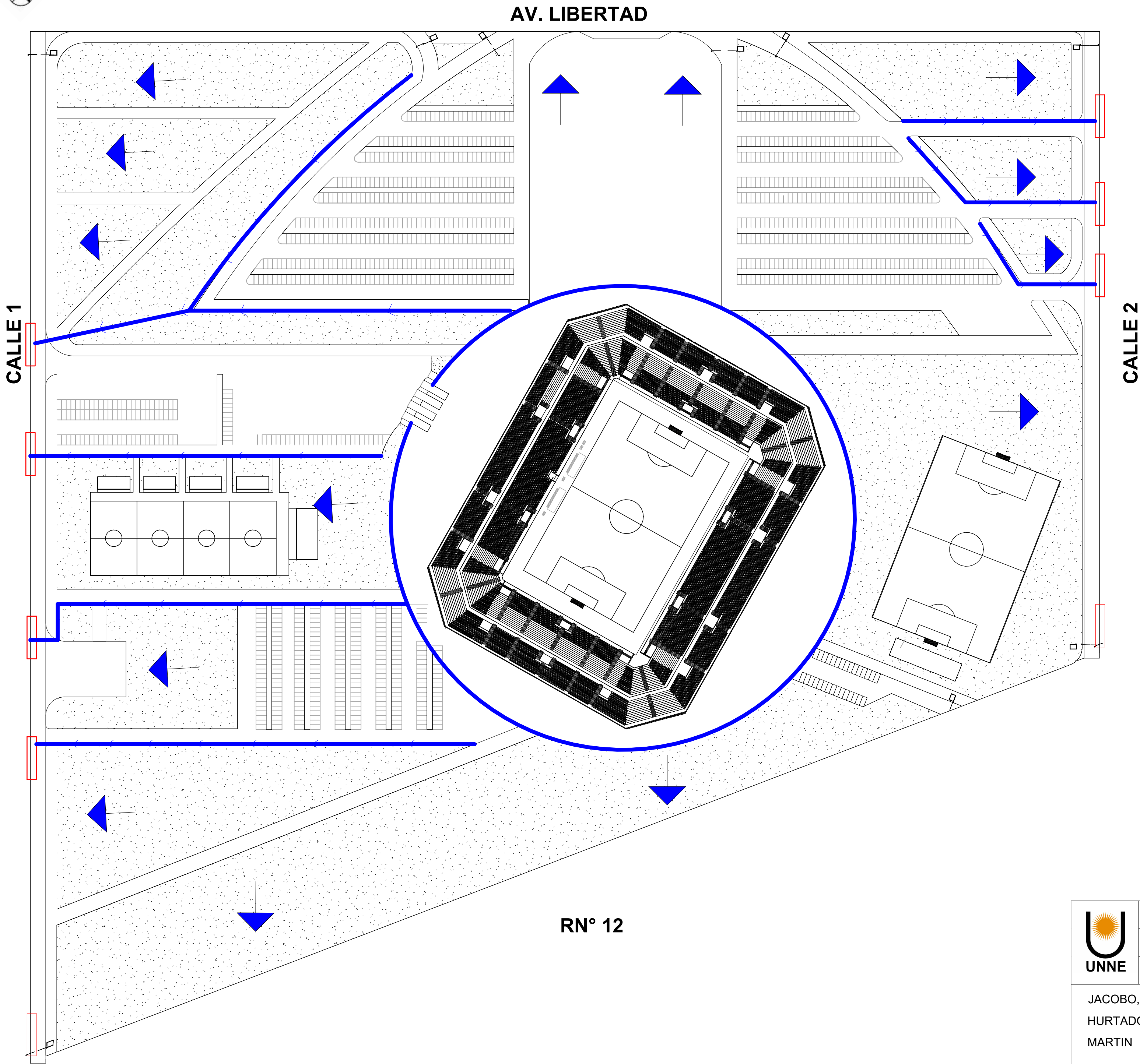
TRABAJO FINAL

DETALLES DE LOCALES
AREAS DE APORTE Y CAUDALES

ESCALA 1 : 1250
FECHA: 08/05/24
PLANO N° 09



CALLE 1


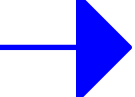



AV. LIBERTAD

CALLE 2

RN° 12

REFERENCIAS

-  CANALETAS
-  ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL
-  SUMIDEROS



TRABAJO FINAL

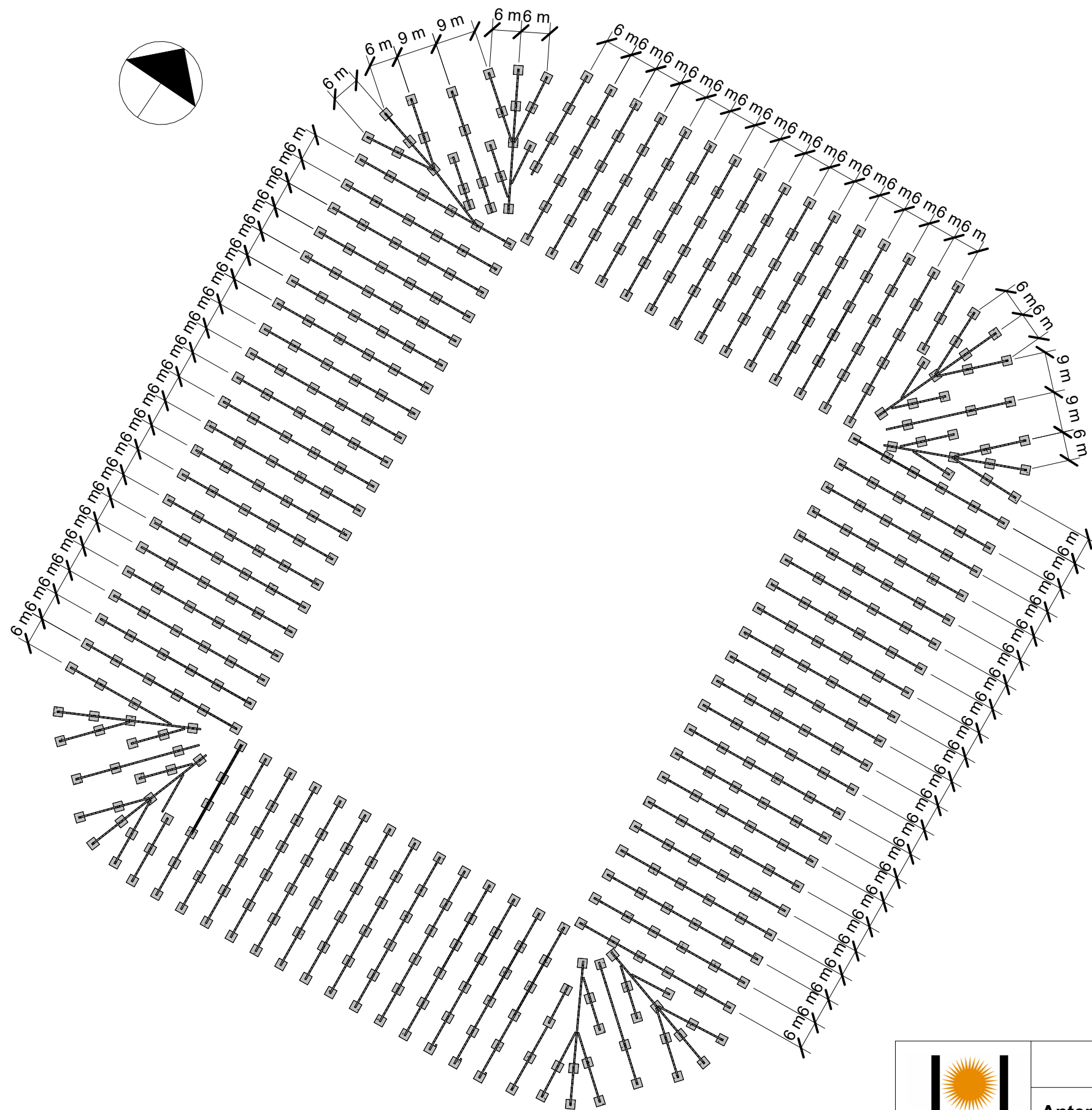
Anteproyecto del estadio “General José de San Martín” en Corrientes

SISTEMA DE DESAGÜE PLUVIAL

JACOBO,
HURTADO, FRANCISCO AGUSTIN
MARTIN

SEBASTIAN
SORIA, GONZALO

ESCALA	1 : 1500
FECHA:	08/05/24
PLANO N°	10



TRABAJO FINAL

Anteproyecto del estadio "General José de San Martín" en Corrientes

PLANTA ESTRUCTURAL

JACOBO, SEBASTIAN

HURTADO,

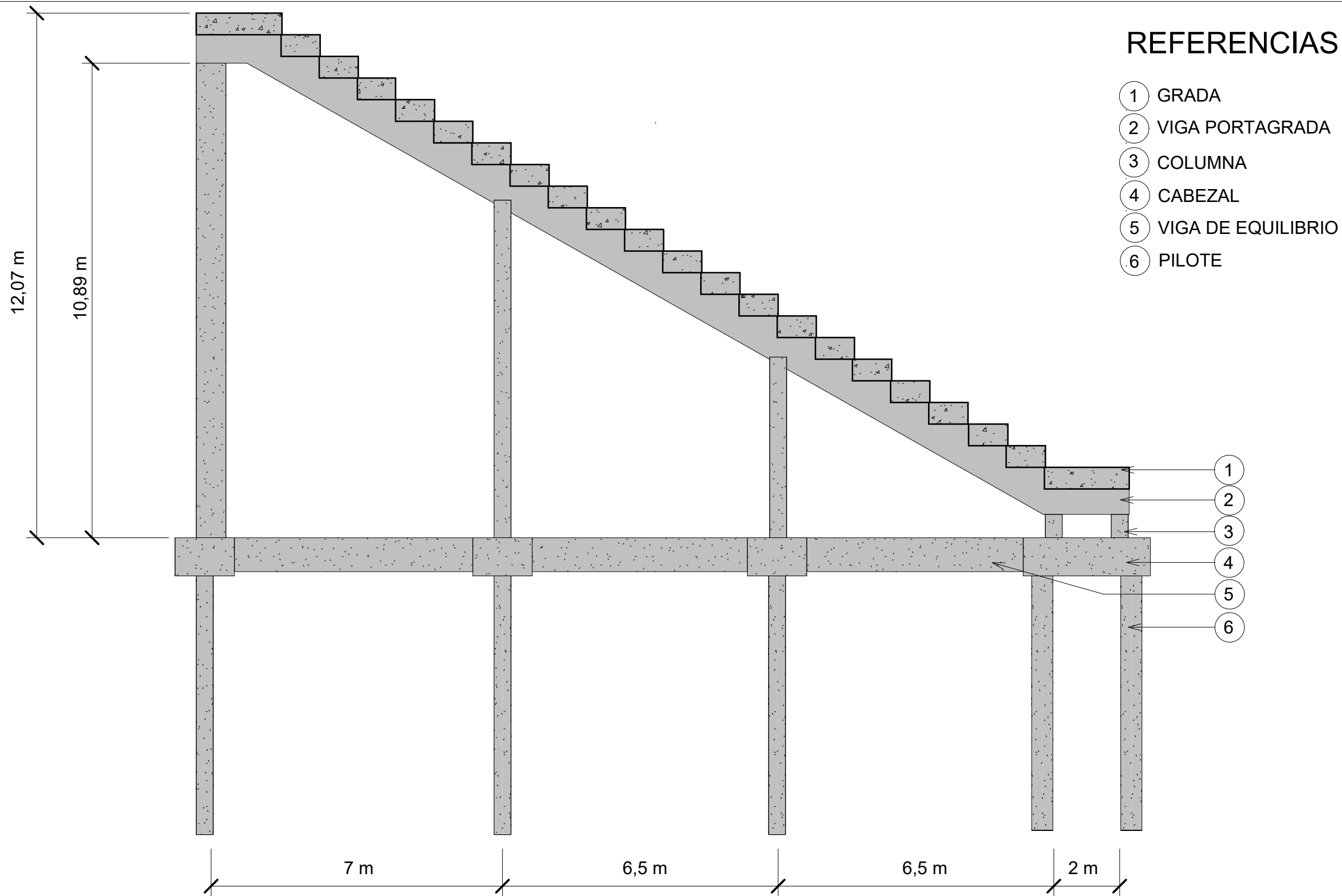
ESCALA 1 : 1000

FRANCISCO AGUSTIN

SORIA, GONZALO MARTIN

FECHA: 08/05/24

PLANO N° 11



TRABAJO FINAL

Anteproyecto del estadio “General José de San Martín” en Corrientes

SECCIÓN LONGITUDINAL DE ESTRUCTURA TRIBUNA TIPO

JACOBO, SEBASTIAN

LU:19.330

ESCALA 1 : 100

HURTADO, FRANCISCO AGUSTIN

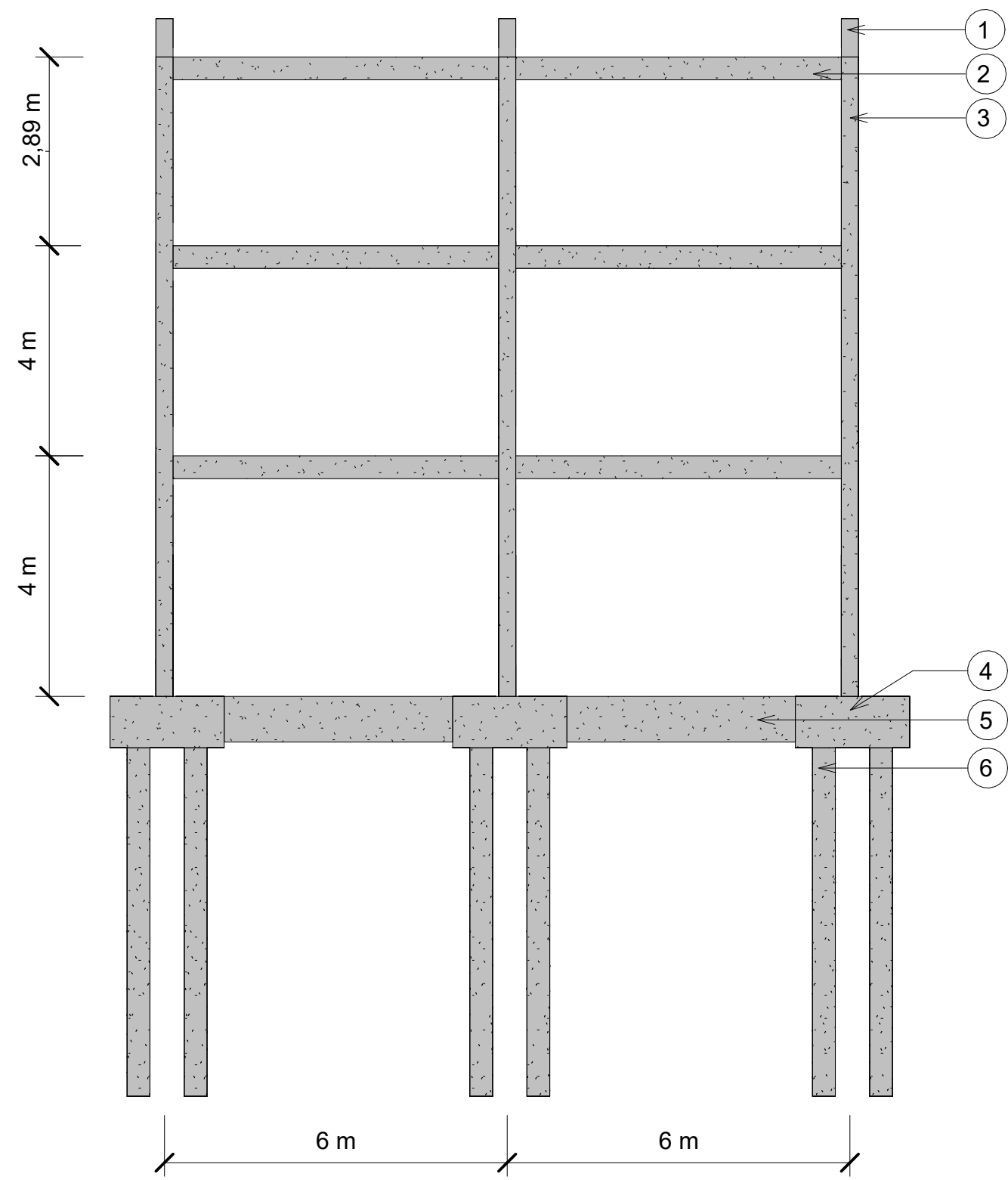
LU:18.497

FECHA: 08/05/24

SORIA, GONZALO MARTIN


LU:18.964

PLANO N° 12



REFERENCIAS

- ① VIGA PORTAGRADA
- ② VIGA DE ARRIOSTRE
- ③ COLUMNA DE BORDE
- ④ CABEZAL
- ⑤ VIGA DE EQUILIBRIO
- ⑥ PILOTE

	TRABAJO FINAL	
	Anteproyecto del estadio “General José de San Martín” en Corrientes	
	SECCIÓN TRANSVERSAL DE ESTRUCTURA TRIBUNA TIPO	
JACOBO, SEBASTIAN HURTADO, FRANCISCO AGUSTIN SORIA, GONZALO MARTIN	ESCALA 1 : 100	
	FECHA: 08/05/24	
	PLANO N° 13	