

Plan de Monitoring and Maintenance

El plan de monitoreo tiene como propósito asegurar que el modelo continúe siendo útil, preciso y alineado con los objetivos del CAETEC a lo largo del tiempo. Asimismo, establece los criterios para determinar cuándo sus resultados deben dejar de utilizarse y qué acciones deben seguirse si el modelo requiere reemplazo, ajuste o reentrenamiento.

- **Monitoreo de la precisión del modelo**

Para garantizar que el modelo mantenga un desempeño adecuado con datos nuevos, se recomienda un seguimiento periódico de su precisión comparándolo contra el criterio de referencia: las decisiones del personal veterinario y los valores reales registrados en el hato.

Cómo se monitoreará la precisión

- Validación de parte del personal de predicciones del modelo vs. decisiones reales del personal.
- Registro de discrepancias:
 - Casos donde el modelo indica Previo a Secado, pero la vaca mantiene producción estable.
 - Casos donde el modelo indica Fresca o Monitoreo, pero la producción cae abruptamente en días posteriores.
- Revisión de métricas clave:
 - Exactitud de clasificación por clase.
 - Tasa de falsos positivos (vacas marcadas en riesgo sin estarlo).
 - Tasa de falsos negativos (vacas no detectadas que sí estaban en riesgo).
- Revisión estacional o por periodo reproductivo:
 - Cambios en curvas de producción por clima, cambios de dieta, o modificaciones en manejo.
- Si las métricas caen por debajo de los niveles aceptables definidos durante la fase de Evaluación, el modelo deberá ser revisado.
- **Revisión de aspectos dinámicos del entorno**

El desempeño del modelo puede verse afectado por cambios en el ambiente productivo o reproductivo. El monitoreo deberá considerar variables que podrían modificar los patrones que el modelo aprendió originalmente.

Cambios que deben vigilarse

- Cambios en el manejo del hato:
 - Nuevas rutinas de ordeño.

- Cambio de dietas o formulaciones.
 - Modificación en descansos, corrales o rutinas de pastoreo.
- Cambios fisiológicos o genéticos en el hato:
 - Introducción de nuevas vacas con distinta genética o comportamiento productivo.
 - Vacas jóvenes entrando a producción por primera vez (primer parto).
- Cambios en el equipo de ordeño:
 - Actualizaciones del robot DeLaval.
 - Cambios en sensores.
 - Cambios en el formato de los CSV generados.
- Cambios ambientales:
 - Temperaturas extremas.
 - Temporadas de estrés calórico.
- Cualquiera de estas variaciones puede requerir recalibrar, ajustar o reentrenar el modelo.
- **Cuándo deben dejar de usarse los resultados del modelo**

Señales para dejar de usar los resultados

- Caída significativa en la exactitud del modelo durante las revisiones mensuales.
- Aumento sostenido (durante más de 2 semanas) de falsos negativos o falsos positivos.
- Cambios en el formato de los datos de entrada que el modelo ya no puede procesar correctamente.
- Cambios operativos que modifiquen las curvas de producción y vuelvan obsoleto el patrón aprendido.
- Opinión experta consistente indicando que las predicciones no reflejan el estado real de las vacas.
- Introducción de nuevos objetivos de manejo o reproducción que el modelo no contempla.
- **Criterios objetivos para suspender el uso**

Se recomienda suspender temporal o permanentemente el uso del modelo cuando:

- La precisión cae más del 20% respecto a los valores del proceso de evaluación.
- La tasa de falsos negativos supera el 30%, poniendo en riesgo decisiones de manejo.
- Los datos de entrada contienen cambios estructurales que no pueden corregirse automáticamente.
- El modelo clasifica incorrectamente el estado productivo en más del 25% de las vacas evaluadas durante un periodo mensual.
- El modelo no puede ejecutarse debido a inconsistencias en los datos o errores del robot.

- En cualquiera de estos casos, se activará un protocolo de revisión técnica inmediata.
- **Qué debe ocurrir si el modelo ya no puede seguirse usando**

Si el modelo deja de ser confiable o utilizable, se deben seguir estas acciones:

Acciones inmediatas

- Suspender temporalmente el uso de sus predicciones.
 - Utilizar exclusivamente el criterio clínico y operativo del personal veterinario.
 - Documentar los casos donde el modelo falló o no pudo ejecutarse.
 - Realizar una revisión técnica para identificar la causa (datos, sensores, formato, entorno, estacionalidad).
- **Acciones de mediano plazo**

- Ajustar el preprocesamiento o el formato de entrada si el problema es de datos.
- Añadir reglas de negocio adicionales para casos que el modelo no contempla.
- Reentrenar el modelo con datos más recientes.
- Revisar si debe ajustarse un umbral, criterio o categoría del modelo.

- **4.3 Acciones finales**

Si después de ajustes y validación el modelo sigue siendo inestable:

- El modelo deberá retirarse formalmente del uso operativo.
 - Se deberá iniciar un proceso de **replanteamiento del problema** o construcción de un nuevo modelo.
- **¿Cambiarán los objetivos del negocio con el tiempo?**

Sí. Es esperable que los objetivos del uso del modelo evolucionen conforme:

- El hato crezca.
- Se introduzcan nuevas tecnologías de ordeño.
- Se busque integrar más variables fisiológicas o ambientales.