

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento.	21 de junio de 2022
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive.	3 de julio de 2022
2	Se realizaron correcciones en distintos capítulos y se completó hasta el punto 9 inclusive.	9 de julio de 2022
3	Se realizaron correcciones en distintos capítulos y se completó hasta el punto 12 inclusive.	24 de julio de 2022
4	Se realizaron correcciones en los capítulos 11 y 12, también se completó hasta el punto 15 inclusive.	1 de agosto de 2022
5	Se realizaron correcciones mínimas.	4 de agosto de 2022

Registros de cambios

Revisión	Detalles de los cambios realizados	Fecha
0	Creación del documento.	21 de junio de 2022
1	Se completa hasta el punto 5 inclusive.	3 de julio de 2022
2	Se realizaron correcciones en distintos capítulos y se completó hasta el punto 9 inclusive.	9 de julio de 2022
3	Se realizaron correcciones en distintos capítulos y se completó hasta el punto 12 inclusive.	24 de julio de 2022
4	Se realizaron correcciones en los capítulos 11 y 12, también se completó hasta el punto 15 inclusive.	1 de agosto de 2022

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Un bioterio es un área artificial controlada donde se alojan animales o plantas bajo ciertas condiciones que permitan el desarrollo de la especie para guarda, **cria** o fines experimentales. Se deben registrar y estudiar las variables ambientales del laboratorio en general y de los bioterios en particular. Estas variables son: temperatura, humedad, cantidad de luz y CO₂.

Estas áreas artificiales pueden utilizarse en nuevas disciplinas, por ejemplo, la ecoepidemiología, la cual supone un enfoque actual integrador del estudio de las enfermedades transmitidas a los animales, vegetales y humanos. Involucra los aspectos ecológicos y epidemiológicos denominados ecoepidemiológicos.

En el bioterio se tendrán artrópodos. Son animales invertebrados que actúan como uno de los agentes transmisores de enfermedades. Lo hacen por acción directa como vector o indirecta por acción traumática e irritante de su picadura. Este proceso es independiente a su rol en el ciclo de vida del agente etiológico viral, bacteriano o parasitario.

Los ciclos reproductivos de los artrópodos juegan un papel fundamental en la epidemiología de las enfermedades transmisibles. Hay diferentes causas que pueden afectar la transmisión de una enfermedad: las tasas de fecundidad y de mortalidad, la densidad de la población, su distribución por edades, la variación genética y la tasa de migración. Algunas de estas variables pueden ser controladas en condiciones experimentales como la temperatura, humedad, ciclos de luz y ventilación como factores abióticos esenciales. Los ambientes especialmente diseñados, denominados insectarios, bioterios o animalarios, son la base de diversos estudios (Insect Morphology and Phylogeny, 2014).

Los artrópodos tienen varios estados en su ciclo de vida que están relacionados con su metamorfosis. La misma puede ser completa (holometábolos): huevo, larva, pupa e imago. O bien incompleta (hemimetábolos) huevos, ninfas, imagos y con clasificaciones intermedias. Cada uno de los estados tienen requerimientos de temperatura, humedad o inundación.

Los artrópodos hematófagos presentan limitaciones al momento de mantenerlos o de desarrollar su biología. Dependen primero, de la fuente de alimentación sanguínea y otros nutrientes. También influye el rango de temperatura, que en general oscila entre 24-26 °C y 80-95 % de humedad relativa, con fotoperíodos mediante ciclos de luz-oscuridad de 12 horas e intensidad de luz y tipo de luz variable según requerimientos (Arthropod Containment Guidelines, 2019).

Otro factor importante a tener en cuenta con los artrópodos es que algunos requieren agua como parte del ciclo de vida; como los culícidos (mosquitos), simúlidos y ceratopogónidos (carachai, jejenes y polvorines). Todos dependen de la calidad del agua y la temperatura ambiente. A mayor temperatura el ciclo se acorta y, por el contrario, a menor temperatura se prolonga; algunos casos incluso entran en latencia (diapausa).

Las larvas pueden ser acuáticas o terrestres. Se deben considerar la humedad relativa ambiental y requerimientos nutricionales diferentes. En el caso de las pupas o crisálidas, dependiendo de la especie de vectores, la temperatura es importante debido a que es un estado de transformación y no de alimentación como en la anterior. Los imagos eclosionarán en un ambiente controlado, pero no significa que continúen el ciclo de reproducción y generen colonias parentales o bien filiales de la misma especie (Insect Morphology and Phylogeny, 2014).

El estudio de la biología en condiciones experimentales solo puede aplicarse a determinados artrópodos debido a las limitaciones propias del ciclo natural según experiencias preliminares.

1. Descripción técnica-conceptual del proyecto a realizar

Un bioterio es un área artificial controlada donde se alojan animales o plantas bajo ciertas condiciones que permitan el desarrollo de la especie para guarda, **cria** o fines experimentales. Se deben registrar y estudiar las variables ambientales del laboratorio en general y de los bioterios en particular. Estas variables son: temperatura, humedad, cantidad de luz y CO₂.

Estas áreas artificiales pueden utilizarse en nuevas disciplinas, por ejemplo, la ecoepidemiología, la cual supone un enfoque actual integrador del estudio de las enfermedades transmitidas a los animales, vegetales y humanos. Involucra los aspectos ecológicos y epidemiológicos denominados ecoepidemiológicos.

En el bioterio se tendrán artrópodos. Son animales invertebrados que actúan como uno de los agentes transmisores de enfermedades. Lo hacen por acción directa como vector o indirecta por acción traumática e irritante de su picadura. Este proceso es independiente a su rol en el ciclo de vida del agente etiológico viral, bacteriano o parasitario.

Los ciclos reproductivos de los artrópodos juegan un papel fundamental en la epidemiología de las enfermedades transmisibles. Hay diferentes causas que pueden afectar la transmisión de una enfermedad: las tasas de fecundidad y de mortalidad, la densidad de la población, su distribución por edades, la variación genética y la tasa de migración. Algunas de estas variables pueden ser controladas en condiciones experimentales como la temperatura, humedad, ciclos de luz y ventilación como factores abióticos esenciales. Los ambientes especialmente diseñados, denominados insectarios, bioterios o animalarios, son la base de diversos estudios (Insect Morphology and Phylogeny, 2014).

Los artrópodos tienen varios estados en su ciclo de vida que están relacionados con su metamorfosis. La misma puede ser completa (holometábolos): huevo, larva, pupa e imago. O bien incompleta (hemimetábolos) huevos, ninfas, imagos y con clasificaciones intermedias. Cada uno de los estados tienen requerimientos de temperatura, humedad o inundación.

Los artrópodos hematófagos presentan limitaciones al momento de mantenerlos o de desarrollar su biología. Dependen primero, de la fuente de alimentación sanguínea y otros nutrientes. También influye el rango de temperatura, que en general oscila entre 24-26 °C y 80-95 % de humedad relativa, con fotoperíodos mediante ciclos de luz-oscuridad de 12 horas e intensidad de luz y tipo de luz variable según requerimientos (Arthropod Containment Guidelines, 2019).

Otro factor importante a tener en cuenta con los artrópodos es que algunos requieren agua como parte del ciclo de vida; como los culícidos (mosquitos), simúlidos y ceratopogónidos (carachai, jejenes y polvorines). Todos dependen de la calidad del agua y la temperatura ambiente. A mayor temperatura el ciclo se acorta y, por el contrario, a menor temperatura se prolonga; algunos casos incluso entran en latencia (diapausa).

Las larvas pueden ser acuáticas o terrestres. Se deben considerar la humedad relativa ambiental y requerimientos nutricionales diferentes. En el caso de las pupas o crisálidas, dependiendo de la especie de vectores, la temperatura es importante debido a que es un estado de transformación y no de alimentación como en la anterior. Los imagos eclosionarán en un ambiente controlado, pero no significa que continúen el ciclo de reproducción y generen colonias parentales o bien filiales de la misma especie (Insect Morphology and Phylogeny, 2014).

El estudio de la biología en condiciones experimentales solo puede aplicarse a determinados artrópodos debido a las limitaciones propias del ciclo natural según experiencias preliminares.

12. Presupuesto detallado del proyecto

A continuación se presentan los costos en pesos argentinos (ARS).

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Horas de ingeniería	600	1560,00	936.000,00
Placa esp-wroom-32	3	6.409,00	19.227,00
Sensor de temperatura y humedad	3	1.150,00	3.450,00
Sensor de luz	3	1.050,00	3.150,00
Sensor de CO2	3	1.100,00	3.300,00
Fuente de alimentación	3	2.500,00	7.500,00
Cable USB	3	950	2.850,00
Case	3	2.500,00	7.500,00
SUBTOTAL			982.977,00
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Transporte y movilidad	2	10.000,00	20.000,00
SUBTOTAL			20.000,00
TOTAL			1.002.977,00

13. Gestión de riesgos

En **la sección** actual se describirán los riesgos del proyecto cuantificados en un rango de 1 al 10 y su plan de contingencia correspondiente.

- Severidad (S): cuánto más severo, más alto es el número.
- Ocurrencia (O): cuánto más posible sea que ocurra, más alto es el número.

a) Identificación de los riesgos y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: **la** falta de precisión de los sensores al momento de realizar las lecturas.

- Severidad (9): **si** los sensores hacen lecturas muy distintas a las que se hacen manualmente en la actualidad.
- Probabilidad de ocurrencia (5): **suelen** tener alta calidad y fiabilidad.

Riesgo 2: **pérdida** o daño de los nodos.

- Severidad (9): **generará** una demora que exigirá tener un reemplazo.

12. Presupuesto detallado del proyecto

A continuación se presentan los costos en pesos argentinos (ARS).

COSTOS DIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor Total
Horas de ingeniería	600	1560,00	936.000,00
Placa esp-wroom-32	3	6.409,00	19.227,00
Sensor de temperatura y humedad	3	1.150,00	3.450,00
Sensor de luz	3	1.050,00	3.150,00
Sensor de CO2	3	1.100,00	3.300,00
Fuente de alimentación	3	2.500,00	7.500,00
Cable USB	3	950	2.850,00
Case	3	2.500,00	7.500,00
SUBTOTAL			982.977,00
COSTOS INDIRECTOS			
Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Transporte y movilidad	2	10.000,00	20.000,00
SUBTOTAL			20.000,00
TOTAL			1.002.977,00

13. Gestión de riesgos

En **en capítulo** actual se describirán los riesgos del proyecto cuantificados en un rango de 1 al 10 y su plan de contingencia correspondiente.

- Severidad (S): cuánto más severo, más alto es el número.
- Ocurrencia (O): cuánto más posible sea que ocurra, más alto es el número.

a) Identificación de los riesgos y estimación de sus consecuencias:

Riesgo 1: **La** falta de precisión de los sensores al momento de realizar las lecturas.

- Severidad (9): **Si** los sensores hacen lecturas muy distintas a las que se hacen manualmente en la actualidad.
- Probabilidad de ocurrencia (5): **Suelen** tener alta calidad y fiabilidad.

Riesgo 2: **Pérdida** o daño de los nodos.

- Severidad (9): **Generará** una demora que exigirá tener un reemplazo.

- Ocurrencia (2): **por** tratarse de un prototipo se suele tener cuidados adicionales.

Riesgo 3: **dificultad** con el uso de la tecnología seleccionada debido a la falta de experiencia.

- Severidad (8): **el** desconocimiento de la tecnología puede llevar a una implementación deficiente.
- Ocurrencia (5): **en** proyectos de estas características se busca incorporar los avances tecnológicos disponibles.

Riesgo 4: **no contar** con un bioterio activo al momento de las pruebas.

- Severidad (7): **sin** un bioterio activo es difícil estudiar el comportamiento del nodo en actividad y en condiciones normales de operación.
- Ocurrencia (2): **en** algunas ocasiones no está disponible.

Riesgo 5: **que** se cancele el proyecto con el Instituto de Medicina Regional - UNNE.

- Severidad (9): **al** cancelar el proyecto se pierde el contacto con los investigadores.
- Ocurrencia (3): **el** proyecto es de interés para los investigadores actuales pero pueden haber factores externos al equipo de investigación.

Riesgo 6: **incumplimiento** de los plazos fijados.

- Severidad (6): **en** caso de que algunas de las tareas requieran más horas de las destinadas y no hay disponibilidad para reasignar esas horas.
- Ocurrencia (5): **si** se desconoce el grado de dificultad de las tareas o un evento inesperado.

Riesgo 7: **error** de transmisión por la pérdida de conexión a Internet.

- Severidad (8): **la** no transmisión de los datos hacia el servidor va a generar que no se registren las lecturas de los sensores.
- **ocurrencia** (3): **en** los equipos conectados 24/7 puede ocurrir que en algunos momentos no funcione correctamente.

Riesgo 8: **las** fallas del firmware pueden ocasionar que todo el nodo completo funcione de manera inesperada y se generen datos incorrectos.

- Severidad (8): **cuando** se dan errores de firmware el producto deja de ser confiable.
- Ocurrencia (6): **si** la complejidad del código es alta y no se llega a probar en todas las situaciones posibles.

Riesgo 9: **incumplimiento** de lo pactado con el cliente.

- Ocurrencia (2): **Por** tratarse de un prototipo se suele tener cuidados adicionales.

Riesgo 3: **Dificultad** con el uso de la tecnología seleccionada debido a la falta de experiencia.

- Severidad (8): **El** desconocimiento de la tecnología puede llevar a una implementación deficiente.
- Ocurrencia (5): **En** proyectos de estas características se busca incorporar los avances tecnológicos disponibles.

Riesgo 4: **Contar** con un bioterio activo al momento de las pruebas.

- Severidad (7): **Sin** un bioterio activo es difícil estudiar el comportamiento del nodo en actividad y en condiciones normales de operación.
- Ocurrencia (2): **En** algunas ocasiones no está disponible.

Riesgo 5: **Que** se cancele el proyecto con el Instituto de Medicina Regional - UNNE.

- Severidad (9): **Al** cancelar el proyecto se pierde el contacto con los investigadores.
- Ocurrencia (3): **El** proyecto es de interés para los investigadores actuales pero pueden haber factores externos al equipo de investigación.

Riesgo 6: **Incumplimiento** de los plazos fijados.

- Severidad (6): **En** caso de que algunas de las tareas requieran más horas de las destinadas y no hay disponibilidad para reasignar esas horas.
- Ocurrencia (5): **Si** se desconoce el grado de dificultad de las tareas o un evento inesperado.

Riesgo 7: **Error** de transmisión por la pérdida de conexión a Internet.

- Severidad (8): **La** no transmisión de los datos hacia el servidor va a generar que no se registren las lecturas de los sensores.
- **Ocurrencia** (3): **En** los equipos conectados 24/7 puede ocurrir que en algunos momentos no funcione correctamente.

Riesgo 8: **Las** fallas del firmware pueden ocasionar que todo el nodo completo funcione de manera inesperada y se generen datos incorrectos.

- Severidad (8): **Cuando** se dan errores de firmware el producto deja de ser confiable.
- Ocurrencia (6): **Si** la complejidad del código es alta y no se llega a probar en todas las situaciones posibles.

Riesgo 9: **Incumplimiento** de lo pactado con el cliente.

- Severidad (9): **el** sistema no contempla los requerimientos del cliente.
- Ocurrencia (3): **existe** una devolución del cliente en etapas anteriores a la entrega del producto final.

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como $RPN = S \times O$)

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*
1 Falta de precisión en las lecturas los sensores	9	5	45	9	2	18
2 Pérdida o daños de los nodos	9	2	18	-	-	-
3 Dificultad con el uso de la tecnología seleccionada	8	5	40	8	3	24
4 No contar con un bioterio activo	7	2	14	-	-	-
5 Que se cancele el proyecto	9	3	27	-	-	-
6 Incumplimiento de los plazos fijados	6	5	30	-	-	-
7 Error de transmisión por pérdida de conexión a Internet	8	3	24	-	-	-
8 Las fallas del firmware	8	6	48	8	4	32
9 Incumplimiento de lo pactado con el cliente	9	3	27	-	-	-

Criterio adoptado: Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 39.

Nota: los valores marcados con (*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Se trabajará un plan de mitigación para los riesgos 1, 3 y 8 por exceder el valor máximo establecido: 39.

Riesgo 1: **se** trabajarán con sensores estándares utilizados en las clases de CEIoT. De ser necesario se cambiarán los sensores por otros más precisos que existan en el mercado.

- Severidad (9): **se** mantiene.
- Ocurrencia (2): **se** ajusta la precisión de las lecturas de los sensores.

Riesgo 3: **la** tecnología seleccionada es la utilizada en distintos cursos de la CEIoT. Se realizará una mayor capacitación en las herramientas incluidas en el proyecto.

- Severidad (8): **se** mantiene.
- Ocurrencia (3): **se** espera resolver de forma optima las dificultades encontradas.

Riesgo 8: **se** realizarán tareas de prueba y depuración de los módulos involucrados. Hay toda una etapa de testing dedicada a probar el correcto funcionamiento del sistema.

- Severidad (8): **se** mantiene.
- Ocurrencia (4): **se** busca un software libre de errores.

- Severidad (9): **El** sistema no contempla los requerimientos del cliente.
- Ocurrencia (3): **Existe** una devolución del cliente en etapas anteriores a la entrega del producto final.

b) Tabla de gestión de riesgos: (El RPN se calcula como $RPN = S \times O$)

Riesgo	S	O	RPN	S*	O*	RPN*
1 Falta de precisión en las lecturas los sensores	9	5	45	9	2	18
2 Pérdida o daños de los nodos	9	2	18	-	-	-
3 Dificultad con el uso de la tecnología seleccionada	8	5	40	8	3	24
4 Contar con un bioterio activo	7	2	14	-	-	-
5 Que se cancele el proyecto	9	3	27	-	-	-
6 Incumplimiento de los plazos fijados	6	5	30	-	-	-
7 Error de transmisión por pérdida de conexión a Internet	8	3	24	-	-	-
8 Las fallas del firmware	8	6	48	8	4	32
9 Incumplimiento de lo pactado con el cliente	9	3	27	-	-	-

Criterio adoptado: Se tomarán medidas de mitigación en los riesgos cuyos números de RPN sean mayores a 39.

Nota: los valores marcados con (*) en la tabla corresponden luego de haber aplicado la mitigación.

c) Plan de mitigación de los riesgos que originalmente excedían el RPN máximo establecido:

Se trabajará un plan de mitigación para los riesgos 1, 3 y 8 por exceder el valor máximo establecido: 39.

Riesgo 1: **Se** trabajarán con sensores estándares utilizados en las clases de CEIoT. De ser necesario se cambiarán los sensores por otros más precisos que existan en el mercado.

- Severidad (9): **Se** mantiene.
- Ocurrencia (2): **Se** ajusta la precisión de las lecturas de los sensores.

Riesgo 3: **La** tecnología seleccionada es la utilizada en distintos cursos de la CEIoT. Se realizará una mayor capacitación en las herramientas incluidas en el proyecto.

- Severidad (8): **Se** mantiene.
- Ocurrencia (3): **Se** espera resolver de forma optima las dificultades encontradas.

Riesgo 8: **Se** realizarán tareas de prueba y depuración de los módulos involucrados. Hay toda una etapa de testing dedicada a probar el correcto funcionamiento del sistema.

- Severidad (8): **Se** mantiene.
- Ocurrencia (4): **Se** busca un software libre de errores.

14. Gestión de la calidad

- 1 Requerimientos de hardware.
 - Verificación: Se comprobará que los nodos estén conformados por un microcontrolador adecuado, los sensores correspondientes y demás componentes para su funcionamiento.
 - Validación: Se harán pruebas para confirmar que los nodos estén completos, envíen información adecuada y cumplan con las especificaciones el cliente.
- 2 Requerimientos de software.
 - Verificación: Se comprobará que los datos recibidos por el sistema se muestren en el tablero de mandos. De ser necesario el sistema debe responder con alertas y permitir la configuración de dispositivos o nodos.
 - Validación: Se harán pruebas en un bioterio bajo condiciones normales verificando el correcto funcionamiento del nodo, del sistema y la comunicación entre ellos.
- 3 Requerimientos de presentación.
 - Verificación: Se comprobará que el tablero de mandos esté suministrando los datos correctos de acuerdo a la información recibida.
 - Validación: Se harán pruebas para demostrar que el tablero esté desplegando la información correcta.
- 4 Requerimientos de alertas.
 - Verificación: Se comprobará que el sistema envíe las alertas correspondientes de acuerdo a la configuración establecida.
 - Validación: Se harán pruebas para que el usuario reciba las notificaciones cuando los datos obtenidos desde el nodo indiquen que deben emitirse alertas.
- 5 Requerimientos de almacenamiento en la base de datos.
 - Verificación: Se comprobarán que los datos recibidos por el sistema desde los nodos se almacene correctamente en la base de datos.
 - Validación: Se harán pruebas para que los valores registrados por los sensores se guarden y se visualicen correctamente.

15. Procesos de cierre

Las actividades de los procesos de cierre serán llevadas a cabo por el responsable del plan de trabajo, LSI Norberto Antonio Rodríguez.

- El grado de cumplimiento del cronograma original **establecido** y las tareas que pudieran generar mayor demanda de recursos, cumplimiento de los requerimientos, horas asignadas y presupuesto fijado.
- Se observarán **aquellas** herramientas o técnicas que mejor resultados dieron al momento de llevar a cabo el cumplimiento del proyecto.

14. Gestión de la calidad

- 1 Requerimientos de hardware.
 - Verificación: Se comprobará que los nodos estén conformados por un microcontrolador adecuado, los sensores correspondientes y demás componentes para su funcionamiento.
 - Validación: Se harán pruebas para confirmar que los nodos estén completos, envíen información adecuada y cumplan con las especificaciones el cliente.
- 2 Requerimientos de software.
 - Verificación: Se comprobará que los datos recibidos por el sistema se muestren en el tablero de mandos. De ser necesario el sistema debe responder con alertas y permitir la configuración de dispositivos o nodos.
 - Validación: Se harán pruebas en un bioterio bajo condiciones normales verificando el correcto funcionamiento del nodo, del sistema y la comunicación entre ellos.
- 3 Requerimientos de presentación.
 - Verificación: Se comprobará que el tablero de mandos esté suministrando los datos correctos de acuerdo a la información recibida.
 - Validación: Se harán pruebas para demostrar que el tablero esté desplegando la información correcta.
- 4 Requerimientos de alertas.
 - Verificación: Se comprobará que el sistema envíe las alertas correspondientes de acuerdo a la configuración establecida.
 - Validación: Se harán pruebas para que el usuario reciba las notificaciones cuando los datos obtenidos desde el nodo indiquen que deben emitirse alertas.
- 5 Requerimientos de almacenamiento en la base de datos.
 - Verificación: Se comprobarán que los datos recibidos por el sistema desde los nodos se almacene correctamente en la base de datos.
 - Validación: Se harán pruebas para que los valores registrados por los sensores se guarden y se visualicen correctamente.

15. Procesos de cierre

Las actividades de los procesos de cierre serán llevadas a cabo por el responsable del plan de trabajo, LSI Norberto Antonio Rodríguez.

- Se evaluarán para determinar el grado de cumplimiento del cronograma original **establecido** y detectar las tareas que pudieran generar mayor demanda de recursos, cumplimiento de los requerimientos, horas asignadas y presupuesto fijado.
- Se observarán **aquella** herramientas o técnicas que mejor resultados dieron al momento de llevar a cabo el cumplimiento del proyecto.